

**CETESB**  
**Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental**

**Relatório de Qualidade  
das Águas Interiores  
do Estado de São Paulo  
2002**

SÃO PAULO  
2003

## Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

(CETESB – Biblioteca, SP, Brasil)

C418r CETESB, São Paulo  
Relatório de qualidade das águas interiores do estado de São Paulo  
2002 / CETESB. - - São Paulo : CETESB, 2003.  
2 v. : il. ; 30 cm. - - (Série Relatórios / Secretaria de Estado do Meio  
Ambiente, ISSN 0103-4103)

Conteúdo: v.1 : 279p.; v.2 : CD ROM Resultados dos parâmetros e  
indicadores de qualidade das águas.

Publicado anteriormente como : Qualidade das águas interiores do  
estado de São Paulo.

1. Água - poluição 2. Águas interiores - qualidade - São Paulo (est.) I.  
Titulo II. Série

CDD (18.ed.)                    628.168.681.6  
CDU (ed. 99 port.)            628.515(815.6)

# Edição

## DIRETORIA DE ENGENHARIA, TECNOLOGIA E QUALIDADE AMBIENTAL

Eng. Lineu José Bassoi

Diretor

### Coordenação Geral

Eng. Eduardo Mazzolenis de Oliveira

Gerente do Departamento de Tecnologia de Águas Superficiais e Efluentes Líquidos

### Coordenação Técnica

Quím. Dr. José Eduardo Bevilacqua

Gerente da Divisão de Qualidade das Águas

Eng. Nelson Menegon Jr.

Gerente do Setor de Águas Interiores

### Execução

Geog. Carmen Lucia Vergueiro Midaglia

Téc. Ana Rosa Costa

Quím. Niels Thomas Nadruz

Eng. Uladyr Ormino Nayme

Estagiários:

Alexandre Tiltcher

Carlos Eduardo Matsuda

Flavio Fortes Camargo

Renato Diniz Amarilha Lobo

### Equipe Técnica

Biól. Marta Condé Lamparell

Farm. Bioq. Ana Tereza Galvani

Biól. Claudia Condé Lamparell

Biól. Daniel Ferreira Domingues

Biól. Débora Orgler de Moura

Biól. Deborah A. Roubicek

Biól. Eduardo Bertoletti

Farm. Bioq. Elayse Maria Hachich

Aux. Lab. Emerson Alves de Araújo

Biól. Gisela de Aragão Umbuzeiro

Biól. Guiomar Johnscher Fornasaro

Biól. Helena Mitiko Watanabe

Eng. Hélio Bressan Jr.

Tecnól. José Roberto Schmidt

Biól. Liliana Inês Werner

Biól. Livia Fernanda Aguijaro

Quím. Luis Vale do Amaral

Biól. Mara E. Pereira Salvador

Biól. Márcia Ap. Aragão

Biom. Maria Cristina L.S. Coelho

Biól. Maria do Carmo Carvalho

Biól. Mônica Luisa Kuhlmann

Biól. Paulo Fernando Rodrigues

Farm. Bioq. Rosalina Pereira de Almeida Araújo

Biól. Sandra Valéria Buratini

Biól. Valéria Aparecida Prósperi

Estagiários:

Adriana Ferreira

Daniel Bartkus Rodrigues

Eduardo Tomio Nakamura

Tiago Gonçalves Fernandes

### Desenvolvimento do INTERÁGUAS

Tecnól. Ives Alcazar Gomes

Geóg. Carmen Lucia Vergueiro Midaglia

### Informações Hidrológicas

AES Tietê S/A

CETESB – Setor de Hidrologia

CBA – Companhia Brasileira de Alumínio S/A

DAEE – Departamento de Águas e Energia Elétrica

DUKE Energy Brasil S/A.

EMAE – Empresa Metropolitana de Água e Energia

FCTH – Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica

FURNAS Centrais Elétricas S/A (RJ)

LIGHT – Serviços de Eletricidade S/A (RJ)

SAAEG – Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Guarulhos

SABESP – Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo

### Coletas de Amostra e Análises

Setor de Amostragem em Ambientes Aquáticos e Ensaios

Granulométricos

Setor de Química Inorgânica e Radioatividade

Setor de Química Orgânica

Setor de Microbiologia e Parasitologia

Setor de Comunidades Aquáticas

Setor de Ecotoxicologia Aquática

Setor de Mutagênese e Citotoxicidade

Setor de Qualidade Laboratorial

Regional da Bacia do Piracicaba I

Regional da Bacia do Paraná

Regional da Bacia do Grande e Turvo

Agência Ambiental de São José do Rio Preto

Regional das Bacias do Sorocaba, Alto Paranapanema e Litoral Sul

Regional da Baixada Santista

Regional das Bacias do Paraíba do Sul e Litoral Norte

Regional da Bacia do Mogi-Guaçu e Pardo

### Processamento do texto e desenhos

Ana Rosa Costa

### Produção Editorial, Fitolito e Impressão

CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental

Impresso em julho de 2003

Tiragem: 200 exemplares

Distribuição:

CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental

Av. Prof. Frederico Hermann Jr., 345 - Alto de Pinheiros

Tel.: 3030-6000 - CEP 05459-900 - São Paulo – SP

Internet: [www.cetesb.sp.gov.br](http://www.cetesb.sp.gov.br)

# Apresentação

## ***Qualidade das águas interiores no Estado de São Paulo***

A CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental, desde a sua criação, desenvolve um trabalho de avaliação da qualidade ambiental, fortalecendo sua base de conhecimento para o planejamento e a gestão ambiental.

Além do monitoramento da qualidade do ar nas grandes cidades e da balneabilidade das praias em todo o litoral paulista, a CETESB mantém um programa de acompanhamento das condições de qualidade das águas dos principais rios e reservatórios do Estado de São Paulo.

Esse trabalho começou em 1974, com a instalação da Rede de Monitoramento da Qualidade das Águas Interiores, que contava com 47 pontos de amostragem.

A expansão demográfica e o desenvolvimento econômico do Estado ditaram novas necessidades, levando à ampliação progressiva da rede de monitoramento de qualidade das águas interiores e a implantação, a partir de 2002, da rede de sedimentos. São 151 estações manuais de monitoramento das águas, sendo 38 coincidentes com mananciais de abastecimento público, 12 locais de amostragem para sedimento e ainda a inclusão de análise de fitoplâncton, informações que vão ampliar o conhecimento dos corpos d'água paulistas.

Em 2002 foram contemplados 45 pontos adicionais de monitoramento, oriundos do programa do Perfil Sanitário da Regional de Piracicaba, além daqueles já inseridos das Regionais da Bacia do Rio Paraná e da Baixada Santista.

Nas regiões mais industrializadas e urbanizadas do Estado – UGRHs 05, 06 e 10 – onde existe uma maior pressão sobre os recursos hídricos, a CETESB conta com 3 estações fixas de monitoramento automático em funcionamento.

Em 2002, pela primeira vez, a CETESB amplia sua abordagem para avaliação dos recursos hídricos com a inserção de dois novos índices de qualidade: o IAP (Índice de Qualidade de Água Bruta para fins de Abastecimento Público) e o IVA (Índice de Proteção da Vida Aquática) que servirão de instrumento para as políticas de gerenciamento de recursos hídricos e saúde pública.

Neste relatório estão incluídos, também, os resultados do Programa de Balneabilidade das Praias Interiores da CETESB que abrange 21 pontos de amostragem, distribuídos em dois reservatórios: Guarapiranga e Billings/Rio Grande na Região Metropolitana de São Paulo, além de 10 pontos distribuídos em outros 6 reservatórios existentes em 9 municípios do Estado de São Paulo.

Este relatório constitui ainda um importante instrumento de planejamento, pois passou a apresentar, também, a situação dos municípios do Estado em relação aos percentuais de coleta e tratamento de esgotos domésticos, dados sobre cargas orgânicas potencial e remanescente e os respectivos corpos hídricos receptores desses lançamentos.

O relatório constitui ainda uma análise do regime de chuvas na Bacia do Alto Tietê e vazões de operação do sistema Tietê-Billings, aprofundando estudo iniciado no relatório de 1999. São informações fundamentais para a compreensão do comportamento hídrico na Região Metropolitana de São Paulo, com reflexos no regime de cheias e na qualidade dos mananciais.

A CETESB, neste seu 35.º aniversário, está cumprindo o seu papel institucional ao produzir tais informações, subsidiando os setores competentes da administração municipal e estadual, nas ações de recuperação da qualidade das águas dos rios e reservatórios.

Tornando esses dados disponíveis à sociedade, como preconiza a legislação, inclusive pela Internet no endereço [www.cetesb.sp.gov.br](http://www.cetesb.sp.gov.br), a CETESB deseja estimular a discussão e as ações sobre gestão ambiental e, em particular, subsidiar as políticas de recursos hídricos e saúde pública, com o objetivo de proporcionar uma melhor qualidade de vida para a população.

***Rubens Lara***  
***Diretor Presidente da CETESB***

## **Sobre a história da rede de monitoramento de qualidade das águas interiores...**

...aos dez anos de vida, esta Companhia levava a público uma de suas expressivas realizações, que agora completa 25 anos. Na verdade, os primórdios da rede básica de amostragem data de 1974 quando o inesquecível Celso Eufrásio Monteiro começou a delinear-la com 47 pontos e o primeiro conjunto de 29 parâmetros. Em dezembro daquele ano, os coletores foram para campo e deram início ao monitoramento da qualidade das águas superficiais em São Paulo. Até então, o que havia eram levantamentos esporádicos, aqui e ali, cujos dados geralmente se perdiam.

O processamento das informações da rede podia contar com o Naquadata, o banco de dados importado do Canadá. Não obstante, o processo manual de anotação dos resultados de análises em formulários próprios continuou em paralelo durante muitos e muitos anos. O acesso ao computador IBM era complicado e o controle da poluição das águas necessitava de consultas mais expeditas.

Até 1997 os dados da rede básica ficaram “escondidos” no computador central e disponíveis nas folhas de anotações. Naquele período, a CETESB combinada com a SEMA – Secretaria do Meio Ambiente do Governo Federal, deu início ao monitoramento das praias paulistanas e os resultados começaram a sair na mídia, semanalmente. Aquele fato favorecia naturalmente a projeção da CETESB. Então, a questão levantada pelo Superintendente Oscar Fujita foi: por que não fazer o mesmo com o monitoramento das águas interiores? A equipe tratou de buscar resposta. De pronto foram notadas algumas diferenças no tipo de informação pois o período de dados era mensal e o número de pontos muito maior. Além disso, no caso das praias a informação resumia-se a adjetivar a sua condição de balneabilidade entre ótima, boa ou imprópria.

Por sua vez, as águas interiores já dispunham desde 1977 do IQA – Índice de Qualidade de Água que exercia um papel semelhante através de nota de 0 a 100. Ainda assim faltaria convencer a mídia a publicar mensalmente extensa lista especificando locais de amostragens e suas notas. Certamente não havia o mesmo atrativo e chegou-se a pensar no Diário Oficial.

As discussões conduziram então, à elaboração de gráficos de acompanhamento onde mensalmente se acrescentava uma nota. Seriam 74 gráficos já que os pontos de amostragem haviam crescido, o que exigia uma forma rápida para sua

confecção e edição. Naquela altura era preciso equacionar, ainda, dois pontos. O primeiro prendia-se a fazer os gráficos saírem do computador IBM com rapidez e o segundo a classificar as notas em faixas para facilitar o entendimento do futuro leitor. Depois de muitas reuniões, a turma da informática conseguiu imprimir, fora da CETESB, a primeira coleção de folhas vegetais com os mencionados gráficos que, por sinal, não foram para os jornais devido ao volume.

Quanto às faixas de qualidade, a idéia inicial foi classificar o ponto segundo o que previa a Portaria 13 da SEMA, que antecedeu a Resolução 20/86 do CONAMA. O IQA foi calculado com os padrões de cada classe de rio relativos aos nove parâmetros do método sendo alguns admitidos. As notas foram as seguintes: Classe 1 = 80, Classe 2 = 52, Classe 3 = 37 e Classe 4 = 20. Entretanto, percebeu-se a tempo que não havia relação biunívoca entre notas e classes, isto é, uma nota poderia indicar Classe 2, mas não atender a essa classificação. Além disso, implicava usar a Classe para indicar a qualidade presente no corpo d'água, de modo inconveniente. Classe é norma e nem sempre ela é obedecida. Daí é que surgiram no lugar das Classes as faixas: ótima, boa, aceitável e própria para tratamentos convencionais além da imprópria.

Ainda assim, os metais pesados por exemplo, não entravam naquela classificação. A saída pela tangente foi aplicar ao IQA um fator binário, de valor 0 ou 1, que se denominou Índice de Toxicidade. Isto pelo menos eliminava a impropriedade de se imputar ao IQA uma qualidade absoluta. No sentido relativo, o IQA era útil ao controle da poluição porque fornecia uma visão sintética dos macropoluentes no corpo d'água.

Desta forma nasceu o Relatório de Qualidade de Águas Interiores de 1978, não sem antes a equipe convencer o Superintendente de que a melhor forma de divulgar a qualidade das águas interiores residia nos relatórios anuais. Uma das recomendações do primeiro Relatório foi: há de se adaptar o espectro de análises do programa. Hoje entramos em nova era e tanto o conjunto de parâmetros quanto os índices representativos da qualidade adquiram uma conotação bem mais precisa.

Impossível é citar o nome de todos que contribuíram para o sucesso dessa empreitada, portanto, sintam-se todos homenageados na menção dos dois nomes que plantaram a semente, primeiro da rede de monitoramento e depois do relatório de qualidade de águas interiores.

Baseado no depoimento do Eng<sup>o</sup> Rubens Monteiro de Abreu  
Superintendente de Desenvolvimento da Qualidade das Águas de 1979 a 1983

# Índice

<b>1 INTRODUÇÃO</b>	<b>1</b>
<b>2 DISTRIBUIÇÃO DOS PONTOS DE AMOSTRAGEM</b>	<b>3</b>
<b>3 PARÂMETROS E INDICADORES DE QUALIDADE DE ÁGUA</b>	<b>7</b>
3.1 PARÂMETROS DE QUALIDADE DE ÁGUA.....	7
3.2 SIGNIFICADO AMBIENTAL DOS PARÂMETROS.....	8
3.3 METODOLOGIA ANALÍTICA.....	28
<b>4 BALNEABILIDADE DAS PRAIAS INTERIORES</b>	<b>29</b>
4.1 CRITÉRIOS PARA AVALIAÇÃO DA BALNEABILIDADE.....	29
4.2 FATORES QUE INFLUEM NA BALNEABILIDADE.....	30
4.3 ASPECTOS DE SAÚDE PÚBLICA.....	30
<b>5 ÍNDICES DE QUALIDADE DAS ÁGUAS</b>	<b>31</b>
5.1 ÍNDICE DE QUALIDADE DAS ÁGUAS BRUTAS PARA FINS DE ABASTECIMENTO PÚBLICO – IAP.....	32
5.2 ÍNDICE DE QUALIDADE DE ÁGUA PARA PROTEÇÃO DA VIDA AQUÁTICA – IVA.....	37
5.3 ÍNDICE DE BALNEABILIDADE.....	41
<b>6 METODOLOGIAS DE ANÁLISE DOS DADOS</b>	<b>41</b>
<b>7 AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DAS ÁGUAS</b>	<b>47</b>
7.1 UGRHI 01 – MANTIQUEIRA.....	48
7.2 UGRHI 02 – PARAÍBA DO SUL.....	51
7.3 UGRHI 03 – LITORAL NORTE.....	59
7.4 UGRHI 04 – PARDO.....	63
7.5 UGRHI 05 – PIRACICABA, CAPIVARI E JUNDIAÍ.....	67
7.5.1 BACIA DO RIO CAPIVARI.....	70
7.5.2 BACIA DO RIO JUNDIAÍ.....	72
7.5.3 BACIA DO RIO PIRACICABA.....	76
7.6 UGRHI 06 – ALTO TIETÊ.....	86
7.6.1 DISPONIBILIDADES HÍDRICAS NA REGIÃO METROPOLITANA DA GRANDE SÃO PAULO.....	87
7.6.2 MONITORAMENTO MANUAL.....	93
7.6.2.1 BACIA DO RIO TIETÊ ALTO - CABECEIRAS.....	93
7.6.2.2 BACIA DO RESERVATÓRIO BILLINGS.....	97
7.6.2.3 BACIA DO RESERVATÓRIO GUARAPIRANGA.....	104
7.6.2.4 BACIA DO RIO COTIA.....	111
7.6.2.5 BACIA DO RIO TIETÊ ALTO - ZONA METROPOLITANA.....	113
7.6.3 MONITORAMENTO AUTOMÁTICO.....	123
7.7 UGRHI 07 – BAIXADA SANTISTA.....	124
7.8 UGRHI 08 – SAPUCAÍ/GRANDE.....	131
7.9 UGRHI 09 – MOGI-GUAÇU.....	135
7.10 UGRHI 10 – SOROCABA/MÉDIO TIETÊ.....	139
7.10.1 BACIA DO RIO TIETÊ MÉDIO-SUPERIOR.....	141
7.10.2 BACIA DO RIO SOROCABA.....	144
7.11 UGRHI 11 – RIBEIRA DE IGUAPE/LITORAL SUL.....	149
7.12 UGRHI 12 – BAIXO PARDO/GRANDE.....	154
7.13 UGRHI 13 – TIETÊ/JACARÉ.....	157
7.14 UGRHI 14 – ALTO PARANAPANEMA.....	162

7.15 UGRHI 15 – TURVO/GRANDE.....	167
7.16 UGRHI 16 – TIETÊ/BATALHA.....	173
7.17 UGRHI 17 – MÉDIO PARANAPANEMA.....	177
7.18 UGRHI 18 – SÃO JOSÉ DOS DOURADOS.....	182
7.19 UGRHI 19 – BAIXO TIETÊ.....	185
7.20 UGRHI 20 – AGUAPEÍ.....	190
7.21 UGRHI 21 – PEIXE.....	194
7.22 UGRHI 22 – PONTAL DO PARANAPANEMA.....	199
<b>8 COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA</b> .....	<b>203</b>
8.1 METODOLOGIA DE TRATAMENTO DOS DADOS.....	203
8.2 AVALIAÇÃO DOS DADOS DE COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA.....	204
<b>9 SEDIMENTOS</b> .....	<b>207</b>
9.1 INTRODUÇÃO.....	207
9.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	209
9.2.1 CONTAMINANTES QUÍMICOS.....	209
9.2.3 TESTE DE AMES.....	211
9.2.4 COMUNIDADES BENTÔNICAS.....	211
9.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	213
<b>10 SÍNTESE DOS RESULTADOS</b> .....	<b>220</b>
10.1 RESULTADOS DOS ÍNDICES DE QUALIDADE DAS ÁGUAS – IAP, IVA E IB.....	220
10.1.1 DISTRIBUIÇÃO PERCENTUAL DOS ÍNDICES DE QUALIDADE DAS ÁGUAS.....	220
10.1.2 MAPA DOS NÍVEIS ATUAIS DA QUALIDADE DAS ÁGUAS INTERIORES DO ESTADO DE SÃO PAULO.....	225
10.1.3 MAPA DOS NÍVEIS ATUAIS DA QUALIDADE DOS SEDIMENTOS DOS CORPOS D'ÁGUA DO ESTADO DE SÃO PAULO.....	233
10.2 RESULTADOS DOS TESTES DE TOXICIDADE COM ORGANISMOS AQUÁTICOS.....	237
10.3 RESULTADOS QUANTO AO GRAU DE EUTROFIZAÇÃO.....	238
10.4 IAP E VAZÕES NAS CAPTAÇÕES PARA ABASTECIMENTO PÚBLICO.....	243
10.5 PORCENTAGEM DE RESULTADOS NÃO CONFORMES AOS PADRÕES DE QUALIDADE CLASSE 2 – CONAMA 20/86 .....	244
<b>11 CONCLUSÕES</b> .....	<b>245</b>
<b>ANEXO 1 - LEGISLAÇÃO: CONTROLE DE POLUIÇÃO DAS ÁGUAS</b> .....	<b>249</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>261</b>



## 1 Introdução

A Rede de Monitoramento da Qualidade das Águas Interiores do Estado de São Paulo foi criada em 1974, em atendimento à Lei Estadual N.º 118, promulgada em 29/06/73. A Portaria 1469, do Ministério da Saúde, de dezembro de 2000, também exige em seu Artigo 19, que os mananciais superficiais devam conter um plano de monitoramento compatível com a legislação vigente. Os principais objetivos dessa rede de monitoramento são:

- avaliar a evolução da qualidade das águas interiores dos rios e reservatórios do Estado;
- propiciar o levantamento das áreas prioritárias para o controle da poluição das águas;
- subsidiar o diagnóstico e controle da qualidade das águas doces utilizadas para o abastecimento público, verificando se as características da água são compatíveis com o tratamento existente, bem com para outros usos;
- dar subsídio técnico para a elaboração dos Planos de Bacia e Relatórios de Situação dos Recursos Hídricos, realizados pelos Comitês de Bacias Hidrográficas em nível Estadual e Federal na área compreendida pelo Estado de São Paulo;
- identificar trechos de rios onde a qualidade d'água possa estar mais degradada, possibilitando ações preventivas e corretivas da CETESB e de outros órgãos, como a construção de ETEs (Estações de Tratamento de Esgotos) pelos municípios ou a adequação de lançamentos industriais.

A operação da Rede de Monitoramento da CETESB iniciou com a seleção de 47 pontos de amostragem. Desde então, em busca de melhor representatividade e em atendimento às necessidades de crescimento populacional e maior especialização das indústrias no Estado, inerentes aos programas de controle da poluição das águas desenvolvidos pela CETESB, várias modificações foram introduzidas, tendo sido alterados o número de pontos de amostragem, as frequências das coletas e os parâmetros de qualidade avaliados.

Em 2002, a rede de monitoramento contemplou 151 estações manuais de monitoramento. Com relação ao ano anterior, foram incluídos 2 pontos de amostragem na bacia do Rio Cotia, sendo um no Ribeirão das Pedras e outro no Córrego Moinho Velho, em cujas sub-bacias localizam-se importantes fontes industriais.

Neste ano, foram implementadas as seguintes melhorias:

- 1) consolidação do banco de dados de qualidade das águas interiores – INTERÁGUAS, que possui as informações de caracterizações física e geográfica dos pontos de amostragem, bem como a série histórica desde 1989 dos dados de qualidade das águas.
- 2) Inclusão do monitoramento regional (antigo perfil sanitário) efetuado pela Regional da Bacia do Piracicaba I e II, voltado para as principais captações superficiais de abastecimento público e fontes de poluição doméstica e industrial, somando-se aos monitoramentos já implantados: da Regional da Bacia do Paraná, voltado para as principais captações superficiais de abastecimento público, e da Regional da Baixada Santista para os principais efluentes das praias litorâneas.
- 3) Inclusão da análise da comunidade fitoplanctônica, contemplando 11 locais e 14 pontos de amostragem. Estes pontos estão localizados próximos a captações de água para abastecimento público, assim como pontos onde a qualidade das águas possa estar comprometida, sobretudo com relação ao enriquecimento por nutrientes.

A comunidade fitoplanctônica tem sido utilizada como indicadora da qualidade da água, principalmente em reservatórios, e a análise da estrutura da comunidade permite avaliar os efeitos de alterações ambientais. Além disso, a qualidade e quantidade de algas planctônicas podem ser críticas para a qualidade da água a ser tratada e distribuída para a população.

- 4) Início da operação da rede de sedimento, contemplando 12 locais de amostragem. Estes pontos estão inseridos nas Unidades de Gerenciamento dos Recursos Hídricos do Piracicaba/Capivari/Jundiaí (3

pontos), do Alto Tietê (6 pontos), da Baixada Santista (1 ponto), do Mogi Guaçu (1 ponto) e do Ribeira de Iguape e Litoral Sul (1 ponto).

O sedimento é um compartimento que tem sido cada vez mais utilizado em estudos de avaliação da qualidade de ecossistemas aquáticos, por ser considerado um sítio integrador, que apresenta a propriedade de estocar nutrientes, metais e substâncias orgânicas, e redistribuir estas espécies químicas à biota aquática ou mesmo à coluna d'água (Förstner, 1990).

- 5) Aplicação do Índice de Qualidade de Água Bruta para fins de Abastecimento Público – IAP e do Índice de Proteção da Vida Aquática – IVA na Rede de Monitoramento de Qualidade das Águas Interiores (Rios e Reservatórios) do Estado de São Paulo permitindo uma abordagem mais completa e fidedigna da qualidade das águas, fornecendo assim um instrumento importante para o controle e o gerenciamento dos recursos hídricos.

Em 2002 foi realizado um workshop com profissionais de universidades, institutos de pesquisa e empresas de saneamento, especializados em águas, a fim de se obter contribuições técnicas para o aperfeiçoamento da metodologia de cálculo dos novos índices de qualidade (IAP e IVA). A partir deste ano, a CETESB está implantando a utilização desses novos índices.

O planejamento das análises de *Giardia* e *Cryptosporidium* foi feito com base nos resultados obtidos nos anos anteriores. Assim, a determinação dos protozoários não foi realizada em pontos de captação nos quais eles jamais foram detectados, enquanto que sua periodicidade foi intensificada em alguns locais, com o objetivo de melhor caracterizar esses pontos quanto à presença desses microrganismos. Nos novos pontos de captação incluídos em 2002, esses parâmetros foram analisados a cada 2 meses.

Outro uso nobre do recurso hídrico é a sua utilização para a recreação, que pode ser de contato primário, quando existe contato direto e prolongado com a água (natação, mergulho, esqui-aquático, etc.) e a possibilidade de ingerir quantidades apreciáveis de água é elevada, e de contato secundário, ligado às atividades desportivas, em que o contato com a água é esporádico ou acidental e a possibilidade de ingerir quantidades apreciáveis de água é pequena, como na pesca e na navegação.

A qualidade da água para fins de recreação de contato primário constitui a balneabilidade, sendo necessário para sua avaliação, o estabelecimento de critérios objetivos. Estes critérios baseiam-se em indicadores a serem monitorados e seus valores confrontados com padrões pré-estabelecidos, para que se possa identificar se as condições de balneabilidade em um determinado local são favoráveis ou não; pode-se definir, inclusive, classes de balneabilidade para melhor orientação dos usuários.

A Resolução CONAMA N.º 274, publicada em 2000, revisou os critérios de classificação das condições de balneabilidade das praias, aperfeiçoando o cálculo do Índice de Balneabilidade – IB.

Nos reservatórios utilizados para atividades de lazer, tais como esportes náuticos, natação e pesca, é realizado o acompanhamento da qualidade de suas águas para fins recreativos. Esse programa, denominado *Balneabilidade das Praias Interiores*, abrange 21 pontos de amostragem, distribuídos em dois reservatórios: Guarapiranga e Billings / Rio Grande na Região Metropolitana de São Paulo, além de 10 pontos distribuídos em outros 6 reservatórios: Paiva Castro, Barragem Cascatinha, Cachoeira, Jaguari e Atibainha, além do Reservatório de Itupararanga no município de Ibiúna. Nos finais de semana mais quentes do ano, esses reservatórios urbanos recebem uma população superior a 40.000 pessoas. Através de amostragens e análises bacteriológicas de suas águas, emite-se semanalmente um boletim contendo a classificação das praias interiores quanto à sua balneabilidade, que é divulgado através da imprensa e distribuído às autoridades municipais, órgãos estaduais responsáveis pela saúde pública, saneamento básico e ambiental e aos órgãos de desenvolvimento turístico.

Desta forma, a avaliação da qualidade das águas será realizada por meio dos três índices independentes:

- IAP – Índice de Qualidade de Água Bruta para fins de Abastecimento Público;
- IVA – Índice de Proteção da Vida Aquática e
- IB – Índice de Balneabilidade

A situação dos esgotos domésticos no Estado de São Paulo, isto é, porcentagem de coleta e tratamento, cargas poluidoras potencial e remanescente e corpo receptor, foi atualizada com os dados relativos ao ano de 2002 fornecidos pela SABESP e por levantamento realizado pela Diretoria de Controle da Poluição Ambiental da CETESB junto às empresas de saneamento.

A Lei Estadual N.º 7.663, de dezembro de 1991, que instituiu a Política Estadual de Recursos Hídricos e o Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos, dividiu o Estado de São Paulo em 22 Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos - UGRHIs. Assim, a avaliação da qualidade das águas está estruturada em função desta divisão e apresenta, para cada UGRHI, os resultados dos parâmetros monitorados (físicos, químicos e biológicos), bem como uma análise sucinta dos corpos de água correspondentes.

Os dados brutos de qualidade das águas podem ser acessados por meio do CD anexo, onde constam as tabelas com os resultados das amostragens realizadas ao longo do ano de 2002.

## 2 Distribuição dos Pontos de Amostragem

A rede de monitoramento de águas interiores da CETESB possui atualmente 150 pontos distribuídos dentro da área do Estado de São Paulo e 1 ponto no Estado de Minas Gerais. Segundo o IBGE, a área do Estado de São Paulo é de 248.209,4 km<sup>2</sup>, o que representa uma densidade média de estações de monitoramento por 1.000 Km<sup>2</sup> igual a 0,61. Porém, considerando-se os pontos dos Monitoramentos Regionais (antigo Perfil Sanitário) das Agências Regionais da Bacia do Paraná, da Baixada Santista e do Piracicaba, este índice atinge a 0,86. A densidade média adotada nos países-membros da União Européia é de 1 estação de monitoramento por 1.000 km<sup>2</sup>. Desta forma, a CETESB, para conseguir atingir essa meta, buscará, na medida do possível incorporar novos locais de monitoramento no Estado, além da revisão quinquenal a que essa rede é submetida.

Apesar dos atuais 214 pontos não parecerem ser suficientes para avaliar todo o estado, o volume de dados obtidos através desta rede de operação manual é enorme. A cada ano são gerados cerca de 32.670 análises químicas, físicas e biológicas, e são emitidos diversos boletins de não conformidades, que são posteriormente encaminhados às Unidades Regionais competentes.

A Figura 1 mostra a classificação das 22 Unidades de Gerenciamento dos Recursos Hídricos (UGRHIs) designadas pelo Anexo III da Lei Estadual No. 9034, de 1994 – Plano Estadual de Recursos Hídricos.

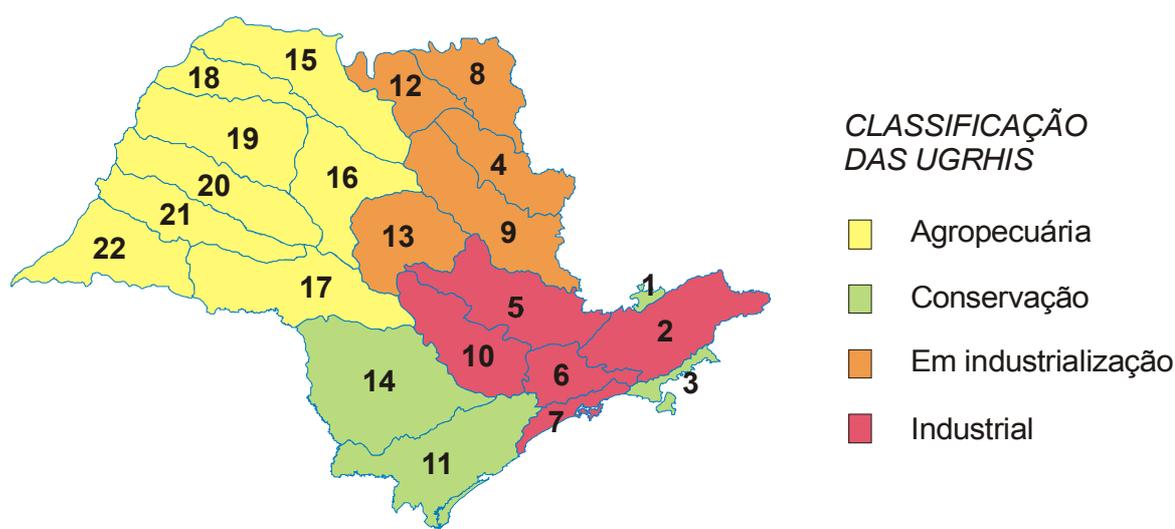


Figura 1 – Classificação das 22 Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo

A Tabela 1 mostra um quadro-resumo das UGRHIs, sua classificação, área (km<sup>2</sup>), população, densidade de população, total de pontos por tipo de monitoramento e densidade de pontos de monitoramento.

Tabela 1 – Quadro-resumo das Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos

UGRHI	Unidade de Gerenciamento de Recurso Hídrico	Tipo das UGRHI	ÁREA em Km <sup>2</sup>	POP. TOTAL 2000 IBGE	Dens. Populacional 2000	Rede de Monit.	Monit. Regional	Monitor. Total	Densidade de Pontos	
17	Médio Paranapanema	agropecuária	16.763	619.330	36,95	2	1	3	0,18	
15	Turvo / Grande	agropecuária	15.975	1.116.288	69,88	7		7	0,44	
19	Baixo Tietê	agropecuária	15.347	684.641	44,61	4	3	7	0,46	
16	Tietê / Batalha	agropecuária	13.394	465.139	34,73	2	1	3	0,22	
20	Aguapeí	agropecuária	13.204	347.435	26,31	2	3	5	0,38	
21	Peixe	agropecuária	12.393	417.726	33,71	2	1	3	0,24	
22	Pontal do Paranapanema	agropecuária	11.838	452.131	38,19	4		4	0,34	
18	São José dos Dourado	agropecuária	6.825	214.597	31,44	1		1	0,15	
<b>Total UGRHIs Agropecuárias</b>			<b>105.739</b>	<b>4.317.287</b>		<b>24</b>	<b>9</b>	<b>33</b>	<b>0,30</b>	
14	Alto Paranapanema	conservação	22.730	678.607	29,86	4		4	0,18	
11	Ribeira de Iguape/Litoral Sul	conservação	16.771	358.565	21,38	6	1	7	0,42	
3	Litoral Norte	conservação	1.948	223.914	114,96	3	0	3	1,54	
1	Mantiqueira	conservação	674,5	60.904	90,30	1	0	1	1,48	
<b>Total UGRHIs Conservação</b>			<b>42.123</b>	<b>1.321.990</b>		<b>14</b>	<b>1</b>	<b>15</b>	<b>0,91</b>	
9	Mogi-Guaçu	em industrialização	14.653	1.292.883	88,23	4		4	0,27	
13	Tietê / Jacaré	em industrialização	11.784	1.324.270	112,38	4	1	5	0,43	
8	Sapucai / Grande	em industrialização	9.077	609.635	67,16	4		4	0,44	
4	Pardo	em industrialização	8.818	971.011	110,12	4	0	4	0,45	
12	Baixo Pardo / Grande	em industrialização	7.177	311.896	43,46	1		1	0,14	
<b>Total UGRHIs em Industrialização</b>			<b>51.509</b>	<b>4.509.695</b>		<b>17</b>	<b>1</b>	<b>18</b>	<b>0,35</b>	
10	Sorocaba / Médio Tietê	industrial	14.850	1.561.475	105,15	14		14	0,94	
2	Paraíba do Sul	industrial	14.228	1.770.227	124,42	13	0	13	0,90	
5	Piracicaba, Capivari e Jundiá	industrial	11.020	4.314.242	391,49	22	45	67	6,08	
6	Alto Tietê	industrial	5.657	17.696.946	3128,33	41		41	7,25	
7	Baixada Santista	industrial	2.373	1.474.665	621,43	6	7	13	5,48	
<b>Total UGRHIs Industrial</b>			<b>48.128</b>	<b>26.817.555</b>		<b>96</b>	<b>52</b>	<b>148</b>	<b>4,13</b>	
<b>22 UGRHIs</b>			<b>248.209</b>	<b>37.032.403</b>		<b>149,2</b>	<b>151</b>	<b>63</b>	<b>214</b>	<b>0,86</b>

As UGRHIs nas quais o processo de industrialização está consolidado, denominadas industriais, possuem um índice de densidade de pontos bastante acima do recomendado. Além da elevada atividade industrial, nas UGRHIs 2, 5, 6, 7 e 10 estão concentradas as maiores áreas urbanas do Brasil, com uma população de 26.817.555 habitantes. A UGRHI 6, onde está localizada a cidade de São Paulo, possui uma densidade populacional de 3.128 habitantes por km<sup>2</sup> e possui 7 vezes mais pontos do que o recomendado.

Os monitoramentos regionais conferem às UGRHIs 5 – Piracicaba, Capivari e Jundiá e 7 – Baixada Santista a segunda e a terceira melhor representatividade com, respectivamente, 6 e 5 pontos por km<sup>2</sup>. Ainda na UGRHI 5, estão localizados 45 dos 63 pontos ativos no estado para esta finalidade. Porém, as UGRHIs 2 - Paraíba do Sul e 10 - Sorocaba e Médio Tietê, também industriais, ainda estão um pouco abaixo da média.

As UGRHIs 4, 8, 9, 12 e 13 encontram-se em processo de industrialização, ocupam 1/5 da área do estado e totalizam apenas 18 pontos. Portanto, possuem um déficit de pontos maior do que 50 %, especialmente a UGRHI 12 – Baixo Pardo/Grande, que possui a menor representatividade, com um índice de 0,14. Talvez esta situação possa ser corrigida com a introdução de novos monitoramentos regionais ou expansão da rede.

As UGRHIs classificadas como agropecuárias são as maiores em termos de extensão territorial. A Bacia Hidrográfica do Médio Paranapanema possui 16.763 km<sup>2</sup> e, juntamente com as demais UGRHIs agropecuárias, ocupam uma área equivalente a 43% da área do estado. Entretanto, estas necessitam de um maior número de pontos pois possuem em média somente 1/4 do desejável.

A maior das UGRHIs é a 14 – Alto Paranapanema, com 22.730 km<sup>2</sup>, e está classificada como de conservação. Também a menor delas, a UGRHI 1 – Mantiqueira, com 674 km<sup>2</sup>, encontra-se nesta categoria. Estas duas últimas estão dentro dos padrões recomendados e as outras duas (UGRHIs 11 e 18), apesar da baixa densidade populacional, precisam de um estudo para expansão do monitoramento em áreas de preservação e conservação.

A seguir são apresentadas as Tabelas 2 e 3 que indicam o número de pontos por município e por corpo d'água, respectivamente.

Tabela 2 – Número de pontos de amostragem da rede e do monitoramento regional por município

<i>Município</i>	<i>Número de Pontos</i>	<i>Município</i>	<i>Número de Pontos</i>	<i>Município</i>	<i>Número de Pontos</i>
São Paulo	13	Analândia	1	Palmares Paulista	1
Piracicaba	7	Angatuba	1	Pedreira	1
Cabreúva	5	Aparecida	1	Penápolis	1
Cubatão	5	Apiáí	1	Pereira Barreto	1
Paulínia	5	Araraquara	1	Peruíbe	1
Americana	4	Arujá	1	Piquerobi	1
Cotia	4	Atibaia	1	Pirassununga	1
Jundiáí	4	Avaré	1	Pitangueiras	1
Marília	4	Barra Bonita	1	Pontal	1
Suzano	4	Bauru	1	Presidente Bernardes	1
Bertioga	3	Birigui	1	Promissão	1
Campinas	3	Caçapava	1	Queluz	1
Campo Limpo Paulista	3	Campos do Jordão	1	Reginópolis	1
Jaguariúna	3	Caraguatatuba	1	Registro	1
Salto	3	Carapicuíba	1	Restinga	1
São Bernardo do Campo	3	Castilho	1	Ribeirão Pires	1
São José dos Campos	3	Catiguá	1	Ribeirão Preto	1
Sorocaba	3	Cerquilha	1	Rio Grande da Serra	1
Amparo	2	Charqueada	1	Rosana	1
Araçatuba	2	Dourado	1	Santa Barbara d'Oeste	1
Biritiba Mirim	2	General Salgado	1	Santa Branca	1
Botucatu	2	Guapiaçu	1	Santa Cruz do Rio Pardo	1
Bragança Paulista	2	Guarantã	1	Santa Isabel	1
Cajamar	2	Ibiuna	1	Santa Maria da Serra	1
Embu-Guaçu	2	Itanhaém	1	Santana do Parnaíba	1
Guaíra	2	Itapeva	1	Santópolis do Aguapeí	1
Guarulhos	2	Itaporanga	1	São Caetano do Sul	1
Ibitinga	2	Itatiba	1	São José da Bela Vista	1
Iguape	2	Jacupiranga	1	São José do Rio Pardo	1
Indaiatuba	2	Jambeiro	1	São Manuel	1
Itupeva	2	Jarinu	1	São Sebastião	1
Jacareí	2	Juquiá	1	Taciba	1
Laranjal Paulista	2	Juquitiba	1	Teodoro Sampaio	1
Limeira	2	Lençóis Paulista	1	Tremembé	1
Mogi das Cruzes	2	Lorena	1	Tupi Paulista	1
Ourinhos	2	Louveira	1	Ubatuba	1
Pirapora do Bom Jesus	2	Mairiporã	1	Várzea Paulista	1
Rio Claro	2	Miguelópolis	1	Votorantim	1
São José do Rio Preto	2	Mococa	1	Est. Minas Gerais	1
São Vicente	2	Mogi-Guaçu	1		
Sumaré	2	Monte Alegre do Sul	1		
Tietê	2	Monte Mor	1		
Valinhos	2	Nova Granada	1		
Vinhedo	2	Palestina	1		
				<b>Total</b>	<b>214</b>

Tabela 3 – Número total de pontos de amostragem por corpo d'água

Corpo d'Água	Número de Pontos	Corpo d'Água	Número de Pontos
Rio Tiête	13	Rio Jaguari – UGRHI 02	1
Reservatório de Três Irmãos	2	Reservatório do Jaguari - UGRHI 02	1
Reservatório de Barra Bonita	2	<b>Rio Jaguari + Braços + Reservatório</b>	<b>2</b>
Reservatório Edgard de Souza	1	Ribeirão Quilombo	2
Reservatório de Rasgão	1	Ribeirão Pinheiros	2
Reservatório de Pirapora	1	Rio Tamanduateí	2
Rio Tiête - Braço do Rio Tiête	1	Rio Turvo	2
<b>Rio Tiête + Braços + Reservatórios</b>	<b>21</b>	Ribeirão Piracicamirim	1
Rio Jundiá - UGRHI 05	9	Ribeirão São Domingos	1
Rio Paraíba	9	Ribeirão Tatu	1
Rio Atibaia	8	Ribeirão Tijuco Preto	1
Rio Piracicaba	6	Rio Aricanduva	1
Braço do Piracicaba	1	Rio Baquirivu-Guaçu	1
<b>Rio Piracicaba + Braços</b>	<b>7</b>	Rio Biritiba-Mirim	1
Rio Capivari	7	Rio Branco	1
Rio Jaguari - UGRHI 05	7	Rio Canal Barreiros	1
Rio Corumbataí	6	Rio Claro	1
Rio Pirai	6	Rio Itaguaré	1
Rio Pardo - UGRHIs 4 e 12	5	Rio Itanhaém	1
Rio Paranapanema	4	Rio Itararé	1
Reservatório Jurumirim	1	Rio Jacaré-Pepira	1
<b>Rio Paranapanema + Reservatório</b>	<b>5</b>	Rio Jacupiranga	1
Rio Camanducaia	4	Rio Jundiá - UGRHI 06	1
Reservatório Billings	3	Rio Lençóis	1
Braço do Taquacetuba	1	Rio Mogi	1
<b>Reservatório Billings + Braços</b>	<b>4</b>	Rio Paratei	1
Ribeirão Jundiá-Mirim	4	Rio Piaçaguera	1
Rio Mogi-Guaçu	4	Rio Preto - UGRHI 7	1
Rio Sorocaba	4	Rio Ribeira	1
Rio Aguapeí	3	Rio Santo Anastácio	1
Rio Ribeira de Iguape	3	Rio São Francisco	1
Rio Cotia	2	Rio São José dos Dourados	1
Reservatório das Graças	1	Rio Sapucaí Guaçu	1
<b>Rio Cotia + Braços + Reservatório</b>	<b>3</b>	Rio Taquari	1
Rio Preto - UGRHI 15	2	Rio Tibiriçá	1
Reservatório do Rio Preto	1	Rio Grande ou Jurubatuba	1
<b>Rio Preto - UGRHI 15 + Braços + Reservatório</b>	<b>3</b>	Rio Embu-Mirim	1
Rio Taiaçupeba	1	Rio Embu-Guaçu	1
Reservatório Taiaçupeba	2	Ribeirão Moinho Velho	1
<b>Rio Taiaçupeba + Braços + Reservatório</b>	<b>3</b>	Ribeirão Lageado	1
Reservatório do Guarapiranga	2	Ribeirão dos Toledos	1
Reservatório do Rio Grande	2	Ribeirão dos Meninos	1
Reservatório Itapararanga	2	Ribeirão dos Cristais	1
Rio Batalha	2	Ribeirão dos Bagres	1
Rio Cubatão	2	Ribeirão das Pedras	1
Rio do Peixe	2	Ribeirão da Onça	1
Rio Grande	2	Ribeirão Baguaçu	1
Rio Itapanhaú	2	Ribeirão Anhumas	1
Rio Jacaré-Guaçu	2	Reservatório Santa Branca	1
Rio Juquiá	2	Reservatório do Arrependido	1
Rio Paraná	2	Reservatório de Tanque Grande	1
Rio Pardo - UGRHI 17	2	Reservatório Cascata	1
Rio Pinheiros	2	Reservatório Capivari-Monos	1
Rio Sapucaí-Mirim	2	Córrego Ipanema	1
Rio Juqueri	1	Córrego do Baixote	1
Reservatório Juqueri	1	Canal de Fuga II da UHE Henry Borden	1
<b>Rio Juqueri + Braços + Reservatório</b>	<b>2</b>	<b>Total de pontos</b>	<b>214</b>

O Rio Tietê, enquanto rio mais importante do estado, não poderia deixar de ter ao longo de seus 1.100 km, o maior número de pontos de monitoramento. São 21 pontos desde a sua cabeceira na região de Salesópolis, até o último localizado próximo a Pereira Barreto, atravessando 6 UGRHIs.

Os Rios Atibaia, Jundiá, Capivari e Piracicaba, que cruzam a Região Metropolitana de Campinas, apresentam também uma quantidade expressiva de pontos de monitoramento, possuindo cada um destes rios em torno de 7 pontos de amostragem.

O Rio Paraíba atravessa a porção sudeste do estado de São Paulo e drena, também, parte do território dos estados de Minas Gerais e Rio de Janeiro. Nas suas cabeceiras estão localizados os Reservatórios de Paraibúna e Paraitinga, que além de serem utilizados para gerar energia elétrica, são reguladores da vazão deste rio. Existem, ao longo do Rio Paraíba, 9 pontos monitorando as captações dos municípios que se desenvolveram às suas margens.

## 3 Parâmetros e indicadores de qualidade de água

### 3.1 Parâmetros de qualidade de água

A poluição das águas tem como origem diversas fontes, dentre as quais se destacam:

- efluentes domésticos;
- efluentes industriais;
- carga difusa urbana e agrícola.

Essas fontes estão associadas ao tipo de uso e ocupação do solo. Cada uma dessas fontes possui características próprias quanto aos poluentes que carregam (por exemplo, os esgotos domésticos apresentam compostos orgânicos biodegradáveis, nutrientes e bactérias). Já a grande diversidade de indústrias existentes no Estado de São Paulo faz com que haja uma variabilidade mais intensa nos contaminantes lançados aos corpos de água, incluindo-se os já citados e muitos outros que estão relacionados aos tipos de matérias-primas e processos industriais utilizados.

Em geral, o deflúvio superficial urbano contém todos os poluentes que se depositam na superfície do solo. Quando da ocorrência de chuvas, os materiais acumulados em valas, bueiros, etc., são arrastados pelas águas pluviais para os cursos de água superficiais, constituindo-se numa fonte de poluição tanto maior quanto mais deficiente for a coleta de esgotos ou mesmo a limpeza pública.

Já o deflúvio superficial agrícola apresenta características diferentes. Seus efeitos dependem muito das práticas agrícolas utilizadas em cada região e da época do ano em que se realizam a preparação do terreno para o plantio, a aplicação de fertilizantes, defensivos agrícolas e a colheita. A contribuição representada pelo material proveniente da erosão de solos intensifica-se quando da ocorrência de chuvas em áreas rurais.

As diferentes formas de aporte tornam, na prática, inexequível a análise sistemática de todos os poluentes que possam estar presentes nas águas superficiais. Por isso, a CETESB faz uso de 50 indicadores (parâmetros) de qualidade de água (físicos, químicos, hidrobiológicos, microbiológicos e ecotoxicológicos), considerando-se aqueles mais representativos. São eles:

- **Parâmetros Físicos:** absorvância no ultravioleta, coloração da água, série de resíduos (filtrável, não filtrável, fixo e volátil), temperatura da água e do ar e turbidez.
- **Parâmetros Químicos:** alumínio, bário, cádmio, carbono orgânico dissolvido, chumbo, cloreto, cobre, condutividade específica, cromo total, demanda bioquímica de oxigênio (DBO<sub>5,20</sub>), demanda química de oxigênio (DQO), fenóis, ferro total, fluoreto, fósforo total, manganês, mercúrio, níquel, óleos e graxas, ortofosfato solúvel, oxigênio dissolvido, pH, potássio, potencial de formação de trihalometanos, série de nitrogênio (Kjeldahl, amoniacal, nitrato e nitrito), sódio, surfactantes e zinco.
- **Parâmetros Microbiológicos:** *Clostridium perfringens*, coliformes termotolerantes, *Cryptosporidium* sp, estreptococos fecais e *Giardia* sp.
- **Parâmetros Hidrobiológicos:** clorofila *a* e feofitina *a*.

- **Parâmetros Ecotoxicológicos:** sistema Microtox, teste de Ames para a avaliação de mutagenicidade e teste de toxicidade crônica a *Ceriodaphnia dubia*.

Quando da necessidade de estudos específicos de qualidade de água em determinados trechos de rios ou reservatórios, com vistas a diagnósticos mais detalhados, outros parâmetros podem vir a ser determinados, tanto em função do uso e ocupação do solo na bacia contribuinte, atuais ou pretendidos, quanto pela ocorrência de algum evento excepcional na área em questão.

## 3.2 Significado Ambiental dos Parâmetros

### □ *Variáveis Físicas*

#### **Coloração**

A cor de uma amostra de água está associada ao grau de redução de intensidade que a luz sofre ao atravessá-la (e esta redução dá-se por absorção de parte da radiação eletromagnética), devido à presença de sólidos dissolvidos, principalmente material em estado coloidal orgânico e inorgânico. Dentre os colóides orgânicos pode-se mencionar os ácidos húmico e fúlvico, substâncias naturais resultantes da decomposição parcial de compostos orgânicos presentes em folhas, dentre outros substratos. Também os esgotos sanitários se caracterizam por apresentarem predominantemente matéria em estado coloidal, além de diversos efluentes industriais contendo taninos (efluentes de curtumes, por exemplo), anilinas (efluentes de indústrias têxteis, indústrias de pigmentos, etc.), lignina e celulose (efluentes de indústrias de celulose e papel, da madeira, etc.).

Há também compostos inorgânicos capazes de possuir as propriedades e provocar os efeitos de matéria em estado coloidal. Os principais são os óxidos de ferro e manganês, que são abundantes em diversos tipos de solo. Alguns outros metais presentes em efluentes industriais conferem-lhes cor mas, em geral, íons dissolvidos pouco ou quase nada interferem na passagem da luz. O problema maior de coloração na água, em geral, é o estético já que causa um efeito repulsivo aos consumidores.

É importante ressaltar que a coloração, realizada na rede de monitoramento, consiste basicamente na observação visual do técnico de coleta no instante da amostragem.

#### **Resíduo Total**

Em saneamento, sólidos nas águas correspondem a toda matéria que permanece como resíduo, após evaporação, secagem ou calcinação da amostra a uma temperatura pré-estabelecida durante um tempo fixado. Em linhas gerais, as operações de secagem, calcinação e filtração são as que definem as diversas frações de sólidos presentes na água (sólidos totais, em suspensão, dissolvidos, fixos e voláteis). Os métodos empregados para a determinação de sólidos são gravimétricos (utilizando-se balança analítica ou de precisão).

Nos estudos de controle de poluição das águas naturais e principalmente nos estudos de caracterização de esgotos sanitários e de efluentes industriais, as determinações dos níveis de concentração das diversas frações de sólidos resultam em um quadro geral da distribuição das partículas com relação ao tamanho (sólidos em suspensão e dissolvidos) e com relação à natureza (fixos ou minerais e voláteis ou orgânicos).

Este quadro não é definitivo para se entender o comportamento da água em questão, mas constitui-se em uma informação preliminar importante. Deve ser destacado que embora a concentração de sólidos voláteis seja associada à presença de compostos orgânicos na água, não propicia qualquer informação sobre a natureza específica das diferentes moléculas orgânicas eventualmente presentes que, inclusive, iniciam o processo de volatilização em temperaturas diferentes, sendo a faixa compreendida entre 550-600°C uma faixa de referência. Alguns compostos orgânicos volatilizam-se a partir de 250°C, enquanto que outros exigem, por exemplo, temperaturas superiores a 1000°C.

No controle operacional de sistemas de tratamento de esgotos, algumas frações de sólidos assumem grande importância. Em processos biológicos aeróbios, como os sistemas de lodos ativados e de lagoas aeradas

mecanicamente, bem como em processos anaeróbios, as concentrações de sólidos em suspensão voláteis nos lodos dos reatores tem sido utilizadas para se estimar a concentração de microrganismos decompositores da matéria orgânica. Isto por que as células vivas são, em última análise, compostos orgânicos e estão presentes formando flocos em grandes quantidades relativamente à matéria orgânica “morta” nos tanques de tratamento biológico de esgotos. Embora não representem exatamente a fração ativa da biomassa presente, os sólidos voláteis têm sido utilizados de forma a atender as necessidades práticas do controle de rotina. Imagine-se as dificuldades que se teria, se fosse utilizada, por exemplo, a concentração de DNA para a identificação da biomassa ativa nos reatores biológicos.

Algumas frações de sólidos podem ser inter-relacionadas produzindo informações importantes. É o caso da relação SSV/SST que representa o grau de mineralização de lodos. Por exemplo, determinado lodo biológico pode ter relação SSV/SST = 0,8 e, depois de sofrer processo de digestão bioquímica, ter esse valor reduzido abaixo de 0,4.

Para o recurso hídrico, os sólidos podem causar danos aos peixes e à vida aquática. Eles podem se sedimentar no leito dos rios destruindo organismos que fornecem alimentos, ou também danificar os leitões de desova de peixes. Os sólidos podem reter bactérias e resíduos orgânicos no fundo dos rios, promovendo decomposição anaeróbia. Altos teores de sais minerais, particularmente sulfato e cloreto, estão associados à tendência de corrosão em sistemas de distribuição, além de conferir sabor às águas.

### **Temperatura**

Variações de temperatura são parte do regime climático normal, e corpos de água naturais apresentam variações sazonais e diurnas, bem como estratificação vertical. A temperatura superficial é influenciada por fatores tais como latitude, altitude, estação do ano, período do dia, taxa de fluxo e profundidade. A elevação da temperatura em um corpo d'água geralmente é provocada por despejos industriais (indústrias canavieiras, por exemplo) e usinas termoelétricas.

A temperatura desempenha um papel principal de controle no meio aquático, condicionando as influências de uma série de parâmetros físico-químicos. Em geral, à medida que a temperatura aumenta, de 0 a 30°C, a viscosidade, tensão superficial, compressibilidade, calor específico, constante de ionização e calor latente de vaporização diminuem, enquanto a condutividade térmica e a pressão de vapor aumentam as solubilidades com a elevação da temperatura. Organismos aquáticos possuem limites de tolerância térmica superior e inferior, temperaturas ótimas para crescimento, temperatura preferida em gradientes térmicos e limitações de temperatura para migração, desova e incubação do ovo.

### **Turbidez**

A turbidez de uma amostra de água é o grau de atenuação de intensidade que um feixe de luz sofre ao atravessá-la (e esta redução se dá por absorção e espalhamento, uma vez que as partículas que provocam turbidez nas águas são maiores que o comprimento de onda da luz branca), devido à presença de sólidos em suspensão, tais como partículas inorgânicas (areia, silte, argila) e de detritos orgânicos, algas e bactérias, plâncton em geral, etc. A erosão das margens dos rios em estações chuvosas é um exemplo de fenômeno que resulta em aumento da turbidez das águas e que exigem manobras operacionais, como alterações nas dosagens de coagulantes e auxiliares, nas estações de tratamento de águas. A erosão pode decorrer do mau uso do solo em que se impede a fixação da vegetação. Este exemplo, mostra também o caráter sistêmico da poluição, ocorrendo inter-relações ou transferência de problemas de um ambiente (água, ar ou solo) para outro.

Os esgotos sanitários e diversos efluentes industriais também provocam elevações na turbidez das águas. Um exemplo típico deste fato ocorre em consequência das atividades de mineração, onde os aumentos excessivos de turbidez têm provocado formação de grandes bancos de lodo em rios e alterações no ecossistema aquático.

Alta turbidez reduz a fotossíntese de vegetação enraizada submersa e algas. Esse desenvolvimento reduzido de plantas pode, por sua vez, suprimir a produtividade de peixes. Logo, a turbidez pode influenciar nas comunidades biológicas aquáticas. Além disso, afeta adversamente os usos doméstico, industrial e recreacional de uma água.

## ▫ Variáveis Químicas

### **Alumínio**

O alumínio é produzido e consumido em grandes quantidades em muitas nações, sendo o Brasil um grande produtor, em torno de 762.000 t/ano. É o principal constituinte de um grande número de componentes atmosféricos, particularmente de poeira derivada de solos e partículas originadas da combustão de carvão. Em áreas urbanas, a concentração de alumínio na poeira das ruas varia de 3,7 a 11,6 µg/kg. No ar, a concentração varia de 0,5 ng/m<sup>3</sup> sobre a Antártica a mais de 1000 ng/m<sup>3</sup> em áreas industrializadas. Na água, o alumínio é complexado e influenciado pelo pH, temperatura e a presença de fluoretos, sulfatos, matéria orgânica e outros ligantes. A solubilidade é baixa em pH entre 5,5 e 6,0. O alumínio deve apresentar maiores concentrações em profundidade, onde o pH é menor e pode ocorrer anaerobiose. Se a estratificação, e conseqüente anaerobiose, não for muito forte, o teor de alumínio diminui no corpo de água como um todo, à medida que se distancia a estação das chuvas. O aumento da concentração de alumínio está associado com o período de chuvas e, portanto, com a alta turbidez.

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

A principal via de exposição humana não ocupacional é pela ingestão de alimentos e água. A toxicidade aguda por alumínio metálico e seus compostos é baixa, variando o LD50 oral de algumas centenas a 1.000 mg de alumínio 1 kg peso corpóreo por dia. A osteomalacia é observada em humanos expostos ao alumínio. Há considerável evidência que o alumínio é neurotóxico. Em experimentos com animais, porém há uma grande variação desse efeito, dependendo da espécie analisada. O acúmulo de alumínio no homem tem sido associado ao aumento de casos de demência senil do tipo Alzheimer. Brown (1989, apud Moore, 1990) correlacionou o aumento do risco relativo da ocorrência do Mal de Alzheimer com o nível de alumínio na água de abastecimento. Não há indicação de carcinogenicidade para o alumínio.

### **Bário**

O bário pode ocorrer naturalmente na água, na forma de carbonatos em algumas fontes minerais. Decorre principalmente das atividades industriais e da extração da bauxita. Não possui efeito cumulativo, sendo que a dose fatal para o homem é considerada de 550 a 600 mg. Provoca efeitos no coração, constrição dos vasos sanguíneos elevando a pressão arterial e efeitos sobre o sistema nervoso. O padrão de potabilidade é 1,0 mg/L (Portaria 1469). Os sais de bário são utilizados industrialmente na elaboração de cores, fogos de artifício, fabricação de vidro, inseticidas, etc. Em geral, ocorre nas águas naturais em concentrações muito baixas, de 0,7 a 900 µg/L.

### **Cádmio**

O cádmio se apresenta nas águas naturais devido às descargas de efluentes industriais, principalmente as galvanoplastias, produção de pigmentos, soldas, equipamentos eletrônicos, lubrificantes e acessórios fotográficos. É também usado como inseticida. A queima de combustíveis fósseis consiste também numa fonte de cádmio para o ambiente. Apresenta efeito crônico, pois concentra-se nos rins, no fígado, no pâncreas e na tireóide, e efeito agudo, sendo que uma única dose de 9,0 gramas pode levar à morte. O cádmio não apresenta nenhuma qualidade, pelo menos conhecida até o presente, que o torne benéfico ou essencial para os seres vivos. Estudos feitos com animais demonstram a possibilidade de causar anemia, retardamento de crescimento e morte. O padrão de potabilidade é fixado pela Portaria 1469 em 0,005 mg/L. O cádmio ocorre na forma inorgânica, pois seus compostos orgânicos são instáveis; além dos malefícios já mencionados, é um irritante gastrointestinal, causando intoxicação aguda ou crônica sob a forma de sais solúveis. A literatura, no entanto, registra o caso de quatro pessoas que, por longo tempo, ingeriram água com teor de 0,047 mg/L de cádmio, nada apresentando de sintomas adversos. No Japão, um aumento de concentração de cádmio de 0,005 mg/L a 0,18 mg/L provocado por uma mina de zinco, causando a doença conhecida como "Doença de Itai-Itai". A ação do cádmio sobre a fisiologia dos peixes é semelhante às do níquel, zinco e chumbo. Está presente em águas doces em concentrações traços, geralmente inferiores a 1 µg/L. É um metal de elevado potencial tóxico, que se acumula em organismos aquáticos,

possibilitando sua entrada na cadeia alimentar. O cádmio pode ser fator para vários processos patológicos no homem, incluindo disfunção renal, hipertensão, arteriosclerose, inibição no crescimento, doenças crônicas em idosos e câncer.

### **Carbono Orgânico Dissolvido e Absorbância no Ultravioleta**

Estes dois parâmetros não estão sujeitos à legislação, mas é importante que sejam rotineiramente avaliados durante um determinado período, para que seja possível obter-se uma correlação entre estes com a concentração de compostos precursores de trihalometanos, o que poderá facilitar a detecção quando de possíveis alterações na qualidade da água com relação à presença desse tipo de compostos.

### **Chumbo**

O chumbo está presente no ar, no tabaco, nas bebidas e nos alimentos, nestes últimos, naturalmente, por contaminação e na embalagem. Está presente na água devido às descargas de efluentes industriais como por exemplo os efluentes das indústrias de acumuladores (baterias), bem como devido ao uso indevido de tintas e tubulações e acessórios a base de chumbo (materiais de construção). O chumbo e seus compostos também são utilizados em eletrodeposição e metalurgia. Constitui veneno cumulativo, provocando um envenenamento crônico denominado saturnismo, que consiste em efeito sobre o sistema nervoso central com conseqüências bastante sérias. Outros sintomas de uma exposição crônica ao chumbo, quando o efeito ocorre no sistema nervoso central, são: tontura, irritabilidade, dor de cabeça, perda de memória, entre outros. Quando o efeito ocorre no sistema periférico o sintoma é a deficiência dos músculos extensores. A toxicidade do chumbo, quando aguda, é caracterizada pela sede intensa, sabor metálico, inflamação gastrointestinal, vômitos e diarreias.

O chumbo é padrão de potabilidade, sendo fixado o valor máximo permissível de 0,03 mg/L pela Portaria 1469 do Ministério da Saúde, mesmo valor adotado nos Estados Unidos. No entanto, naquele país, estudos estão sendo conduzidos no sentido de reduzir o padrão para 0,01 mg/L. É também padrão de emissão de esgotos e de classificação das águas naturais. Aos peixes, as doses fatais, no geral, variam de 0,1 a 0,4 mg/L, embora, em condições experimentais, alguns resistam até 10 mg/L. Outros organismos (moluscos, crustáceos, mosquitos quironomídeos e simuliídeos, vermes oligoquetos, sanguessugas e insetos tricópteros), desaparecem após a morte dos peixes, em concentrações superiores a 0,3 mg/L. A ação sobre os peixes é semelhante à do níquel e do zinco.

### **Cloreto**

O cloreto é o ânion Cl<sup>-</sup> que se apresenta nas águas subterrâneas através de solos e rochas. Nas águas superficiais são fontes importantes as descargas de esgotos sanitários, sendo que cada pessoa expele através da urina cerca 6 g de cloreto por dia, o que faz com que os esgotos apresentem concentrações de cloreto que ultrapassam a 15 mg/L. Diversos são os efluentes industriais que apresentam concentrações de cloreto elevadas como os da indústria do petróleo, algumas indústrias farmacêuticas, curtumes, etc. Nas regiões costeiras, através da chamada intrusão da língua salina, são encontradas águas com níveis altos de cloreto. Nas águas tratadas, a adição de cloro puro ou em solução leva a uma elevação do nível de cloreto, resultante das reações de dissociação do cloro na água.

Para as águas de abastecimento público, a concentração de cloreto constitui-se em padrão de potabilidade, segundo a Portaria 1469 do Ministério da Saúde. O cloreto provoca sabor “salgado” na água, sendo o cloreto de sódio o mais restritivo por provocar sabor em concentrações da ordem de 250 mg/L, valor este que é tomado como padrão de potabilidade. No caso do cloreto de cálcio, o sabor só é perceptível em concentrações de cloreto superior a 1000 mg/L. Embora hajam populações árabes adaptadas no uso de águas contendo 2.000 mg/L de cloreto, são conhecidos também seus efeitos laxativos.

Da mesma forma que o sulfato, sabe-se que o cloreto também interfere no tratamento anaeróbio de efluentes industriais, constituindo-se igualmente em interessante campo de investigação científica. O cloreto provoca corrosão em estruturas hidráulicas, como por exemplo em emissários submarinos para a disposição oceânica de esgotos sanitários, que por isso têm sido construídos com polietileno de alta densidade (PEAD). Interferem na determinação da DQO e embora esta interferência seja atenuada pela adição de sulfato de mercúrio, as análises de DQO da água do mar não apresentam resultados confiáveis. Interfere também na determinação de nitratos.

Também eram utilizados como indicadores da contaminação por esgotos sanitários, podendo-se associar a elevação do nível de cloreto em um rio com o lançamento de esgotos sanitários. Hoje, porém, o teste de coliformes fecais é mais preciso para esta função. O cloreto apresenta também influência nas características dos ecossistemas aquáticos naturais, por provocarem alterações na pressão osmótica em células de microrganismos.

### **Cobre**

O cobre ocorre geralmente nas águas, naturalmente, em concentrações inferiores a 20 µg/L. Quando em concentrações elevadas, é prejudicial à saúde e confere sabor às águas. Segundo pesquisas efetuadas, é necessária uma concentração de 20 mg/L de cobre ou um teor total de 100 mg/L por dia na água para produzirem intoxicações humanas com lesões no fígado. No entanto, concentrações de 5 mg/L tornam a água absolutamente impalatável, devido ao gosto produzido. Interessante é notar, todavia, que o trigo contém concentrações variáveis de 190 a 800 mg/kg de cobre, a aveia 40 a 200 mg/kg, a lentilha 110 a 150 mg/kg e a ervilha de 13 a 110 mg/kg. As ostras podem conter até 2000 mg/kg de cobre. O cobre, em pequenas quantidades é até benéfico ao organismo humano, catalisando a assimilação do ferro e seu aproveitamento na síntese da hemoglobina do sangue humano, facilitando a cura de anemias.

Para os peixes, muito mais que para o homem, as doses elevadas de cobre são extremamente nocivas. Assim, trutas, carpas, bagres, peixes vermelhos de aquários ornamentais e outros, morrem em dosagens de 0,5 mg/L. Os peixes morrem pela coagulação do muco das brânquias e conseqüente asfixia (ação oligodinâmica). Os microrganismos perecem em concentrações superiores a 1,0 mg/L. O Cobre aplicado em sua forma de sulfato de cobre,  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ , em dosagens de 0,5 mg/L é um poderoso algicida. O Water Quality Criteria indica a concentração de 1,0 mg/L de cobre como máxima permissível para águas reservadas para o abastecimento público.

As fontes de cobre para o meio ambiente incluem corrosão de tubulações de latão por águas ácidas, efluentes de estações de tratamento de esgotos, uso de compostos de cobre como algicidas aquáticos, escoamento superficial e contaminação da água subterrânea a partir de usos agrícolas do cobre como fungicida e pesticida no tratamento de solos e efluentes, e precipitação atmosférica de fontes industriais. As principais fontes industriais incluem indústrias de mineração, fundição e refinação.

### **Condutividade**

A condutividade é uma expressão numérica da capacidade de uma água conduzir a corrente elétrica. Depende das concentrações iônicas e da temperatura e indica a quantidade de sais existentes na coluna d'água, e, portanto, representa uma medida indireta da concentração de poluentes. Em geral, níveis superiores a 100 µS/cm indicam ambientes impactados.

A condutividade também 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 da água aumenta. Altos valores podem indicar características corrosivas da água.

### **Cromo**

As concentrações de cromo em água doce são muito baixas, normalmente inferiores a 1 µg/L. É comumente utilizado em aplicações industriais e domésticas, como na produção de alumínio anodizado, aço inoxidável, tintas, pigmentos, explosivos, papel, fotografia. Na forma trivalente o cromo é essencial ao metabolismo humano e, sua

carência, causa doenças. Na forma hexavalente é tóxico e cancerígeno. Os limites máximos são estabelecidos basicamente em função do cromo hexavalente.

### **Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO<sub>5,20</sub>)**

A DBO<sub>5,20</sub> de uma água é a quantidade de oxigênio necessária para oxidar a matéria orgânica por decomposição microbiana aeróbia para uma forma inorgânica estável. A DBO<sub>5,20</sub> é normalmente considerada como a quantidade de oxigênio consumido durante um determinado período de tempo, numa temperatura de incubação específica. Um período de tempo de 5 dias numa temperatura de incubação de 20°C é freqüentemente usado e referido como DBO<sub>5,20</sub>.

Na Figura 2 a seguir sintetiza-se o fenômeno da degradação biológica de compostos que ocorre nas águas naturais, que também se procura reproduzir sob condições controladas nas estações de tratamento de esgotos e, particularmente durante a análise da DBO<sub>5,20</sub>.

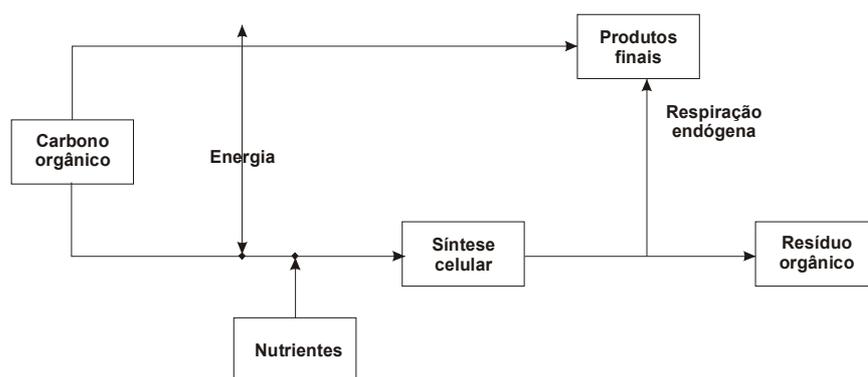


Figura 2 – Metabolismo de microrganismos heterotróficos

Neste esquema, apresenta-se o metabolismo dos microrganismos heterotróficos, em que os compostos orgânicos biodegradáveis são transformados em produtos finais estáveis ou mineralizados, tais como água, gás carbônico, sulfatos, fosfatos, amônia, nitratos, etc. Nesse processo há consumo de oxigênio da água e liberação da energia contida nas ligações químicas das moléculas decompostas. Os microrganismos desempenham este importante papel no tratamento de esgotos pois necessitam desta energia liberada, além de outros nutrientes que por ventura não estejam presentes em quantidades suficientes nos despejos, para exercer suas funções celulares tais como reprodução e locomoção, o que genericamente se denomina síntese celular. Quando passa a ocorrer insuficiência de nutrientes no meio, os microrganismos sobreviventes passam a se alimentar do material das células que têm a membrana celular rompida. Este processo se denomina respiração endógena. Finalmente, há neste circuito, compostos que os microrganismos são incapazes de produzir enzimas que possam romper suas ligações químicas, permanecendo inalterados. Ao conjunto destes compostos dá-se o nome de resíduo não biodegradável ou recalcitrante. Pelo fato de a DBO<sub>5,20</sub> somente medir a quantidade de oxigênio consumido num teste padronizado, não indica a presença de matéria não biodegradável, nem leva em consideração o efeito tóxico ou inibidor de materiais sobre a atividade microbiana.

Os maiores aumentos em termos de DBO<sub>5,20</sub>, num corpo d'água, são provocados por despejos de origem predominantemente orgânica. A presença de um alto teor de matéria orgânica pode induzir à completa extinção do oxigênio na água, provocando o desaparecimento de peixes e outras formas de vida aquática.

Um elevado valor da DBO<sub>5,20</sub> pode indicar um incremento da microflora presente e interferir no equilíbrio da vida aquática, além de produzir sabores e odores desagradáveis e, ainda, pode obstruir os filtros de areia utilizados nas estações de tratamento de água.

No campo do tratamento de esgotos, a DBO<sub>5,20</sub> é um parâmetro importante no controle das eficiências das estações, tanto de tratamentos biológicos aeróbios e anaeróbios, bem como físico-químicos (embora de fato ocorra demanda de oxigênio apenas nos processos aeróbios, a demanda "potencial" pode ser medida à entrada e à saída de qualquer tipo de tratamento). Na legislação do Estado de São Paulo, o Decreto Estadual n.º 8468, a DBO<sub>5,20</sub> de cinco dias é padrão de emissão de esgotos diretamente nos corpos d'água, sendo exigidos ou uma

DBO<sub>5,20</sub> máxima de 60 mg/L ou uma eficiência global mínima do processo de tratamento na remoção de DBO<sub>5,20</sub> igual a 80%. Este último critério favorece aos efluentes industriais concentrados, que podem ser lançados com valores de DBO<sub>5,20</sub> ainda altos, mesmo removida acima de 80%.

A carga de DBO<sub>5,20</sub>, expressa em Kg/dia é um parâmetro fundamental no projeto das estações de tratamento biológico. Dela resultam as principais características do sistema de tratamento como áreas e volumes de tanques, potências de aeradores, etc. A carga de DBO<sub>5,20</sub> pode ser obtida do produto da vazão pela concentração de DBO<sub>5,20</sub>. Por exemplo, em uma indústria já existente que se pretenda instalar um sistema de tratamento, pode-se estabelecer um programa de medições de vazão e de análises de DBO<sub>5,20</sub>, obtendo-se a carga através do produto dos valores médios. O mesmo pode ser feito em um sistema de esgotos sanitários já implantado. Na impossibilidade, costuma-se recorrer a valores unitários estimativos. No caso de esgotos sanitários, é tradicional no Brasil a adoção de uma contribuição "per capita" de DBO<sub>5,20</sub> de 54 g/hab.dia. Porém, há a necessidade de melhor definição deste parâmetro através de determinações de cargas de DBO<sub>5,20</sub> em bacias de esgotamento com população conhecida. No caso dos efluentes industriais, também costuma-se estabelecer contribuições unitárias de DBO<sub>5,20</sub> em função de unidades de massa ou de volume de produto processado. Na Tabela 4 são apresentados valores típicos de concentração e contribuição unitária de DBO<sub>5,20</sub>.

Tabela 4 – Concentrações e contribuições unitárias típicas de DBO<sub>5,20</sub> de efluentes industriais.

TIPO DE EFLUENTE	CONCENTRAÇÃO DBO <sub>5,20</sub> (mg/L)		CONTRIBUIÇÃO UNITÁRIA DE DBO <sub>5,20</sub> (kg/dia)	
	FAIXA	VALOR TÍPICO	FAIXA	VALOR TÍPICO
esgoto sanitário	110-400	220	---	54 g/hab.dia
celulose branqueada (processo Kraft)		300	29,2 a 42,7 kg/t	
têxtil	250-600			
Laticínio	1.000-1.500		1,5-1,8 kg/m <sup>3</sup> leite	
abatedouro bovino		1.125		6,3 kg/1.000 kg Peso vivo
curtume (ao cromo)		2.500		88 kg/t pele salgada
cervejaria	1.611-1.784	1.718		10,4 kg/m <sup>3</sup> cerveja
refrigerante	940-1.335	1.188		4,8 kg/m <sup>3</sup> refrigerante
suco cítrico concentrado	2.100-.000			2,0 kg/1000 kg laranja
petroquímica				
açúcar e álcool		25.000		

FONTES: BRAILE E CAVALCANTI E CETESB

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

É a quantidade de oxigênio necessária para oxidação da matéria orgânica através de um agente químico. Os valores da DQO normalmente são maiores que os da DBO<sub>5,20</sub>, sendo o teste realizado num prazo menor. O aumento da concentração de DQO num corpo d'água se deve principalmente a despejos de origem industrial.

A DQO é um parâmetro indispensável nos estudos de caracterização de esgotos sanitários e de efluentes industriais. A DQO é muito útil quando utilizada conjuntamente com a DBO<sub>5,20</sub> para observar a biodegradabilidade de despejos. Sabe-se que o poder de oxidação do dicromato de potássio é maior do que o que resulta mediante a ação de microrganismos, exceto raríssimos casos como hidrocarbonetos aromáticos e piridina. Desta forma os resultados da DQO de uma amostra são superiores aos de DBO<sub>5,20</sub>. Como na DBO<sub>5,20</sub> mede-se apenas a fração biodegradável, quanto mais este valor se aproximar da DQO significa que mais facilmente biodegradável será o efluente. É comum aplicar-se tratamentos biológicos para efluentes com relações DQO/DBO<sub>5,20</sub> de 3/1, por exemplo. Mas valores muito elevados desta relação indicam grandes possibilidades de insucesso, uma vez que a fração biodegradável torna-se pequena, tendo-se ainda o tratamento biológico prejudicado pelo efeito tóxico sobre os microrganismos exercido pela fração não biodegradável.

A DQO tem se demonstrado um parâmetro bastante eficiente no controle de sistemas de tratamentos anaeróbios de esgotos sanitários e de efluentes industriais. Após o impulso que estes sistemas tiveram em seus desenvolvimentos a partir da década de 70, quando novos modelos de reatores foram criados e muitos estudos foram conduzidos, observa-se o uso prioritário da DQO para o controle das cargas aplicadas e das eficiências

obtidas. A  $DBO_{5,20}$  nestes casos tem sido utilizada apenas como parâmetro secundário, mais para se verificar o atendimento à legislação, uma vez que tanto a legislação federal quanto a do Estado de São Paulo não incluem a DQO. Parece que os sólidos carregados dos reatores anaeróbios devido à ascensão das bolhas de gás produzidas ou devido ao escoamento, trazem maiores desvios nos resultados de  $DBO_{5,20}$  do que nos de DQO.

Outro uso importante que se faz da DQO é para a previsão das diluições das amostras na análise de  $DBO_{5,20}$ . Como o valor da DQO é superior, e pode ser obtido no mesmo dia da coleta, poderá ser utilizado para balizar as diluições. No entanto, deve-se observar que as relações DQO/ $DBO_{5,20}$  são diferentes para os diversos efluentes e que, para um mesmo efluente, a relação se altera mediante tratamento, especialmente o biológico. Desta forma, um efluente bruto que apresente relação DQO/ $DBO_{5,20}$  igual a 3/1, poderá, por exemplo, apresentar relação da ordem de 10/1 após tratamento biológico, que atua em maior extensão sobre a  $DBO_{5,20}$ .

### **Fenóis**

Os fenóis e seus derivados aparecem nas águas naturais através das descargas de efluentes industriais. Indústrias de processamento da borracha, de colas e adesivos, de resinas impregnantes, de componentes elétricos (plásticos) e as siderúrgicas, entre outras, são responsáveis pela presença de fenóis nas águas naturais.

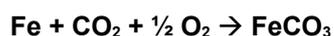
Os fenóis são tóxicos ao homem, aos organismos aquáticos e aos microrganismos que tomam parte dos sistemas de tratamento de esgotos sanitários e de efluentes industriais. Em sistemas de lodos ativados, concentrações de fenóis na faixa de 50 a 200 mg/L trazem inibição, sendo que 40 mg/L são suficientes para a inibição da nitrificação. Na digestão anaeróbia, 100 a 200 mg/L de fenóis também provocam inibição. Estudos recentes têm demonstrado que, sob processo de aclimação, concentrações de fenol superiores a 1000 mg/L podem ser admitidas em sistemas de lodos ativados. Em pesquisas em que o reator biológico foi alimentado com cargas decrescentes de esgoto sanitário e com carga constante de efluente sintético em que o único tipo de substrato orgânico era o fenol puro, conseguiu-se ao final a estabilidade do reator alimentado somente com o efluente sintético contendo 1000 mg/L de fenol.

No Estado de São Paulo, existem muitas indústrias contendo efluentes fenólicos ligados à rede pública de coleta de esgotos. Para isso, devem sofrer tratamento na própria unidade industrial de modo a reduzir o índice de fenóis para abaixo de 5,0 mg/L (Artigo 19-A do Decreto Estadual n.º 8468/76). O índice de fenóis constitui também padrão de emissão de esgotos diretamente no corpo receptor, sendo estipulado o limite de 0,5 mg/L tanto pela legislação do Estado de São Paulo (Artigo 18 do Decreto Estadual n.º 8468/76) quanto pela Legislação Federal (Artigo 21 da Resolução n.º 20/86 do CONAMA).

Nas águas naturais, os padrões para os compostos fenólicos são bastante restritivos, tanto na legislação federal quanto na do Estado de São Paulo. Nas águas tratadas, os fenóis reagem com o cloro livre formando os clorofenóis que produzem sabor e odor na água. Por este motivo, os fenóis constituem-se em padrão de potabilidade, sendo imposto o limite máximo bastante restritivo de 0,001 mg/L pela Portaria 1469 do Ministério da Saúde.

### **Ferro Total**

O ferro aparece principalmente em águas subterrâneas devido à dissolução do minério pelo gás carbônico da água, conforme a reação:



O carbonato ferroso é solúvel e frequentemente é encontrado em águas de poços contendo elevados níveis de concentração de ferro. Nas águas superficiais, o nível de ferro aumenta nas estações chuvosas devido ao carregamento de solos e a ocorrência de processos de erosão das margens. Também poderá ser importante a contribuição devida à efluentes industriais, pois muitas indústrias metalúrgicas desenvolvem atividades de remoção da camada oxidada (ferrugem) das peças antes de seu uso, processo conhecido por decapagem, que normalmente é procedida através da passagem da peça em banho ácido.

Nas águas tratadas para abastecimento público, o emprego de coagulantes a base de ferro provoca elevação em seu teor.

O ferro, apesar de não se constituir em um tóxico, traz diversos problemas para o abastecimento público de água. Confere cor e sabor à água, provocando manchas em roupas e utensílios sanitários. Também traz o problema do desenvolvimento de depósitos em canalizações e de ferro-bactérias, provocando a contaminação biológica da água na própria rede de distribuição. Por estes motivos, o ferro constitui-se em padrão de potabilidade, tendo sido estabelecida a concentração limite de 0,3 mg/L na Portaria 1469 do Ministério da Saúde. É também padrão de emissão de esgotos e de classificação das águas naturais. No Estado de São Paulo estabelece-se o limite de 15 mg/L para concentração de ferro solúvel em efluentes descarregados na rede coletora de esgotos seguidas de tratamento (Decreto nº 8468).

No tratamento de águas para abastecimento, deve-se destacar a influência da presença de ferro na etapa de coagulação e floculação. As águas que contêm ferro caracterizam-se por apresentar cor elevada e turbidez baixa. Os flocos formados geralmente são pequenos, ditos “pontuais”, com velocidades de sedimentação muito baixa. Em muitas estações de tratamento de água este problema só é resolvido mediante a aplicação de cloro, a chamada pré-cloração. Através da oxidação do ferro pelo cloro, os flocos tornam-se maiores e a estação passa a apresentar um funcionamento aceitável. No entanto, é conceito clássico que, por outro lado, a pré-cloração de águas deve ser evitada, pois em caso da existência de certos compostos orgânicos chamados precursores, o cloro reage com eles formando trihalometanos, associados ao desenvolvimento do câncer.

### **Fluoreto**

O flúor é o mais eletronegativo de todos os elementos químicos, tão reativo que nunca é encontrado em sua forma elementar na natureza, sendo normalmente encontrado na sua forma combinada como fluoreto. O flúor é o 17º elemento em abundância na crosta terrestre representando de 0,06 a 0,9% e ocorrendo principalmente na forma de fluorita ( $\text{CaF}_2$ ), Fluoroapatita ( $\text{C}_{10}(\text{PO}_4)_6$ ) e criolita ( $\text{Na}_3\text{AlF}_6$ ). Porém, para que haja disponibilidade de fluoreto livre, ou seja, disponível biologicamente, são necessárias condições ideais de solo, presença de outros minerais ou outros componentes químicos e água. Traços de fluoreto são normalmente encontrados em águas naturais e concentrações elevadas geralmente estão associadas com fontes subterrâneas. Em locais onde existem minerais ricos em flúor, tais como próximos a montanhas altas ou áreas com depósitos geológicos de origem marinha, concentrações de até 10 mg/L ou mais são encontradas. A maior concentração de flúor registrada em águas naturais é de 2.800 mg/L, no Quênia.

O fluossilicato de sódio era o composto mais utilizado, tendo sido substituído pelo ácido fluossilícico em diversas estações de tratamento de água. Apesar da corrosividade do ácido, o fato de se apresentar na forma líquida facilita sua aplicação e o controle seguro das dosagens, condição fundamental para a fluoretação. O fluoreto de sódio é muito caro e o fluoreto de cálcio, pouco solúvel.

Alguns efluentes industriais também descarregam fluoreto nas águas naturais. São os casos das indústrias de vidro e de fios condutores de eletricidade.

No ar, a presença de fluoreto deve-se principalmente a emissões industriais e sua concentração varia com o tipo de atividade. Estima-se um valor de exposição abaixo de  $1\mu\text{g/L}$ , pouco significativo em relação à quantidade ingerida através da água e de alimentos. Todos os alimentos possuem ao menos traços de fluoreto. Os vegetais possuem concentrações maiores principalmente devido à absorção da água e do solo. Alguns alimentos tais como peixes, certos vegetais e chá, possuem altas concentrações de fluoreto. O uso da água fluoretada na preparação de alimentos pode dobrar a quantidade de fluoreto presente. Estima-se uma quantidade diária ingerida de 0,2 a 3,1 mg para adultos e 0,5 mg para crianças de 1 a 3 anos.

Outras fontes de fluoreto são as pastas de dente, gomas de mascar, vitaminas e remédios. O uso tópico de fluoreto contribui para uma absorção maior. O fluoreto ingerido através da água é quase completamente absorvido pelo corpo humano, enquanto que o flúor presente nos alimentos não é totalmente absorvido; em alguns casos como através de peixes e outras carnes, chega apenas a 25%. Uma vez absorvido, o fluoreto é distribuído rapidamente pelo corpo humano, grande parte é retida nos ossos, enquanto que uma pequena parte é retida nos dentes. O fluoreto pode ser excretado pela urina e sua excreção é influenciada por uma série de fatores tais como o estado de saúde da pessoa e seu grau de exposição à esta substância. O fluoreto é adicionado às águas de abastecimento público para conferir-lhes proteção à cárie dentária. O fluoreto reduz a solubilidade da parte

mineralizada do dente, tornando mais resistente à ação de bactérias e inibe processos enzimáticos que dissolvem a substância orgânica protéica e o material calcificante do dente. Constitui-se também em meio impróprio ao desenvolvimento de *lactobacillus acidophilus*.

Por outro lado, acima de certas dosagens o fluoreto provoca a fluorose dentária, ou seja, o mosqueamento do esmalte dos dentes. O assunto até hoje ainda é polêmico entre os especialistas, sendo que os odontólogos sanitaristas contrários à fluoretação em águas de abastecimento, alertam para a possibilidade de ocorrência de outros problemas como a descalcificação de ossos de idosos, a chamada fluorose óssea. Frequentemente ocorrem novas propostas para a administração alternativa de fluoreto.

Nesse sentido, a fluoretação das águas deve ser executada sob controle rigoroso, utilizando-se bons equipamentos de dosagem e implantando-se programas efetivos de controle de residual de fluoreto na rede de abastecimento de água, o que nem sempre tem acontecido.

Os benefícios da aplicação de fluoreto em águas para a prevenção da cárie dentária são inquestionáveis. Estudos desenvolvidos nos Estados Unidos demonstram que, para as condições lá existentes, os seguintes resultados podem ser esperados: o índice utilizado é o “c.p.o.”, ou seja, número de dentes cariados, perdidos e obturados por cem crianças. Os estudos são conclusivos de que para concentrações de fluoreto acima de 1,5 mg/L, ocorre aumento na incidência da fluorose dentária; para concentrações de fluoreto da ordem de 1,0 mg/L, ocorre redução do c.p.o. da ordem de 60% sem ocorrer fluorose; para concentrações de fluoreto menores que 1,0 mg/L, ocorrem menores reduções percentuais na redução da cárie. Na verdade, o que é necessária é a ingestão de 1,5 mg/dia de fluoreto, o que para um consumo de água de 1,2 a 1,6 litros por dia, resulta em concentrações da ordem de 1,0 mg/L. A Organização Mundial de Saúde considera 1,5 mg/L o valor máximo permissível.

### **Fósforo Total**

O fósforo aparece em águas naturais devido principalmente às descargas de esgotos sanitários. Nestes, os detergentes superfosfatados empregados em larga escala domesticamente constituem a principal fonte, além da própria matéria fecal, que é rica em proteínas. Alguns efluentes industriais, como os de indústrias de fertilizantes, pesticidas, químicas em geral, conservas alimentícias, abatedouros, frigoríficos e laticínios, apresentam fósforo em quantidades excessivas. As águas drenadas em áreas agrícolas e urbanas também podem provocar a presença excessiva de fósforo em águas naturais.

O fósforo pode se apresentar nas águas sob três formas diferentes. Os fosfatos orgânicos são a forma em que o fósforo compõe moléculas orgânicas, como a de um detergente, por exemplo. Os ortofosfatos, por outro lado, são representados pelos radicais, que se combinam com cátions formando sais inorgânicos nas águas. Os polifosfatos ou fosfatos condensados são polímeros de ortofosfatos. No entanto, esta terceira forma não é muito importante nos estudos de controle de qualidade das águas, porque os polifosfatos sofrem hidrólise se convertendo rapidamente em ortofosfatos nas águas naturais.

Assim como o nitrogênio, o fósforo constitui-se em um dos principais nutrientes para os processos biológicos, ou seja, é um dos chamados macro-nutrientes, por ser exigido também em grandes quantidades pelas células. Nesta qualidade, torna-se parâmetro imprescindível em programas de caracterização de efluentes industriais que se pretende tratar por processo biológico. Em processos aeróbios, como informado anteriormente, exige-se uma relação DBO<sub>5</sub>:N:P mínima de 100:5:1, enquanto que em processos anaeróbios tem-se exigido a relação DQO:N:P mínima de 350:7:1. Os esgotos sanitários no Brasil apresentam, tipicamente, concentração de fósforo total na faixa de 6 a 10 mgP/L, não exercendo efeito limitante sobre os tratamento biológicos. Alguns efluentes industriais, porém, não possuem fósforo em suas composições, ou apresentam concentrações muito baixas. Neste caso, deve-se adicionar artificialmente compostos contendo fósforo como o monoamônio-fosfato (MAP) que, por ser usado em larga escala como fertilizante, apresenta custo relativamente baixo. Ainda por ser nutriente para processos biológicos, o excesso de fósforo em esgotos sanitários e efluentes industriais, por outro lado, conduz a processos de eutrofização das águas naturais.

### **Manganês**

O comportamento do manganês nas águas é muito semelhante ao do ferro em seus aspectos os mais diversos, sendo que a sua ocorrência é mais rara. O manganês desenvolve coloração negra na água, podendo-se se apresentar nos estados de oxidação  $Mn^{+2}$  (forma mais solúvel) e  $Mn^{+4}$  (forma menos solúvel).

A concentração de manganês menor que 0,05 mg/L geralmente é aceitável em mananciais, devido ao fato de não ocorrerem, nesta faixa de concentração, manifestações de manchas negras ou depósitos de seu óxido nos sistemas de abastecimento de água.

Raramente atinge concentrações de 1,0 mg/L em águas superficiais naturais e, normalmente, está presente em quantidades de 0,2 mg/L ou menos. É muito usado na indústria do aço, na fabricação de ligas metálicas e baterias e na indústria química em tintas, vernizes, fogos de artifícios e fertilizantes, entre outros.

### **Mercúrio**

O mercúrio é largamente utilizado no Brasil nos garimpos, no processo de extração do ouro (amálgama). O problema é em primeira instância ocupacional, pois o próprio garimpeiro inala o vapor de mercúrio, mas posteriormente, torna-se um problema ambiental pois normalmente nenhuma precaução é tomada e o material acaba por ser descarregado nas águas. Casos de contaminação já foram identificados na região do Pantanal, no norte brasileiro e em outras. O mercúrio é também usado em células eletrolíticas para a produção de cloro e soda e em certos praguicidas ditos mercuriais. Pode ainda ser usado em indústrias de produtos medicinais, desinfetantes e pigmentos.

É altamente tóxico ao homem, sendo que doses de 3 a 30 gramas são fatais. Apresenta efeito cumulativo e provoca lesões cerebrais. É bastante conhecido o episódio de Minamata, no Japão, onde grande quantidade de mercúrio orgânico, o metil mercúrio, que é mais tóxico que o mercúrio metálico, foi lançada por uma indústria, contaminando peixes e habitantes da região, provocando graves lesões neurológicas e mortes. O padrão de potabilidade fixado pela Portaria 1469 do Ministério da Saúde é de 0,001 mg/L. Os efeitos sobre os ecossistemas aquáticos são igualmente sérios, de forma que os padrões de classificação das águas naturais são também bastante restritivos com relação a este parâmetro.

As concentrações de mercúrio em águas doces não contaminadas estão normalmente em torno de 50 ng/L.

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

O peixe é um dos maiores contribuintes para a carga de mercúrio no corpo humano, sendo que o mercúrio mostra-se mais tóxico na forma de compostos organo-metálicos. A intoxicação aguda pelo mercúrio, no homem, é caracterizada por náuseas, vômitos, dores abdominais, diarreia, danos nos ossos e morte. Esta intoxicação pode ser fatal em 10 dias. A intoxicação crônica afeta glândulas salivares, rins e altera as funções psicológicas e psicomotoras.

### **Níquel**

O níquel é também utilizado em galvanoplastias. Estudos recentes demonstram que é carcinogênico. Não existem muitas referências bibliográficas quanto à toxicidade do níquel. Todavia, assim como para outros íons metálicos, é possível mencionar que, em soluções diluídas, estes elementos podem precipitar a secreção da mucosa produzida pelas brânquias dos peixes. Assim, o espaço inter-lamelar é obstruído e o movimento normal dos filamentos branquias é bloqueado. O peixe, impedido de realizar as trocas gasosas entre a água e os tecidos branquias, morre por asfixia. Por outro lado, o níquel complexado (níquelcianeto) é tóxico quando em baixos valores de pH. Concentrações de 1,0 mg/L desse complexo são tóxicas aos organismos de água doce.

Concentrações de níquel em águas superficiais naturais podem chegar a aproximadamente 0,1 mg/L, embora concentrações de mais de 11,0 mg/L possam ser encontradas, principalmente em áreas de mineração. A maior contribuição para o meio ambiente, pela atividade humana, é a queima de combustíveis fósseis. Como contribuintes principais temos também os processos de mineração e fundição do metal, fusão e modelagem de ligas, indústrias de eletrodeposição e, como fontes secundárias, temos 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.

### **Óleos e Graxas**

Óleos e graxas, de acordo com o procedimento analítico empregado, consiste no conjunto de substâncias que em determinado solvente consegue extrair da amostra e que não se volatiliza durante a evaporação do solvente a 100°C. Estas substâncias, ditas solúveis em n-hexano, compreendem ácidos graxos, gorduras animais, sabões, graxas, óleos vegetais, ceras, óleos minerais, etc. Este parâmetro costuma ser identificado também por MSH – material solúvel em hexano.

Os óleos e graxas são substâncias orgânicas de origem mineral, vegetal ou animal. Estas substâncias geralmente são hidrocarbonetos, gorduras, ésteres, entre outros. São raramente encontrados em águas naturais, normalmente oriundos de despejos e resíduos industriais, esgotos domésticos, efluentes de oficinas mecânicas, postos de gasolina, estradas e vias públicas.

Os despejos de origem industrial são os que mais contribuem para o aumento de matérias graxas no corpos d'água. Dentre os despejos podemos citar os de refinarias, frigoríficos, saboarias, etc. 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 d'água. A presença de material graxo nos corpos d'água, além de acarretar problemas de origem estética, diminui a área de contato entre a superfície da água e o ar atmosférico, impedindo, dessa maneira, a transferência do oxigênio da atmosfera para a água.

Os óleos e graxas em seu processo de decomposição reduzem o oxigênio dissolvido elevando a  $DBO_{5,20}$  e a DQO, causando alteração no ecossistema aquático. Na legislação brasileira não existe limite estabelecido para esse parâmetro; a recomendação é de que os óleos e as graxas sejam virtualmente ausentes para as classes 1, 2 e 3.

### **Ortofosfato Solúvel**

Os ortofosfatos são biodisponíveis. Uma vez assimilados, eles são convertidos em fosfato orgânico e em fosfatos condensados. Após a morte de um organismo, os fosfatos condensados são liberados na água. Entretanto, eles não estão disponíveis para absorção biológica até que sejam hidrolizados para ortofosfatos por bactérias.

### **Oxigênio Dissolvido (OD)**

O oxigênio proveniente da atmosfera se dissolve nas águas naturais, devido à diferença de pressão parcial. Este mecanismo é regido pela Lei de Henry, que define a concentração de saturação de um gás na água, em função da temperatura:

$$C_{SAT} = \alpha \cdot p_{gás}$$

onde  $\alpha$  é uma constante que varia inversamente proporcional à temperatura e  $p_{gás}$  é a pressão exercida pelo gás sobre a superfície do líquido. No caso do oxigênio, considerando-se como constituinte de 21% da atmosfera, pela lei de Dalton, exerce uma pressão de 0,21 atm. Para 20°C, por exemplo,  $\alpha$  é igual a 43,9 e, portanto, a concentração de saturação de oxigênio em uma água superficial é igual a  $43,9 \times 0,21 = 9,2$  mg/L. É muito comum em livros de química, a apresentação de tabelas de concentrações de saturação de oxigênio em função da temperatura, da pressão e da salinidade da água.

A taxa de reintrodução de oxigênio dissolvido em águas naturais através da superfície, depende das características hidráulicas e é proporcional à velocidade, sendo que a taxa de reaeração superficial em uma cascata é maior do que a de um rio de velocidade normal, que por sua vez apresenta taxa superior à de uma represa, onde a velocidade normalmente é bastante baixa.

Outra fonte importante de oxigênio nas águas é a fotossíntese de algas. Este fenômeno ocorre em águas poluídas ou, mais propriamente, em águas eutrofizadas, ou sejam, aquelas em que a decomposição dos compostos orgânicos lançados levou à liberação de sais minerais no meio, especialmente os de nitrogênio e fósforo, que são utilizados como nutrientes pelas algas.

Esta fonte, não é muito significativa nos trechos iniciais de rios à jusante de fortes lançamentos de esgotos. A turbidez e a cor elevadas dificultam a penetração dos raios solares e apenas poucas espécies resistentes às condições severas de poluição conseguem sobreviver. A contribuição fotossintética de oxigênio só é expressiva após grande parte da atividade bacteriana na decomposição de matéria orgânica ter ocorrido, bem como após terem se desenvolvido também os protozoários que, além de decompositores, consomem bactérias clarificando as águas e permitindo a penetração de luz.

Este efeito pode “mascarar” a avaliação do grau de poluição de uma água, quando se toma por base apenas a concentração de oxigênio dissolvido. Sob este aspecto, águas poluídas são aquelas que apresentam baixa concentração de oxigênio dissolvido (devido ao seu consumo na decomposição de compostos orgânicos), enquanto que as águas limpas apresentam concentrações de oxigênio dissolvido elevadas, chegando até a um pouco abaixo da concentração de saturação. No entanto, uma água eutrofizada pode apresentar concentrações de oxigênio bem superiores a 10 mg/L, mesmo em temperaturas superiores a 20°C, caracterizando uma situação de supersaturação. Isto ocorre principalmente em lagos de baixa velocidade onde chegam a se formar crostas verdes de algas à superfície.

Nas lagoas de estabilização fotossintéticas, usadas para o tratamento de esgotos, recorre-se a esta fonte natural de oxigênio para a decomposição da matéria orgânica pelos microrganismos heterotróficos que, por sua vez, produzem gás carbônico que é matéria prima para o processo fotossintético. Esta simbiose pode ser representada pelo esquema da Figura 3:

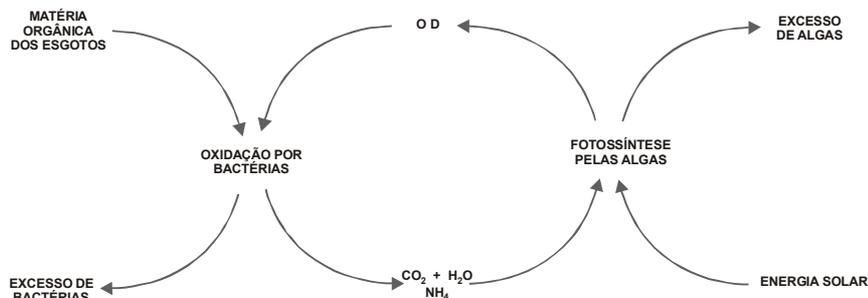


Figura 3 – Simbiose entre bactérias e algas em lagoas de estabilização.

Existem outros processos de tratamento de esgotos em que a aeração do meio é feita artificialmente, empregando-se aeradores superficiais eletro-mecânicos ou máquinas sopradoras de ar em tubulações contendo difusores para a redução dos tamanhos das bolhas. Novos sistemas de aeração vem sendo continuamente desenvolvidos. São utilizados também processos nos quais, ao invés de aeração, introduz-se oxigênio puro diretamente no reator biológico.

Uma adequada provisão de oxigênio dissolvido é essencial para a manutenção de processos de autodepuração em sistemas aquáticos naturais e estações de tratamento de esgotos. Através de medição do teor de oxigênio dissolvido, os efeitos de resíduos oxidáveis sobre águas receptoras e a eficiência do tratamento dos esgotos, durante a oxidação bioquímica, podem ser avaliados. Os níveis de oxigênio dissolvido também indicam a capacidade de um corpo d'água natural manter a vida aquática.

### **Potencial Hidrognônico (pH)**

Por influir em diversos equilíbrios químicos que ocorrem naturalmente ou em processos unitários de tratamento de águas, o pH é um parâmetro importante em muitos estudos no campo do saneamento ambiental.

A influência do pH sobre os ecossistemas aquáticos naturais dá-se diretamente devido a seus efeitos sobre a fisiologia das diversas espécies. Também o efeito indireto é muito importante podendo, determinadas condições de pH contribuir para a precipitação de elementos químicos tóxicos como metais pesados; outras condições podem exercer efeitos sobre as solubilidades de nutrientes. Desta forma, as restrições de faixas de pH são estabelecidas para as diversas classes de águas naturais, tanto de acordo com a legislação federal (Resolução nº 20 do CONAMA, de junho de 1986), como pela legislação do Estado de São Paulo (Decreto nº 8468/76). Os critérios de proteção à vida aquática fixam o pH entre 6 e 9.

Nos ecossistemas formados nos tratamentos biológicos de esgotos, o pH é também uma condição que influi decisivamente no processo. Normalmente, a condição de pH que corresponde à formação de um ecossistema mais diversificado e a um tratamento mais estável é a de neutralidade, tanto em meios aeróbios como nos anaeróbios. Nos reatores anaeróbios, a acidificação do meio é acusada pelo decréscimo do pH do lodo, indicando situação de desequilíbrio. A produção de ácidos orgânicos voláteis pelas bactérias acidificadoras e a não utilização destes últimos pelas metanobactérias, é uma situação de desequilíbrio que pode ser devido a diversas causas. O decréscimo no valor do pH que a princípio funciona como indicador do desequilíbrio, passa a ser causa se não for corrigido a tempo. É possível que alguns efluentes industriais possam ser tratados biologicamente em seus valores naturais de pH, por exemplo, em torno de 5,0. Nesta condição, o meio talvez não permita uma grande diversificação hidrobiológica, mas pode acontecer que os grupos mais resistentes, algumas bactérias e fungos, principalmente, tornem possível a manutenção de um tratamento eficiente e estável. Mas, em geral, procede-se à neutralização prévia do pH dos efluentes industriais antes de serem submetidos ao tratamento biológico.

Nas estações de tratamento de águas, são várias as unidades cujo controle envolve as determinações de pH. A coagulação e a floculação que a água sofre inicialmente é um processo unitário dependente do pH; existe uma condição denominada “pH ótimo” de floculação que corresponde à situação em que as partículas coloidais apresentam menor quantidade de carga eletrostática superficial. A desinfecção pelo cloro é um outro processo dependente do pH. Em meio ácido, a dissociação do ácido hipocloroso formando hipoclorito é menor, sendo o processo mais eficiente, conforme será visto. A própria distribuição da água final é afetada pelo pH. Sabe-se que as águas ácidas são corrosivas, ao passo que as alcalinas são incrustantes. Por isso o pH da água final deve ser controlado, para que os carbonatos presentes sejam equilibrados e não ocorra nenhum dos dois efeitos indesejados mencionados. O pH é padrão de potabilidade, devendo as águas para abastecimento público apresentar valores entre 6,5 e 8,5, de acordo com a Portaria 1469 do Ministério da Saúde. Outros processos físico-químicos de tratamento como o abrandamento pela cal, são dependentes do pH.

No tratamento físico-químico de efluentes industriais muitos são os exemplos de reações dependentes do pH: a precipitação química de metais pesados ocorre em pH elevado, à oxidação química de cianeto ocorre em pH elevado, a redução do cromo hexavalente à forma trivalente ocorre em pH baixo; a oxidação química de fenóis em pH baixo; a quebra de emulsões oleosas mediante acidificação; o arraste de amônia convertida à forma gasosa se dá mediante elevação de pH, etc. Desta forma, o pH é um parâmetro importante no controle dos processos físico-químicos de tratamento de efluentes industriais. Constitui-se também em padrão de emissão de esgotos e de efluentes líquidos industriais, tanto pela legislação federal quanto pela estadual. Na legislação do Estado de São Paulo, estabelece-se faixa de pH entre 5 e 9 para o lançamento direto nos corpos receptores (artigo 18 do Decreto 8468/76) e entre 6 e 10 para o lançamento na rede pública seguida de estação de tratamento de esgotos (artigo 19-A).

## **Potássio**

Potássio é encontrado em concentrações baixas nas águas naturais já que rochas que contenham potássio são relativamente resistentes às ações do tempo. Entretanto, sais de potássio são largamente usados na indústria e em fertilizantes para agricultura e entra nas águas doces com descargas industriais e lixiviação das terras agrícolas.

Potássio é usualmente encontrado na forma iônica e os sais são altamente solúveis. Ele é pronto para ser incorporado em estruturas minerais e acumulado pela biota aquática pois é um elemento nutricional essencial. Concentrações em águas naturais são usualmente menores que 10 mg/L. Concentrações elevadas, da ordem de grandeza de 100 e 25.000 mg/L, podem indicar a ocorrência de fontes quentes e salmouras, respectivamente.

## **Potencial de Formação de Trihalometanos**

A utilização de parâmetros não específicos para avaliar a eficiência de um sistema de tratamento, bem como a qualidade da água de um determinado manancial é uma prática comum nas Estações de Tratamento de Água (ETAs). O parâmetro turbidez, por exemplo, é amplamente utilizado nas ETAs para o controle e o monitoramento operacional da remoção de material particulado. Outros parâmetros deste tipo utilizados comumente são a cor e a densidade de coliformes termotolerantes. Estes parâmetros não específicos podem ser uma valiosa ferramenta para uma primeira avaliação das características da qualidade de águas em mananciais destinados ao abastecimento público. Também podem ser de grande utilidade para verificar rapidamente mudanças na qualidade da água dentro do processo de tratamento.

Além disso, com a preocupação sobre a formação de compostos organoclorados leves (como por exemplo, clorofórmio) durante o processo de cloração, chamados trihalometanos, torna-se necessária uma avaliação do manancial em relação à quantidade de precursores destes compostos.

A utilização do potencial de formação de trihalometanos, como um parâmetro não específico da medida de precursores de THMs, pode ser usado para comparar a qualidade de vários mananciais de água bruta com potencial para abastecimento, com a possibilidade de produção de concentrações elevadas de THMs em água tratada durante os processos de tratamento e na distribuição.

## **Radioatividade $\alpha$ e $\beta$**

Os raios alfa são núcleos de hélio, dotados de carga positiva ( $4\text{He}^{2+}$ ). Eles se originam da desintegração de isótopos instáveis de elementos com pesos atômicos superiores a 150. Os raios alfa movem-se lentamente e perdem energia rapidamente por colisões, tendo assim curto alcance no ar, mas elevada eficiência biológica (1 rem aprox. = 0,05 rad).

Os raios beta são elétrons (ou pósitrons) que têm massa muito pequena, mas podem atingir velocidades quase tão grandes como a velocidade da luz. Os emissores de radiação beta podem tanto ser núcleos leves como núcleos pesados; o trítio ( $3\text{H}$ ) é um emissor beta. O alcance, no ar, de uma partícula beta dotada de uma quantidade razoável de energia (1Mev) é de cerca de 3 metros (1 rem aprox. = 1 rad).

Os raios alfa e beta são detidos por folhas delgadas de materiais leves, como alumínio ou “perspex”. Substâncias químicas como a cisteamina ( $\text{HS} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{NH}_2$ ) impedem com grande eficácia as reações em cadeia e podem assim oferecer uma ampla proteção contra os danos das radiações, mas somente se forem tomadas antes da exposição à radiação.

Devido ao seu alcance muito limitado, os raios alfa e beta só atuam se estiverem dentro do organismo. Em geral, é o núcleo da célula que é mais sensível aos danos das radiações. Portanto, os tecidos sujeitos a maior risco são aqueles em que há uma grande concentração de núcleos com divisão celular freqüente (por exemplo, a medula óssea).

O DNA do núcleo é danificado muito facilmente por radiações ionizantes. Teoricamente, basta uma alteração química em uma única base purínica ou pirimidínica de um trecho do DNA para que ocorra uma mutação em um ponto.

É evidente que nunca se pode ter certeza de que uma única alteração química em uma célula não venha a causar uma mutação na célula, fazendo com que ela se torne mais tarde uma célula cancerosa. Por isso, é extremamente difícil ter certeza de que existe um limiar, seja para cancerígenos ou para radiações, abaixo do qual o organismo é imune ao ataque. Por razões de segurança admite-se que, para radiações, não exista um tal limiar.

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

São diversas as fontes de nitrogênio nas águas naturais. Os esgotos sanitários constituem em geral a principal fonte, lançando nas águas nitrogênio orgânico devido à presença de proteínas e nitrogênio amoniacal, devido à hidrólise sofrida pela uréia na água. Alguns efluentes industriais também concorrem para as descargas de nitrogênio orgânico e amoniacal nas águas, como algumas indústrias químicas, petroquímicas, siderúrgicas, farmacêuticas, de conservas alimentícias, matadouros, frigoríficos e curtumes. A atmosfera é outra fonte importante devido a diversos mecanismos: fixação biológica desempenhada por bactérias e algas, que incorporam o nitrogênio atmosférico em seus tecidos, contribuindo para a presença de nitrogênio orgânico nas águas, a fixação química, reação que depende da presença de luz, concorre para as presenças de amônia e nitratos nas águas, as lavagens da atmosfera poluída pelas águas pluviais concorrem para as presenças de partículas contendo nitrogênio orgânico bem como para a dissolução de amônia e nitratos. Nas áreas agrícolas, o escoamento das águas pluviais pelos solos fertilizados também contribui para a presença de diversas formas de nitrogênio. Também nas áreas urbanas, as drenagens de águas pluviais associadas às deficiências do sistema de limpeza pública, constituem fonte difusa de difícil caracterização.

Como visto, o nitrogênio pode ser encontrado nas águas nas formas de nitrogênio orgânico, amoniacal, nitrito e nitrato. As duas primeiras chamam-se formas reduzidas e as duas últimas, formas oxidadas. Pode-se associar a idade da poluição com a relação entre as formas de nitrogênio. Ou seja, se for coletada uma amostra de água de um rio poluído e as análises demonstrarem predominância das formas reduzidas significa que o foco de poluição se encontra próximo. Se prevalecer nitrito e nitrato, ao contrário, significa que as descargas de esgotos se encontram distantes. Nas zonas de autodepuração natural em rios, distinguem-se as presenças de nitrogênio orgânico na zona de degradação, amoniacal na zona de decomposição ativa, nitrito na zona de recuperação e nitrato na zona de águas limpas.

Os compostos de nitrogênio são nutrientes para processos biológicos. São tidos como macronutrientes pois, depois do carbono, o nitrogênio é o elemento exigido em maior quantidade pelas células vivas. Quando descarregados nas águas naturais conjuntamente com o fósforo e outros nutrientes presentes nos despejos, provocam o enriquecimento do meio tornando-o mais fértil e possibilitam o crescimento em maior extensão dos seres vivos que os utilizam, especialmente as algas, o que é chamado de eutrofização. Quando as descargas de nutrientes são muito fortes, dá-se o florescimento muito intenso de gêneros que predominam em cada situação em particular. Estas grandes concentrações de algas podem trazer prejuízos aos usos que se possam fazer dessas águas, prejudicando seriamente o abastecimento público ou causando poluição por morte e decomposição. O controle da eutrofização, através da redução do aporte de nitrogênio é comprometida pela multiplicidade de fontes, algumas muito difíceis de serem controladas como a fixação do nitrogênio atmosférico, por parte de alguns gêneros de algas. Por isso, deve-se investir preferencialmente no controle das fontes de fósforo.

Deve ser lembrado também que os processos de tratamento de esgotos empregados atualmente no Brasil não são otimizados para a remoção de nutrientes e os efluentes finais tratados liberam grandes quantidades destes que também podem dar margem à ocorrência do processo de eutrofização.

Nos reatores biológicos das estações de tratamento de esgotos, o carbono, o nitrogênio e os fósforo, têm que estar em proporções adequadas para possibilitar o crescimento celular sem limitações nutricionais. Com base na composição das células dos microrganismos que formam parte dos tratamentos, costuma-se exigir uma relação  $DBO_{5,20}:N:P$  mínima de 100:5:1 em processos aeróbios e uma relação  $DQO:N:P$  de pelo menos 350:7:1 em reatores anaeróbios. Deve ser notado que estas exigências nutricionais podem variar de um sistema para outro, principalmente em função do tipo de substrato. Os esgotos sanitários são bastante diversificados em compostos orgânicos, já alguns efluentes industriais possuem composição bem mais restrita, com efeito sobre o ecossistema a ser formado nos reatores biológicos para o tratamento e sobre a relação C/N/P. No tratamento de esgotos

sanitários, estes nutrientes se encontram em excesso, não havendo necessidade de adicioná-los artificialmente, ao contrário, o problema está em removê-los. Alguns efluentes industriais, como é o caso dos efluentes de fábricas de celulose, que são compostos basicamente de carboidratos, não possuindo praticamente nitrogênio e fósforo, estes devem ser adicionados de forma a perfazer as relações recomendadas, utilizando-se para isto uréia granulada, rica em nitrogênio e fosfato de amônia que possui nitrogênio e fósforo, dentre outros produtos comerciais.

Pela legislação federal em vigor, a resolução Nº 20 do CONAMA/86, o nitrogênio amoniacal é padrão de classificação das águas naturais e padrão de emissão de esgotos. A amônia é um tóxico bastante restritivo à vida dos peixes, sendo que muitas espécies não suportam concentrações acima de 5 mg/L. Além disso, como visto anteriormente, a amônia provoca consumo de oxigênio dissolvido das águas naturais ao ser oxidada biologicamente, a chamada DBO de segundo estágio. Por estes motivos, a concentração de nitrogênio amoniacal é importante parâmetro de classificação das águas naturais e normalmente utilizado na constituição de índices de qualidade das águas.

Os nitratos são tóxicos, causando uma doença chamada metahemoglobinemia infantil, que é letal para crianças (o nitrato se reduz a nitrito na corrente sanguínea, competindo com o oxigênio livre, tornando o sangue azul). Por isso, o nitrato é padrão de potabilidade, sendo 10 mg/L o valor máximo permitido pela Portaria 1469.

### **Sódio**

Todas águas naturais contêm algum sódio já que seus sais são na forma de sais altamente solúveis em água, podendo ser considerado um dos elementos mais abundantes na Terra. Ele se encontra na forma iônica ( $\text{Na}^+$ ), e na matéria das plantas e animais, já que é um elemento essencial para os organismos vivos. Aumento dos níveis na superfície da água podem provir de esgotos, efluentes industriais e uso de sais em rodovias para controlar neve e gelo. A última fonte citada também contribui para aumentar os níveis de sódio nas águas subterrâneas. Nas áreas litorâneas a intrusão de águas marinhas pode também resultar em níveis mais altos.

Concentrações de sódio na superfície natural das águas varia consideravelmente dependendo das condições geológicas do local, descargas de efluentes e uso sazonal de sais em rodovias. Valores podem estender-se de 1 mg/L ou menos até 10 mg/L ou mais em salmoura natural. O limite estabelecido pela WHO para sódio nas águas potáveis é 200 mg/L. Muitas superfícies de água, incluindo aquelas que recebem efluentes, tem níveis bem abaixo de 50 mg/L. Entretanto, as concentrações das águas subterrâneas freqüentemente excedem 50 mg/L.

Sódio é comumente medido onde a água é utilizada para beber ou para agricultura, particularmente na irrigação. Quando elevado o sódio em certos tipos de solo, sua estrutura pode degradar-se pelo restrito movimento da água afetando o crescimento das plantas.

### **Surfactantes**

Analicamente, isto é, de acordo com a metodologia analítica recomendada, detergentes ou surfactantes são definidos como compostos que reagem com o azul de metileno sob certas condições especificadas. Estes compostos são designados “substâncias ativas ao azul de metileno” (MBAS – Metilene Blue Active Substances) e suas concentrações são relativas ao sulfonato de alquil benzeno linear (LAS) que é utilizado como padrão na análise.

Os esgotos sanitários possuem de 3 a 6 mg/L de detergentes. As indústrias de detergentes descarregam efluentes líquidos com cerca de 2000 mg/L do princípio ativo. Outras indústrias, incluindo as que processam peças metálicas, empregam detergentes especiais com a função de desengraxante, como é o caso do percloroetileno.

As descargas indiscriminadas de detergentes nas águas naturais levam a prejuízos de ordem estética provocados pela formação de espumas. Um dos casos mais críticos de formação de espumas, ocorre no Município de Pirapora do Bom Jesus, no Estado de São Paulo. Localiza-se às margens do Rio Tietê, a jusante da Região Metropolitana de São Paulo, recebendo seus esgotos, em grande parte, sem tratamento. A existência de corredeiras leva ao desprendimento de espumas que formam continuamente camadas de pelo menos 50 cm sobre o leito do rio. Sob a ação dos ventos, a espuma se espalha sobre a cidade, contaminada biologicamente e se impregnando na superfície do solo e dos materiais, tornando-os oleosos.

Além disso, os detergentes podem exercer efeitos tóxicos sobre os ecossistemas aquáticos. Os sulfonatos de alquil benzeno de cadeia linear (LAS) têm substituído progressivamente os sulfonatos de alquil benzeno de cadeia ramificada (ABS), por serem considerados biodegradáveis. No Brasil esta substituição ocorreu a partir do início da década de 80 e embora tenham sido desenvolvidos testes padrão de biodegradabilidade, este efeito não é ainda conhecido de forma segura. Os testes de toxicidade têm sido melhor desenvolvidos e há certa tendência em passarem a ser mais utilizados nos programas de controle de poluição.

Os detergentes têm sido responsabilizados também pela aceleração da eutrofização. Além de a maioria dos detergentes comerciais empregados ser rica em fósforo, sabe-se que exercem efeito tóxico sobre o zooplâncton, predador natural das algas. Segundo este conceito, não bastaria apenas a substituição dos detergentes superfosfatados para o controle da eutrofização. Existem correntes atuais de pesquisadores que têm preferido o controle das fontes de nitrogênio para barrar processos de eutrofização, considerando que existem poucas espécies de algas fixadoras do nitrogênio atmosférico.

## **Zinco**

O zinco é também bastante utilizado em galvanoplastias na forma metálica e de sais tais como cloreto, sulfato, cianeto, etc. A presença de zinco é comum nas águas naturais, excedendo em um levantamento efetuado nos EUA a 20 mg/L em 95 dos 135 mananciais pesquisados. O zinco é um elemento essencial para o crescimento, porém, em concentrações acima de 5,0 mg/L, confere sabor à água e uma certa opalescência a águas alcalinas. Os efeitos tóxicos do zinco sobre os peixes são muito conhecidos, assim como sobre as algas. A ação desse íon metálico sobre o sistema respiratório dos peixes é semelhante à do níquel, anteriormente citada. As experiências com outros organismos aquáticos são escassas. Entretanto, é preciso ressaltar que o zinco em quantidades adequadas é um elemento essencial e benéfico para o metabolismo humano, sendo que a atividade da insulina e diversos compostos enzimáticos dependem da sua presença. A deficiência do zinco nos animais pode conduzir ao atraso no crescimento. Nos EUA, populações consumindo águas com 11 a 27 mg/L não tiveram constatada qualquer anormalidade prejudicial à saúde. Os padrões para águas reservadas ao abastecimento público indicam 5,0 mg/L como o valor máximo permissível.

Em águas superficiais, normalmente as concentrações estão na faixa de <0,001 a 0,10 mg/L. É largamente utilizado na indústria e pode entrar no meio ambiente através de processos naturais e antropogênicos, entre os quais destacam-se a produção de zinco primário, combustão de madeira, incineração de resíduos, produção de ferro e aço, efluentes domésticos. A água com alta concentração de zinco tem uma aparência leitosa e produz um sabor metálico ou adstringente quando aquecida. O zinco, por ser um elemento essencial para o ser humano, só se torna prejudicial à saúde quando ingerido em concentrações muito altas, o que é extremamente raro. Neste caso, pode acumular-se em outros tecidos do organismo humano; isso só ocorre quando as taxas de ingestão diária são elevadas.

### ▫ *Variáveis Microbiológicas*

#### ***Clostridium perfringens***

Microorganismos anaeróbicos, utilizados como índices auxiliares para a determinação de contaminação da água, pois conseguem sobreviver por tempo prolongado no ambiente aquático, podendo acusar até poluições remotas. São bactérias que vivem como simbioses no trato do intestino humano, e quando ingeridas, podem ser responsáveis por diarreias. Podem realizar reações de desnitrificação (em água), reação contrária de redução de compostos nitrogenados, transformando nitratos em amônia.

#### ***Coliformes termotolerantes***

As bactérias do grupo coliforme são consideradas os principais indicadores de contaminação fecal. O grupo coliforme é formado por um número de bactérias que inclui os generos *Klebsiella*, *Escherichia*, *Serratia*, *Erwenia* e *Enterobactéria*. Todas as bactérias coliformes são gran-negativas manchadas, de hastes não esporuladas que estão associadas com as fezes de animais de sangue quente e com o solo.

As bactérias coliformes termotolerantes reproduzem-se ativamente a 44,5°C e são capazes de fermentar o açúcar. O uso das bactérias coliformes termotolerantes para indicar poluição sanitária mostra-se mais significativo que o uso da bactéria coliforme "total", porque as bactérias fecais estão restritas ao trato intestinal de animais de sangue quente.

A determinação da concentração dos coliformes assume importância como parâmetro indicador da possibilidade da existência de microorganismos patogênicos, responsáveis pela transmissão de doenças de veiculação hídrica, tais como febre tifóide, febre paratífóide, desintéria bacilar e cólera.

### ***Cryptosporidium sp e Giardia sp***

As doenças parasitárias representam uma parcela significativa de casos de morbidade e mortalidade e, a *Giardia lamblia* e *Cryptosporidium parvum* estão entre os protozoários capazes de causar diarreias graves tanto em indivíduos imunocompetentes quanto imunodeficientes. A partir da década de 80, a preocupação com estes protozoários aumentou principalmente em relação aos casos de criptosporidiose. Dentre os vários modos de transmissão destas duas protozooses, a veiculação hídrica tem sido considerada a mais importante, sendo implicada na ocorrência de mais de cem surtos de gastroenterite por *Giardia* e *Cryptosporidium*, de acordo com relatos nos Estados Unidos, Canadá e países da Europa nos últimos 25 anos.

Nos Estados Unidos, o "Federal Register" estabelece para essas águas um limite máximo de 10 cistos por litro de água bruta. Os coliformes termotolerantes podem não ser bons indicadores da presença destes protozoários. Outro importante aspecto que justifica a avaliação dos protozoários em águas reside no fato de que estes não são eliminados pela ação do cloro.

### ***Streptococos Fecais***

Os estreptococos fecais constituem um grupo de bactérias, cujo habitat normal é o trato intestinal humano e de outros animais de sangue quente. Estas bactérias não conseguem se multiplicar em águas poluídas, sendo sua presença indicativa de contaminação fecal recente, apresentando o risco de encontrar organismos patogênicos. As espécies contidas no grupo dos estreptococos fecais apresentam diferentes graus de resistência às condições ambientais. Assim, as espécies do sub-grupo dos enterococos apresentam maior resistência, possuem habilidade de crescer em pH de até 9,6, na presença de cloreto de sódio, na concentração de 6,5% e às temperaturas de 10 e 45°C. Os **enterococos** constituem um subgrupo dos estreptococos fecais no qual são incluídas as seguintes espécies: *Enterococcus faecalis*, *Enterococcus faecium*, *Enterococcus avium* e *Enterococcus gallinarum*. Estas espécies diferenciam-se dos outros estreptococos fecais pela sua capacidade de crescimento tanto a 10°C como a 45°C, em pH = 9,6 e em concentrações de 6,5% de cloreto de sódio.

Os enterococos são comumente encontrados em fezes humanas e de outros animais homeotérmicos, sendo utilizados na caracterização da qualidade microbiológica da água como indicador de contaminação fecal e da possível presença de patógenos entéricos.

Nos últimos anos, tem havido um interesse crescente em termos de utilização dos enterococos na avaliação da qualidade de águas destinadas à recreação de contato primário, tanto marinhas como doces. Esse interesse é decorrente dos resultados de extensos estudos epidemiológicos, que demonstraram a superioridade deste grupo de bactérias – em relação a outros indicadores microbiológicos empregados para essa finalidade – no que se refere à melhor correlação observada entre as densidades dos enterococos nas águas recreacionais analisadas e a ocorrência de doenças gastrointestinais entre os nadadores. Nesse sentido, são os seguintes os limites recomendados pela "Environmental Protection Agency" dos Estados Unidos, quanto à densidade de enterococos em águas recreacionais: 35 enterococos / 100mL para águas marinhas e 33 enterococos / 100mL para águas doces, sendo esses limites, em ambos os casos, baseados na média geométrica de pelo menos cinco amostras colhidas no período de um mês.

### ▫ *Variáveis Ecotoxicológicas*

#### ***Sistema Microtox***

O resultado do teste de toxicidade aguda com bactérias luminescentes é expresso em CE20, que indica a concentração efetiva da amostra que causa 20% de redução na quantidade de luz emitida pelo microrganismo, após 15 minutos de contato a 15°C. Quanto menor este valor, maior a toxicidade da amostra. A CETESB mantém, desde 1998, o teste de toxicidade aguda com a bactéria luminescente *Vibrio fischeri*, que permite avaliar a toxicidade aguda de uma amostra de água, apesar dos valores baixos de oxigênio dissolvido. Nesse teste, a toxicidade é avaliada através da redução na quantidade de luz emitida pelo microrganismo-teste.

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

No ano de 2002, o teste de toxicidade crônica foi aplicado em todos os pontos da Rede de Monitoramento, onde o nível de oxigênio dissolvido manteve-se acima de 4,0 mg/L, uma vez que esta concentração é fator limitante para a ocorrência da vida aquática. Já o teste de toxicidade aguda (sistema Microtox), conforme salientado, contemplou os seguintes corpos d'água - Rios Tietê, Pinheiros, Aricanduva e Tamanduateí e Ribeirão dos Meninos. Esses recursos estão enquadrados na classe 4 e, portanto, apresentam níveis baixíssimos de OD.

### **Teste de mutagenicidade (Ames)**

O teste de Ames foi introduzido na Rede de Monitoramento da CETESB em 1998, com o propósito de aprimorar a avaliação dos corpos de água, com relação à presença de substâncias orgânicas, tais como aminas aromáticas, hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (PAHs), entre outras, em níveis que possam causar mutagenicidade. Este teste é realizado utilizando cepas de *Salmonella typhimurium* auxotróficas para histidina, com capacidade de detectar mutações de ponto. As cepas mutantes empregadas neste teste são as linhagens TA98 e YG1042. A linhagem YG1042 detecta mutágenos que causam substituição de pares de base do DNA, sendo capaz de detectar os mesmos compostos que a TA100, mas possuindo ainda grande sensibilidade a compostos do tipo nitroarenos e aminas aromáticas. Já a linhagem TA98 detecta mutágenos que causam deslocamento do quadro de leitura do DNA.

Sua aplicação permite detectar, nos corpos de água monitorados, a presença de compostos com tais efeitos. Sendo assim, com os resultados obtidos pelo teste de Ames pode-se priorizar os locais onde se deva realizar um estudo mais detalhado das possíveis fontes de contaminação, realizando inclusive novos bioensaios, bem como determinações químicas dos compostos orgânicos possivelmente genotóxicos presentes nesses corpos de água. É importante também atentar ao fato de que a presença desses compostos na água bruta sugere níveis de tratamento diferenciados dessa água para o abastecimento público.

### **Ensaio de toxicidade**

Com vistas ao aprimoramento das informações referentes à qualidade das águas, a CETESB realiza, desde 1992, ensaios de toxicidade com organismos aquáticos. Esses ensaios consistem na determinação dos efeitos tóxicos, agudo ou crônico, causados por um ou por uma mistura de agentes químicos, sendo tais efeitos detectados por respostas fisiológicas de organismos vivos.

Na CETESB, para o monitoramento da qualidade das águas, é utilizado o ensaio de toxicidade com o organismo aquático *Ceriodaphnia dubia*. Um dos resultados desse ensaio é a avaliação do efeito agudo das águas, isto é, aquele mais severo e rápido que é caracterizado pela letalidade dos organismos dentro de um período de 48 horas. O outro resultado consiste na detecção do efeito crônico, que indica a ação de baixas concentrações de agentes químicos nas águas, o qual se traduz pela inibição da reprodução dos organismos dentro de um período de sete dias.

### 3.3 Metodologia Analítica

Na Tabela 5 a seguir são apresentadas as metodologias analíticas das variáveis avaliadas no monitoramento da CETESB.

Tabela 5 – Metodologias analíticas

Alumínio total	Espectrometria de absorção atômica chama óxido nitroso / acetileno (método 3030)
Bário total	Espectrometria de absorção atômica chama óxido nitroso / acetileno (método 3030)
Cádmio total	Espectrometria de absorção atômica chama Ar / acetileno (método 3030)
Chumbo total	Espectrometria de absorção atômica chama Ar / acetileno (método 3030)
Cobre total	Espectrometria de absorção atômica chama Ar / acetileno (método 3030)
Fenóis totais	Colometria com 4 amino-antipirina (método 5530)
Ferro total	Espectrometria de absorção atômica chama Ar / acetileno (método 3030)
Manganês total	Espectrometria de absorção atômica chama Ar / acetileno (método 3030)
Mercurio total	Espectrometria de absorção atômica com geração de vapor frio (3112)
Níquel total	Espectrometria de absorção atômica chama Ar / acetileno (método 3030)
Zinco total	Espectrometria de absorção atômica chama Ar / acetileno (método 3030)
Carbono orgânico dissolvido	Método de combustão infra-vermelho 5310
Estreptococos	Métodos de análises baseados na 20.ª edição do "Standard Methods for the examination of water and wastewater".
<i>Clostridium perfringens</i>	Normas CETESB L.5.212, L5.403 e método 1623.
<i>Cryptosporidium</i> sp	<i>Giardia e Cryptosporidium in Water by Filtration / ims / fa / 1999.</i>
<i>Giardia</i> sp	Método de análise segundo EPA - método 8260 A / B Volatile organics by chromatography / mass spectrometry – Standard Methods.
Potencial de Formação de Trihalometanos	Conforme norma técnica CETESB L5.306 – determinação de pigmentos fotossintetizantes Clorofila a - A, B, C e feofitina a.
Clorofila a e Feofitina a	Teste com microcrustáceo <i>Ceriodaphnia dubia</i> segundo pop 070-DAHI
Toxicidade	Métodos de análises baseados na 20.ª edição do "Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater"
Coliformes termotolerantes	Colorimetria automática com tiocianato de mercúrio – Método 4500-CL
Cloreto total	Colorimetria automática com molibdato de amônio e ácido ascórbico - Método 4500-P
Fósforo total	Colorimetria automática com salicilato de sódio
Nitrogênio amoniacal total	Colorimetria automática com salicilato de sódio, após digestão ácida em meio sulfúrico
Nitrogênio kjeldahl total	Colorimetria automática com N (1-naftil) etilenodiamina e sulfanilamida, após redução em coluna de Cádmio - Método 4500-NO <sub>3</sub>
Nitrogênio Nitrato Total	Método turbidimétrico - Método 2130
Turbidez	19.ª Edição do "Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA - AWWA – WEF"
DBO <sub>5,20</sub>	19.ª Edição do "Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA – AWWA – WEF"
DQO	Método de análise segundo EPA – método 8260 A/B volatile organics by gas chromatography / mass spectrometry (CG/MS)
1,2 Dicloroetano	Método de análise segundo EPA - método 8260 A/B volatile organics by gas chromatography / mass spectrometry (CG/MS)
Clorofórmio	Método de análise segundo EPA - método 8260 A/B volatile organics by gas chromatography / mass spectrometry (CG/MS)
Tetra Cloreto de Carbono	Método de análise segundo EPA-método 8260 A/B volatile organics by gas chromatography / mass spectrometry (CG/MS)
Tetracloroetileno	Método de análise segundo EPA-método 8260 A/B volatile organics by gas chromatography / mass spectrometry (CG/MS)
Tricloroetileno	Método de análise segundo EPA-método 8260 A/B volatile organics by gas chromatography / mass spectrometry (CG/MS)
Teste de Ames	Método de análise baseado na Norma Técnica CETESB L5.241
Cromo total	Espectrometria de absorção atômica – chama óxido nitroso / acetileno – Método 3030
Potássio total	Espectrometria de emissão atômica – chama ar/acetileno – Método 3500-K, item D
Sódio Total	Espectrometria de emissão atômica – chama ar/acetileno – Método 3500-Na, item D
Enterococos	Métodos de análise baseados na 20.ª Edição do "Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA - AWWA – WEF", segundo Normas Técnicas CETESB L5.212 e L5-403
Óleos e Graxas	Métodos de análise, coleta e preservação das amostras baseados na 19.ª Edição do "Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA – AWWA – WEF"
Fluoreto Total	Potenciometria com eletrodo íon-seletivo (Método 4500-F, item C)
Demais parâmetros	Métodos de análises baseados na 20.ª edição do "Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater – APHA – AWWA – WPCF –1998"

## 4 Balneabilidade das praias interiores

O Programa de Balneabilidade das Praias da CETESB está estruturado para atender às especificações da Resolução CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente, que define critérios para a classificação de águas destinadas à recreação de contato primário.

O monitoramento é realizado semanalmente nos dois principais reservatórios da Região Metropolitana de São Paulo: Guarapiranga e Billings, que recebem nos finais de semana uma população superior a 40.000 pessoas nos períodos mais quentes do ano. Através de coletas de água e posteriores análises bacteriológicas (*Escherichia coli*), emite-se semanalmente um boletim contendo a classificação das praias quanto à sua qualidade em termos de balneabilidade, que é divulgado através da imprensa e distribuído às autoridades municipais, órgãos estaduais responsáveis pela saúde pública, saneamento básico e ambiental e, também, aos órgãos de desenvolvimento turístico. São também monitorados alguns reservatórios do Sistema Cantareira a saber: Paulo de Paiva Castro, Barragem Cascatinha, Cachoeira, Jaguari e Atibainha, além do Reservatório de Itupararanga no município de Ibiúna.

#### 4.1 Critérios para avaliação da balneabilidade

O principal problema do monitoramento da qualidade da água de um determinado local é o estabelecimento de indicadores adequados e a definição dos critérios a serem adotados para avaliação da balneabilidade. Procura-se relacionar o risco potencial de se contrair doenças infecciosas com o uso do ambiente aquático para recreação. Esses critérios devem sempre referir-se ao bem estar, à segurança e à saúde da população.

Segundo Geldreich (1978), uma vez descoberto o fato de que as bactérias patogênicas transmitidas através da água contaminada eram responsáveis por uma série de infecções intestinais, foram desenvolvidos testes bacteriológicos capazes de indicar a contaminação fecal da água.

Analisar todos os microrganismos veiculados pela água associados a doenças é inviável, tanto em termos do tempo necessário, quanto pelo alto custo envolvido. Por esta razão, é uma prática comum monitorar uma bactéria, normalmente não patogênica, presente em altas densidades nas fezes humanas e animais. A presença de altas concentrações dessa bactéria no meio aquático é indicativo de contaminação fecal e da possível presença de patógenos entéricos. Os melhores indicadores da presença de patógenos entéricos em fontes de poluição fecal devem ter as seguintes propriedades (Cabelli *et al.*, 1983):

- estarem presentes em águas contaminadas por material fecal em densidades mais elevadas que os patógenos
- serem incapazes de crescer em ambientes aquáticos mas capazes de sobreviver por mais tempo que os microrganismos patogênicos
- apresentarem resistência igual ou maior que os patógenos aos processos de desinfecção
- serem facilmente enumerados por técnicas precisas
- serem aplicáveis a todos os tipos de águas recreacionais naturais (doce, estuarina e marinha)
- estarem ausente em águas não poluídas e associados exclusivamente a despejos de fezes animais e humanas
- apresentarem densidade diretamente correlacionada com o grau de contaminação fecal
- apresentarem densidade quantitativamente relacionada as doenças associadas a banhistas

Esse conjunto de características constitui uma definição teórica de um indicador, pois nenhum tipo de bactéria preenche totalmente esses requisitos. Entretanto, essas características restringem os indicadores a alguns grupos de bactérias.

Como indicador de poluição fecal recente, os coliformes termotolerantes apresentam-se em grandes densidades nas fezes, sendo, portanto, facilmente isolados e identificados na água por técnicas simples e pouco onerosas, além de apresentarem sobrevivência praticamente semelhante àquela das bactérias enteropatogênicas. No

entanto, a presença de coliformes termotolerantes nas águas não confere a estas uma condição infectante. Este sub-grupo das bactérias coliformes não apresenta caráter deletério à saúde humana, apenas indica a possibilidade da presença de outros organismos patogênicos.

Assim, altas densidades de coliformes termotolerantes em águas recreacionais indicam um elevado nível de contaminação por esgotos, o que poderá colocar em risco a saúde dos banhistas e cujas conseqüências são imprevisíveis, dependendo, basicamente, da saúde da população que gera esses esgotos e do grau de imunidade dos usuários.

Além dos indicadores utilizados para o monitoramento das águas, outros fatores podem afetar a balneabilidade das mesmas, ou seja, quando ocorrerem circunstâncias que desaconselhem a recreação de contato primário, tais como a presença de óleo provocada por derramamento acidental de petróleo, floração de algas tóxicas ou doenças de veiculação hídrica.

## 4.2 Fatores que influem na balneabilidade

Conforme mencionou-se anteriormente, o parâmetro utilizado como indicador básico para a classificação das praias quanto à sua balneabilidade em termos sanitários é a densidade de *E. coli*.

Fatores circunstanciais, tais como a incidência de surtos epidêmicos de doenças consideradas de veiculação hídrica, derrame acidental com produtos químicos, ocorrência de proliferação de algas, poderão tornar, temporariamente, uma região Imprópria para recreação de contato primário. No caso dos reservatórios a frequência de ocorrência de proliferação de algas, potencialmente tóxicas, é muito elevada em função da grande quantidade de matéria orgânica e nutrientes presentes nestes sistemas, advindos de efluentes domésticos e industriais, fertilizantes agrícolas e de outras fontes. Desta forma, muitas vezes as praias interiores são classificadas como Impróprias exclusivamente pela elevada presença de algas.

Diversos são os fatores que condicionam a presença de esgotos nas praias e entre eles pode-se citar, como os mais relevantes, a existência de sistemas de coleta e disposição dos despejos domésticos gerados nas proximidades, a existência de cursos de água afluindo ao reservatório, a afluência turística durante os períodos de temporada, a fisiografia do local e a ocorrência de chuvas .

A presença de cursos de água afluindo ao reservatório é um indicativo de condições de balneabilidade suspeitas. Na maioria das vezes, mesmo galerias de drenagem e córregos formados em nascentes próximas, ou ainda filetes de água que se supõem carrearem águas de boa qualidade, recebem lançamentos clandestinos no seu curso, causando afluência ao reservatório de grande quantidade de esgotos. Assim, é de fundamental importância o conhecimento das características hidrológicas e sanitárias de todos os cursos de água que afluem a um reservatório para uma melhor compreensão das condições de balneabilidade do mesmo.

As chuvas constituem-se em uma das principais causas da deterioração da qualidade das praias. Esgotos, lixos e outros detritos são carregados através de galerias, córregos e canais de drenagem na ocorrência de chuvas, produzindo, assim, um aumento considerável na densidade de bactérias nas águas utilizadas para fins recreacionais.

## 4.3 Aspectos de saúde pública

Corpos de água contaminados por esgoto doméstico ao atingirem as águas podem expor os banhistas a bactérias, vírus e protozoários. Crianças e idosos, ou pessoas com baixa resistência são as mais suscetíveis a desenvolver doenças ou infecções após o banho em águas contaminadas.

Do ponto de vista da saúde pública, é importante considerar não apenas a possibilidade da transmissão de doenças de veiculação hídrica aos banhistas (febre tifóide, gastroenterite, hepatite A infecciosa, cólera, entre outras), como também a ocorrência de organismos patogênicos oportunistas, responsáveis por dermatoses e outras doenças não afetas ao trato intestinal (conjuntivite, otite e doenças das vias respiratórias).

As doenças relacionadas ao banho, em geral, requerem tratamento simples ou nenhum, respondem rapidamente ao tratamento e não possuem efeitos de longo prazo na saúde das pessoas. A doença mais comum associada à água poluída por esgoto é a gastroenterite. Ela ocorre numa grande variedade de formas e pode apresentar um ou mais dos seguintes sintomas: enjôo, vômitos, dores de estômago, diarreia, dor de cabeça e febre. Outras doenças menos graves incluem infecções de olhos, ouvidos, nariz e garganta. Em locais contaminados os banhistas podem estar expostos a doenças mais graves, como disenteria, hepatite A, cólera e febre tifóide.

Considerando-se as diversas variáveis intervenientes na balneabilidade das praias e sua relação com a possibilidade de riscos à saúde dos freqüentadores, é recomendável :

- evitar o banho nas praias que forem classificadas como Impróprias;
- evitar o uso dos cursos de água que afluem aos reservatórios;
- evitar o uso das praias que recebem corpos de água cuja qualidade é desconhecida;
- evitar a ingestão de água, com redobrada atenção para com as crianças e idosos, que são mais sensíveis e menos imunes do que os adultos;
- não levar animais à praia.

## 5 Índices de qualidade das águas

Os índices e indicadores ambientais nasceram como resultado da crescente preocupação social com os aspectos ambientais do desenvolvimento, processo este que requer um número cada vez maior de informações em graus de complexidade cada vez maiores. Por outro lado, os indicadores tornaram-se fundamentais no processo decisório das políticas públicas e no acompanhamento de seus efeitos. Esta dupla vertente, apresenta-nos o desafio permanente de gerar indicadores e índices que tratem um número cada vez maior de informações, de forma sintética e acessível, para os tomadores de decisão.

Nessa linha, a CETESB utiliza desde 1975 o Índice de Qualidade das Águas – IQA, com vistas a servir de informação básica de qualidade de água para o público em geral, bem como para o gerenciamento ambiental das 22 UGRHs – Unidades de Gerenciamento dos Recursos Hídricos em que se divide o Estado de São Paulo.

As principais vantagens do índice são a facilidade de comunicação com o público não técnico, o *status* maior do que os parâmetros individuais e o fato de representar uma média de diversas variáveis em um único número, combinando unidades de medidas diferentes em um única unidade. No entanto, sua principal desvantagem consiste na perda de informação das variáveis individuais e da interação entre as mesmas. O índice, apesar de fornecer uma avaliação integrada, jamais substituirá uma avaliação detalhada da qualidade das águas de uma determinada bacia hidrográfica.

Os parâmetros de qualidade, que fazem parte do cálculo do IQA refletem, principalmente, a contaminação dos corpos hídricos ocasionada pelo lançamento de esgotos domésticos. É importante também salientar que este índice foi desenvolvido para avaliar a qualidade das águas, tendo como determinante principal a sua utilização para o abastecimento público, considerando aspectos relativos ao tratamento dessas águas.

A crescente urbanização e industrialização de algumas regiões do Estado de São Paulo tem como conseqüência um maior comprometimento da qualidade das águas dos rios e reservatórios, devido, principalmente, à maior complexidade de poluentes que estão sendo lançados no meio ambiente e à deficiência do sistema de coleta e tratamento dos esgotos gerados pela população.

Tanto na Legislação Estadual (Decreto Estadual N.º 8468/76) quanto na Federal (Resolução CONAMA N.º 20/86), está estabelecido que os usos preponderantes do recurso hídrico são, dentre outros:

- abastecimento público e
- a preservação do equilíbrio das comunidades aquáticas.

Sendo assim, a qualidade da água, obtida através do IQA, apresenta algumas limitações, entre elas a de considerar apenas a sua utilização para o abastecimento público. Além disso, mesmo considerando-se esse fim específico, o índice não contempla outros parâmetros, tais como: metais pesados, compostos orgânicos com potencial mutagênico, substâncias que afetam as propriedades organolépticas da água e o potencial de formação de trihalometanos das águas de um manancial.

Visando superar estas limitações, foi aprovada, em 13 de agosto de 1998, a Resolução SMA/65, que criou o Índice de Qualidade de Águas Brutas para Fins de Abastecimento Público (IAP) e o Índice de Preservação da Vida Aquática (IVA). Em função dessa Resolução criou-se um Grupo de Trabalho multi-institucional que contou com a participação de técnicos da CETESB (indicados através do Ofício 0652/98/P de 25/8/98), da SMA, da SABESP e da USP, para a revisão dos índices de qualidade da água.

Os dois novos índices propostos, IAP e IVA foram validados por meio de sua aplicação aos dados da Rede de Monitoramento de 1999, e discutidos o mais amplamente possível dentro do Sistema Ambiental, bem como com organizações governamentais e não-governamentais e universidades. Essa publicação complementar, em outubro de 2001, foi encaminhada a especialistas para avaliação técnica, objetivando a validação e incorporação de novas contribuições. No decorrer desses anos, estes índices também foram divulgados em revistas científicas, apresentados e discutidos em diversos encontros técnicos.

O IAP, comparado com o IQA, é um índice mais fidedigno da qualidade da água bruta a ser captada, a qual, após tratamento, será distribuída para a população. Do mesmo modo, o IVA foi considerado um indicador mais adequado da qualidade da água visando a proteção da vida aquática, por incorporar, com ponderação mais significativa, parâmetros mais representativos, especialmente a toxicidade e a eutrofização. Observou-se, ainda, que ambos os índices poderão ser aprimorados com o tempo, com a supressão ou inclusão de parâmetros de interesse.

O Índice de Qualidade das Águas, de que trata o artigo 4º da Resolução SMA-65, deve refletir a qualidade das águas para seus múltiplos usos, de forma que o Grupo de Trabalho incluiu o índice de Balneabilidade, por avaliar as condições da água para fins de recreação de contato primário.

Assim, o Índice de Qualidade das Águas deverá ser composto pelo:

- Índice de Preservação da Vida Aquática (IVA);
- Índice de Qualidade de Águas Brutas para Fins de Abastecimento Público (IAP) e
- Índice de Balneabilidade (IB).

Nos pontos dos Monitoramentos Regionais das Bacias do Piracicaba I e II, do Paraná e da Baixada Santista são avaliados pacotes reduzidos de parâmetros de qualidade, em função das características regionais, tornando-se assim inviável o cálculo dos novos índices para estes pontos.

## 5.1 Índice de Qualidade das Águas Brutas para fins de Abastecimento Público – IAP

O IAP será o produto da ponderação dos resultados atuais do IQA (Índice de Qualidade de Águas) e do ISTO (Índice de Substâncias Tóxicas e Organolépticas), que é composto pelo grupo de substâncias que afetam a qualidade organoléptica da água, bem como de substâncias tóxicas, incluindo metais, além de resultados do teste de Ames (Genotoxicidade) e do Potencial de Formação de Trihalometanos (THMPF). Assim, o índice será composto por três grupos principais de parâmetros:

- **IQA** – grupo de parâmetros básicos (temperatura da água, pH, oxigênio dissolvido, demanda bioquímica de oxigênio, coliformes termotolerantes, nitrogênio total, fósforo total, resíduo total e turbidez);
- **ISTO** - a) Parâmetros que indicam a presença de substâncias tóxicas (teste de mutagenicidade, potencial de formação de trihalometanos, cádmio, chumbo, cromo total, mercúrio e níquel) e

- b) Grupo de parâmetros que afetam a qualidade organoléptica (fenóis, ferro, manganês, alumínio, cobre e zinco).

□ **IQA - Índice de Qualidade das Águas**

A partir de um estudo realizado em 1970 pela "National Sanitation Foundation" dos Estados Unidos, a CETESB adaptou e desenvolveu o IQA – Índice de Qualidade das Águas, que incorpora 9 parâmetros considerados relevantes para a avaliação da qualidade das águas, tendo como determinante principal a utilização das mesmas para abastecimento público.

A criação do IQA baseou-se numa pesquisa de opinião junto a especialistas em qualidade de águas, que indicaram os parâmetros a serem avaliados, o peso relativo dos mesmos e a condição com que se apresenta cada parâmetro, segundo uma escala de valores "rating". Dos 35 parâmetros indicadores de qualidade de água inicialmente propostos, somente 9 foram selecionados. Para estes, a critério de cada profissional, foram estabelecidas curvas de variação da qualidade das águas de acordo com o estado ou a condição de cada parâmetro. Estas curvas de variação, sintetizadas em um conjunto de curvas médias para cada parâmetro, bem como seu peso relativo correspondente, são apresentados na Figura 4.

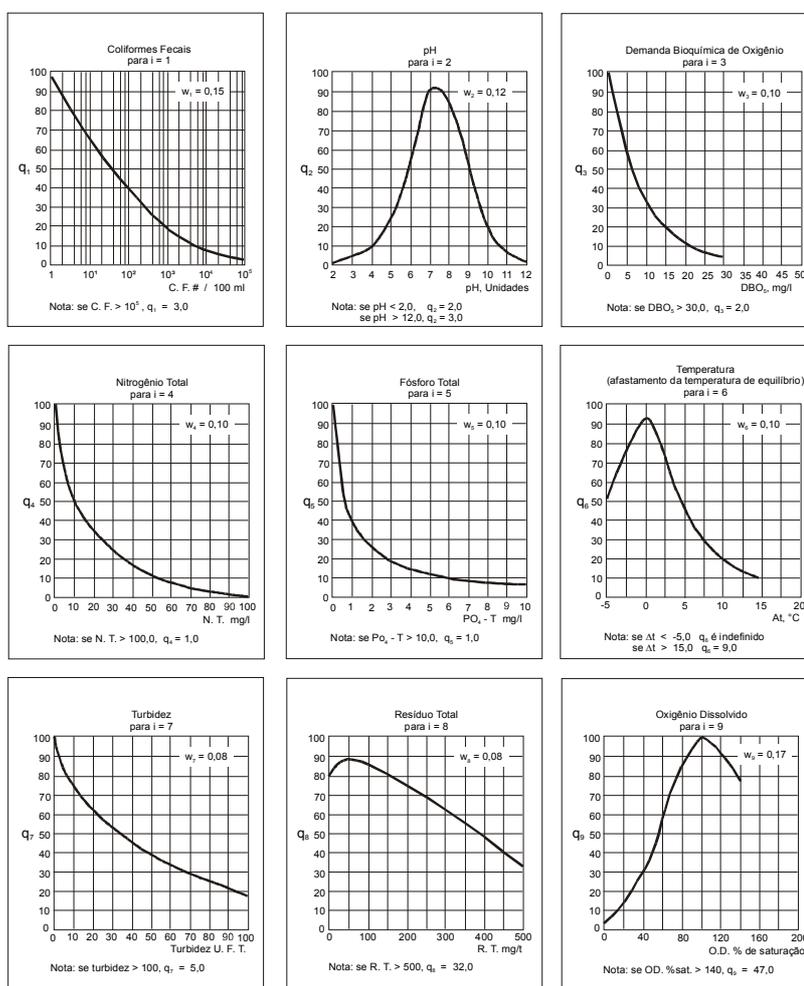


Figura 4 – Curvas Médias de Variação de Qualidade das Águas

O IQA é calculado pelo produtório ponderado das qualidades de água correspondentes aos parâmetros: temperatura da amostra, pH, oxigênio dissolvido, demanda bioquímica de oxigênio (5 dias, 20°C), coliformes termotolerantes, nitrogênio total, fósforo total, resíduo total e turbidez.

A seguinte fórmula é utilizada:

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

onde:

- IQA** : Índice de Qualidade das Águas, um número entre 0 e 100;  
**qi** : qualidade do i-ésimo parâmetro, um número entre 0 e 100, obtido da respectiva "curva média de variação de qualidade", em função de sua concentração ou medida e  
**wi** : peso correspondente ao i-ésimo parâmetro, um número entre 0 e 1, atribuído em função da sua importância para a conformação global de qualidade, sendo que:

$$\sum_{i=1}^n w_i = 1$$

em que:

- n** : número de parâmetros que entram no cálculo do IQA.

No caso de não se dispor do valor de algum dos 9 parâmetros, o cálculo do IQA é inviabilizado.

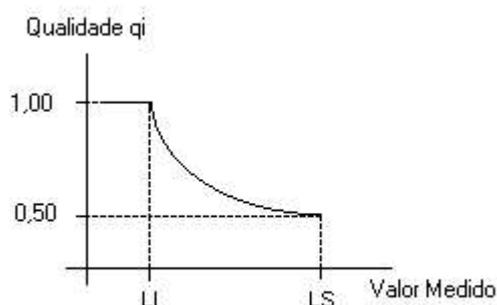
A partir do cálculo efetuado, pode-se determinar a qualidade das águas brutas que, indicada pelo IQA numa escala de 0 a 100.

#### □ ***ISTO - Índice de Substâncias Tóxicas e Organolépticas***

Os parâmetros que indicam a presença de substâncias tóxicas e que afetam a qualidade organoléptica são agrupados de maneira a fornecer o Índice de Substâncias Tóxicas e Organoléptica (ISTO), que será utilizado para determinar o IAP, a partir do IQA original.

Para cada parâmetro incluído no ISTO são estabelecidas curvas de qualidade, que atribuem ponderações variando de 0 a 1.

As curvas de qualidade, representadas através dos parâmetros potencial de formação de trihalometanos, metais e fenóis (Figura 5) foram construídas utilizando-se dois níveis de qualidade, que associam os valores numéricos 1.0 e 0.5, respectivamente, ao limite inferior (LI) e ao limite superior (LS).



onde,

$$q_i = 1 ; \text{ se Valor Medido} \leq LI$$

senão,

$$q_i = 0,5 \frac{(\text{Valor Medido} - LI)}{(LS - LI)}$$

Figura 5 – Curva de qualidade padrão para os parâmetros incluídos no ISTO, com exceção feita ao parâmetro teste de Ames.

As faixas de variação de qualidade (q), que são atribuídas aos valores medidos para o potencial de formação de trihalometanos, para os metais e para os fenóis que compõem o ISTO, refletem as seguintes condições de qualidade da água bruta destinada ao abastecimento público:

- **qi = 1:** águas adequadas para o consumo humano. Atendem aos padrões de potabilidade da Portaria 1469 do Ministério da Saúde em relação aos parâmetros avaliados.

- $0,5 \leq q_i < 1$ : águas adequadas para tratamento convencional. Atendem aos padrões de qualidade da classe 3 da Resolução CONAMA 20/86 em relação aos parâmetros determinados.
- $q_i < 0,5$ : águas que não devem ser submetidas apenas a tratamento convencional. Não atendem aos padrões de qualidade da classe 3 da Resolução CONAMA 20/86 em relação aos parâmetros avaliados.

Desta forma, o limite inferior para cada um desses parâmetros foi considerado como sendo os padrões de potabilidade estabelecidos na Portaria 1469 do Ministério da Saúde. Como nesta documentação não se prioriza padrão de potabilidade para o níquel, foi adotado o padrão de consumo humano estabelecido pela OMS.

Para o limite superior, foram adotados os padrões de qualidade de classe 3 estabelecidos na Resolução CONAMA 20/86 ou no Regulamento da Lei Estadual 977, aprovado pelo Decreto Estadual 8468. É importante ressaltar que a equação da curva de qualidade, para cada um desses determinantes, exige que os padrões de qualidade da classe 3 sejam números maiores que os limites inferiores. Portanto, para os parâmetros não regulados na Legislação Federal nem na Estadual, como o potencial de formação de trihalometanos, ou com padrões de qualidade iguais aos limites inferiores, como o níquel e o zinco, ou ainda com padrões de qualidade inferiores aos limites inferiores, como o alumínio e o cobre, foram adotados níveis que são passíveis de serem removidos através de tratamento convencional. Segundo resultados verificados na literatura (DRINKING WATER AND HEALTH, 1977), pode-se verificar que as taxas de remoção destes metais, obtidas na etapa de coagulação química, são de 30% para o níquel e o zinco, 75% para o cobre e 90% para o alumínio, o que representa uma remoção significativa para os níveis normalmente verificados na água bruta.

Na Tabela 6, a seguir, são apresentados os limites inferiores e superiores adotados para os parâmetros metais pesados e fenóis.

Tabela 6 – Limites Superiores e Inferiores – metais pesados e fenóis.

Grupo	Parâmetro	Unidade	Limite Inferior	Limite Superior
Tóxicos	Cádmio	mg/L	0,005	0,01
	Chumbo	mg/L	0,05	0,10
	Cromo Total	mg/L	0,05	0,50
	Níquel	mg/L	0,05	0,07
	Mercurio	mg/L	0,001	0,002
Organolépticos	Fenóis	mg/L	0,0001	0,3
	Zinco	mg/L	5	7
	Ferro	mg/L	0,3	5
	Manganês	mg/L	0,1	0,5
	Alumínio	mg/L	0,2	2
	Cobre	mg/L	1	4

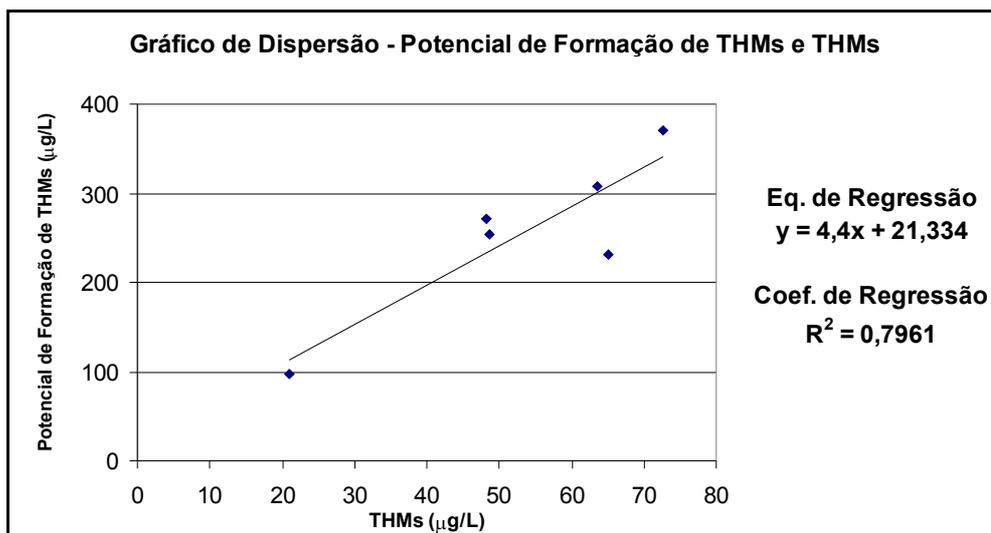
Para se determinar o valor numérico referente ao teste de Ames ( $q_{TA}$ ), na forma normatizada, utiliza-se uma curva de qualidade diferenciada dos demais parâmetros, segundo a formulação apresentada no quadro abaixo:

$$Q_{TA} = (1 - (0,25 * \text{Log}(\text{Revertentes/L}))) , \text{ para } 100 < \text{Revertentes/L} < 10.000$$

$$\text{Se : } 0 < \text{Revertentes/L} < 100 \rightarrow q_{TA} = 0,50$$

$$\text{Se : } \text{Revertentes/L} > 10.000 \rightarrow q_{TA} = 0,00$$

No caso do potencial de formação de THMs, foi estabelecida uma equação de regressão linear entre as variáveis potencial de formação de THMs, na água bruta, e trihalometanos, na água tratada. O potencial de formação de THMs é avaliado no monitoramento rotineiro da CETESB, enquanto que as medidas de trihalometanos foram obtidas da SABESP. A equação de regressão foi obtida a partir dos valores médios (1997 a 2002) destas duas variáveis, considerando os mananciais do Guarapiranga, Rio Grande, Cantareira, Baixo Cotia, Alto Cotia e Alto Tietê. A seguir é apresentada a equação de regressão, bem com o coeficiente de regressão.



Tanto o limite superior quanto o inferior do potencial de formação de THMs foram obtidos por meio desta equação. O limite superior do potencial foi estimado para a concentração de THMs da Portaria 1469, que é 100 µg/L, enquanto que o inferior, foi estimado a partir do nível de THMs estabelecido na legislação norte americana, que é 80 µg/L. O limite superior do potencial de formação de THMs forneceu um valor de 461 µg/L e o inferior, 373 µg/L.

Portanto, através das curvas de qualidade, determinam-se os valores de qualidade normalizados, q (número variando entre 0 e 1), para cada um dos parâmetros do ISTO, que estão incluídos ou no grupo de substâncias tóxicas, ou no grupo de organolépticas.

A ponderação do grupo de substâncias tóxicas (ST) é obtida através da multiplicação dos dois valores mínimos mais críticos do grupo de parâmetros que indicam a presença dessas substâncias na água:

$$ST = \text{Mín-1} (q_{TA}; q_{THMFP}; q_{Cd}; q_{Cr}; q_{Pb}; q_{Ni}; q_{Hg}) \times \text{Mín-2} (q_{TA}; q_{THMFP}; q_{Cd}; q_{Cr}; q_{Pb}; q_{Ni}; q_{Hg})$$

A ponderação do grupo de substâncias organolépticas (SO) é obtida através da média aritmética das qualidades padronizadas dos parâmetros pertencentes a este grupo:

$$SO = \text{Média Aritmética} (q_{\text{fenóis}}; q_{Al}; q_{Cu}; q_{Zn}; q_{Fe}; q_{Mn})$$

#### □ Cálculo do ISTO

O ISTO é resultado do produto dos grupos de substâncias tóxicas e as que alteram a qualidade organoléptica da água, como descrito abaixo:

$$ISTO = ST \times SO$$

#### □ Cálculo do IAP

O IAP deverá ser calculado a partir do produto entre o antigo IQA e o ISTO, segundo a seguinte expressão:

$$IAP = IQA \times ISTO$$

O índice descreverá cinco classificações, que se encontram relacionadas a seguir:

*Qualidade Ótima*  $79 < IAP \leq 100$

*Qualidade Boa*  $51 < IAP \leq 79$

*Qualidade Regular*  $36 < IAP \leq 51$

Qualidade Ruim  $19 < IAP \leq 36$

Qualidade Péssima  $IAP < 19$

O IAP completo será designado como sendo aquele que inclui no grupo de Substâncias Tóxicas (ST) do ISTO, o Teste de Ames e o Potencial de Formação de THM, e será aplicado para todos os pontos da Rede de Monitoramento que são utilizados para abastecimento público. Nos demais pontos, o IAP será calculado excluindo-se tais parâmetros.

Parte dos parâmetros do ISTO apresentam frequência semestral, uma vez que os dados históricos dos mesmos retratam concentrações baixas nas águas. Sendo assim, nos meses onde não existem resultados para esses parâmetros, o ISTO será calculado desconsiderando tais ausências.

## 5.2 Índice de qualidade de água para proteção da vida aquática – IVA

O IVA (Zagatto *et al.*, 1999) tem o objetivo de avaliar a qualidade das águas para fins de proteção da fauna e flora em geral, diferenciado, portanto, de um índice para avaliação da água para o consumo humano e recreação de contato primário. O IVA leva em consideração a presença e concentração de contaminantes químicos tóxicos, seu efeito sobre os organismos aquáticos (toxicidade) e dois dos parâmetros considerados essenciais para a biota (pH e oxigênio dissolvido), parâmetros esses agrupados no IPMCA – Índice de Parâmetros Mínimos para a Preservação da Vida Aquática, bem como o IET – Índice do Estado Trófico de Carlson modificado por Toledo. Desta forma, o IVA fornece informações não só sobre a qualidade da água em termos ecotoxicológicos, como também sobre o seu grau de trofia.

### ▣ IPMCA - Índice de Parâmetros Mínimos para a Preservação da Vida Aquática

O IPMCA é composto por dois grupos de parâmetros:

- grupo de substâncias tóxicas (cobre, zinco, chumbo, cromo, mercúrio, níquel, cádmio, surfactantes e fenóis). Neste grupo foram incluídos os parâmetros que são atualmente avaliados pela Rede de Monitoramento de Qualidade das Águas Interiores do Estado de São Paulo, e que identificam o nível de contaminação por substâncias potencialmente danosas às comunidades aquáticas. Poderão ser incluídos novos parâmetros que venham a ser considerados importantes para a avaliação da qualidade das águas, mesmo em nível regional.
- grupo de parâmetros essenciais (oxigênio dissolvido, pH e toxicidade).

Para cada parâmetro incluído no IPMCA são estabelecidos três diferentes níveis de qualidade, com ponderações numéricas de 1 a 3 (Tabela 7), e que correspondem a padrões de qualidade de água estabelecidos pela Resolução CONAMA 20/86, e padrões preconizados pelas legislações americana (USEPA, 1991) e francesa (Code Permanent: Environnement et Nuisances, 1986), as quais estabelecem limites máximos permissíveis de substâncias químicas na água, com o propósito de evitar efeitos de toxicidade crônica e aguda à biota aquática.

Esses níveis refletem as seguintes condições de qualidade de água:

**Nível A:** Águas com características desejáveis para manter a sobrevivência e a reprodução dos organismos aquáticos. Atende aos padrões de qualidade da Resolução CONAMA 20/86 (ponderação 1).

**Nível B:** Águas com características desejáveis para a sobrevivência dos organismos aquáticos, porém a reprodução pode ser afetada a longo prazo (ponderação 2).

**Nível C:** Águas com características que podem comprometer a sobrevivência dos organismos aquáticos (ponderação 3).

Tabela 7 – Parâmetros componentes do IPMCA e suas ponderações, de acordo com os três níveis de qualidade.

Grupos	Parâmetros	Níveis	Faixa de variação	Ponderação
--------	------------	--------	-------------------	------------

Parâmetros	OD (mg/L)	A	≥ 5,0	1
		B	3,0 a 5,0	2
		C	< 3,0	3
Essenciais (PE)	pH (Sörensen)	A	6,0 – 9,0	1
		B	5,0 a < 6,0 e > 9,0 a 9,5	2
		C	< 5,0 e > 9,5	3
	Toxicidade	A	Não Tóxico	1
		B	Efeito Crônico	2
		C	Efeito Agudo	3
Substâncias Tóxicas (ST)	Cádmio (mg/L)	A	≤ 0,001	1
		B	> 0,001 a 0,005	2
		C	> 0,005	3
	Cromo (mg/L)	A	≤ 0,05	1
		B	> 0,05 a 1,00	2
		C	> 1,00	3
	Cobre (mg/L)	A	≤ 0,02	1
		B	> 0,02 a 0,05	2
		C	> 0,05	3
	Chumbo (mg/L)	A	≤ 0,03	1
		B	> 0,03 a 0,08	2
		C	> 0,08	3
Mercúrio (mg/L)	A	≤ 0,0002	1	
	B	> 0,0002 a 0,001	2	
	C	> 0,001	3	
Níquel (mg/L)	A	≤ 0,025	1	
	B	> 0,025 a 0,160	2	
	C	> 0,160	3	
Fenóis (mg/L)	A	≤ 0,001	1	
	B	> 0,001 a 0,050	2	
	C	> 0,050	3	
Surfactantes (mg/L)	A	≤ 0,5	1	
	B	> 0,5 a 1,0	2	
	C	> 1,0	3	
Zinco (mg/L)	A	≤ 0,18	1	
	B	> 0,18 a 1,00	2	
	C	> 1,00	3	

**Nível A:** Padrões de qualidade de água da Legislação Federal (CONAMA 20/86), para classes 1 e 2 (BRASIL, 1986).

**Níveis B e C:** Limites obtidos das legislações francesa e americana (CODE PERMANENT: ENVIRONNEMENT ET NUISANCES, 1986), (USEPA, 1991).

#### □ Cálculo do IPMCA

Dadas as ponderações para os parâmetros determinados em uma amostra de água, o IPMCA é calculado da seguinte forma:

$$\text{IPMCA} = \text{PE} \times \text{ST}$$

onde:

- **PE:** Valor da maior ponderação do grupo de parâmetros essenciais e
- **ST:** Valor médio das três maiores ponderações do grupo de substâncias tóxicas. Este valor é um número inteiro e o critério de arredondamento deverá ser o seguinte: valores menores que 0,5 serão arredondados para baixo e valores maiores ou iguais a 0,5 serão arredondados para cima.

O valor do IPMCA pode variar de 1 a 9, sendo subdividido em quatro faixas de qualidade, classificando as águas para proteção da vida aquática, conforme o quadro a seguir:

IPMCA	Qualidade da água
1	Boa
2	Regular
3 e 4	Ruim
≥ 6	Péssima

□ **IET - Índice do Estado Trófico**

O Índice do Estado Trófico tem por finalidade classificar corpos d'água em diferentes graus de trofia, ou seja, avalia a qualidade da água quanto ao enriquecimento por nutrientes e seu efeito relacionado ao crescimento excessivo das algas.

O Índice do Estado Trófico adotado será o índice clássico introduzido por Carlson modificado por Toledo *et al.* (1983) e Toledo (1990) que, através de método estatístico baseado em regressão linear, alterou as expressões originais para adequá-las a ambientes subtropicais. Este índice utiliza três avaliações de estado trófico em função dos valores obtidos para as seguintes variáveis: transparência (disco de Secchi), clorofila *a* e fósforo total.

Das três variáveis citadas foram aplicadas duas: clorofila *a* e fósforo total, uma vez que os valores de transparência, muitas vezes não são representativos do estado de trofia, tendo em vista que a transparência das águas pode estar relacionada à turbidez abiótica turbidez decorrente de material em suspensão, comum em reservatórios e rios do Estado de São Paulo e não apenas à alta densidade de organismos planctônicos.

Nesse índice, a parte correspondente ao fósforo, IET(P), deve ser entendida como uma medida do potencial de eutrofização, já que este nutriente atua como o agente causador do processo. A parte correspondente à clorofila *a*, IET(CL), por sua vez, deve ser considerada como uma medida da resposta do corpo hídrico ao agente causador, indicando de forma adequada o nível de crescimento de algas que tem lugar em suas águas. Assim, o índice médio engloba, de forma satisfatória, a causa e o efeito do processo. Deve-se ter em conta que num corpo hídrico, em que o processo de eutrofização encontra-se plenamente estabelecido, o estado trófico determinado pelo índice da clorofila *a* certamente coincidirá com o estado trófico determinado pelo índice do fósforo. Já nos corpos hídricos em que o processo esteja limitado por fatores ambientais, como a temperatura da água ou a baixa transparência, o índice relativo à clorofila *a* irá refletir esse fato, classificando o estado trófico em um nível inferior àquele determinado pelo índice do fósforo. Também no caso em que sejam aplicados algicidas, a conseqüente diminuição das concentrações de clorofila *a* resultará em uma redução na classificação obtida a partir do seu índice.

O Índice do Estado Trófico a ser utilizado no cálculo do IVA, será composto pelo Índice do Estado Trófico para o fósforo - IET(P), e o Índice do Estado Trófico para a clorofila *a* - IET(CL), modificados por Toledo, sendo:

$$IET(P) = 10 \{ 6 - [ \ln ( 80,32 / P ) / \ln 2 ] \}$$

$$IET(CL) = 10 \{ 6 - [ ( 2,04 - 0,695 \ln CL ) / \ln 2 ] \}$$

onde:

- P = concentração de fósforo total medida à superfície da água, em  $\mu$  g/L
- CL = concentração de clorofila *a* medida à superfície da água, em  $\mu$  g/L
- ln = logaritmo natural

A expressão do índice a ser utilizada será a seguinte :

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

onde:

- IET é a média aritmética simples dos índices relativos ao fósforo total e à clorofila *a*.

No caso de não haver resultados para o fósforo total ou para a clorofila *a*, o índice será calculado com o parâmetro disponível e considerado equivalente ao IET, devendo, apenas, constar uma observação junto ao resultado, informando que apenas um dos parâmetros foi utilizado. Para a classificação deste índice foram adotados os seguintes estados de trofia: oligotrófico, mesotrófico, eutrófico e hipereutrófico, conforme o quadro a seguir:

Critério	Estado Trófico	Especificação	Classes do IET
----------	----------------	---------------	----------------

IET ≤ 44	Oligotrófico	Corpos de água limpos, de baixa produtividade, em que não ocorrem interferências indesejáveis sobre os usos da água.	1
44 < IET ≤ 54	Mesotrófico	Corpos de água com produtividade intermediária, com possíveis implicações sobre a qualidade da água, mas em níveis aceitáveis, na maioria dos casos.	2
54 < IET ≤ 74	Eutrófico	Corpos de água com alta produtividade em relação às condições naturais, de baixa transparência, em geral afetados por atividades antrópicas, em que ocorrem alterações indesejáveis na qualidade da água e interferências nos seus múltiplos usos.	3
IET > 74	Hipereutrófico	Corpos de água afetados significativamente pelas elevadas concentrações de matéria orgânica e nutrientes, com comprometimento acentuado nos seus usos, podendo inclusive estarem associados a episódios florações de algas e de mortandade de peixes e causar conseqüências indesejáveis sobre as atividades pecuárias nas regiões ribeirinhas.	4

Em virtude da variabilidade sazonal dos processos ambientais que têm influência sobre o grau de eutrofização de um corpo hídrico, esse processo pode apresentar variações no decorrer do ano, havendo épocas em que se desenvolve de forma mais intensa e outras em que pode ser mais limitado. Em geral, no início da primavera, com o aumento da temperatura da água, maior disponibilidade de nutrientes e condições propícias de penetração de luz na água, é comum observar-se um incremento do processo, após o período de inverno, em que ele se mostrava menos intenso. Nesse sentido, a determinação do grau de eutrofização médio anual de um corpo hídrico não permitirá identificar de forma explícita as variações que ocorreram ao longo do período anual. Em outras palavras, um corpo hídrico que em certo mês do ano atingiu, por exemplo, o nível Eutrófico, segundo a classificação do índice, poderá ter a sua classificação média anual situada em um nível de eutrofização inferior, como Mesotrófico ou mesmo Oligotrófico, uma vez que o índice é calculado sobre as médias anuais das variáveis que o compõem (fósforo total e clorofila a).

#### □ Cálculo do IVA - Índice para a proteção da vida aquática

Durante o desenvolvimento do índice de qualidade proposto, foi considerado que a melhor denominação para o IVA proposto é a de Índice para a proteção da Vida Aquática ao invés de Índice para a preservação da Vida Aquática.

O IVA deverá ser calculado a partir do IPMCA e do IET, segundo a expressão:

$$IVA = (IPMCA \times 1,2) + IET$$

Na ausência do valor do IET, para efeito dos cálculos, o mesmo deverá ser igual à unidade.

O índice descreverá cinco classificações de qualidade, que se encontram relacionadas a seguir:

<i>Qualidade Ótima</i>	<i>IVA = 2,2</i>
<i>Qualidade Boa</i>	<i>IVA = 3,2</i>
<i>Qualidade Regular</i>	<i>3,4 ≤ IVA ≤ 4,4</i>
<i>Qualidade Ruim</i>	<i>4,6 ≤ IVA ≤ 6,8</i>
<i>Qualidade Péssima</i>	<i>IVA &gt; 7,6</i>

De acordo com as legislações estadual (Regulamento da Lei 997/76, aprovado pelo Decreto Estadual 8468/76) e federal (Resolução CONAMA 20/86), a proteção das comunidades aquáticas está prevista para corpos d'água enquadrados nas classes 1, 2 e 3, sendo, portanto, pertinente a aplicação do IVA somente para esses ambientes. Assim sendo, para os corpos d'água enquadrados na classe 4 não será aplicado o IVA.

Se em uma dada amostra não estiverem disponíveis os resultados do teste de toxicidade, mas existirem resultados de oxigênio dissolvido e pH, o IVA será calculado nos seguintes casos:

- 1) quando não está prevista a realização do teste de toxicidade, e a concentração do oxigênio dissolvido é menor do que 3 mg/L e
- 2) quando o teste de toxicidade é semestral.

Nesses casos, a ausência de resultados do grupo de Substâncias Tóxicas do IPMCA não implica na inviabilidade do cálculo do IVA.

## 5.3 Índice de Balneabilidade

O IB – Índice de Balneabilidade é baseado no monitoramento bacteriológico, visando avaliar a qualidade da água para fins de recreação de contato primário, sendo aplicado em praias de águas interiores, localizadas em rios e reservatórios.

Com o intuito de determinar de uma maneira mais clara a tendência da qualidade das praias, a CETESB desenvolveu, com base nos dados obtidos do monitoramento semanal, uma Qualificação Anual que se constitui na síntese da distribuição das classificações obtidas pelas praias ao longo das 52 semanas do ano. Baseada em critérios estatísticos simplificados, a Qualificação Anual expressa não apenas a qualidade mais recente apresentada pelas praias, mas aquela que a praia apresenta com mais constância ao longo do tempo.

Apresentam-se, a seguir, as especificações que determinam a Qualificação Anual:

QUALIFICAÇÃO ANUAL	ESPECIFICAÇÃO
<b>ÓTIMA</b>	Praias classificadas como EXCELENTES em 100% do ano
<b>BOA</b>	Praias PRÓPRIAS em 100% do ano, exceto as classificadas como EXCELENTES em 100% do ano
<b>REGULAR</b>	Praias classificadas como IMPRÓPRIAS em porcentagem de tempo inferior a 50% do ano
<b>MÁ</b>	Praias classificadas como IMPRÓPRIAS em porcentagem de tempo igual ou superior a 50% do ano

O IB será designado como sendo a qualificação anual da praia.

## 6 Metodologias de análise dos dados

Os dados de qualidade das águas interiores do Estado de São Paulo são obtidos por meio dos seguintes programas de monitoramento:

- Rede de Monitoramento
- Monitoramentos Regionais e
- das Estações Automáticas

A avaliação da qualidade das águas interiores está atrelada às legislações estadual e federal, que fixam as classes de qualidade dos recursos hídricos, bem como os padrões de qualidade a serem respeitados. Para a balneabilidade, existe uma legislação específica. Outro instrumento são os Índices de Qualidade.

### □ Aspectos legais – recursos hídricos

Na esfera federal, foi a Portaria MINTER n.º GM 0013, de 15/01/76, que inicialmente regulamentou a classificação dos corpos de água superficiais, com os respectivos padrões de qualidade e os padrões de emissão para efluentes.

No Estado de São Paulo estes padrões foram fixados pelo Decreto n.º 8468, de 08/09/76, que regulamentou a Lei n.º 997, de 31/05/76, a qual subsidia a ação da prevenção e do controle da poluição no meio ambiente. Esse Decreto define a classificação das águas interiores situadas no território do Estado de São Paulo, segundo os usos preponderantes, variando da Classe 1 (mais nobre) até Classe 4 (menos nobre). Também são fixados, entre outros, padrões de qualidade das águas para as quatro classes e padrões de emissão para efluentes líquidos de qualquer natureza.

O enquadramento dos corpos de água do Estado de São Paulo foi estabelecido pelo Decreto n.º 10.755 de 22/11/77, o qual se encontra no Anexo 2 deste relatório. Em 1986, a Portaria GM 0013 foi substituída pela Resolução n.º 20 do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA, a qual estabelece uma nova classificação para as águas doces, bem como para as águas salobras e salinas do Território Nacional. São definidas nove classes, segundo os usos preponderantes a que as águas se destinam. As águas doces, em particular, são distribuídas em cinco classes:

- I - **Classe Especial** - águas destinadas:
- ao abastecimento doméstico sem prévia ou com simples desinfecção;
  - à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas.
- II - **Classe 1** - águas destinadas:
- ao abastecimento doméstico após tratamento simplificado;
  - à proteção das comunidades aquáticas;
  - à recreação de contato primário (natação, esqui aquático e mergulho);
  - 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;
  - à criação natural e/ou intensiva (aquicultura) de espécies destinadas à alimentação humana.
- III - **Classe 2** - águas destinadas:
- ao abastecimento doméstico, após tratamento convencional;
  - à proteção das comunidades aquáticas;
  - à recreação de contato primário (esqui aquático, natação e mergulho);
  - à irrigação de hortaliças e plantas frutíferas;
  - à criação natural e/ou intensiva (aquicultura) de espécies destinadas à alimentação humana.
- IV - **Classe 3** - águas destinadas:
- ao abastecimento doméstico, após tratamento convencional;
  - à irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras;
  - à dessedentação de animais.
- V - **Classe 4** - águas destinadas:
- à navegação;
  - à harmonia paisagística;
  - aos usos menos exigentes.

O fato de um trecho de rio estar enquadrado em determinada classe não significa, necessariamente, que esse seja o nível de qualidade que ele apresenta, mas sim aquele que se busca alcançar ou manter ao longo do tempo.

Os resultados obtidos no monitoramento de qualidade das águas interiores efetuado pela CETESB são comparados com os padrões estabelecidos pela Resolução CONAMA 20/86, por serem estes mais restritivos que os fixados pelo Decreto Estadual 8468/76. A correlação entre as classes consideradas foi feita conforme o quadro a seguir.

Decreto 8468/76	CONAMA 20/86
1	Especial (*) e 1
2	2
3	3
4	4

(\*) São considerados os mesmos limites estabelecidos para a classe 1 da CONAMA 20/86, já que a classe especial desta Resolução só estabelece a condição de ausência de coliformes totais.

A adequação da legislação estadual à legislação federal é necessária, e envolve uma reavaliação do enquadramento dos corpos de água do Estado de São Paulo, frente à classificação estabelecida pela Resolução CONAMA 20/86. Esse enquadramento deve basear-se em diagnósticos regionais, considerando dados sócio-econômicos, uso do solo e usos pretendidos dos recursos hídricos.

Com base nesse diagnóstico, planos regionais deverão ser desenvolvidos, segundo as necessidades de recuperação, proteção e conservação dos recursos hídricos das bacias hidrográficas. A aprovação desses planos é de competência dos comitês de bacias hidrográficas, inclusive com o apoio de audiências públicas, conforme dispõe no seu artigo 26 a Lei Estadual 7.663, de 30/12/91, que estabelece normas de orientação à política Estadual de Recursos Hídricos, bem como ao Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos.

□ **Classificação da balneabilidade das praias**

O Programa de Balneabilidade das Praias da CETESB adotou como padrão de classificação a densidade de *E. coli*. As amostras são coletadas em frascos esterilizados de 250 mL. O método de análise microbiológica é aquele especificado na última edição do *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*.

Nenhuma das técnicas de determinação da concentração de *E. coli* disponíveis atualmente permite que se conheça a qualidade das águas em tempo real. Somando-se os intervalos de tempo consumidos pelas análises laboratoriais, interpretação, processamento das informações e publicação pela imprensa, é necessário um período de até 48 (quarenta e oito) horas entre a coleta e a divulgação à população da qualidade das praias.

Como existem diversos fatores que podem alterar rapidamente a quantidade de coliformes termotolerantes nas águas recreacionais, mesmo que existissem técnicas laboratoriais que apresentassem resultados a curto prazo, praias que por ocasião da coleta de suas águas apresentassem baixos índices de coliformes termotolerantes, poderiam, quando a população tomasse conhecimento dessa classificação, estar com condições comprometidas e, ao contrário, praias consideradas impróprias poderiam ter suas condições sanitárias melhoradas.

Tendo em vista que os resultados deste indicador microbiológico estão sujeitos a grandes oscilações ao longo do tempo e que existem limitações na medição em tempo real, e considerando o risco que ela oferece ao banhista, o mais importante não é o resultado instantâneo, mas sim a tendência da qualidade da praia. Esta questão é muito importante pois baseia-se na probabilidade de risco de contrair uma doença pelo uso de águas que recebem esgoto doméstico.

Desse modo, a classificação adotada não reflete, necessariamente, a situação no momento da utilização da praia, pois se baseia na qualidade da praia ao longo das últimas semanas, indicando a condição mais comum daquelas águas. Assim sendo, se uma praia apresentou em algumas ocasiões poluição fecal, essa condições poderá se repetir na semana seguinte. Adota-se, assim, uma postura preventiva, considerando-se o risco de se contrair uma doença.

▪ ***Resolução CONAMA n.º 274/00***

Segundo os critérios estabelecidos na *Resolução CONAMA n.º 274/00 (Anexo 1)*, vigente a partir de janeiro de 2001, as praias são classificadas em quatro categorias diferenciadas, quais sejam, Excelente, Muito Boa, Satisfatória e Imprópria, de acordo com as densidades de coliformes totais ou fecais resultantes de análises feitas em cinco semanas consecutivas. As categorias Excelente, Muito Boa e Satisfatória podem ser agrupadas numa única classificação denominada PRÓPRIA.

Pelo critério adotado, densidades de *E. coli* superiores a 800 UFC/100 mL em duas ou mais amostras de um conjunto de cinco semanas consecutivas ou valores superiores a 2000 UFC/100 mL na última amostragem, caracterizam a impropriedade da praia para recreação de contato primário. Sua classificação como IMPRÓPRIA, indica um comprometimento na qualidade sanitária das águas, implicando em um aumento no risco de contaminação do banhista e tornando desaconselhável a sua utilização para o banho.

Mesmo apresentando baixas densidades de *E. coli*, uma praia pode ser classificada na categoria IMPRÓPRIA quando ocorrerem circunstâncias que desaconselhem a recreação de contato primário, tais como a presença de óleo provocada por derramamento acidental de petróleo, floração de algas tóxicas ou doenças de veiculação hídrica. No caso de reservatórios a ocorrência de florações de algas é um fenômeno que ocorre com uma elevada frequência.

O aporte de nutrientes em corpos hídricos, advindos de efluentes domésticos e industriais, fertilizantes agrícolas e de outras fontes, leva a um enriquecimento das águas (eutrofização), propiciando assim, condições ideais para a proliferação das algas. Elevadas concentrações de nutrientes, aumento na intensidade luminosa e da temperatura das águas, pH entre 6 e 9 a altas taxas de evaporação durante os períodos de estiagem, contribuem para a proliferação excessiva de algas, em episódios denominados “blooms” ou florações.

Praticamente todos os grupos de algas são encontrados em ambientes aquáticos, sendo os principais, em relação aos aspectos sanitários, as cianofíceas, clorofíceas, diatomáceas e fitoflagelados. As cianofíceas são consideradas as mais problemáticas devido ao seu potencial tóxico e riscos à saúde pública.

A Tabela 8 a seguir indica os limites, por categoria, utilizados para a classificação:

Tabela 8 – Limites de *E. coli* e coliformes termotolerantes por 100mL para cada categoria

Categoria		Valor de coliforme fecal (NMP/100mL)*	Valor de <i>Escherichia coli</i> (UFC/100mL)*
PRÓPRIA	EX	Máximo de 250 em 80% ou mais do tempo	Máximo de 200 em 80% ou mais do tempo
	MB	Máximo de 500 em 80% ou mais do tempo	Máximo de 400 em 80% ou mais do tempo
	ST	Máximo de 1000 em 80% ou mais do tempo	Máximo de 800 em 80% ou mais do tempo
IMPRÓPRIA		Superior a 1000 em mais de 20% do tempo	Superior a 800 em mais de 20% do tempo
		Superior a 2500 na última amostragem	Superior a 2000 na última amostragem

**NMP** (Número mais provável): é a estimativa da densidade de coliformes termotolerantes em uma amostra, calculada a partir da combinação de resultados positivos e negativos, obtidos mediante a aplicação da técnica denominada Tubos Múltiplos.

**UFC** (Unidade formadora de colônia): contagem de unidades formadoras de colônia em placas obtidas pela técnica de membrana filtrante.

A partir de março de 2001, a CETESB passou a utilizar a bactéria fecal *Escherichia coli* como indicador das condições de balneabilidade dos reservatórios.

#### □ Tratamento dos dados de quantidade

Não existe no Relatório, um tratamento integrado dos dados de qualidade e quantidade, uma vez que a CETESB depende de outras instituições para obter as informações de quantidade. Portanto, essa defasagem na aquisição de tais dados impossibilita uma análise conjunta da qualidade com a quantidade. Na UGRHI 06 - Alto Tietê, onde a CETESB dispõe, em tempo real, das informações de quantidade, é realizada uma avaliação da disponibilidade hídrica.

Os dados de chuva utilizados foram os publicados em *compact-disc* pelo DAEE/CTH em 1998 e os sistematicamente fornecidos à CETESB pela EMAE em seu Boletim da Operação Saneamento. Quanto aos dados de vazão, foram utilizados também dados fornecidos pela EMAE nesse mesmo boletim, e quanto à sua natureza e especificidade são tecidos comentários pormenorizados no item correspondente.

Os demais dados hidrométricos disponíveis, representados pelas vazões ou volumes médios diários, correspondentes ao dia da amostragem, além das vazões ou volumes médios mensais, também são apresentados no CD anexo. Nos pontos de amostragem cuja localização coincide com a de postos fluviométricos, as vazões observadas foram utilizadas diretamente. Não ocorrendo a coincidência, as vazões foram levantadas por meio de diferentes metodologias hidrométricas. Já no caso de pontos de amostragem situados logo a jusante de barragens, as vazões foram obtidas a partir dos boletins de operação das respectivas estruturas hidráulicas. Para os pontos de amostragem situados em reservatórios, são apresentados os seus volumes úteis médios mensais; no caso destes não serem disponíveis, são apresentadas as cotas limnimétricas médias mensais correspondentes.

Dos 151 pontos de amostragem da rede de monitoramento, foi possível determinar para 73 pontos os respectivos dados de vazão ou volume. A consulta da fonte dos dados hidráulicos e hidrológicos, para esses pontos, tais como a entidade operadora da estação fluviométrica, pode ser feita na Tabela 9 a seguir.

Tabela 9 – Consulta de dados fluviométricos básicos e alternativos - Rede de Monitoramento da CETESB

NÚMERO DA UGRHI	Código do Ponto	Posto Fluviométrico	
		Fonte	Entidade
2	JAGJ00200	Res.Jaguari	CESP
	PARB02300	Guararema	LIGHT
	PARB02600	Queluz	LIGHT
	PARB02700	Queluz	LIGHT
	PARB02900	Queluz	LIGHT
4	SANT00100	Santa Branca	LIGHT
	PARD02500	4C-001	CTH
5	PARD02600	5B-011	CTH
	ATIB02010	F-16	SABESP
	ATIB02065	F-12	SABESP
	ATIB02605	4D-009	CTH
	CMDC02900	3D-001	CTH
	CRUM02500	4D-021	CTH
	JAGR02800	4D-001	CTH
	PCAB02100	Piracicaba	AES
	PCAB02135	Piracicaba	AES
	PCAB02192	Piracicaba	AES
6	PCAB02220	Piracicaba	AES
	PCAB02800	4D-007	CTH
	BILL02100	Braço Pedreira	EMAE
	BILL02500	Braço Pedreira	EMAE
	BILL02900	Summit-Control	EMAE
	BITQ00100	Braço Pedreira	EMAE
	EMMI02900	G7	SABESP
	GUAR00100	Guarapiranga	EMAE
	GUAR00900	Guarapiranga	EMAE
	JNDI00500	Jundiaí-Taiapuê	SABESP
	JQU00900	Paiva Castro	SABESP
	PEBA00100	Res.Taiapuê	DAEE
	PEBA00900	Res.Taiapuê	DAEE
	PINH04100	E E Pedreira	EMAE
	RGDE02200	Braço Rio Grande	EMAE
	RGDE02900	Braço Rio Grande	EMAE
	TAIA02800	Res.Taiapuê	DAEE
	TGDE00900	Tanque Grande	SAE
7	TIES04900	E.Souza	EMAE
	TIPI04900	Pirapora	EMAE
9	CAMO00900	Res.Capivari-Monos	SABESP
	CFUG02900	Canal de Fuga	EMAE
10	MOGU02200	Mogi-Guaçu	AES
	MOGU02300	4C-007	CTH
	MOGU02900	Passagem	Furnas
11	SOIT02100	Res.Itupararanga	CBA
	SOIT02900	Res.Itupararanga	CBA
	SORO02100	4E-018	CTH
	SORO02900	Entre Rios	AES
	TIBB02700	Barra Bonita	AES
	TIBT02500	Barra Bonita	AES
	TIET02350	Faz.S.Isabel	AES
	TIET02400	Tietê	AES
	TIET02450	Laranjal Paulista	AES
12	TIRG02900	Rasgão	EMAE
	PARD02800	5B-001	CTH
13	JCGU03900	Gavião Peixoto	AES
	JPEP03500	Invernada-Recreio	AES
	TIET02500	Barra Bonita	AES
14	ITAR02500	Olaria dos Padres	Duke
	PARP02100	Campina do M.Alegre	DUKE
15	TAQR02400	5E-002	CTH
	ONCA02500	5C-19	CTH
	SDOM04500	6C-008	CTH
16	TURV02500	5B-004	CTH
	TIET02600	Ibitinga	AES

19	PARN02100	Jusante Jupia	CESP
	TIET02700	Promissão	AES
	TITR02100	Três Irmãos	CESP
	TITR02800	Três Irmãos	CESP
20	AGUA02100	Salto Carlos Botelho	CESP
	AGUA02800	8C-004	CTH
21	PEIX02100	7D-010	CTH
	PEIX02800	Florida Paulista	CESP
22	PARP02900	Rosana Jusante	DUKE
	PARP02750	Capivara jusante	DUKE

#### □ **Tratamento dos Dados de Qualidade**

A avaliação da qualidade das águas de cada UGRHI é realizada por meio do tratamento dos seguintes dados:

- 1) Índices de Qualidade das Águas - compilação dos valores mensais do IQA, IAP, IVA e IET, bem como as respectivas médias anuais para os pontos de amostragem pertencentes à rede de monitoramento;
- 2) Parâmetros Sanitários - quadro comparativo das médias de 2002 com a média dos últimos dez anos (1992 a 2001) para os parâmetros condutividade, turbidez, nitrito, nitrato, nitrogênio amoniacal, oxigênio dissolvido, DBO<sub>5,20</sub>, resíduo filtrável, surfactantes, fósforo total e coliformes termotolerantes;
- 3) Parâmetros Tóxicos - quadro resumo com o número de não conformidades aos padrões de qualidade dos parâmetros pH, fenóis, alumínio, manganês, níquel, cobre, zinco cádmio, mercúrio, chumbo e bário ao longo de 2002. Também é realizada uma comparação entre as porcentagens de não conformidade de 2002 com as dos últimos dez anos (1992 a 2001). Como essas substâncias são determinadas em concentrações muito reduzidas, geralmente em ppm, a comparação com os padrões de qualidade torna-se uma metodologia de avaliação adequada.
- 4) Classificação das Praias - quadro contendo a classificação semanal das praias monitoradas.

No CD, complementar a este relatório, constam:

- Dados de qualidade de água. Para cada ponto de amostragem da rede de monitoramento ou dos monitoramentos regionais da CETESB, são apresentadas tabelas com os resultados dos parâmetros físicos, químicos, bacteriológicos, hidrobiológicos (não constam os dados de fitoplâncton) e ecotoxicológicos para as campanhas realizadas durante o ano de 2002. É também feita uma comparação dos parâmetros de qualidade com os respectivos valores de referência da classificação do corpo d'água e, através de um asterisco, são realçados os resultados cujos valores não atenderam aos limites estabelecidos pela Resolução CONAMA 20/86.
- Dados de qualidade de sedimento.
- Dados de vazão e volume dos pontos onde essas informações estiveram disponíveis.
- *Análise Temporal*

Um importante aspecto na avaliação da qualidade da água em um corpo hídrico é acompanhar a sua tendência de evolução através do tempo. Entre outras implicações, isto possibilitará, por exemplo, que medidas preventivas sejam tomadas, quando se constatare que a qualidade das águas esteja piorando ao longo dos anos.

Neste relatório, a evolução temporal dos novos índices de qualidade ficou impossibilitada, pois ainda não se dispõe de uma série histórica para eles.

Tanto para os parâmetros sanitários quanto para os parâmetros tóxicos, a avaliação temporal consistiu, respectivamente, na comparação das médias e das porcentagens de não conformidade de 2002 com a dos últimos dez anos (1992 a 2001). Essa comparação objetiva constatar eventuais modificações na qualidade dos recursos hídricos no ano de 2002.

- *Análise Espacial*

A análise espacial consiste no comportamento de um determinado parâmetro de qualidade para pontos situados ao longo de um mesmo corpo hídrico. Esta avaliação permite identificar trechos críticos, onde a qualidade se encontra significativamente comprometida. Como não se conhece as distâncias exatas entre os pontos situados num mesmo rio, uma vez que o estaqueamento dos recursos hídricos no Estado de São Paulo ainda é bastante incipiente, as tabelas dos índices e dos parâmetros sanitários e tóxicos ordenou os pontos de amostragem de um mesmo corpo d'água de montante para jusante.

## 7 Avaliação da qualidade das águas

Este Relatório, em atendimento à Lei Estadual n.º 118, de 29/06/73 e ao Decreto Estadual n.º 36.787, de maio de 1993, está baseado na divisão do Estado de São Paulo em UGRHIs, que são reunidas em 11 Grupos, conforme apresentado na Figura 6.



Figura 6 – Mapa esquemático do Estado de São Paulo contendo as 22 UGRHIs

A Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos está estruturada no conceito de bacia hidrográfica, onde os recursos hídricos convergem para um corpo d'água principal. Os rios muito extensos, como o Tietê, estão incluídos em mais de uma UGRHI. No entanto, na análise dos resultados considera-se os acontecimentos da região situada a montante.

Para cada uma das UGRHIs - Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos em que está subdividido o Estado de São Paulo, são apresentadas as seguintes informações:

- 1) caracterização física: área de drenagem, principais corpos de água, principais atividades industriais e agrícolas, usos do solo, usos da água e municípios com respectivas populações (IBGE-2000);
- 2) cargas orgânicas poluidoras: porcentagem de coleta e tratamento dos esgotos domésticos para cada município, carga orgânica potencial e remanescente e corpos receptores;
- 3) dados de qualidade: Índices de Qualidade das Águas e tabelas de não conformidades aos padrões de qualidade;
- 4) para a UGRHI 06 – Alto Tietê, é realizada a análise dos dados de quantidade.

## 7.1 UGRHI 01 – Mantiqueira

A Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos 01 situa-se a leste do Estado de São Paulo, sendo composta por 3 municípios. Seu mapa esquemático, contendo os seus principais corpos de água, municípios, atividades agrícolas e indústrias poluidoras, encontra-se apresentado conjuntamente com o mapa da UGRHI 02 – Paraíba do Sul.

### 7.1.1 Caracterização da UGRHI

Área de drenagem	642 km <sup>2</sup>
Constituintes principais	Rio Sapucaí-Guaçu e ribeirões da Cachoeira, do Paiol Velho e do Paiol Grande.
Usos do solo	Áreas urbanas e rurais com interesse turístico. O município de Campos do Jordão tem a maior parte de sua área urbana declarada como Área de Proteção Ambiental (APA) pela Lei Estadual N.º 4.105/84. Também, toda a superfície do município de Santo Antônio do Pinhal (39.400 ha) é declarada como Área de Proteção Ambiental, definida pela Lei Municipal N.º 458/83.
Usos da água	Abastecimento público Afastamento de efluentes domésticos e industriais.
Principais atividades Industriais	Marcenarias, minerações (quartzito e calcáreo), matadouro e indústrias alimentícias.

#### □ Carga orgânica poluidora

Município	Concessão	População Censo 2000		Atendimento		Carga Poluidora kg DBO/dia		Corpo Receptor
		Total	Urbana	Coleta %	Tratam. %	Potencial	Remanesc.	
Campos do Jordão	Sabesp	44.238	43.795	44	0	2.364,93	2.364,93	Cor. Tarumã
Santo Antônio do Pinhal	Sabesp	6.311	3.025	51	100	163,35	96,70	Rio da Prata
São Bento do Sapucaí	Sabesp	10.355	4.627	76	0	249,86	249,86	Rio Sapucaí Mirim

### 7.1.2 Monitoramento da Qualidade das Águas

#### □ Descrição dos Pontos de Amostragem

Ponto de Amostragem	Latitude (S)	Longitude (O)	Corpo de água	Localização
SAGU02100	22°42'09"	45°32'36"	Rio Sapucaí-Guaçu	Estrada do Horto. Ponte de madeira a jusante da futura ETE de Campos do Jordão

### 7.1.3 Resultados

#### □ Índices

■ IQA

Código do Ponto	Corpo de água	jan	mar	mai	jul	set	nov	Média
SAGU02100	Rio Sapucaí-Guaçu	47	52	50	47	52	45	49

QUALIDADE: ■ ÓTIMA ■ BOA ■ ACEITÁVEL ■ RUIM ■ PÉSSIMA

### IAP

Código do Ponto	Corpo de água	jan	mar	mai	jul	set	nov	Média
SAGU02100	Rio Sapucaí-Guaçu	44	49	49	46	48	33	45

QUALIDADE: ■ ÓTIMA ■ BOA ■ REGULAR ■ RUIM ■ PÉSSIMA

### IVA

Código do Ponto	Corpo de água	jan	mar	mai	jul	set	nov	Média
SAGU02100	Rio Sapucaí-Guaçu	5,4	2,2	5,4	5,2	5,2	4,2	4,6

QUALIDADE: ■ ÓTIMA ■ BOA ■ REGULAR ■ RUIM ■ PÉSSIMA

### IET

Código do Ponto	Corpo de água	jan	mar	mai	jul	set	nov	Média
SAGU02100	Rio Sapucaí-Guaçu	67	30	67	81	75	63	64

LEGENDA: ■ OLIGOTRÓFICO ■ MESOTRÓFICO ■ EUTRÓFICO ■ HIPEREUTRÓFICO

#### □ Parâmetros Sanitários – valores médios

Código do Ponto	Parâmetros														PT	CT						
	Condutiv.		TURB		NO <sub>2</sub>		NO <sub>3</sub>		NH <sub>3</sub>		OD		DBO <sub>5,20</sub>				RF		Surfac.			
	Média 2002	Média 1992-2001	Média 2002	Média 1992-2001	Média 2002	Média 1992-2001	Média 2002	Média 1992-2001	Média 2002	Média 1992-2001	Média 2002	Média 1992-2001	Média 2002	Média 1992-2001			Média 2002	Média 1992-2001	Média 2002	Média 1992-2001		
SAGU02100	64	88	45	30	0,042	0,039	0,18	0,15	1,52	2,14	6,9	6,1	4	6	56	57	0,26	0,31	0,155	0,253	7,8E+04	1,2E+05

#### □ pH, Fenol e Metais - resultados não conformes para com os padrões de qualidade de água estabelecidos pela Resolução CONAMA 20/86

Código do Ponto	Parâmetros															
	pH				Fenóis				Al				Mn			
	NC 2002	NT 2002	% NC 2002	% NC 1992-2001	NC 2002	NT 2002	% NC 2002	% NC 1992-2001	NC 2002	NT 2002	% NC 2002	% NC 1992-2001	NC 2002	NT 2002	% NC 2002	% NC 1992-2001
SAGU02100	2	6	33	0	0	6	0	17	6	6	100	100	4	6	67	83

NC: Número de Resultados Não Conformes  
 NT: Número Total de Resultados Considerados

## 7.1.4 Considerações

### Rio Sapucaí-Guaçu

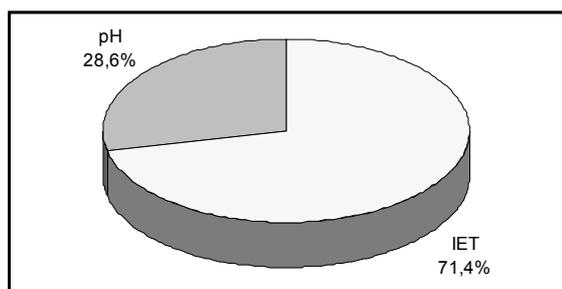
O ponto SAGU02100 localiza-se próximo à construção da futura Estação de Tratamento de Esgotos de Campos do Jordão. Neste trecho, o Rio Sapucaí-Guaçu já recebeu toda contribuição dos esgotos domésticos gerados neste município. Os dados dos parâmetros sanitários do Rio Sapucaí Guaçu, coletados em 2002, confirmaram que este rio recebe esgotos domésticos sem tratamento, uma vez que as médias de coliformes termotolerantes, fósforo total e nitrogênio amoniacal mostraram-se bastante elevadas. No entanto, os níveis da matéria orgânica associada aos lançamentos de esgotos realizados no rio ainda não comprometeram o oxigênio dissolvido, uma vez que a média anual do OD mostrou-se superior ao padrão de qualidade para corpos d'água Classe 2. Portanto, torna-se essencial o direcionamento das ações da SABESP no sentido de acelerar a implantação da Estação de Tratamento de Esgotos desse importante polo turístico do Estado de São Paulo.

□ ***IAP - Índice de Qualidade de Água Bruta para fins de Abastecimento Público***

O IAP mostrou-se, na maior parte do ano de 2002, com qualidade Regular, atingindo no mês de novembro qualidade Ruim. Os indicadores responsáveis pela classificação média anual Regular do IAP foram os parâmetros sanitários e as substâncias organolépticas, principalmente, alumínio e manganês, que tiveram porcentagens elevadas de resultados não conformes.

□ ***IVA - Índice de Proteção da Vida Aquática***

Para visualizar os parâmetros que influenciaram no IVA quando classificado nas categorias Regular e Ruim, é apresentado o gráfico a seguir.

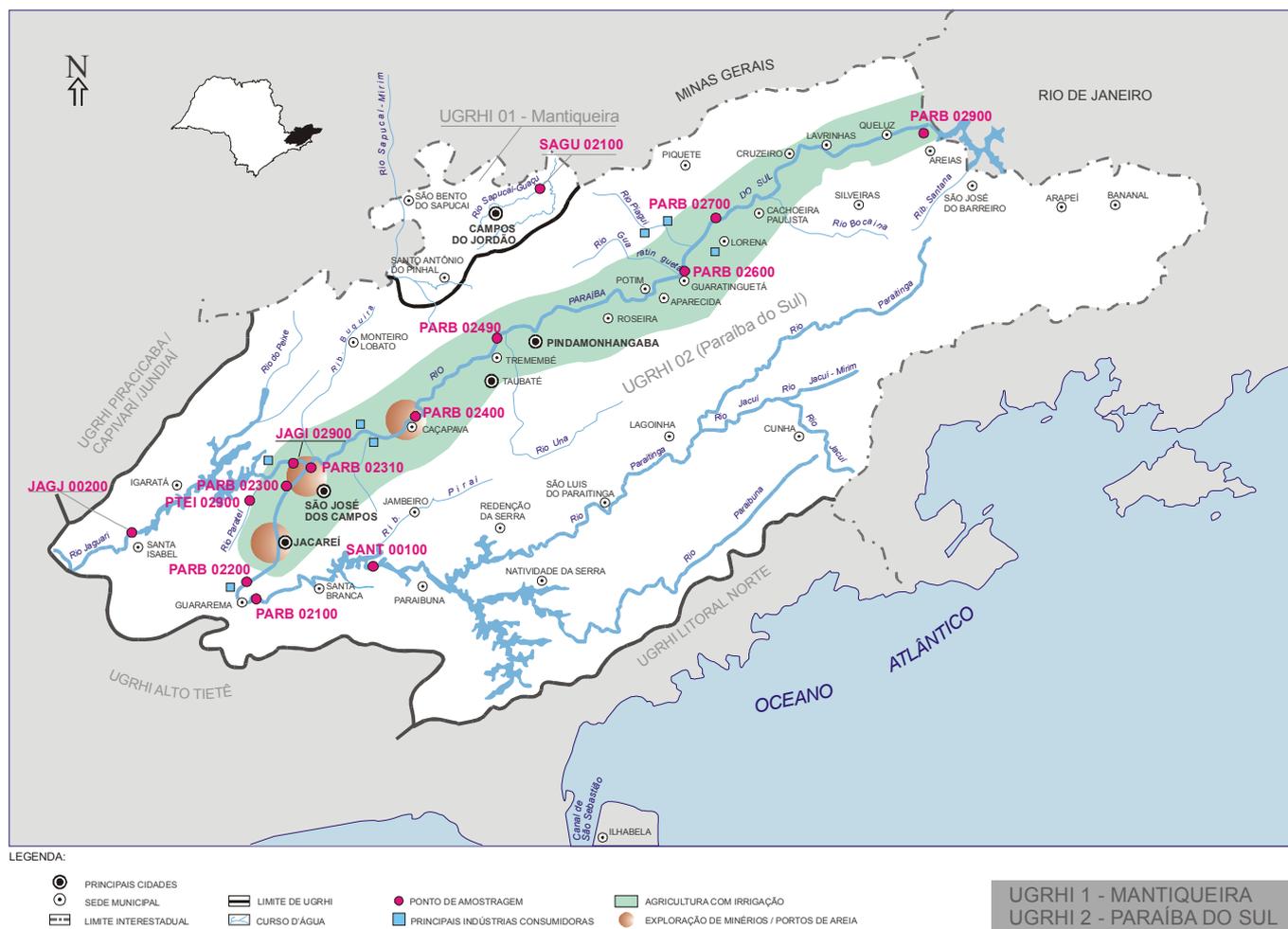


□ ***IET – Índice do Estado Trófico***

O Índice de Estado Trófico, representado apenas pelo fósforo total, indicou uma elevada carga principalmente nos meses de estiagem (hipereutrófico), provavelmente oriunda de esgoto doméstico.

## 7.2 UGRHI 02 – Paraíba do Sul

A Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos 02 situa-se a leste do Estado de São Paulo, sendo composta por 34 municípios. A seguir, é apresentado o mapa das UGRHIs 01 e 02, contendo os seus principais corpos de água, municípios, atividades agrícolas e indústrias poluidoras, bem como a localização dos pontos de amostragem.



### 7.2.1 Caracterização da UGRHI

<i>Área de drenagem</i>	14.396 km <sup>2</sup>
<i>Constituintes principais</i>	Rios Paraibuna e Paraitinga, formadores do Rio Paraíba do Sul e Rios Parateí, Jaguari e Una.
<i>Reservatórios</i>	Paraibuna, Paraitinga, Santa Branca e Jaguari.
<i>Usos do solo</i>	O Vale do Paraíba compreende uma série de cidades ao longo do rio, em crescente processo de industrialização, constituindo um importante trecho do macro-eixo São Paulo / Rio de Janeiro. Parte desta UGRHI é declarada, por Decreto Federal, como Área de Proteção Ambiental da Serra da Mantiqueira. Essa UGRHI se caracteriza pelo domínio da pecuária extensiva em área coberta por pastagens, além de áreas cultivadas principalmente por culturas de milho e arroz. Há, também, grandes áreas de reflorestamento, sendo que uma pequena parte dessa UGRHI ainda possui mata tropical. Verifica-se, ainda, uma intensiva atividade de extração de areia em cavas localizadas nas várzeas dos rios, estando em operação aproximadamente 100 (cem) empresas, restando nos leitos dos rios apenas 4 (quatro) empresas.
<i>Usos da água</i>	Abastecimento público e industrial Afastamento de efluentes domésticos e industriais Irrigação de plantações (Polders).

**Principais atividades industriais** Papel e celulose, automobilísticas, alimentícias, laticínios, químicas, refinaria de petróleo e petroquímicas.

**Outras informações** Cerca de 7% da área paulista do Vale do Paraíba (1.032 km<sup>2</sup>) está compreendida nos limites da Região Metropolitana de São Paulo (municípios de Guararema e Santa Isabel). No Estado do Rio de Janeiro, parte da vazão do Rio Paraíba do Sul é revertida para o Sistema LIGHT em Santa Cecília, que constitui o manancial de abastecimento da Região Metropolitana do Rio de Janeiro.

□ **Carga orgânica poluidora**

Município	Concessão	População Censo 2000		Atendimento		Carga Poluidora kg DBO/ dia		Corpo Receptor
		Total	Urbana	Coleta %	Tratam. %	Potencial	Remanesc.	
Aparecida	SAAE	34.834	34.312	79	0	1853	1853	Rio Paraíba, Rib. do Sá, Chácara e Moraes
Arapeí	Sabesp	2.614	1.896	62	0	102	102	Rib. Capitão Mor
Areias	PM	3.598	2.452	90	0	132	132	Rib. Vermelho
Bananal	Sabesp	9.710	7.184	98	100	388	84	Rio Bananal
Caçapava	Sabesp	75.813	66.418	92	87	3587	1290	Rio Paraíba
Cachoeira Paulista	Sabesp	27.201	21.671	100	7	1170	1105	Rio Paraíba, Rib. das Pitas, Minhocas e Aguada
Canas	Sabesp	3.605	3.032	48	0	164	164	Rio Paraíba do Sul
Cruzeiro	SAAE	73.469	71.161	96	0	3843	3843	Rio Paraíba, Rib. Lopes e Cór. Pontilhão
Cunha	PM	23.062	11.110	100	0	600	600	Cór. do Rodeio
Guararema	Sabesp	21.880	17.691	40	0	955	955	Rio Paraíba
Guaratinguetá	SAAE	104.022	98.964	75	0	5344	5344	R Paraíba, Rib. Guaratinguetá/São Gonçalo/Motas
Igaratá	Sabesp	8.288	5.875	30	100	317	241	Represa do Jaguari e Rib. Palmeiras
Jacareí	SAAE	191.358	183.444	94	2	9906	9757	Rio Paraíba, Rib. Colônia
Jambeiro	Sabesp	3.993	1.934	100	100	104	21	Cór. do Piraí
Lagoinha	Sabesp	4.958	2.877	99	100	155	32	Rib. Botucatu
Lavrinhas	Sabesp	6.008	5.309	51	0	287	287	Rio Paraíba
Lorena	Sabesp	77.843	74.948	96	85	4047	1405	Rio Paraíba e Ribeirão Taboão
Monteiro Lobato	Sabesp	3.592	1.495	95	88	81	27	Rio Buquira
Natividade da Serra	PM	6.944	2.851	90	96	154	48	Represa Paraibuna
Paraibuna	PM	16.992	5.298	85	9	286	269	Rio Paraibuna
Pindamonhangaba	Sabesp	125.722	118.793	90	87	6415	2397	Rio Paraíba e Rib. do Curtume
Piquete	PM	15.178	14.187	76	0	766	766	Rios Piquete, Benfica e Sertão
Potim	PM	13.594	12.955	52	0	700	700	Rio Paraíba
Queluz	Sabesp	9.112	7.846	69	0	424	424	Rio Verde e Rio Paraíba
Redenção da Serra	Sabesp	4.046	1.626	64	100	88	43	Represa Nelson Bandeira
Roseira	Sabesp	8.536	7.972	92	100	430	114	Rio Pirapitingui
Santa Branca	PM	13.031	11.815	80	13	638	585	Rib. Barretos e Rio Paraíba
Santa Isabel	PM	43.473	32.767	78	0	1769	1769	Rio Jaguari
São José do Barreiro	PM	4.139	2.468	50	100	133	80	Rib. do Barreiro/ Cór. da Estância
São José dos Campos	Sabesp	538.909	532.403	88	44	28750	19844	R.Paraiíba, Cór. Senhorinha, Putim e Lavapés
São Luís do Paraitinga	Sabesp	10.417	6.143	71	8	332	317	Rio Paraitinga
Silveiras	Sabesp	5.372	2.448	96	100	132	31	Rib. Silveiras
Taubaté	Sabesp	244.107	229.810	93	0,4	12410	12373	Cór. Judeu, Matadouro e José Raimundo
Tremembé	Sabesp	34.807	29.850	81	0	1612	1612	Rio Paraíba e Rib. do Matadouro.

## 7.2.2 Monitoramento da Qualidade das Águas

### □ Descrição dos Pontos de Amostragem

Ponto de Amostragem	Latitude (S)	Longitude (O)	Corpo de água	Localização
JAGJ00200	23°17'38"	46°14'02"	Res. do Jaguari	Ponte na rodovia que liga Santa Isabel a Igaratá, no município de Santa Isabel
JAGI02900	23°10'25"	45°54'54"	Rio Jaguari	Próximo à foz no Rio Paraíba, no município de São José dos Campos
PARB02100	23°22'13"	45°54'02"	Rio Paraíba	Ponte na rodovia SP-77, no trecho que liga Jacareí a Santa Branca
PARB02200	23°18'48"	45°58'20"		Na captação de Jacareí
PARB02300	23°11'54"	45°55'52"		Ponte de acesso ao loteamento Urbanova, em São José dos Campos
PARB02310	23°11'29"	45°55'13"		Na captação de São José dos Campos
PARB02400	23°04'54"	45°42'40"		Ponte na rua do Porto, que liga Caçapava ao bairro Menino Jesus
PARB02490	22°58'01"	45°33'36"		Junto à captação da SABESP – Tremembé
PARB02600	22°50'22"	45°15'02"		Ponte que liga os municípios de Aparecida e Potim, em Aparecida
PARB02700	22°42'12"	45°07'10"		Ponte na rodovia BR-459, no trecho que liga Lorena a Piquete
PARB02900	22°32'32"	44°46'26"		Ponte na cidade de Queluz
PTEI02900	23°12'26"	46°00'21"		Rio Parateí
SANT00100	23°22'30"	45°52'14"	Res. Santa Branca	No meio do corpo central, na junção dos braços Capivari e Paraibuna

## 7.2.3 Resultados

### □ Índices

#### IQA

Código do Ponto	Corpo de água	fev	abr	jun	ago	out	dez	Média
JAGJ00200	Res. do Jaguari	66	65	76	50	67	61	64
JAGI02900	Rio Jaguari	63	55	49	64	61	55	58
PARB02100	Rio Paraíba do Sul	45	53	80	79	88	76	70
PARB02200		50	61	69	71	70	56	63
PARB02300		44	47	53	54	63	44	51
PARB02310		45	47	52	59	61	49	52
PARB02400		42	42	50	48	49	45	46
PARB02490		54	51	57	63	54	55	56
PARB02600		43	46	48	53	43	41	46
PARB02700		47	46	51	55	46	49	49
PARB02900		55	47	63	63	62	52	57
PTEI02900		Rio Parateí	59	53	60	51	50	49
SANT00100	Res. Santa Branca	67	76	92	85	92	90	84

QUALIDADE: ÓTIMA BOA ACEITÁVEL RUIM PÉSSIMA

#### IAP

Código do Ponto	Corpo de água	fev	abr	jun	Ago	out	dez	Média
JAGJ00200	Res. do Jaguari	66		76	50		56	62
JAGI02900	Rio Jaguari	61	51	45	64	61	53	56
PARB02100	Rio Paraíba do Sul	44	49	79	79	88	72	68
PARB02200		49		32	70		53	51
PARB02300		42	42	48	53	60	40	48
PARB02310				49	58		45	50
PARB02400		41	39	47	47	48	36	43
PARB02490		51		53	61		48	53
PARB02600		33		44	50		19	37
PARB02700		45	37	47	52	43	39	44
PARB02900		52	40	57	59	59	42	52
PTEI02900		Rio Parateí	54	45	53	45	45	43
SANT00100	Res. Santa Branca	67	76	92	85	92	88	83

QUALIDADE: ÓTIMA BOA REGULAR RUIM PÉSSIMA

IVA

Código do Ponto	Corpo de água	fev	abr	jun	ago	out	dez	Média
JAGJ00200	Res. do Jaguari	3,4	2,2	2,2	4,4	2,2	2,2	2,8
JAGI02900	Rio Jaguari	3,2	2,2	3,4	2,2	2,2	3,2	2,7
PARB02100	Rio Paraíba do Sul	3,4	3,4	2,2	2,2	3,4	3,4	3,0
PARB02200		2,2	2,2	3,4	2,2	2,2	3,4	2,6
PARB02300		5,4	5,6	3,2	4,4	4,4	5,6	4,8
PARB02310		3,4	3,4	4,4	2,2	4,4	4,6	3,7
PARB02400		5,6	5,6	5,4	5,4	6,6	5,6	5,7
PARB02490		3,4	2,2	2,2	2,2	4,4	3,4	3,0
PARB02600		3,4	4,4	2,2	3,2	4,4	4,4	3,7
PARB02700		5,4	4,4	4,2	5,4	5,4	4,4	4,9
PARB02900		4,2	3,4	4,2	4,2	4,2	3,2	3,9
PTEI02900		Rio Parateí	3,2	2,2	3,2	3,2	4,4	3,4
SANT00100	Res. Santa Branca	3,4	2,2	2,2	2,2	3,4	3,2	2,8

QUALIDADE: ÓTIMA BOA REGULAR RUIM PÉSSIMA

IET

Código do Ponto	Corpo de água	fev	abr	jun	ago	out	dez	Média
JAGJ00200	Res. do Jaguari	39	41	35	52	37	32	39
JAGI02900	Rio Jaguari	46	30	40	40	40	46	40
PARB02100	Rio Paraíba do Sul	40	30	30	30	30	40	33
PARB02200		34	24	37	27	31	30	30
PARB02300		56	53	53	50	46	53	52
PARB02310		39	43	45	41	47	43	43
PARB02400		53	46	56	56	56	50	53
PARB02490		29	30	35	40	46	44	37
PARB02600		43	48	42	46	46	46	45
PARB02700		56	50	58	60	60	50	56
PARB02900		56	30	56	60	58	53	52
PTEI02900		Rio Parateí	46	30	46	46	46	40
SANT00100	Res. Santa Branca	36	40	33	31	33	45	36

LEGENDA: OLIGOTRÓFICO MESOTRÓFICO EUTRÓFICO HIPEREUTRÓFICO

Parâmetros Sanitários – valores médios

Código do Ponto	Parâmetros														Média 1992 - 2001							
	Conduktiv.		TURB		NO <sub>2</sub>		NO <sub>3</sub>		NH <sub>3</sub>		OD		DBO <sub>5,20</sub>			RF		Surfac.		PT		CT
	Média 1992 - 2002	Média 1999 - 2001	Média 1992 - 2002	Média 1999 - 2001	Média 1992 - 2002	Média 1999 - 2001	Média 1992 - 2002	Média 1999 - 2001	Média 1992 - 2002	Média 1999 - 2001	Média 1992 - 2002	Média 1999 - 2001	Média 1992 - 2002	Média 1999 - 2001		Média 1992 - 2002	Média 1999 - 2001	Média 1992 - 2002	Média 1999 - 2001			
JAGJ00200	61	36	20	15	0,019	0,004	0,16	0,11	0,13	0,09	5,9	6,5	2	2	52	43	0,03	0,02	0,023	0,019	1,9E+03	9,6E+01
JAGI02900	44	32	16	30	0,010	0,004	0,17	0,16	0,14	0,08	5,8	5,8	2	2	49	57	0,01	0,02	0,022	0,053	1,1E+04	1,6E+04
PARB02100	34	26	25	16	0,001	0,005	0,16	0,13	0,02	0,06	5,4	7,9	1	1	50	45	0,02	0,02	0,013	0,018	1,7E+02	1,2E+02
PARB02200	77	58	29	39	0,002	0,002	0,13	0,13	0,05	0,06	6,2	6,0	2	2	68	66	0,03	0,01	0,013	0,019	4,1E+03	4,8E+03
PARB02300	85	55	35	25	0,009	0,009	0,15	0,17	0,14	0,14	3,8	4,9	2	2	80	62	0,03	0,03	0,047	0,083	1,1E+04	2,5E+04
PARB02310	89	73	26	35	0,009	0,009	0,17	0,16	0,13	0,10	4,0	4,1	2	2	86	67	0,03	0,02	0,057	0,042	1,1E+04	3,3E+04
PARB02400	90	54	36	37	0,017	0,016	0,32	0,24	0,13	0,18	2,6	3,9	2	2	78	66	0,02	0,03	0,050	0,082	1,0E+04	2,1E+04
PARB02490	77	53	28	39	0,011	0,023	0,39	0,29	0,11	0,16	5,4	5,8	2	2	69	70	0,01	0,03	0,050	0,073	9,0E+03	1,7E+04
PARB02600	80	55	59	48	0,013	0,022	0,35	0,30	0,16	0,14	4,4	5,4	3	2	79	71	0,01	0,02	0,073	0,086	5,6E+04	3,0E+04
PARB02700	77	56	49	51	0,013	0,022	0,46	0,34	0,18	0,19	4,3	5,5	2	2	84	82	0,01	0,02	0,062	0,076	1,6E+04	3,0E+04
PARB02900	75	55	56	57	0,012	0,021	0,52	0,36	0,06	0,11	6,9	6,9	3	2	82	71	0,01	0,02	0,055	0,087	7,9E+03	2,0E+04
PTEI02900	92	87	36	90	0,090	0,013	0,89	0,50	0,94	0,10	5,8	6,5	4	2	107	115	0,02	0,02	0,025	0,047	1,9E+04	2,9E+04

SANT00100 32 33 7 11 0,003 0,002 0,03 0,06 0,03 0,03 7,9 7,4 2 1 34 33 0,02 0,01 0,013 0,013 2,4E+01 1,7E+03

- pH, Fenol e Metais - resultados não conformes com os padrões de qualidade de água estabelecidos pela Resolução CONAMA 20/86

Código do Ponto	Parâmetros																																												
	pH				Fenóis				Al				Mn				Ni				Cu				Zn				Cd				Hg				Pb								
	NC 2002	NT 2002	% NC 2002	% NC 1992 - 2001	NC 2002	NT 2002	% NC 2002	% NC 1992 - 2001	NC 2002	NT 2002	% NC 2002	% NC 1992 - 2001	NC 2002	NT 2002	% NC 2002	% NC 1992 - 2001	NC 2002	NT 2002	% NC 2002	% NC 1992 - 2001	NC 2002	NT 2002	% NC 2002	% NC 1992 - 2001	NC 2002	NT 2002	% NC 2002	% NC 1992 - 2001	NC 2002	NT 2002	% NC 2002	% NC 1992 - 2001	NC 2002	NT 2002	% NC 2002	% NC 1992 - 2001									
JAGJ00200	0	6	0	3	0	6	0	20	5	5	100	88	2	6	33	35	0	6	0	4	0	6	0	4	0	6	0	0					0	3	6	50	14					0			
JAGJ02900	0	6	0	5	0	6	0	21	5	5	100	96	3	6	50	29	0	6	0	4	0	6	0	0	0	6	0	0					25	0	6	0	8					0			
PARB02100	0	6	0	1	0	6	0	22	6	6	100	94	3	6	50	16	0	6	0	15	0	6	0	0	0	6	0	2					40	2	6	33	9					3			
PARB02200	0	6	0	0	0	6	0	0	6	6	100	100	0	6	0	33	0	6	0	0	0	6	0	0	0	6	0	0									3	6	50	0					0
PARB02300	0	6	0	2	0	6	0	28	6	6	100	100	2	6	33	30	0	6	0	16	0	6	0	0	0	6	0	4					45	1	6	17	11					6			
PARB02310	0	6	0	17	0	6	0	0	6	6	100	100	0	6	0	0	0	6	0	0	0	6	0	0	0	6	0	0									1	6	17	67					
PARB02400	0	6	0	0	0	6	0	24	6	6	100	100	0	6	0	21	0	6	0	17	0	6	0	2	0	6	0	3					47	3	6	50	8					6			
PARB02490	0	6	0	0	0	6	0	18	6	6	100	100	1	6	17	18	0	6	0	5	0	6	0	0	0	6	0	0					7	0	6	0	11					0			
PARB02600	0	6	0	0	0	6	0	29	6	6	100	100	0	6	0	21	0	6	0	15	0	6	0	2	0	6	0	3					51	2	6	33	11					6			
PARB02700	0	6	0	0	0	6	0	18	6	6	100	100	0	6	0	24	0	6	0	5	0	6	0	3	0	6	0	3					13	1	6	17	11					0			
PARB02900	0	6	0	0	0	6	0	27	6	6	100	100	0	6	0	22	0	6	0	7	0	6	0	0	0	6	0	2					47	2	6	33	11					6			
PTEI02900	0	6	0	0	0	6	0	0	6	6	100	100	4	6	67	27	0	6	0	0	0	6	0	0	0	6	0	0									2	6	33	33					
SANT00100	0	6	0	0	0	6	0	0	4	4	100	100	0	6	0	0	0	6	0	0	0	6	0	0	0	6	0	0									1	6	17	0					

NC: Número de Resultados Não Conformes  
NT: Número Total de Resultados Considerados

## 7.2.4 Considerações

### Reservatório do Jaguari / Rio Jaguari

Em 2002, a qualidade das águas do Jaguari foram monitoradas em dois pontos de amostragem, sendo um localizado no Reservatório do Jaguari, em Santa Isabel, e outro, no Rio Jaguari, próximo à sua foz no Paraíba.

Considerando os valores médios dos indicadores sanitários, pôde-se constatar que as águas do Reservatório do Jaguari, em Santa Isabel, atenderam aos padrões legais. No entanto, há algum tempo tem se notado que o Ribeirão Araraquara tem sido o responsável pela alteração da qualidade das águas deste reservatório, em função dos esgotos domésticos gerados pela cidade de Santa Isabel, que nele são lançados sem nenhum tratamento. Os coliformes termotolerantes, que consiste num indicador bastante sensível da poluição doméstica, acusou um valor médio, em 2002, bastante superior ao padrão de qualidade.

A porcentagem de resultados não conformes de mercúrio em 2002, no Reservatório do Jaguari, mostrou-se maior que a série histórica.

### Rio Parateí

Os indicadores sanitários, em 2002, mostraram que as águas do Rio Parateí se encontram comprometidas pelo lançamento de esgotos domésticos, uma vez que as concentrações de coliformes termotolerantes mantiveram-se superiores ao padrão legal ao longo de todo esse período.

A matéria orgânica associada ao lançamento dos esgotos domésticos ainda não comprometeu os níveis de oxigênio dissolvido, uma vez que a média anual do oxigênio dissolvido mostrou-se superior ao padrão de qualidade. As médias de nitrogênio amoniacal e  $DBO_{5,20}$ , relativas a 2002, mostraram-se superiores à série histórica.

Nesta bacia existem 2 aterros sanitários, intensas áreas cultivadas com plantações de cogumelos e flores, atividades minerárias e uma indústria recuperadora de baterias, a qual constitui-se numa fonte potencial de chumbo para o meio ambiente.

Com relação aos metais, o chumbo apresentou-se em concentrações baixas, no entanto o mercúrio tem mostrado resultados em desacordo com o padrão de qualidade em 33% do tempo.

### **Rio Paraíba do Sul**

No Rio Paraíba do Sul, são avaliados 9 pontos de amostragem. Analisando-se os dados médios da condutividade do Rio Paraíba, pode-se verificar que seu trecho inicial, situado entre Santa Branca e Jacareí, difere do restante do rio, estando numa condição superior de qualidade. Em 2002, as condutividades médias das águas do Rio Paraíba mantiveram-se superiores às médias históricas, caracterizando este período como sendo bastante crítico do ponto de vista de qualidade das águas. A regra operativa dos reservatórios existentes nas cabeceiras do Paraíba tem acarretado uma baixa disponibilidade hídrica ao longo do rio, principalmente no período chuvoso, sendo portanto um dos motivos responsáveis pela piora de sua qualidade.

A jusante de Jacareí, o Rio Paraíba recebe expressivas cargas poluidoras, atingindo seu ponto crítico na região de Caçapava (PARB02400), onde se tem observado uma depleção nos níveis de oxigênio dissolvido ao longo dos últimos anos, apresentando uma média histórica de 3,9 mg/L, contra uma média de 2,6 mg/L em 2002. É interessante observar que os dados médios da DBO<sub>5,20</sub>, indicador responsável pelo consumo do oxigênio dissolvido, não retrataram nenhum valor médio elevado ao longo de todo o Rio Paraíba. Sendo assim, deve ocorrer, antes do município de Caçapava, algum lançamento no rio, num trecho não contemplado pelo monitoramento da CETESB, que é responsável pela elevação da DBO<sub>5,20</sub>. O trecho seguinte, até Tremembé, tem demonstrado uma sensível melhora dos níveis de oxigênio dissolvido de suas águas.

Considerando os dados médios do indicador coliformes termotolerantes, verifica-se que o Rio Paraíba permanece desenquadrado ao longo de toda a sua extensão, com exceção do trecho situado a montante de Jacareí. Os esgotos domésticos, advindos principalmente dos municípios de Jacareí, São José dos Campos e Taubaté, tendo em vista suas elevadas densidades populacionais e ausência de tratamento em níveis adequados, constituem-se na principal pressão para a má qualidade dos recursos hídricos.

Os metais, ao longo de 2002, indicaram não conformidade para alumínio, manganês e mercúrio, sendo que para este último notou-se uma elevação da porcentagem de resultados não conformes em comparação com a série histórica.

### **Reservatório de Santa Branca**

O ponto SANT02100 localiza-se na confluência dos braços do Capivari e do Paraibuna. Na bacia do Capivari existe um fonte expressiva de aporte de carga orgânica para o reservatório, devido à intensa atividade agropecuária e de reflorestamento.

Os dados médios dos parâmetros sanitários do Reservatório Santa Branca não acusaram nenhuma não conformidade em 2002. A média dos coliformes termotolerantes de 2002 mostrou-se menor que 2001, indicando uma condição bastante boa para o Reservatório. Os níveis médios da DBO<sub>5,20</sub> e do fósforo total, que representam a disponibilidade de nutrientes para o desenvolvimento dos processos de eutrofização, mantiveram-se bastante baixos, característicos de ambientes pouco impactados. O oxigênio dissolvido, que quando super-saturado também indica a presença de grandes quantidades de algas, confirmam o diagnóstico de que esse ambiente se encontra equilibrado.

#### **□ Resultados de Mutagenicidade**

Não foi detectada atividade mutagênica, nas condições dos ensaios, em nenhum dos pontos amostrados.

#### **□ Resultados de Toxicidade**

Nessa UGRHI merece destaque a toxicidade crônica a *Ceriodaphnia dubia*, detectada em duas amostras do ponto SANT00100. No entanto, o efeitos tóxicos observados não se correlacionaram com os resultados das análises químicas efetuadas, sendo que a ocorrência de tais efeitos pode estar associada a outros agentes químicos não analisados durante o monitoramento desse ponto.

□ **Resultados das Análises Microbiológicas e Parasitológicas**

**R. Paraíba, junto à captação da SABESP no município de Jacareí**

Somente a *Giardia* foi detectada em 4 das 6 amostragens nas quais essas análises foram realizadas (fevereiro, abril, junho, julho, agosto e outubro), em concentrações variáveis de 0,7 a 1,4 cistos/L. Também nesse ponto as concentrações de coliformes termotolerantes estiveram elevadas, na ordem de 1.000 e 10.000 NMP/100mL, excedendo o limite de 1000 coliformes termotolerantes/100mL, estabelecido pela legislação (Resolução CONAMA 20/86). Os enterococos e o *Clostridium perfringens* foram detectados em densidades bem mais baixas nessas campanhas, com exceção do mês de fevereiro, no qual os enterococos estiveram presentes na concentração de 2.100UFC/100mL.

**R. Paraíba, na captação de São José dos Campos**

Nesse local as análises foram realizadas em janeiro, fevereiro, abril, junho, agosto e outubro, a *Giardia* tendo sido detectada nas 4 primeiras amostragens (0,5-4,3 cistos/L). O limite da Resolução CONAMA 20/86 de 1000 coliformes termotolerantes/100mL foi excedido em várias dessas campanhas, e os enterococos e o *Clostridium perfringens* estiveram presentes em menores densidades, exceto pelo valor de 1.100 UFC/100mL para os enterococos no mês de junho.

**Rio Paraíba do Sul – junto à captação da SABESP, em Tremembé**

Nesse ponto de captação, as análises foram realizadas nos meses de janeiro, fevereiro, abril, junho, julho, agosto e outubro. A *Giardia* foi detectada somente nas amostras coletadas em fevereiro e agosto, na densidade 4,7 e 0,3 cistos/L, respectivamente. O protozoário *Cryptosporidium* sp não foi detectado nesse ponto. As concentrações de coliformes termotolerantes estiveram elevadas nesse local, atingindo 30.000NMP/100mL no mês de abril e excedendo em várias ocasiões limite de 1000 coliformes termotolerantes/100mL, estabelecido pela legislação (Resolução CONAMA 20/86), mas os demais indicadores bacterianos de contaminação fecal, enterococos e *Clostridium perfringens*, foram detectados em concentrações bem menores .

**R. Paraíba, na captação de Aparecida**

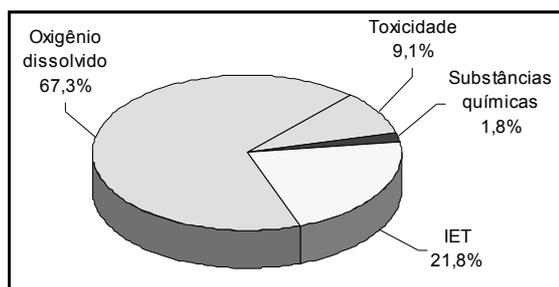
Nesse ponto de captação a *Giardia* foi detectada em concentrações mais elevadas que nos demais locais avaliados nessa bacia (1,1 - 21 cistos/L), em 3 das 5 amostragens nas quais essas análises foram realizadas, nos meses de fevereiro, abril, junho, agosto e outubro. O protozoário *Cryptosporidium* não foi detectado nesse ponto. O limite estabelecido pela Resolução CONAMA 20/86 de 1.000 coliformes termotolerantes/100mL foi superado em todos esses meses, pois as densidades dessas bactérias e dos enterococos estiveram bastante elevadas nessas campanhas, atingindo valores máximos de 300.000NMP/100mL e 17.000 UFC/100mL, respectivamente.

□ **IAP - Índice de Qualidade de Água Bruta para fins de Abastecimento Público**

Em 2002, o Reservatório de Santa Banca apresentou qualidade Ótima, de acordo com o IAP. O Jaguari, qualidade Boa e grande extensão do Rio Paraíba do Sul apresentou qualidade Regular, atingindo qualidade Ruim no trecho de Aparecida.

□ **IVA - Índice de Proteção da Vida Aquática**

Para visualizar os parâmetros que influenciaram no IVA quando classificado nas categorias Regular e Ruim, é apresentado o gráfico a seguir.

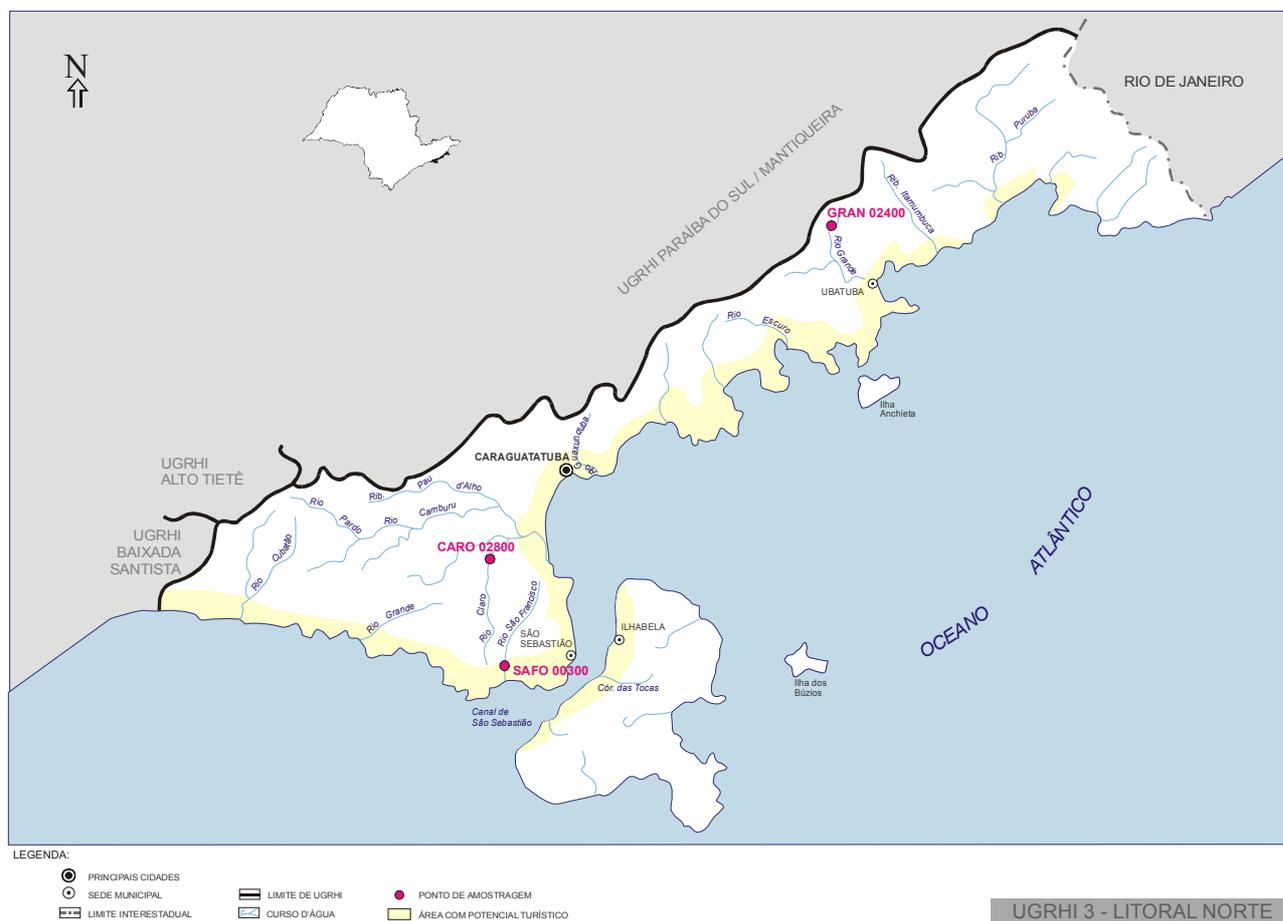


□ **IET - Índice do Estado Trófico**

Os resultados obtidos indicaram, de modo geral, estado oligotrófico, ou seja, águas límpidas não eutrofizadas e pouco produtivas, com exceção do Rio Paraíba onde na maioria dos pontos a carga de fósforo indicou estado meso/eutrófico.

## 7.3 UGRHI 03 – Litoral Norte

A Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos 03 situa-se no trecho nordeste do litoral do Estado de São Paulo, sendo composta por 4 municípios. A seguir, é apresentado o mapa da UGRHI 03, contendo os seus principais corpos de água, municípios, atividades agrícolas e indústrias poluidoras, bem como a localização dos pontos de amostragem.



### 7.3.1 Caracterização da UGRHI

Área de drenagem	1.906 km <sup>2</sup> .
Constituintes principais	Corpos de água contidos no componente setentrional da baixada costeira, delimitada pelas escarpas da Serra do Mar e pelo Oceano Atlântico.
Usos do solo	Ocupação urbana. Nesta UGRHI encontra-se parte do Parque Estadual da Serra do Mar.
Usos da água	Abastecimento público e Afastamento de efluentes domésticos.
Principais atividades industriais	Indústrias alimentícias (destacando-se a atividade pesqueira) e exploração mineral (pedreiras).
Outras informações	A região, por apresentar grande potencial turístico, tem seu contingente populacional aumentado nos finais de semana e temporadas de verão, agravando os problemas decorrentes da inadequada infra-estrutura de saneamento básico. As praias litorâneas dessa bacia são avaliadas semanalmente pela CETESB, segundo os critérios da Resolução CONAMA 274/2000, de conformidade com programa específico. Em São Sebastião encontra-se o terminal marítimo Almirante Barroso, da PETROBRÁS, que vem sendo monitorado em programas específicos pela CETESB.

□ **Carga orgânica poluidora**

Município	Concessão	População Censo 2000		Atendimento		Carga Poluidora kg DBO/ dia		Corpo Receptor
		Total	Urbana	Coleta %	Tratam. %	Potencial	Remanesc.	
Caraguatatuba	Sabesp	78.836	75.171	21	100	4.059	3.377	Rios / Mar
Ilhabela	Sabesp	20.744	20.498	2	100	1.107	664	Canal de São Sebastião
São Sebastião	Sabesp	57.886	57.300	29	100	3.094	2.376	Mar / Canal
Ubatuba	Sabesp	66.448	64.778	18	100	3.498	2.994	Rios / Mar

### 7.3.2 Monitoramento da Qualidade das Águas

□ **Descrição dos Pontos de Amostragem**

Ponto de Amostragem	Latitude (S)	Longitude (O)	Corpo de água	Localização
CARO02800	23°42'09"	45°29'20"	Rio Claro	Na captação da SABESP do Baixo Claro
GRAN02400	23°23'54"	45°07'14"	Rio Grande	Na captação principal de Ubatuba
SAFO00300	23°45'38"	45°25'20"	Rio São Francisco	Na captação da SABESP de São Sebastião – Bairro São Francisco

### 7.3.3 Resultados

□ **Índices**

**IQA**

Código do Ponto	Corpo de água	jan	mar	mai	jul	set	nov	Média
CARO02800	Rio Claro	64	60	58	86	74	71	69
GRAN02400	Rio Grande	70	61	73	70	69	81	71
SAFO00300	Rio São Francisco	65	55	69	87	76	77	72

QUALIDADE: ■ ÓTIMA ■ BOA ■ ACEITÁVEL ■ RUIM ■ PÉSSIMA

**IAP**

Código do Ponto	Corpo de água	jan	mar	mai	jul	set	nov	Média
CARO02800	Rio Claro	63		53	86		51	63
GRAN02400	Rio Grande	70		73	70		81	73
SAFO00300	Rio São Francisco	65		69	87		46	67

QUALIDADE: ■ ÓTIMA ■ BOA ■ REGULAR ■ RUIM ■ PÉSSIMA

**IVA**

Código do Ponto	Corpo de água	jan	mar	mai	jul	set	nov	Média
CARO02800	Rio Claro	4,2	4,4	2,2	3,4	2,2	3,2	3,3
GRAN02400	Rio Grande	2,2	3,4	2,2	2,2	3,4	2,2	2,6
SAFO00300	Rio São Francisco	2,2	3,4	2,2	2,2	3,4	2,2	2,6

QUALIDADE: ■ ÓTIMA ■ BOA ■ REGULAR ■ RUIM ■ PÉSSIMA

**IET**

Código do Ponto	Corpo de água	jan	mar	mai	jul	set	nov	Média
CARO02800	Rio Claro	56	53	30	30	40	50	43
GRAN02400	Rio Grande	30	40	30	30	30	30	32
SAFO00300	Rio São Francisco	30	30	30	30	30	40	32

LEGENDA: ■ OLIGOTRÓFICO ■ MESOTRÓFICO ■ EUTRÓFICO ■ HIPEREUTRÓFICO

□ **Parâmetros Sanitários – valores médios**

Código do Ponto	Parâmetros																					
	Condutiv.		TURB		NO <sub>2</sub>		NO <sub>3</sub>		NH <sub>3</sub>		OD		DBO <sub>5,20</sub>		RF		Surfac.		PT		CT	
	Mé dia 2002	Mé dia 1992 - 2001	Mé dia 1992 - 2002	Mé dia 1992 - 2001	Mé dia 2002	Mé dia 1992 - 2001	Mé dia 2002	Mé dia 1992 - 2001	Mé dia 2002	Mé dia 1992 - 2001	Mé dia 2002	Mé dia 1992 - 2001	Mé dia 2002	Mé dia 1992 - 2001	Mé dia 2002	Mé dia 1992 - 2001	Mé dia 2002	Mé dia 1992 - 2001	Mé dia 2002	Mé dia 1992 - 2001	Mé dia 2002	Mé dia 1992 - 2001
CARO02800	39	43	16	7	0,001	0,002	0,25	0,20	0,07	0,06	8,5	8,3	2	2	49	29	0,01	0,032	0,017	6,9E+02	2,4E+03	
GRAN02400	70	27	1	1	0,001	0,002	0,19	0,25	0,02	0,05	9,2	8,4	2	2	39	28	0,01	0,012	0,015	1,6E+03	2,8E+03	
SAFO00300	49	56	4	3	0,001	0,003	0,23	0,17	0,02	0,04	8,9	8,4	2	2	59	41	0,01	0,012	0,017	9,2E+02	5,0E+03	

□ **pH, Fenol e Metais - resultados não conformes com os padrões de qualidade de água estabelecidos pela Resolução CONAMA 20/86**

Código do Ponto	Parâmetros															
	pH				Fenóis				Al				Mn			
	NC 2002	NT 2002	% NC 2002	% NC 1992 - 2001	NC 2002	NT 2002	% NC 2002	% NC 1992 - 2001	NC 2002	NT 2002	% NC 2002	% NC 1992 - 2001	NC 2002	NT 2002	% NC 2002	% NC 1992 - 2001
CARO02800	0	6	0	17	0	6	0	0	5	5	100	100	0	6	0	0
GRAN02400	0	6	0	0	0	6	0	0	1	1	100	100	0	6	0	0
SAFO00300	0	6	0	33	0	6	0	0	2	2	100	100	0	6	0	0

NC: Número de Resultados Não Conformes  
NT: Número Total de Resultados Considerados

### 7.3.4 Considerações

#### Rio Grande / Rio Claro e Rio São Francisco

Nesta UGRHI são avaliados os mananciais do Rio Grande, em Ubatuba, do Rio Claro, em Caraguatatuba, e do Rio São Francisco, em São Sebastião. As águas desses mananciais apresentaram uma qualidade muito boa, considerando os indicadores oxigênio dissolvido, turbidez, condutividade e nitrogênio amoniacal. Os níveis de oxigênio dissolvido encontraram-se próximos à saturação, confirmando a ausência de lançamentos de origem orgânica, o que é confirmado pelas baixas concentrações de nitrogênio amoniacal. O material suspenso, avaliado por meio da turbidez, também acusou valores médios bastante reduzidos, indicando que não ocorre contribuição dos solos das respectivas bacias de drenagem. No caso do manganês, indicador que influi nas propriedades organolépticas (coloração) da água tratada, também se verificaram concentrações reduzidas. Do ponto de vista microbiológico, apenas o manancial do Rio Grande mostrou-se com concentração média superior ao padrão de 1.000NMP/100mL, indicando lançamentos de origem doméstica.

□ **Resultados de Toxicidade**

Nessa UGRHI vale mencionar a toxicidade crônica a *Ceriodaphnia dubia* detectada, em duas amostragens, nos pontos GRAN02400, CARO02800 e SAFO02300. No entanto, os efeitos tóxicos observados não se

correlacionaram com as análises químicas efetuadas, sendo que a ocorrência de tais efeitos pode estar associada a outros agentes químicos não analisados durante o monitoramento desses pontos.

□ **Resultados das Análises Microbiológicas e Parasitológicas**

**Rio São Francisco, na captação da SABESP**

Nenhum dos protozoários foi detectado nas 5 amostragens nas quais essas análises foram realizadas, nos meses de janeiro, março, maio, julho e novembro. Os coliformes termotolerantes estiveram presentes em concentrações elevadas nas três primeiras amostragens, superiores ao limite da Resolução CONAMA 20/86 (200 coliformes termotolerantes/100mL) para esse local, e atingindo 130.000NMP/100mL em março, mas para as outras bactérias indicadoras de contaminação fecal (enterococos e *Clostridium perfringens*) foram determinadas densidades bem mais baixas, exceto no mês de maio, quando as concentrações dos enterococos atingiram 1000UFC/100mL.

**Rio Claro, na captação da SABESP**

Neste ponto, os resultados também foram negativos para *Giardia* e *Cryptosporidium*, em todos os meses nos quais essas análises foram realizadas (janeiro, março, maio, julho e novembro), apesar das elevadas concentrações de coliformes termotolerantes registradas nos meses de janeiro, março e maio, que excederam o valor limite (1.000 coliformes termotolerantes/100mL) determinado pela Resolução CONAMA 20/86. Os enterococos e o *Clostridium perfringens* estiveram presentes em níveis bem mais baixos.

**Rio Grande, na captação de Ubatuba**

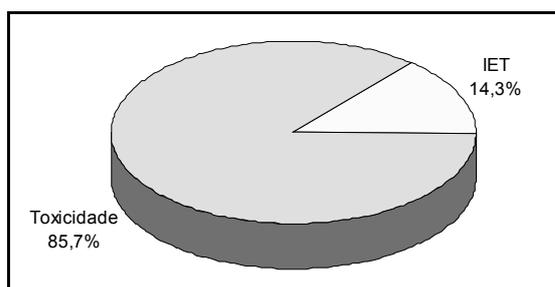
Nesse local somente a *Giardia sp* foi detectada em baixas concentrações (0,2 cistos/L) na amostra analisada no mês de maio e nenhum dos protozoários foi detectado nos outros meses (janeiro, março, julho e novembro). Os coliformes termotolerantes apresentaram-se em concentrações elevadas, superiores a 1.000 coliformes termotolerantes/100mL (limite estabelecido pela Resolução CONAMA 20/86 para esse ponto) nas três primeiras amostragens, enquanto que para os demais indicadores foram observadas densidades bem mais bem mais baixas.

□ **IAP - Índice de Qualidade de Água Bruta para fins de Abastecimento Público**

Todos os mananciais inseridos nesta UGRHI apresentaram em 2002 qualidade Boa, de acordo com o IAP.

□ **IVA - Índice de Proteção da Vida Aquática**

Para visualizar os parâmetros que influenciaram no IVA quando classificado na categoria Regular, é apresentado o gráfico a seguir.



□ **IET – Índice do Estado Trófico**

Em todos os pontos o Índice de Estado Trófico representado pelo fósforo total indicou predominantemente estado oligotrófico indicando assim águas límpidas, não eutrofizadas e pouco produtivas.



□ *Carga orgânica poluidora*

Município	Concessão	População Censo 2000		Atendimento		Carga Poluidora kg DBO/dia		Corpo Receptor
		Total	Urbana	Coleta %	Tratam. %	Potencial	Remanesc.	
Altinópolis	DAE	15.476	12.544	100	100	677	135	Cór. Mato Grosso
Brodowski	DAE	17.147	16.290	100	0	880	880	Cór. Da Divisa e Cór. Matadouro
Caconde	DAE	18.376	11.817	83	0	638	638	Rio São Miguel
Cajuru	Sabesp	20.774	18.403	99	100	994	207	Cór. Cajuru
Casa Branca	SAEE	26.792	21.623	100	0	1168	1168	Rib. das Congonhas
Cássia dos Coqueiros	Sabesp	2.871	1.664	92	100	90	24	Rio Cubatão
Cravinhos	SAEE	28.390	27.160	100	0	1467	1467	Rib. Preto
Divinolândia	Sabesp	12.016	6.875	99	0	371	371	Rio do Peixe
Itobi	Sabesp	7.464	6.203	87	0	335	335	Rio Verde
Jardinópolis	DAE	30.723	28.055	100	0	1515	1515	Cór. Matadouro
Mococa	Sabesp	65.530	57.255	100	2	3092	3042	Rib. do Meio
Ribeirão Preto	DAERP	505.012	502.333	100	70	27126	11935	Rio Pardo
Sales Oliveira	DAE	9.324	7.840	100	100	423	85	Cór. Aurora e Cór. Lageado
Santa Cruz da Esperança	Sabesp	1.796	1.197	100	100	65	13	Córr. Brilhante
Santa Rosa de Viterbo	Sabesp	21.421	20.194	100	88	1090	323	Cór. Bibiano e Cór. Caçador
São José do Rio Pardo	SAE	50.036	41.627	92	4	2248	2182	Rio Pardo
São Sebastião da Gramma	DAE	12.450	7.492	98	30	405	309	Cór. Fartura
São Simão	DAE	13.679	11.947	99	0	645	645	Cór. São Simão
Serra Azul	Sabesp	7.448	6.810	96	100	368	85	Cór. Serra Azul
Serrana	DAE	32.588	31.803	79	0	1717	1717	Cór. Serrinha
Tambaú	DAE	22.234	19.034	89	0	1028	1028	Cór. Tambaú
Tapiratiba	DAE	12.921	9.211	100	0	497	497	Rib. Conceição e Rib. Soledade
Vargem Grande do Sul	DAE	36.543	33.661	97	0	1818	1818	Rio Verde e Rio Jaguari Mirim

## 7.4.2 Monitoramento da Qualidade das Águas

□ *Descrição dos Pontos de Amostragem*

Ponto de Amostragem	Latitude (S)	Longitude (O)	Corpo de água	Localização
PARD02010	21°34'18"	46°50'05"	Rio Pardo	Ponte na rodovia SP-350, no trecho que liga São José do Rio Pardo à Guaxupé
PARD02100	22°42'12"	45°07'10"		Ponte na rodovia SP-340, no trecho que liga Casa Branca a Mococa
PARD02500	21°05'33"	47°45'24"		Margem esquerda, no Clube de Regatas de Ribeirão Preto
PARD02600	20°58'07"	48°01'40"		Margem direita, a 50 m da ponte na rodovia que liga Pontal a Cândia

## 7.4.3 Resultados

□ *Índices*

■ IQA

Código do Ponto	Corpo de água	fev	abr	jun	ago	out	dez	Média
PARD02010	Rio Pardo	64	78	78	83	92	69	77
PARD02100		66	78	82	84	85	75	78
PARD02500		62	66	60		54	54	59
PARD02600		60	56	46	51	55	46	52

QUALIDADE: ■ ÓTIMA ■ BOA ■ ACEITÁVEL ■ RUIM ■ PÉSSIMA

**IAP**

Código do Ponto	Corpo de água	fev	abr	jun	ago	out	dez	Média
PARD02010	Rio Pardo	56	75	78	83	92	61	74
PARD02100		60	76	82	84	85	71	76
PARD02500		53	63	59		53	51	56
PARD02600		51	53	44	49	52	42	49

QUALIDADE: ÓTIMA BOA REGULAR RUIM PÉSSIMA

**IVA**

Código do Ponto	Corpo de água	fev	abr	jun	ago	out	dez	Média
PARD02010	Rio Pardo	4,2	4,4	4,2	2,2	2,2	3,2	3,4
PARD02100		2,2	3,4	3,2	2,2	4,2	2,2	2,9
PARD02500		4,2	3,2	4,2	3,2	3,2	3,2	3,5
PARD02600		4,2	3,4	6,6	5,4	4,4	5,4	4,9

QUALIDADE: ÓTIMA BOA REGULAR RUIM PÉSSIMA

**IET**

Código do Ponto	Corpo de água	fev	abr	jun	ago	out	dez	Média
PARD02010	Rio Pardo	62	46	60	36	35	48	48
PARD02100		41	13	51	27	65	42	40
PARD02500		61	52	63	53	52	53	56
PARD02600		62	13	70	63	53	65	54

LEGENDA: OLIGOTRÓFICO MESOTRÓFICO EUTRÓFICO HIPEREUTRÓFICO

Parâmetros Sanitários – valores médios

Código do Ponto	Parâmetros Sanitários																					
	Conduktiv.		TURB		NO <sub>2</sub>		NO <sub>3</sub>		NH <sub>3</sub>		OD		DBO <sub>5,20</sub>		RF		Surfac.		PT		CT	
	Média 2002	Média 1992-2001	Média 2002	Média 1992-2001	Média 2002	Média 1992-2001	Média 2002	Média 1992-2001	Média 2002	Média 1992-2001	Média 2002	Média 1992-2001	Média 2002	Média 1992-2001	Média 2002	Média 1992-2001	Média 2002	Média 1992-2001	Média 2002	Média 1992-2001	Média 2002	Média 1992-2001
PARD02010	53	54	13	11	0,011	0,003	0,33	0,30	0,05	0,04	7,3	8,5	2	2	69	48	0,06	0,04	0,045	0,031	1,1E+02	2,2E+02
PARD02100	58	55	11	18	0,011	0,008	0,34	0,24	0,05	0,07	6,7	7,7	2	2	83	53	0,06	0,04	0,050	0,035	5,1E+01	4,3E+02
PARD02500	61	53	17	27	0,015	0,008	0,34	0,23	0,12	0,07	8,0	7,3	3	2	82	56	0,06	0,04	0,063	0,048	8,3E+03	4,8E+03
PARD02600	62	56	17	22	0,040	0,018	0,63	0,25	0,15	0,11	4,4	5,4	2	2	82	56	0,06	0,04	0,086	0,074	1,6E+04	2,3E+04

pH, Fenol e Metais - resultados não conformes com os padrões de qualidade de água estabelecidos pela Resolução CONAMA 20/86

Código do Ponto	Parâmetros																																							
	pH				Fenóis				Al				Mn				Ni				Cu				Zn				Cd				Hg				Pb			
	NC 2002	NT 2002	% NC 2002	% NC 1992 - 2001	NC 2002	NT 2002	% NC 2002	% NC 1992 - 2001	NC 2002	NT 2002	% NC 2002	% NC 1992 - 2001	NC 2002	NT 2002	% NC 2002	% NC 1992 - 2001	NC 2002	NT 2002	% NC 2002	% NC 1992 - 2001	NC 2002	NT 2002	% NC 2002	% NC 1992 - 2001	NC 2002	NT 2002	% NC 2002	% NC 1992 - 2001	NC 2002	NT 2002	% NC 2002	% NC 1992 - 2001	NC 2002	NT 2002	% NC 2002	% NC 1992 - 2001				
PARD02010	0	6	0	0				100	6	6	100	100	2	6	33	50	0	6	0	20	0	6	0	0	0	6	0	0	0	2	0	0	0	2	0	0	0			
PARD02100	0	6	0	3				54	6	6	100	83	0	6	0	5	0	6	0	0	0	6	0	3	0	6	0	5	0	2	0	9	2	2	100	4	13			
PARD02500	0	6	0	3				36	6	6	100	100	0	6	0	3	0	6	0	3	0	6	0	5	0	6	0	10	0	2	0	15	0	2	0	11	8			
PARD02600	0	6	0	3				40	6	6	100	100	0	6	0	5	0	6	0	9	0	6	0	3	0	6	0	2	0	2	0	13	0	2	0	7	15			

NC: Número de Resultados Não Conformes  
NT: Número Total de Resultados Considerados

## 7.4.4 Considerações

### Rio Pardo

Através dos resultados médios dos parâmetros sanitários (oxigênio dissolvido, nitrogênio amoniacal, fósforo total e coliformes termotolerantes), é possível verificar que ocorre uma piora na qualidade das águas do Rio Pardo a partir de sua entrada no Estado de São Paulo. O ponto PARD02010, situado na fronteira de São Paulo com Minas Gerais, tem se mantido em boas condições sanitárias, indicando que a piora na qualidade das águas do Rio Pardo ocorrem em território paulista.

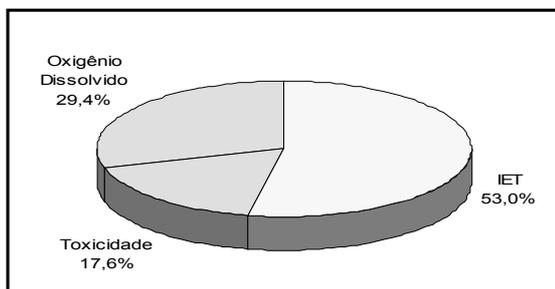
A qualidade das águas do Rio Pardo, considerando os dados médios de oxigênio dissolvido e coliformes termotolerantes, torna-se crítica no ponto PARD02600, situado a jusante do município de Ribeirão Preto. O valor médio do oxigênio dissolvido, neste ponto, em 2002, mostrou-se em desacordo com o padrão de qualidade, fato este que evidencia uma piora da qualidade das águas deste rio ao longo do tempo, uma vez que a média histórica atendia ao padrão de qualidade. Portanto, a carga de matéria orgânica associada aos despejos domésticos, que estão sendo lançadas neste rio já superam a sua capacidade assimilativa.

#### □ IAP - Índice de Qualidade de Água Bruta para fins de Abastecimento Público

Nesta UGRHI, o Rio Pardo apresentou qualidade Boa, de acordo com o IAP, com exceção de seu trecho final, cuja qualidade enquadrou-se na categoria Regular.

#### □ IVA - Índice de Proteção da Vida Aquática

Para visualizar os parâmetros que influenciaram no IVA quando classificado nas categorias Regular e Ruim, é apresentado o gráfico a seguir.



#### □ IET – Índice do Estado Trófico

Em todos os pontos, onde as médias mensais indicaram estado eutrófico, este resultado foi fortemente influenciado pela carga de fósforo total.

## 7.5 UGRHI 05 – Piracicaba, Capivari e Jundiá

A Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos 05 é composta por 57 municípios. Na divisão anteriormente adotada pela CETESB, a UGRHI 05 - Piracicaba, Capivari e Jundiá abrangia parte da Primeira Zona Hidrográfica e correspondia a três bacias hidrográficas. Dado o adensamento urbano, a grandiosidade do parque industrial existente nesta UGRHI, a integração dos sistemas de abastecimento desta região com os da Região Metropolitana de São Paulo e visando a uma análise compartimentada, adotou-se neste relatório uma divisão em bacias hidrográficas para a avaliação da qualidade das águas desta UGRHI, conforme segue:

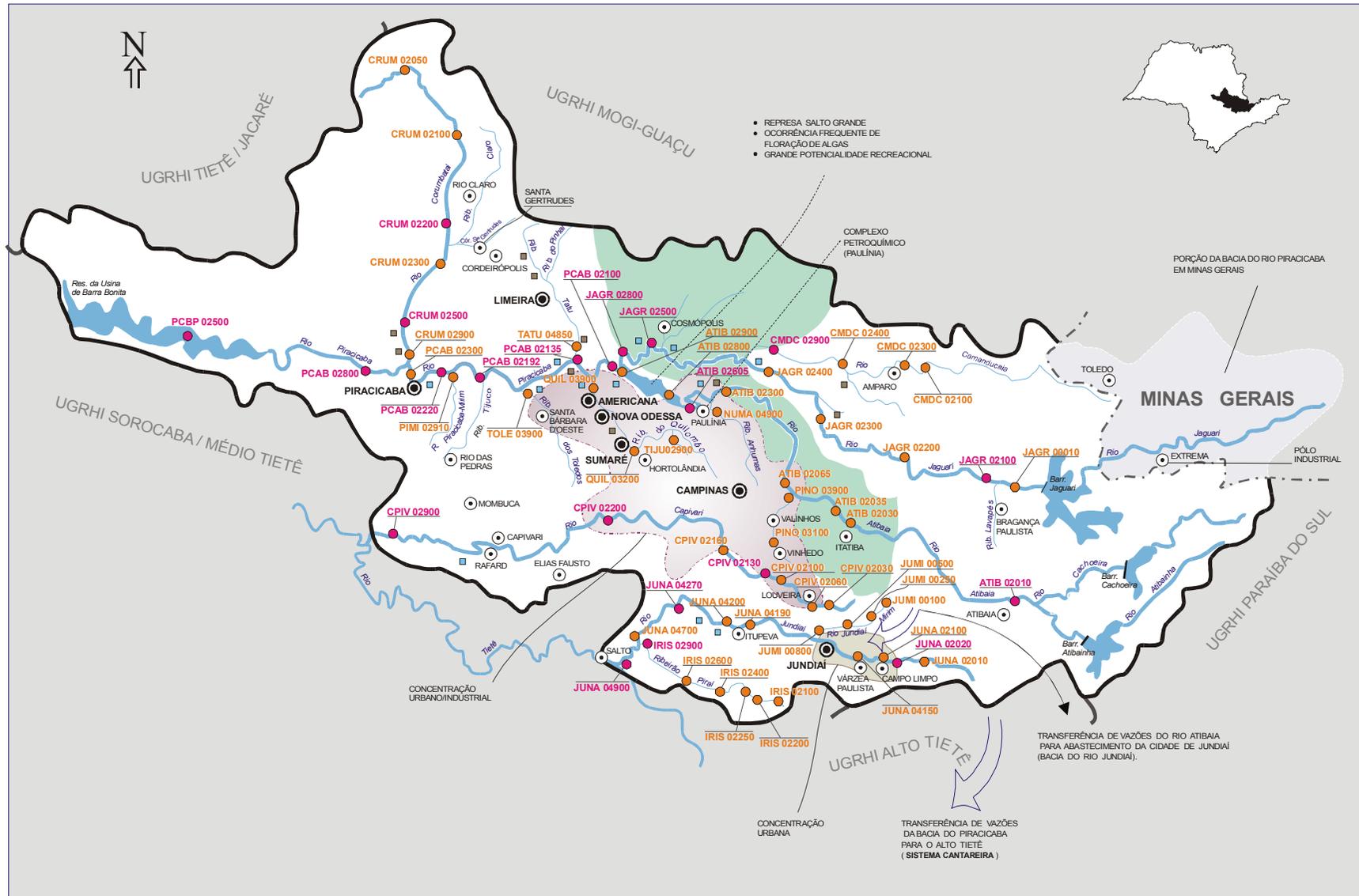
- Bacia do Rio Capivari
- Bacia do Rio Jundiá
- Bacia do Rio Piracicaba

A carga orgânica poluidora, gerada pelos 57 municípios inseridos nesta UGRHI, é apresentada na tabela a seguir.

Município	Concessão	População Censo 2000		Atendimento		Carga Poluidora kg DBO/ dia		Corpo Receptor
		Total	Urbana	Coleta %	Tratam. %	Potencial	Remanesc.	
Águas de São Pedro	Sabesp	1.845	1.845	100	12	100	90	Rib. Araquá
Americana	DAE	182.084	181.650	81	72	9.809	5.233	Rib. Quilombo
Amparo	SAAE	60.415	43.351	83	0	2.341	2.341	Rio Camanducaia
Analândia	PM	3.579	2.649	94	0	143	143	Rio Corumbataí
Artur Nogueira	PM	33.089	30.437	100	0	1.644	1.644	Cór. São Bento
Atibaia	SAAE	111.055	96.720	31	0	5.223	5.223	Rio Atibaia
Bom Jesus dos Perdões	PM	13.213	11.127	65	0	601	601	Rio Atibaia
Bragança Paulista	Sabesp	124.888	110.982	85	0	5.993	5.993	Rib. Lavapés
Campinas	SANASA	967.921	951.824	84	7	51.398	4.8981	Rib. Samambaia/Anhumas (45%), Quilombo (15%) e Capivari (50%)
Campo Limpo Paulista	Sabesp	63.707	62.247	57	0	3.361	3.361	Rio Jundiá
Capivari	SAAE	41.438	33.454	83	0	1.807	1.807	Rio Capivari
Charqueada	Sabesp	13.001	11.719	85	80	633	289	Tijuco Preto/Charqueada/Fregadoli/Água Parada
Cordeirópolis	DAE	17.586	16.065	82	0	868	868	Rib. Tatu
Corumbataí	PM	3.796	1.720	100	100	93	19	Rio Corumbataí
Cosmópolis	DAE	44.367	42.511	82	0	2.296	2.296	Cor. Três Barras
Elias Fausto	Sabesp	13.879	10.260	91	10	554	514	Cór. Carneiro
Holambra	PM	7.231	3.958	100	5	214	205	Rib. Cachoeira e Cór. da Borda da Mata
Hortolândia	Sabesp	151.669	151.669	3	10	8.190	8.170	Jacuba
Indaiatuba	SAAE	146.829	144.528	78	10	7.805	7.318	Rio Jundiá
Ipeúna	PM	4.318	3.427	96	100	185	43	Cór. das Lavadeiras
Iracemópolis	PM	15.524	14.780	100	100	798	160	Rib. Cachoeirinha
Itatiba	Sabesp	80.884	65.602	100	0	3.543	3.543	Rios Jacarezinho e Atibaia
Itupeva	Sabesp	26.158	19.250	69	0	1.040	1.040	Rio Jundiá
Jaguariúna	SMSB	29.450	25.669	80	0	1.386	1.386	Rio Jaguari
Jarinu	Sabesp	17.677	11.623	21	100	628	522	Rib. Jarinu
Joanópolis	Sabesp	10.388	10.388	55	96	561	324	Rio Jacaré
Jundiá	DAE	322.798	299.669	88	100	16.182	4.790	Rio Jundiá
Limeira	AL S/A	248.632	237.959	100	5	12.850	12.336	Rib. Tatu
Louveira	SAEMA	23.970	21.926	48	0	1.184	1.184	Cór. Sto. Antonio/Rio Capivari
Mombuca	Sabesp	3.100	2.264	91	56	122	72	Cór. Mombuca
Monte Alegre do Sul	PM	6.323	3.280	60	0	177	177	Rio Camanducaia e Rib. Monte Alegre
Monte Mor	Sabesp	37.111	33.980	36	0	1.835	1.835	Rio Capivari

Morungaba	Sabesp	9.919	7.795	88	100	421	125	Rio dos Mansos
Nazaré Paulista	Sabesp	14.379	5.821	44	60	314	248	Rio Atibaia
Nova Odessa	CODEN	42.066	41.106	90	0	2.220	2.220	Rib. Quilombo
Paulínia	Sabesp	51.242	50.677	83	0	2.737	2.737	Rio Atibaia
Pedra Bela	Sabesp	5.604	1.206	84	0	65	65	Cór. Pedra Bela
Pedreira	SSO	35.242	34.155	92	4	1.844	1.790	Rio Jaguari
Pinhalzinho	Sabesp	10.971	5.279	79	85	285	132	Rio do Pinha
Piracaia	Sabesp	22.986	22.986	41	30	1.241	1.119	Rio Cachoeira
Piracicaba	SEMAE	328.312	316.518	94	30	17.092	13.236	Rio Piracicaba, Rib.Piracicamirim e R.Corumbataí
Rafard	DAE	8.361	7.170	90	0	387	387	Cór. S. Francisco/Rio Capivari
Rio Claro	DAE	168.087	163.341	79	19	8.820	7.761	Rios Corumbataí e Claro
Rio das Pedras	SAAE	23.441	21.905	82	0	1.183	1.183	Rib. Tijuco Preto
Saltinho	DAE	5.775	4.804	96	100	259	60	Rib. Piracicamirim
Salto	DAE	93.160	92.066	75	0	4.972	4.972	Rio Jundiá
Santa Bárbara d'Oeste	DAE	169.735	167.574	88	1	9.049	8.985	Rib. dos Toledos
Santa Gertrudes	NOVACON	15.898	15.520	100	0	838	838	Cór. Barreiro/ Rib. Claro
Santa Maria da Serra	Sabesp	4.619	3.894	100	100	210	42	Rib. Bonito
Santo Antônio de Posse	PM	18.145	14.673	89	0	792	792	Rio Camanducaia-Mirim/Rib Pirapitingui
São Pedro	SAE	27.866	22.412	1	0	1.210	1.210	Rib. Samambaia
Sumaré	DAE	196.055	193.266	88	0	10.436	10.436	Rib Quilombo
Tuiuti	Sabesp	4.933	2.262	33	0	122	122	Rib. do Pântano
Valinhos	DAEV	82.773	78.319	69	0	4.229	4.229	Rib. Pinheiros
Vargem	Sabesp	6.975	2.611	66	0	141	141	Rib. da Limeira
Várzea Paulista	Sabesp	92.669	92.669	73	0	5.004	5.004	Rio Jundiá
Vinhedo	SAEMA	47.104	46.063	53	70	2.487	1.749	Rio Capivari e Rib. Pinheiros

A seguir, apresenta-se o mapa esquemático desta UGRHI contendo os seus principais corpos de água, municípios, atividades agrícolas e indústrias potencialmente poluidoras, bem como a localização dos pontos de amostragem.



LEGENDA:

- |                    |                      |  |                                    |
|--------------------|----------------------|--|------------------------------------|
| PRINCIPAIS CIDADES | LIMITE DE UGRHI      | PONTO DE AMOSTRAGEM (REDE MONITORAMENTO)     | PRINCIPAIS INDÚSTRIAS CONSUMIDORAS |
| SEDE MUNICIPAL     | LIMITE INTERESTADUAL | PONTO DE AMOSTRAGEM (MONITORAMENTO REGIONAL) | PRINCIPAIS INDÚSTRIAS POLUIDORAS   |
|                    | CURSO D'ÁGUA         | AGRICULTURA COM IRRIGAÇÃO                    |                                    |

UGRHI 5 - PIRACICABA / CAPIVARI / JUNDIÁ

## 7.5.1 Bacia do Rio Capivari

### 7.5.1.1 Caracterização da Bacia

Área de drenagem	1.655 km <sup>2</sup> .
Constituintes principais	Rios Capivari e Capivari-Mirim, da nascente até a foz, na margem direita do Rio Tietê, com 180 km de extensão.
Usos do solo	A cultura da cana-de-açúcar ocupa 40% da área total, seguido por áreas cobertas por pastagens, culturas de milho, café e feijão, reflorestamento e atividades hortifrutigranjeiras, usos urbano e industrial, além de mineração (extração de areia). Nesta bacia encontram-se ainda áreas definidas, por decreto estadual, como Áreas de Proteção Ambiental de Jundiá e Tietê.
Usos da água	Abastecimentos público e industrial; Afastamento de efluentes industriais e domésticos e Irrigação de plantações.
Principais atividades industriais	Indústrias do ramo sucro-alcooleiro, químicas, metalúrgicas, curtumes, têxteis e alimentícias.

### 7.5.1.2 Monitoramento da Qualidade das Águas

#### ■ Descrição dos Pontos de Amostragem

Ponto de Amostragem	Latitude (S)	Longitude (O)	MR/RM	Corpo de água	Localização
CPIV02030			MR	Rio Capivari	Ponte na Estrada Jundiá/Itatiba
CPIV02060	23°06'06"	46°55'20"	MR		Na Granja Dina3 - Av. Nicola Anserri, 1815, próximo à divisa dos municípios Jundiá/Louveira
CPIV02100			MR		No condomínio São Joaquim em Vinhedo
CPIV02130	22°00'22"	47°05'60"	MR/RM		Na captação de Campinas
CPIV02160			MR		Na estrada de terra que liga Campinas a Monte Mor
CPIV02200	22°57'34"	47°17'51"	MR/RM		Ponte de madeira ao lado do campo de futebol da Tetra Pak, na estrada que liga Monte Mor à Fazenda Rio Acima.
CPIV02900	22°58'58"	47°42'54"	MR/RM		Próximo à foz no Rio Tietê. Este ponto localiza-se 28 Km do município de Tietê, altura do km 73 da Rodovia SP 127.

MR = Monitoramento Regional

RM = Rede de Monitoramento

### 7.5.1.3 Resultados

#### □ Índices

##### ■ IQA

Código do Ponto	Corpo de água	fev	abr	jun	ago	Out	dez	Média
CPIV02130	Rio Capivari	67	59	64	58	49	50	58
CPIV02200		39	30	30	23	13	33	28
CPIV02900		55	53	64	56	42	37	51

QUALIDADE: ■ ÓTIMA ■ BOA ■ ACEITÁVEL ■ RUIM ■ PÉSSIMA

##### ■ IAP

Código do Ponto	Corpo de água	fev	abr	jun	ago	Out	dez	Média
CPIV02130	Rio Capivari			60	52		23	45
CPIV02200		31	25	27	19	10	24	23
CPIV02900		46	47	61	50	36	3	40

QUALIDADE: ■ ÓTIMA ■ BOA ■ REGULAR ■ RUIM ■ PÉSSIMA

##### ■ IVA

Código do Ponto	Corpo de água	fev	abr	jun	ago	Out	dez	Média
CPIV02130	Rio Capivari	2,2	4,2	4,2	2,2	5,4	5,4	3,9
CPIV02200		7,6	11,2	11,2	11,2	11,2	6,6	9,8
CPIV02900		5,2	5,2	6,4	6,4	5,2	8,8	6,2

QUALIDADE: ÓTIMA BOA REGULAR RUIM PÉSSIMA

IET

Código do Ponto	Corpo de água	fev	abr	jun	ago	Out	dez	Média
CPIV02130	Rio Capivari	29	57	55	31	62	54	48
CPIV02200		88	93	94	94	129	69	95
CPIV02900		78	91	76	85	122	84	89

LEGENDA: OLIGOTRÓFICO MESOTRÓFICO EUTRÓFICO HIPEREUTRÓFICO

Parâmetros Sanitários – valores médios

Código do Ponto	Parâmetros																						
	Condutiv		TURB		NO <sub>2</sub>		NO <sub>3</sub>		NH <sub>3</sub>		OD		DBO <sub>3,20</sub>		RF		Surfac.		PT		CT		
	Média 2002	Média 1999-2001	Média 2002	Média 1999-2001	Média 2002	Média 1999-2001	Média 2002	Média 1999-2001	Média 2002	Média 1999-2001	Média 2002	Média 1999-2001	Média 2002	Média 1999-2001	Média 2002	Média 1999-2001	Média 2002	Média 1999-2001	Média 2002	Média 1999-2001	Média 2002	Média 1999-2001	
CPIV02030	90		949								4,0	6,8	13	3								3,8E+04	1,6E+04
CPIV02060	189		44								3,3	7,2	3	3								2,3E+04	3,0E+04
CPIV02100	242		868								3,5	1,8	40	30								1,9E+06	7,5E+05
CPIV02130	189	170	32	73	0,278	0,215	1,96	1,18	0,90	0,68	5,2	6,7	4	6	211	141	0,11	0,08	0,332	0,230	3,9E+02	3,5E+03	
CPIV02160	421		48								4,0	2,2	20	14								4,9E+05	1,2E+05
CPIV02200	389	299	60	82	0,077	0,101	1,19	0,18	8,99	5,33	1,4	1,9	15	14	268	184	1,89	0,90	2,182	0,792	4,9E+04	1,2E+05	
CPIV02900	275	250	51	77	0,388	0,277	2,22	0,99	3,95	3,44	5,1	5,2	9	8	224	192	0,17	0,13	1,357	0,296	6,5E+02	1,7E+03	

pH, Fenol e Metais - resultados não conformes com os padrões de qualidade de água estabelecidos pela Resolução CONAMA 20/86

Código do Ponto	Parâmetros																																							
	pH				Fenóis				Al				Mn				Ni				Cu				Zn				Cd				Hg				Pb			
	NC 2002	NT 2002	% NC 2002	% NC 1992-2001	NC 2002	NT 2002	% NC 2002	% NC 1992-2001	NC 2002	NT 2002	% NC 2002	% NC 1992-2001	NC 2002	NT 2002	% NC 2002	% NC 1992-2001	NC 2002	NT 2002	% NC 2002	% NC 1992-2001	NC 2002	NT 2002	% NC 2002	% NC 1992-2001	NC 2002	NT 2002	% NC 2002	% NC 1992-2001	NC 2002	NT 2002	% NC 2002	% NC 1992-2001								
CPIV02030	0	5	0	0																																				
CPIV02060	0	5	0	0																																				
CPIV02100	0	5	0	0																																				
CPIV02130	0	6	0	0	1	1	100	46	6	6	100	100	6	6	100	98	0	6	0	12	0	6	0	7	0	6	0	12	0	6	0	12	0	6	0	23				
CPIV02160	0	5	0	0																																				
CPIV02200	0	6	0	0	2	2	100	73	6	6	100	95	6	6	100	97	0	6	0	15	0	6	0	15	0	6	0	11	0	6	0	15	1	6	17	21				
CPIV02900	0	6	0	0	1	1	100	46	6	6	100	88	6	6	100	94	1	6	17	8	1	6	17	8	1	6	17	0	0	6	0	6	0	6	0	4				

NC: Número de Resultados Não Conformes  
NT: Número Total de Resultados Considerados

### 7.5.1.4 Considerações

#### Rio Capivari

A análise espacial do Rio Capivari apresentou uma piora acentuada na qualidade de suas águas ao longo de dois trechos, sendo um representado pelo ponto CPIV02100 e o outro, pelo ponto CPIV02160. Esses trechos se situam a jusante dos municípios de Louveira e Campinas, respectivamente, recebendo os lançamentos tanto de origem doméstica quanto industrial destes municípios. Os valores médios dos parâmetros sanitários (oxigênio dissolvido, DBO<sub>5,20</sub>, coliformes termotolerantes e condutividade) ilustram a contaminação das águas desses trechos do Rio Capivari.

Também é possível observar que as médias de DBO<sub>5,20</sub>, nitrogênio amoniacal e fósforo total, relativas a 2002, mostraram-se mais elevadas que as médias históricas, indicando que a carência hídrica na bacia tem contribuído para uma maior degradação da qualidade da água.

É possível verificar também que a qualidade da água no ponto CPIV02900, próximo à foz do Rio Capivari, apresenta uma redução nos níveis de matéria orgânica, avaliada pela DBO<sub>5,20</sub>, devido à autodepuração e ao fato deste trecho não receber contribuições significativas de cargas poluidoras.

Com exceção do alumínio e do manganês que mostraram, em 2002, 100% dos resultados não conformes, os demais metais não superaram em mais do que 17% do tempo com resultados não conformes. As porcentagens de resultados não conformes, considerando o período de 1992 a 2001, de níquel, cádmio, zinco, mercúrio e chumbo também se mostraram inferiores a 20%.

#### □ **Resultados de Mutagenicidade**

Durante o monitoramento do ano de 2001, foi detectada atividade mutagênica em uma das três coletas realizadas.

O fato deste resultado não ter se repetido em amostragens posteriores, nos anos de 2001 e 2002, sugere um evento pontual. O corpo d'água permanece em estado de observação.

#### □ **Resultados das Análises Microbiológicas e Parasitológicas**

##### Rio Capivari na captação da ETA 4 na cidade de Campinas

Neste local as análises de *Giardia* e *Cryptosporidium*, foram realizadas nas amostragens de fevereiro, abril, junho, agosto, outubro e dezembro. A *Giardia* foi detectada em fevereiro e junho, em concentrações de 1,6 e 0,5 cistos/L, respectivamente. O *Cryptosporidium* foi detectado na densidade de 0,2 oocistos/L em fevereiro. As densidades das bactérias indicadoras de contaminação fecal permaneceram baixas em todas as amostragens, exceto para os coliformes termotolerantes nos meses de abril e dezembro, quando não foi obedecido o limite de 1.000 coliformes termotolerantes/100mL que a legislação (Resolução CONAMA 20/86) estabelece para esse local.

## 7.5.2 Bacia do Rio Jundiá

### 7.5.2.1 Caracterização da Bacia

Área de drenagem	1.150 km <sup>2</sup> .
Constituintes principais	Rio Jundiá, que nasce na Serra de Pedra Vermelha, no município de Mairiporã e deságua na margem direita do Rio Tietê, no Reservatório da Usina de Porto Góes, no município de Salto; Rios Jundiá-Mirim e Piráí.
Usos do solo	A bacia possui 38,5% da área ocupada com pastagens naturais e cultivadas, 10% com áreas de reflorestamento e 9% com matas e capoeiras. Apresenta atividades agrícolas com o predomínio de frutas, citrus, hortaliças, tomate, batata, etc.; atividade granjeira, uso urbano e acentuado desenvolvimento industrial. Esta bacia abrange as áreas declaradas por decretos estaduais como Áreas de Proteção Ambiental de Jundiá, Cabreúva e Várzea Paulista.

<b>Usos da água</b>	Abastecimento público e industrial; Afastamento de efluentes domésticos e Lançamento em sua calha de efluentes líquidos industriais.
<b>Principais atividades industriais</b>	Indústrias alimentícias, metalúrgicas, químicas, têxteis, chapas duras e papelão.
<b>Captações utilizadas para abastecimento público</b>	As águas do ribeirão Piraí, situado na bacia do Jundiá, são utilizadas para o abastecimento público dos municípios de Salto e Indaiatuba.

### 7.5.2.2 Monitoramento da Qualidade das Águas

#### □ Descrição dos Pontos de Amostragem

Ponto de Amostragem	Latitude (S)	Longitude (O)	MR/RM	Corpo de água	Localização
JUMI00100	23°07'18"	46°46'15"	MR	Ribeirão Jundiá-Mirim	No bairro Pitangal, em Jarinu
JUMI00250	23°08'47"	46°48'22"	MR		Ponte na Estrada Jundiá/Jarinu, em frente ao Condomínio Campo Verde
JUMI00500	23°08'43"	46°51'04"	MR		Ponte a jusante da Cereser
JUMI00800	23°09'30"	46°54'34"	MR		Na captação de Jundiá
JUNA02010	23°12'30"	46°46'07"	MR	Rio Jundiá	Na captação de Campo Limpo Paulista
JUNA02020	23°12'14"	46°46'24"	MR/RM		Na Av. Aderbal da Costa Madeira, 50m a jusante do lançamento da Krupp
JUNA02100	23°12'29"	46°48'30"	MR		Estrada da Várzea, número 3001
JUNA04150	23°11'52"	46°51'59"	MR		Na passarela em frente à Vulcabrás - Av. Antônio Frederico Ozana n.º 1440
JUNA04190	23°08'49"	47°01'22"	MR		Ponte de acesso à Akso Nobel, em Itupeva
JUNA04200	23°08'18"	47°05'05"	MR		Ponte sobre o Rio Jundiá, na estrada do Bairro Monte Serrat
JUNA04270	23°06'26"	47°10'24"	MR/RM		Na ponte de concreto, logo após a estrada de ferro, no distrito de Itaici, em Indaiatuba
JUNA04700	23°11'42"	47°16'07"	MR		Ponte no Jardim das Nações, em Salto
JUNA04900 (*)	23°12'36"	47°17'28"	MR/RM		Na área urbana de Salto. Ponte na Praça Álvaro Guião, próximo à foz com o Rio Tietê
IRIS02100	23°15'43"	47°03'28"	MR	Rio Piraí	Na captação de Cabreúva, no Bairro do Jacaré
IRIS02200	23°14'52"	47°04'24"	MR		Ponte na Rodovia Marechal Rondon em frente à indústria Crown Cork
IRIS02250	23°14'24"	47°05'01"	MR		Estrada de terra, antes da indústria BIC
IRIS02400	23°15'44"	47°07'13"	MR		Estrada sentido Faz. Santana, após aproximadamente 500m do trevo
IRIS02600	23°15'23"	47°10'34"	MR		Rodovia Marechal Rondon, km 91
IRIS02900	23°11'12"	47°14'44"	MR/RM		Na barragem de captação dos municípios de Salto e Indaiatuba

(\*): Estação Automática de Monitoramento

MR = Monitoramento Regional

RM = Rede de Monitoramento

### 7.5.2.3 Resultados

#### □ Índices

##### IQA

Código do Ponto	Corpo de água	fev	abr	jun	ago	Out	dez	Média
IRIS02900	Res. do Ribeirão Piraí	56	67	67	71	75	59	66
JUNA02020	Rio Jundiá	44	43	41		45	45	44
JUNA04270		48	36	30		25	38	36
JUNA04900		33	24	15		17	21	22

QUALIDADE: ■ ÓTIMA ■ BOA ■ REGULAR ■ RUIM ■ PÉSSIMA

##### IAP

Código do Ponto	Corpo de água	fev	abr	jun	ago	Out	dez	Média
-----------------	---------------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-------

IRIS02900	Res. do Ribeirão Piraiá	52		65	68		54	60
JUNA02020	Rio Jundiá	34	37	39		36	35	36
JUNA04270		40	31	26		21	31	30
JUNA04900		25	20	12		15	17	18

QUALIDADE: ■ ÓTIMA ■ BOA ■ REGULAR ■ RUIM ■ PÉSSIMA

### IVA

Código do Ponto	Corpo de água	fev	abr	jun	ago	Out	dez	Média
IRIS02900	Res. do Ribeirão Piraiá	3,2	5,6	3,2	3,2	4,2	4,2	3,9
JUNA02020	Rio Jundiá	5,2	5,2	5,2	5,2	4,2	2,2	4,5

QUALIDADE: ■ ÓTIMA ■ BOA ■ REGULAR ■ RUIM ■ PÉSSIMA

### IET

Código do Ponto	Corpo de água	fev	abr	jun	ago	Out	dez	Média
IRIS02900	Res. do Ribeirão Piraiá	47	52	50	54	56	58	53
JUNA02020	Rio Jundiá	76	80	82	77	72	40	71

LEGENDA: ■ OLIGOTRÓFICO ■ MESOTRÓFICO ■ EUTRÓFICO ■ HIPEREUTRÓFICO

### □ Parâmetros Sanitários – valores médios

Código do Ponto	Parâmetros Sanitários																Média 1992 - 2001	Média 2002						
	Conduktiv.		TURB		NO <sub>2</sub>		NO <sub>3</sub>		NH <sub>3</sub>		OD		DBO <sub>5,20</sub>		RF				Surfac.		PT		Média 2002	Média 1992 - 2001
	Média 2002	Média 1992 - 2001	Média 2002	Média 1992 - 2001	Média 2002	Média 1992 - 2001	Média 2002	Média 1992 - 2001	Média 2002	Média 1992 - 2001	Média 2002	Média 1992 - 2001	Média 2002	Média 1992 - 2001	Média 2002	Média 1992 - 2001			Média 2002	Média 1992 - 2001				
JUMI00100	74		38								7,0	7,1	2	2								1,5E+03	3,8E+03	
JUMI00250	73		51								6,6	7,1	2	2								7,1E+02	6,1E+02	
JUMI00500	82		74								7,1	7,3	1	3								9,9E+03	7,7E+03	
JUMI00800	85		39								6,8	7,3	1	2								5,5E+01	2,7E+01	
JUNA02010	92		50								6,1	6,6	5	7								1,0E+05	1,2E+05	
JUNA02020	132	98	55	53	0,046	0,018	0,87	0,30	3,07	0,52	6,0	7,1	7	7	172	94	0,31	0,20	0,235	0,157	4,2E+05	4,6E+04		
JUNA02100	153		55								3,9	4,6	12	14								4,1E+05	2,7E+05	
JUNA04150	309		119								1,4	3,3	118	54								2,4E+06	9,8E+05	
JUNA04190	435		70								0,5		39									5,5E+05		
JUNA04200	458		48								0,4	1,1	24	26								1,0E+06		
JUNA04270	363	278	64	68	0,480	0,174	1,80	0,39	3,83	3,27	3,7	4,1	19	16	300	205	0,20	0,47	0,695	0,582	2,6E+04	6,6E+04		
JUNA04700	395		69								4,1		28									1,1E+05		
JUNA04900	390	281	81	59	0,240	0,241	1,36	0,74	7,56	3,16	1,4	2,6	56	39	331	221	0,44	0,50	0,514	0,739	2,2E+05	2,6E+06		
IRIS02100	43		5								7,4	7,3	1	1								9,4E+02	7,4E+01	
IRIS02200	110		14								6,0	6,7	17	2								2,0E+04	2,4E+03	
IRIS02250	192		19								1,6	3,1	28	6								6,1E+05	1,3E+04	
IRIS02400	175		11								4,3	4,4	5	8								2,2E+03	1,3E+03	
IRIS02600	117		11								7,0	6,9	2	3								2,9E+03	1,9E+03	
IRIS02900	81	85	30	17	0,007	0,026	1,25	0,51	0,12	0,14	6,6	6,7	2	2	156	112	0,04	0,10	0,183	0,093	4,4E+02	1,5E+02		

- pH, Fenol e Metais – resultados não conformes com os padrões de qualidade de água estabelecidos pela Resolução CONAMA 20/86

Código do Ponto	Parâmetros																																							
	pH				Fenóis				Al				Mn				Ni				Cu				Zn				Cd				Hg				Pb			
	NC 2002	NT 2002	% NC 2002	% NC 1992 - 2001	NC 2002	NT 2002	% NC 2002	% NC 1992 - 2001	NC 2002	NT 2002	% NC 2002	% NC 1992 - 2001	NC 2002	NT 2002	% NC 2002	% NC 1992 - 2001	NC 2002	NT 2002	% NC 2002	% NC 1992 - 2001	NC 2002	NT 2002	% NC 2002	% NC 1992 - 2001	NC 2002	NT 2002	% NC 2002	% NC 1992 - 2001	NC 2002	NT 2002	% NC 2002	% NC 1992 - 2001	NC 2002	NT 2002	% NC 2002	% NC 1992 - 2001				
JUMI00100	0	5	0	0																																				
JUMI00250	0	5	0	0																																				
JUMI00500	0	5	0	0																																				
JUMI00800	0	5	0	0																																				
JUNA02010	0	5	0	0																																				
JUNA02020	0	6	0	2	0	1	0	48	6	6	100	100	6	6	100	79	0	6	0	5	0	6	0	7	0	6	0	3	0	6	0	9	0	6	0	20				21
JUNA02100	0	5	0	0																																				
JUNA04150	0	5	0	0																																				
JUNA04190	0	5	0																																					
JUNA04200	0	5	0	0																																				
JUNA04270	0	6	0	0	0	6	0	0																																
JUNA04700	0	5	0																																					
JUNA04900	0	6	0	0	0	6	0	0																																
IRIS02100	0	5	0	0																																				
IRIS02200	0	5	0	0																																				
IRIS02250	0	5	0	0																																				
IRIS02400	0	5	0	0																																				
IRIS02600	0	5	0	0																																				
IRIS02900	0	6	0	0	1	1	100	36	6	6	100	95	0	6	0	5	1	6	17	5	0	6	0	0	0	6	0	5	1	6	17	5	3	6	50	18				0

NC: Número de Resultados Não Conformes

NT: Número Total de Resultados Considerados

## 7.5.2.4 Considerações

### Rios Jundiá-Mirim e Jundiá

O Rio Jundiá-Mirim, utilizado como manancial estratégico para o abastecimento do município de Jundiá, mostrou-se em boas condições sanitárias em 2002. Apenas o parâmetro coliformes termotolerantes acusou uma condição ruim para dois trechos do Rio Jundiá-Mirim, sendo um a jusante de Jarinu (JUMI00100) e outro a jusante da Cereser em Jundiá (JUMI00500).

O trecho do Rio Jundiá, após a chegada do córrego Pinheirinho, na divisa dos municípios de Várzea Paulista e Jundiá, enquadra-se na classe 4 do Decreto Estadual n.º 8.468/76 e, portanto, os lançamentos de efluentes são regidos praticamente pelos padrões de emissão, visto que os padrões de qualidade para rios enquadrados na classe 4 são muito pouco restritivos.

Ao longo do Rio Jundiá, observa-se uma piora acentuada na qualidade de suas águas em termos de matéria orgânica biodegradável, fósforo total e nitrogênio amoniacal a partir do início do trecho enquadrado na Classe 4. Este trecho, indo do ponto JUNA04150 até o ponto JUNA04200, apresenta quase que ausência total de oxigênio dissolvido e valores médios elevados da condutividade. Essa situação está associada aos lançamentos dos esgotos domésticos e efluentes industriais dos municípios de Campo Limpo, Várzea Paulista, Jundiá e Itupeva. O parâmetro coliformes termotolerantes mostrou-se elevado ao longo de toda a extensão do Rio Jundiá.

A partir de setembro de 1998, a ETE de Jundiá entrou em operação e, atualmente, está tratando cerca de 54.000 m<sup>3</sup>/dia de esgotos domésticos e industriais, que apresentam uma DBO<sub>5,20</sub> bruta de 514 mg/L e DBO<sub>5,20</sub> tratada de 73 mg/L. A eficiência da ETE em termos de remoção de DBO<sub>5,20</sub> atinge 85%. Esses dados mostram que a cidade de Jundiá, muito embora não esteja totalmente com seus esgotos enviados à ETE, trata uma carga orgânica de 16,18 t DBO<sub>5,20</sub>/dia que, após o tratamento, tem um residual de cerca de 4,79 t DBO<sub>5,20</sub>/dia, lançado no Rio Jundiá.

É importante ressaltar que no trecho seguinte, entre Indaiatuba (JUNA04270) e Salto (JUNA04700), o Rio Jundiá recupera parte do seu oxigênio dissolvido. No entanto, próximo à sua foz (JUNA04900), existe novo incremento

dos níveis de matéria orgânica biodegradável, acarretando um déficit ainda maior dos níveis de oxigênio dissolvido. Portanto, o Rio Jundiá exporta uma carga poluidora significativa para o Rio Tietê, contribuindo assim para a piora da qualidade de suas águas.

### **Ribeirão Pirai**

O Ribeirão Pirai nasce na Serra do Japi, no município de Cabreúva, e tem sua foz, no Rio Jundiá. Este ribeirão consiste num manancial estratégico para a região. As águas de suas cabeceiras são utilizadas para o abastecimento público do distrito do Jacaré - Cabreúva e, próximo à sua foz, os municípios de Salto e Indaiatuba também são supridos com esse manancial.

Em 2002, os valores médios dos parâmetros sanitários evidenciaram uma piora acentuada da qualidade das águas do Ribeirão Pirai no trecho a jusante de Cabreúva (ponto IRIS02250), caracterizada pelo déficit do oxigênio dissolvido. Esta situação é ocasionada pelos lançamentos de esgotos doméstico sem tratamento adequado.

Em seu trecho final (IRIS02900), os resultados médios das variáveis analisadas não mostraram problemas sérios com relação à qualidade de suas águas. Como este ribeirão é um importante manancial para os municípios da região, recomenda-se uma atenção especial para as principais fontes de poluição situadas nesta bacia, como por exemplo, a ETE da SABESP, responsável pelo tratamento dos esgotos do bairro do Jacaré. Também se faz necessário um controle rigoroso nas indústrias localizadas nesta bacia.

#### **□ Resultados de Mutagenicidade**

Não foi detectada atividade mutagênica no ponto amostrado, nas condições dos ensaios.

## **7.5.3 Bacia do Rio Piracicaba**

### **7.5.3.1 Caracterização da Bacia**

<i>Área de drenagem</i>	11.400 km <sup>2</sup> .
<i>Constituintes principais</i>	Rios: Atibaia, Corumbataí, Jaguari e Piracicaba (115 km), que tem sua foz no Reservatório de Barra Bonita.
<i>Reservatórios</i>	De Salto Grande ou Americana (Rio Atibaia), Atibainha, Cachoeira e Jaguari.
<i>Usos do solo</i>	As pastagens cobrem 57% da área da bacia (40% cultivadas) para rebanho de corte e leite; agricultura, principalmente cana-de-açúcar e café, seguidos pela fruticultura (citrus) e milho, além de hortifruticultura; áreas urbanas densamente ocupadas, abrigando importante parque fabril do Estado. Esta bacia abrange a área declarada, por decreto estadual, como Área de Proteção Ambiental de Piracicaba.
<i>Usos da água</i>	Abastecimento público e industrial; Recreação; Afastamento de efluentes domésticos e industriais e Irrigação de plantações.
<i>Principais atividades industriais</i>	Papel e celulose, alimentícia, indústrias do ramo sucro-alcooleiro, têxtil, curtumes, metalúrgicas, químicas e refinaria de petróleo.
<i>Captações utilizadas para o abastecimento público</i>	Embora a bacia do Rio Piracicaba apresente uma disponibilidade hídrica significativa, grande parte das águas represadas em suas cabeceiras são revertidas para outras regiões, para fins de abastecimento público (Sistema Cantareira, Jundiá e Campinas). Assim, o Rio Atibaia é considerado um dos mais importantes mananciais com vistas ao abastecimento público da região.

## Outras informações

Reservatório Jaguari – Jacareí

Os Reservatórios Jaguari e Jacareí, situados nas proximidades do município de Bragança Paulista, funcionam como um conjunto único devido à sua interligação propiciada por um canal aberto de 700 metros de comprimento. Trata-se, devido ao seu porte, do mais importante reservatório do Sistema Cantareira, tendo entrado em operação em 1981, fazendo parte da 2ª etapa das obras.

Apresentam-se a seguir, algumas informações hidrológicas do sistema.

Reservatório:	Volume útil.....	95 hm <sup>3</sup>
	Área inundada.....	5,6 km <sup>2</sup>
	Nível máximo normal.....	844,00 m
	Nível mínimo normal.....	820,80 m
Barragem:	Comprimento .....	700 m
	Cota de coroamento.....	847 m
	Altura máxima.....	55 m
Hidrologia:	Área de drenagem.....	1057 km <sup>2</sup>
	Vazão regularizada.....	20,6 m <sup>3</sup> /s
	Precipitação média na bacia.....	1.600 mm
Pontos de amostragem de balneabilidade: Prainha do Sítio dos Godóis (Piracaia) e Praia da Serrinha (Bragança Paulista).		

Reservatório Cachoeira

Situado nas proximidades do município de Piracaia, o Reservatório Cachoeira entrou em operação na 1ª etapa das obras de implantação do Sistema Cantareira, em 1974. Ocupa uma posição intermediária no sistema, recebendo contribuições, além das naturais de sua bacia hidrográfica, as provenientes do Reservatório Jaguari-Jacareí, interligando-se com o Reservatório Atibainha.

Apresentam-se, a seguir, algumas informações hidrológicas de interesse sobre esse reservatório.

Reservatório:	Volume útil.....	73,5 hm <sup>3</sup>
	Área inundada.....	8,7 km <sup>2</sup>
	Nível máximo normal.....	821,78 m
	Nível mínimo normal.....	811,16 m
Barragem:	Comprimento .....	310 m
	Altura máxima.....	40 m
Hidrologia:	Área de drenagem.....	410 km <sup>2</sup>
	Vazão regularizada.....	9,1 m <sup>3</sup> /s
Precipitação média na bacia.....		1.700 mm

Ponto de Amostragem de balneabilidade: Praia da Tulipa

Reservatório Atibainha

Este reservatório, situado nas proximidades do município de Nazaré Paulista, entrou em funcionamento, juntamente com o Reservatório Cachoeira, durante a 1ª etapa de implantação do Sistema Cantareira. Recebe contribuições, além das naturais de sua bacia hidrográfica, aquelas provenientes das reversões dos Rios Jaguari, Jacareí e Cachoeira.

Apresentam-se, a seguir, algumas informações hidrológicas sobre esse reservatório.

Reservatório:	Volume útil.....	104 hm <sup>3</sup>
	Área inundada.....	22,5 km <sup>2</sup>
	Nível máximo normal.....	786,86 m
	Nível mínimo normal.....	781,67 m
Barragem:	Comprimento .....	410 m
	Cota de coroamento.....	791,00 m
	Altura máxima.....	38 m
Hidrologia:	Área de drenagem.....	305 km <sup>2</sup>
	Vazão regularizada.....	6,1 m <sup>3</sup> /s
	Precipitação média na bacia.....	1.500 mm
Pontos de Amostragem balneabilidade: Praia do Utinga, Praia do Lavapés e Praia da Rodovia D. Pedro II.		

### 7.5.3.2 Monitoramento da Qualidade das Águas

□ *Descrição dos Pontos de Amostragem*

■ Rede de Monitoramento

Ponto de Amostragem	Latitude (S)	Longitude (O)	MR/RM	Corpo de água	Localização
JAGR00010	22°54'30"	46°32'37"	MR	Rio Jaguari	Na captação da SABESP de Bragança Paulista, no bairro Curitibanos.
JAGR02100	22°52'21"	46°36'21"	MR/RM		Ponte na rodovia SP-95 no trecho que liga Bragança Paulista/Amparo (Km 9)
JAGR02200	22°44'48"	46°53'52"	MR		Ponte Pênsil, na captação de Pedreira
JAGR02300	22°42'44"	46°58'17"	MR		Na captação de Jaguariúna - DAE
JAGR02400	22°42'15"	47°00'51"	MR		Na ponte da rodovia SP340.
JAGR02500	22°41'56"	47°09'07"	MR/RM		Na ponte da rodovia SP332, próximo às captações de Paulínia e Hortolândia.
JAGR02800	22°39'26"	47°16'24"	MR/RM		Na captação de Limeira
CMDC02100	22°42'17"	46°41'42"	MR	Rio Camanducaia	Ponte no Bairro Ponte Preta no acesso à Osato, em Monte A. do Sul
CMDC02300	22°42'09"	46°44'58"	MR		Na captação de Amparo
CMDC02400	22°41'21"	46°52'51"	MR		Ponte a jusante do Cór. do Mosquito na SP - 107, Rodovia que liga Pedreira a Santo Antônio da Posse
CMDC02900	22°39'52"	47°00'15"	MR/RM		Ponte na rodovia SP-340 no trecho que liga Campinas a Mogi-Mirim
ATIB02010	23°06'23"	46°32'47"	MR/RM		Junto à captação do município de Atibaia
ATIB02030	22°58'20"	46°50'53"	MR	Rio Atibaia	Na captação de Itatiba (Rua Fioravante Piovani)
ATIB02035	22°56'16"	46°56'01"	MR		Na captação de Valinhos
ATIB02065	22°54'18"	46°58'26"	MR/RM		Na captação de Campinas, na divisa entre os municípios de Campinas e Valinhos
ATIB02300	22°45'16"	47°06'22"	MR		Na captação da Rhodia, em Paulínia
ATIB02605	22°45'47"	47°09'18"	MR/RM		Ponte da Rodovia SP - 332 que liga Campinas a Cosmópolis
ATIB02800	22°45'55"	47°10'38"	MR		Na captação de Sumaré, perto do Mini-Pantanal de Paulínia.
ATIB02900	22°41'54"	47°17'27"	MR		Ponte de Salto Grande, a jusante do Reservatório da CPFL
PINO03100	23°00'38"	46°58'54"	MR		Ribeirão Pinheiros
PINO03900	22°54'53"	46°57'39"	MR	Ponte na Marginal paralela à Rod.Dom Pedro, alt. Km 122,5 (sentido Campinas), próximo à foz no Rio Atibaia	
NUMA04900	22°45'56"	47°06'00"	MR	Ribeirão Anhumas	Próximo à foz no Rio Atibaia. Ponte antes da entrada da Rhodia, saindo de Paulínia
PCAB02100	22°42'23"	47°19'13"	MR/RM	Rio Piracicaba	Junto à captação de água de Americana, na localidade de Carioba
PCAB02135	22°41'30"	47°23'08"	MR/RM		Na ponte de concreto da estrada Americana-Limeira, na divisa de Limeira e Sta. Bárbara d'Oeste
PCAB02192	22°41'12"	47°34'35"	MR/RM		Ponte a 50m do Km 135,3 da estrada que liga Piracicaba a Limeira, próximo à Usina Monte Alegre
PCAB02220	22°42'26"	47°38'35"	MR/RM		Margem esquerda, 2,5 Km a jusante da foz do Rib. Piracica-Mirim, na captação de Piracicaba
PCAB02300	22°41'44"	47°40'19"	MR		Na ponte do Caixão
PCAB02800 (*)	22°41'20"	47°46'23"	MR/RM		Em frente à fonte sulfurosa, junto ao posto 4D-07 do DAEE, na localidade de Artemis
PCBP02500	22°37'26"	48°10'16"	MR/RM	Braço do Rio Piracicaba	Ponte na rodovia SP-191, no trecho que liga Santa Maria da Serra a São Manuel
QUIL03200	22°48'11"	47°10'37"	MR	Ribeirão	Ponte na estrada da Via Anhanguera a Paulínia
QUIL03900	22°42'52"	47°20'02"	MR	Quilombo	Na foz no Rio Piracicaba, na ETE de Americana, no bairro Carioba
TATU04850	22°39'36"	47°21'09"	MR	Ribeirão Tatu	Ponte 2 Km a montante da foz Rio Piracicaba

TOLE03900	22°44'14"	47°26'42"	MR	Ribeirão dos Toledos	Na foz no Rio Piracicaba
TIJU02900	22°48'39"	47°10'24"	MR	Ribeirão Tijuco Preto	Próximo à sua foz
CRUM02050	22°07'47"	49°40'03"	MR	Rio Corumbataí	Na régua do DAEE em Analândia
CRUM02100	22°20'49"	47°34'12"	MR		Ponte na Rodovia São Pedro/Araras, próximo ao Distrito industrial de Rio Claro
CRUM02200	22°30'32"	47°37'15"	MR/RM		Ponte na Estr. Assistência/Paraisolândia
CRUM02300			MR		Bairro Recreio, Usina Tamandupá, em Charqueada
CRUM02500	23°37'35"	47°40'23"	MR/RM		Na captação de Piracicaba
CRUM02900	22°41'04"	47°40'37"	MR		Na foz no Rio Piracicaba
PIMI02900	22°41'57"	47°37'46"	MR	Ribeirão Piracicamirim	Na foz no Rio Piracicaba

(\*): Estação Automática de Monitoramento

MR = Monitoramento Regional

RM = Rede de Monitoramento

### ■ Balneabilidade (monitoramento mensal)

Reservatório	Praia / Local de amostragem	Latitude (S)	Longitude (O)	Município
Cachoeira	Praia da Tulipa	23°03'50.9"	46°16'10.7"	Piracaia
	Prainha do Sítio dos Godóis	23°01'10.0"	46°25'18.4"	
Atibainha	Praia da Serrinha	22°58'59.5"	46°26'23.1"	Bragança Paulista
	Praia do Utinga	23°04'33.5"	46°19'67.7"	Nazaré Paulista
	Praia do Lavapés	23°11'06.8"	46°23'36.3"	
	Rod. D. Pedro II	23°10'35.7"	46°22'40.2"	

## 7.5.3.3 Resultados

### □ Índices

#### ■ IQA

Código do Ponto	Corpo de água	jan	mar	mai	jul	set	nov	Média
ATIB02010	Rio Atibaia	59	49	57	55	51	63	56
ATIB02065		48	47	56	46	49	46	49
ATIB02605		52	46	38	45	51	46	46
CMDC02900	Rio Camanducaia	49	62	49	73	57	60	58
CRUM02200	Rio Corumbataí	42	44	44	50	45	27	42
CRUM02500		38	52	46	62	59	43	50
JAGR02100	Rio Jaguari	44	38	32	30	31	30	34
JAGR02500		47	62	59	74	63	57	60
JAGR02800		49	63	54	77	62	56	60
PCAB02100	Rio Piracicaba	55	62	52	75	55	46	57
PCAB02135		38	46	36	39	34	28	37
PCAB02192		34	36	30	35	30	33	33
PCAB02220		39	40	43	27	43	17	35
PCAB02800		45	51	21	49	43	21	38
PCBP02500		Braço do Piracicaba	80	86	82	75	87	78

QUALIDADE: ÓTIMA BOA REGULAR RUIM PÉSSIMA

#### ■ IAP

Código do Ponto	Corpo de água	jan	mar	mai	jul	set	nov	Média
ATIB02010	Rio Atibaia	50		55	53		61	54
ATIB02065		25		44	27		24	30
ATIB02605		46	30	37	43	50	45	42
CMDC02900	Rio Camanducaia	34	49	22	72	54	54	47
CRUM02200	Rio Corumbataí	30	28	5	50	43	17	29
CRUM02500		9		42	60		23	34

JAGR02100	Rio Jaguari	35	34	30	26	28	28	30
JAGR02500		21		55	73		21	42
JAGR02800		35		49	76		8	42
PCAB02100	Rio Piracicaba	45		49	74		11	45
PCAB02135		29	35	4	38	32	26	27
PCAB02192		26	16	18	34	30	31	26
PCAB02220		34		39	2		0	19
PCAB02800		34	41	19	24	42	14	29
PCBP02500	Braço do Piracicaba	75	75	81	75	87	78	78

QUALIDADE: ÓTIMA BOA REGULAR RUIM PÉSSIMA

### IVA

Código do Ponto	Corpo de água	jan	mar	mai	jul	set	nov	Média
ATIB02010	Rio Atibaia	3,4	4,4	3,2	5,4	3,4	5,4	4,2
ATIB02065		4,2	4,2	3,2	4,2	3,2	6,4	4,2
ATIB02605		4,2	5,2	6,4	6,4	6,4	6,4	5,8
CMDC02900	Rio Camanducaia	2,2	4,2	6,4	4,2	3,2	5,2	4,2
CRUM02200	Rio Corumbataí	4,2	4,2	6,4	5,2	5,2	7,8	5,5
CRUM02500		4,2	4,2	4,2	4,2	3,2	6,4	4,4
JAGR02100	Rio Jaguari	5,4	7,6	7,6	7,6	4,6	7,6	6,7
JAGR02500		4,2	4,2	3,2	3,2	2,2	5,4	3,7
JAGR02800		4,2	2,2	2,2	4,2	4,4	3,4	3,4
PCAB02100	Rio Piracicaba	4,2	3,2	3,2	3,2	5,4	5,4	4,1
PCAB02135		6,4	6,4	6,4	7,6	7,6	7,6	7,0
PCAB02192		6,4	10,2	4,6	7,6	7,6	7,6	7,3
PCAB02220		6,6	6,6	6,6	6,6	5,6	11,2	6,7
PCAB02800		6,4	6,4	7,6	8,8	4,6	11,2	7,5
PCBP02500	Braço do Piracicaba	4,4	4,2	4,2	5,4	3,2	5,4	4,5

QUALIDADE: ÓTIMA BOA REGULAR RUIM PÉSSIMA

### IET

Código do Ponto	Corpo de água	jan	mar	mai	jul	set	nov	Média
ATIB02010	Rio Atibaia	40	49	49	65	43	57	51
ATIB02065		57	56	48	64	52	77	59
ATIB02605		67	80	86	94	86	88	84
CMDC02900	Rio Camanducaia	40	74	77	70	47	81	65
CRUM02200	Rio Corumbataí	74	66	78	86	86	72	77
CRUM02500		65	56	55	56	53	76	60
JAGR02100	Rio Jaguari	70	75	80	85	40	79	72
JAGR02500		58	56	52	48	32	56	50
JAGR02800		54	40	38	56	48	41	46
PCAB02100	Rio Piracicaba	59	52	49	47	63	57	55
PCAB02135		81	78	85	83	78	89	82
PCAB02192		77	72	40	79	89	76	72
PCAB02220		56	58	60	65	49	77	61
PCAB02800		81	76	80	78	40	96	75
PCBP02500	Braço do Piracicaba	45	56	54	56	54	61	54

LEGENDA: OLIGOTRÓFICO MESOTRÓFICO EUTRÓFICO HIPEREUTRÓFICO

## □ Parâmetros Sanitários – valores médios

Código do Ponto	Parâmetros																						
	Condutiv.		TURB		NO <sub>2</sub>		NO <sub>3</sub>		NH <sub>3</sub>		OD		DBO <sub>5,20</sub>		RF		Surfac.		PT		CT		
	Média 2002	Média 1992 - 2001	Média 2002	Média 1992 - 2001	Média 2002	Média 1992 - 2001	Média 2002	Média 1992 - 2001	Média 2002	Média 1992 - 2001	Média 2002	Média 1992 - 2001	Média 2002	Média 1992 - 2001	Média 2002	Média 1992 - 2001	Média 2002	Média 1992 - 2001	Média 2002	Média 1992 - 2001	Média 2002	Média 1992 - 2001	
JAGR00010	81		41								2,2	3,7	2,6	1,8								8,8E+01	1,3E+02
JAGR02100	132	113	37	60	0,014	0,019	0,86	0,17	1,77	1,91	1,4	1,5	6,8	5,5	186	146	0,47	0,33	0,25	0,361		3,7E+04	2,7E+04
JAGR02200	78		29								7,4	7,8	1,2	1,3								7,5E+03	4,6E+03
JAGR02300	89		28		0,035		1,43		0,29		6,6	6,5	2	2,3					0,16			1,4E+04	1,3E+04
JAGR02400	108		31								5,7	6,1	3	3,7								4,2E+04	3,6E+04
JAGR02500	99	104	42	28	0,085	0,109	2,1	1,11	0,21	0,54	5,5	5,5	2	1,5	160	135	0,09	0,09	0,25	0,155		5,5E+02	1,3E+03
JAGR02800	93	76,3	38	32	0,141	0,069	1,72	0,71	0,34	0,2	6	7,1	2	1,9	110	75,1	0,1	0,06	0,26	0,128		1,1E+03	1,8E+03
CMDC02100	51		36								7,6		2,2									4,6E+04	
CMDC02300	65		35								6,7	6,3	2,8	2,8								4,2E+03	2,4E+03
CMDC02400	97		36								6,8	6,6	3,8	4,6								5,8E+03	3,8E+03
CMDC02900	101	105	44	56	0,108	0,123	1,57	0,69	0,25	0,42	6,4	6,9	2,8	4,4	187	107	0,11	0,07	0,17	0,172		1,8E+03	4,2E+03
ATIB02010	140	59,4	22	37	0,073	0,017	1,59	0,16	0,36	0,19	5	5,9	2	2,3	177	77,9	0,09	0,06	0,3	0,115		2,2E+03	3,8E+03
ATIB02030	101		19								5,6	5,9	3,2	5								4,8E+04	6,1E+04
ATIB02035	90		32								7	7,2	2,4	3,2			0,04	0,06				1,3E+03	1,0E+04
ATIB02065	126	104	24	40	0,059	0,048	0,98	0,32	0,66	0,67	6	6,7	4	4	158	95	0,22	0,11	0,31	0,175		4,6E+04	5,9E+04
ATIB02300	175		30								5,9	5,7	2	4,1								3,6E+02	7,1E+02
ATIB02605	419	228	22	47	0,258	0,196	2,03	0,76	1,42	1,15	5	5,9	4,3	6,8	321	161	0,33	0,17	0,47	0,287		1,6E+04	6,2E+04
ATIB02800	380		28								4	3,9	6,2	10								7,1E+04	6,6E+04
ATIB02900	300		15		0,048		0,85		0,49		4,9	4,2	2,8	3,5					0,24			5,1E+01	2,1E+01
PINO03100	309		55								3,2		29									2,8E+06	
PINO03900	376		22								1,8	3,1	15	16			0,91					1,8E+06	1,1E+06
NUMA04900	374		28								2,2	4,5	19	15								1,1E+06	1,4E+06
PCAB02100	160	134	39	26	0,055	0,09	2,02	0,71	0,25	0,32	5,2	5,7	3	2,5	146	104	0,1	0,06	0,25	0,104		1,6E+03	8,6E+03
PCAB02135	192	224	60	34	0,059	0,108	1,78	0,42	0,94	0,9	3,6	3,4	7,3	6,7	194	156	0,25	0,21	0,39	0,221		1,1E+05	1,1E+06
PCAB02192	276	220	131	38	0,076	0,131	1,1	0,32	1,58	1,08	1,7	2	7,2	5,3	193	151	0,25	0,19	0,26	0,256		4,5E+04	2,1E+05
PCAB02220	254	220	41	42	0,091	0,128	1,29	0,35	1,46	1,08	1,9	2,3	11	5,1	193	160	0,2	0,16	0,16	0,28		6,7E+04	2,8E+05
PCAB02300	231	395	24	57							6	5,4	7,8	9								4,4E+04	
PCAB02800	242	203	45	49	0,18	0,238	1,05	0,44	1,07	0,72	2,5	4,3	12	5,4	196	144	0,21	0,11	0,36	0,299		2,9E+04	5,0E+04
PCBP02500	193	179	14	28	0,027	0,04	1,19	0,52	0,21	0,24	5,9	6,4	2,3	2,6	158	131	0,09	0,06	0,07	0,104		3,2E+00	2,3E+02
QUIL03200	337		110	72							1,2	0,8	18	22								1,5E+06	
QUIL03900	334		115	90	0,068		2,32		4,43		5,5	6,3	22	20					0,81			6,9E+05	
TATU04850	492		90	61							2,6	1	96	115								4,5E+05	
TOLE03900	348		104	33							2	1,2	27	28								4,1E+04	
PIMI02900	277		134	30	0,207		2,19		0,98		6	5,9	109	9,6					0,32			8,2E+04	
TIJU02900	289		50								2,5		23									5,1E+05	
CRUM02050	36		21		0,004		0,98		0,05		7,4		1						0,16			3,5E+02	
CRUM02100	83	55,1	34	38							6,9	6,7	1	1,2		61,5						6,0E+03	
CRUM02200	131	183	77	24	0,128	0,138	1,31	0,14	0,72	1,98	5,8	5,1	9	7,2	126	150	0,34	0,5	0,3	0,314		6,6E+04	5,5E+04
CRUM02300	114	94,7	59	120							6,3	5,8	3,3	4,8		119						1,6E+04	
CRUM02500	114	110	53	55	0,1	0,089	1,56	0,32	0,38	0,48	5,6	6,1	5,2	3,7	115	95,6	0,1	0,08	0,35	0,215		1,1E+04	8,1E+03
CRUM02900	1,1	92,7	67	130							6,1	6,3	5	5,5		92,1						2,7E+04	

□ pH, Fenol e Metais – resultados não conformes com os padrões de qualidade de água estabelecidos pela Resolução CONAMA 20/86

Código do Ponto	Parâmetros																																					
	pH			Fenóis			Al			Mn			Ni			Cu			Zn			Cd			Hg			Pb										
	NC 2002	NT 2002	% NC 2002	NC 1992 - 2001	NT 2002	% NC 2002	NC 1992 - 2001	NC 2002	NT 2002	% NC 2002	NC 1992 - 2001	NC 2002	NT 2002	% NC 2002	NC 1992 - 2001	NC 2002	NT 2002	% NC 2002	NC 1992 - 2001	NC 2002	NT 2002	% NC 2002	NC 1992 - 2001	NC 2002	NT 2002	% NC 2002	NC 1992 - 2001	NC 2002	NT 2002	% NC 2002	NC 1992 - 2001							
JAGR00010	0	5	0	0																																		
JAGR02100	0	6	0	0	2	2	100	100	6	6	100	83	3	6	50	33	0	6	0	0	0	6	0	0	0	6	0	0	17	2	6	33	33	0				
JAGR02200	0	5	0	0																																		
JAGR02300	0	5	0	0																																		
JAGR02400	0	5	0	0																																		
JAGR02500	0	6	0	0				100	6	6	100	100	2	6	33	17	0	6	0	17	0	6	0	0	0	6	0	0	17	0	6	0	0	20				
JAGR02800	0	6	0	0				32	6	6	100	92	0	6	0	25	1	6	17	25	1	6	17	7	0	6	0	2	0	6	0	11	1	6	17	2	11	
CMDC02100	0	5	0	0																																		
CMDC02300	0	5	0	0	1	1	100																															
CMDC02400	0	5	0	0																																		
CMDC02900	0	6	0	0				56	6	6	100	100	4	6	67	62	0	6	0	5	0	6	0	2	0	6	0	2	0	6	0	5	2	6	33	7	11	
ATIB02010	0	6	0	0				50	6	6	100	96	2	6	33	36	0	6	0	0	0	6	0	2	0	6	0	0	1	6	17	7	1	6	17	7	11	
ATIB02030	0	5	0	0																																		
ATIB02035	0	5	0	0																																		
ATIB02065	0	6	0	0				45	6	6	100	100	2	6	33	77	0	6	0	5	0	5	0	3	0	6	0	3	1	6	17	9	1	6	17	9	13	
ATIB02300	0	5	0	0																																		
ATIB02605	0	6	0	0	4	4	100	81	6	6	100	100	1	6	17	67	0	6	0	7	0	6	0	5	0	6	0	5	1	6	17	13	4	6	67	16	16	
ATIB02800	0	5	0	0	1	1	100	63																														
ATIB02900	0	5	0	0																																		
PINO03100	0	5	0																																			
PINO03900	0	5	0	0																																		
NUMA04900	0	5	0	0	0	5	0	0																														
PCAB02100	0	12	0	0				51	6	6	100	100	2	6	33	17	0	6	0	22	1	6	17	5	0	6	0	3	0	6	0	7	1	6	17	4	7	
PCAB02135	0	6	0	0	2	2	100	64	6	6	100	100	4	6	67	45	0	6	0	23	2	6	33	10	0	6	0	2	1	6	17	11	2	6	33	2	11	
PCAB02192	0	6	0	0				48	6	6	100	95	5	6	83	70	0	6	0	22	1	6	17	8	0	6	0	3	0	6	0	11	2	6	33	0	7	
PCAB02220	0	10	0	0				51	6	6	100	100	4	6	67	78	0	6	0	25	1	6	17	8	0	6	0	3	1	6	17	13	4	6	67	9	11	
PCAB02300	0	5	0	0																																		
PCAB02800	0	6	0	0				41	5	6	83	100	4	6	67	73	0	6	0	21	0	6	0	8	0	6	0	1	1	6	17	11	6	6	100	6	8	
PCBP02500	0	6	0	5				40	4	6	67	96	0	6	0	26	0	6	0	0	0	6	0	2	0	6	0	0	1	6	17	10	1	6	17	5	4	
QUIL03200	0	5	0	0																																		
QUIL03900	0	5	0	0																																		
TATU04850	0	5	0	0																																		
TOLE03900	0	5	0	0																																		
PIMI02900	0	5	0	0																																		
TJU02900	0	5	0	0																																		
CRUM02050	0	5	0																																			
CRUM02100	0	5	0	0																																		
CRUM02200	0	6	0	0				100	6	6	100	100	4	6	67	83	0	6	0	0	1	6	17	0	0	6	0	0	0	6	0	17	2	6	33	50	0	
CRUM02300	0	5	0	0																																		
CRUM02500	0	6	0	0				37	6	6	100	100	4	6	67	70	0	6	0	20	0	6	0	12	0	6	0	3	0	6	0	12	1	6	17	9	7	
CRUM02900	0	5	0	0																																		

NC: Número de Resultados Não Conformes  
 NT: Número Total de Resultados Considerados

□ Balneabilidade (amostragens mensais)

Município	RESERVATÓRIO - LOCAL DE AMOSTRAGEM	28-jan	25-fev	25-mar	29-abr	27-mai	24-jun	29-jul	19-ago	23-set	28-out	25-nov	29-dez
Piracaia	Reservatório da Cachoeira - Praia da Tulipa	5	7	23	3	1	8	1	1	3	1	11	7
	Reservatório do Jaguarí - Praia do Sítio dos God	2	7	12	1	1	2	1	1	2	22	1	22
Bragança Paul.	Reservatório do Jaguarí - Praia da Serrinha	124	31	172	1	1	3	1	7	3	10	1	1
Nazaré Paulista	Represa do Atibainha - Praia do Utinga	49	1	84	1	14	1	1	1		12	17	20
	Represa do Atibainha - Praia do Lava-pés	104	147	580	1	3	1	1	25		1	39	3
	Represa do Atibainha - Rod. D. Dom Pedro II	11	6	400	1	1	1	1	1	1	1	45	5

7.5.3.4 Considerações

### **Rio Atibaia**

Os valores médios da condutividade ilustram a piora da qualidade das águas do Rio Atibaia. À medida que o rio vai recebendo esgotos domésticos não tratados, é possível verificar um correspondente aumento na condutividade elétrica. O trecho do Rio Atibaia indo até a captação de Campinas (ATIB02065) apresentou uma condutividade média compatível com ambientes pouco impactados.

O perfil espacial da  $DBO_{5,20}$  ao longo do Rio Atibaia também indicou valores mais críticos no ponto ATIB02605, uma vez que este ponto situa-se a jusante do polo industrial de Paulínia e do Ribeirão Anhumas, que recebe parte dos despejos de origem doméstica do município de Campinas (cerca de 35%). É importante ressaltar que a qualidade da água no ponto ATIB02065, na captação de Campinas, também tem apresentado níveis significativamente elevados de coliformes termotolerantes, por conta de sua localização a jusante do Ribeirão Pinheiros, o qual recebe grande parte dos esgotos domésticos de Valinhos e Vinhedo.

Observa-se para os fenóis uma elevação de suas concentrações ao longo do Rio Atibaia. As porcentagens de resultados não conformes, do período compreendido entre 1992 e 2001, mostraram-se maiores no trecho final do Rio Atibaia (ATIB02605). Este trecho do Rio Atibaia possui, pelo menos, duas importantes fontes industriais de fenóis, bem como a captação de Sumaré. Portanto, o principal conflito decorrente desses usos está associado ao fato de que essa classe de compostos causa gosto na água tratada, quando se promove a sua cloração. Comparando-se as porcentagens de resultados não conformes de mercúrio de 2002 com a série histórica denota-se uma elevação expressiva dessa porcentagem.

### **Rios Jaguari e Camanducaia**

No ano de 2001, a sub-bacia do Jaguari foi monitorada em onze pontos de amostragem, sendo sete na calha do Jaguari, desde Bragança até próximo à sua foz, e os outros quatro no Rio Camanducaia, importante afluente de sua margem direita. A qualidade das águas desses rios é comprometida, principalmente, pelos lançamentos de esgotos domésticos sem tratamento. Os principais municípios poluidores são Amparo, na sub-bacia do Camanducaia e Bragança Paulista e Cosmópolis, no Jaguari.

O trecho inicial do Rio Jaguari (ponto JAGR02100), onde a disponibilidade hídrica é reduzida, apresentou ausência de oxigênio dissolvido e contaminação por coliformes termotolerantes, confirmando o comprometimento da qualidade das águas desse trecho, em função dos lançamentos de Bragança Paulista.

### **Rios Piracicaba e Corumbataí**

Em 2002, a qualidade das águas da sub-bacia do Rio Piracicaba foi avaliada em dezenove pontos de amostragem, sendo sete situados em sua calha, e os demais localizados ao longo dos seis principais afluentes.

Assim como verificado nos anos anteriores, a qualidade das águas do Rio Piracicaba apresentaram uma piora acentuada em termos de matéria orgânica biodegradável, fósforo total e contaminação fecal, após a contribuição do Ribeirão do Quilombo. Este ribeirão sofre forte influência dos lançamentos dos efluentes domésticos dos municípios de Campinas, Sumaré e Americana. O Ribeirão Tijuco Preto, em Sumaré, também consiste numa fonte expressiva de poluentes para o Ribeirão do Quilombo. No trecho seguinte, entre os municípios de Americana e Piracicaba, o Rio Piracicaba ainda recebe os lançamentos dos municípios de Limeira, por meio do Ribeirão Tatu, e de Santa Bárbara do Oeste, pelo Ribeirão dos Toledos, mantendo sua qualidade comprometida.

Os níveis médios de oxigênio dissolvido também se mostraram bastante comprometidos ao longo de quase toda extensão do Rio Piracicaba. Em seu trecho final, antes da formação do Reservatório de Barra Bonita (ponto PCAB02800) observa-se uma recuperação tanto da condutividade quanto dos níveis de oxigênio dissolvido. Essa recuperação decorre da maior disponibilidade hídrica, da elevada capacidade assimilativa, além da ausência de fontes expressivas de poluentes. No entanto, as médias de 2002 para  $DBO_{5,20}$ , nitrogênio amoniacal e fósforo total, no ponto PCAB02800, mantiveram-se superiores às médias históricas.

A análise do fósforo total no ponto PCAB02800 é de extrema importância, por ser esse trecho do rio responsável pela exportação dessa substância para o Reservatório de Barra Bonita, ambiente lêntico com potencial de

eutrofização. Portanto, esse incremento representa um aumento do desequilíbrio ambiental no Reservatório de Barra Bonita.

O Rio Piracicaba, no trecho situado a jusante de Piracicaba (pontos PCAB02220 e PCAB02800), acusou para o mercúrio uma elevação substancial da porcentagem de resultados não conformes ao longo do ano de 2002. No caso do cobre, houve um aumento da porcentagem de resultados não conformes, em 2002, no trecho situado a jusante dos Ribeirões Quilombo e Tatu.

#### **Braço do Piracicaba - Reservatório de Barra Bonita**

A análise deste ponto encontra-se no item que engloba o Reservatório de Barra Bonita (UGRHI 10).

##### **□ Resultados de Mutagenicidade**

Não foi detectada atividade mutagênica, nas condições dos ensaios, em nenhum dos pontos amostrados.

##### **□ Resultados das Análises Microbiológicas e Parasitológicas**

#### **Rio Atibaia na captação de Atibaia**

As análises dos parasitas foram realizadas em janeiro, fevereiro, março, maio, junho, julho, setembro e novembro, a *Giardia* tendo sido detectada em 50% dessas amostras, em densidades variáveis entre 0,2 e 5,4 cistos/L. O protozoário *Cryptosporidium* não foi detectado nesse ponto. As análises de coliformes termotolerantes e enterococos revelaram concentrações relativamente elevadas, e o nível máximo de 1.000 coliformes termotolerantes/100mL (Resolução CONAMA 20/86) foi excedido em várias ocasiões, enquanto que o *Clostridium perfringens* esteve presente em densidades bem mais baixas.

#### **Rio Jaguari, na captação de Limeira**

Nesse ponto, as análises realizadas em janeiro, março, maio, julho, setembro e novembro revelaram a presença de *Giardia* em concentrações baixas 0,3 cistos/L, nas amostras coletadas em março e julho. Não foi detectada a presença do *Cryptosporidium* e as densidades de coliformes termotolerantes e de enterococos apresentaram ampla variação (22 – 13.000NMP/100mL) e (164 – 4.400UFC/100mL), respectivamente, tendo sido excedido o valor máximo de 1.000 coliformes termotolerantes/100mL determinado pela Resolução 20/86 em 4 das 6 amostragens realizadas nesse local. Os valores de *C. perfringens* foram mais constantes, variando entre 84 e 640UFC/100mL.

#### **Rio Jaguari, ponte na rodovia SP 322, nas captações de Paulínia e Hortolândia**

Ambos protozoários foram detectados nesse ponto do Rio Jaguari, no qual essas análises também foram realizadas nos meses de janeiro, março, maio, julho, setembro e novembro. Foi observada a ocorrência de *Giardia* nas amostras coletadas em janeiro e julho, nas concentrações de 1,5 e 0,2 cistos/L respectivamente e para o *Cryptosporidium* uma amostra positiva foi detectada no mês de julho (0,3 oocistos/L). As densidades das bactérias indicadoras de contaminação fecal foram bastante variáveis nesse ponto, tendo sido observado o valor máximo em janeiro (16.000 NMP/100mL de coliformes termotolerantes, 4.400 UFC/100mL de enterococos e 1.200 UFC/100mL de *C. perfringens*). A Resolução CONAMA 20/86 estabelece um limite de 1.000 coliformes termotolerantes/100mL para esse ponto, valor que foi excedido nas amostras coletadas em janeiro, março e maio.

#### **Rio Piracicaba, junto à captação de água de Americana, na localidade de Carioba**

Nesse local as análises foram realizadas mensalmente, exceto no mês de dezembro. Foi verificada somente a ocorrência do protozoário *Giardia*, em concentrações relativamente baixas (0,5 - 0,9 cistos/L) nos meses de fevereiro, maio e junho. Os coliformes termotolerantes e os enterococos apresentaram resultados bastante variáveis (220 – 11.000NMP/100mL) e (96 – 4.900UFC/100mL), respectivamente. O limite determinado pela

Resolução CONAMA 20/86 (1.000 coliformes termotolerantes/100mL) não foi obedecido em alguns meses. As densidades de *C. perfringens* foram bem mais baixas em todas as amostragens.

**Rio Piracicaba, margem esquerda, 2,5km a jusante da foz do ribeirão Piracicamirim, na captação de Piracicaba**

Nas 11 coletas desse ponto (não foi realizada amostragem no mês de dezembro) obteve-se uma porcentagem de positividade de 91% para a *Giardia* (0,3 – 56 cistos/L) e de 36% para o *Cryptosporidium* (0,1 – 0,6 oocistos/L). Todas as bactérias indicadoras de contaminação fecal indicaram igualmente má qualidade da água, uma vez que foram observadas concentrações variáveis entre 11.000– 900.000NMP/100mL para os coliformes termotolerantes, bem superiores portanto ao padrão da Resolução CONAMA 20/86, de 1.000 coliformes termotolerantes/100mL, 2.600 – 63.000UFC/100mL para os enterococos e 60 – 17.000UFC/100mL para o *C. perfringens*.

**Rio Corumbataí, na captação de Piracicaba**

Nesse ponto foram coletadas amostras para análise dos protozoários em janeiro, março, maio, julho, setembro e novembro. Somente a *Giardia* foi detectada no mês de setembro (6,9 cistos/L). As concentrações dos coliformes termotolerantes foram altas em todos esses meses, superando o nível de 1.000/100mL e atingindo o valor máximo de 80.000NMP/100mL em janeiro. Nas três primeiras amostragens, os enterococos estiveram presentes em valores elevados, da ordem de 1.000UFC/100mL, e o *C. perfringens* também foi detectado nessa concentração em novembro.

□ **Resultados de Balneabilidade**

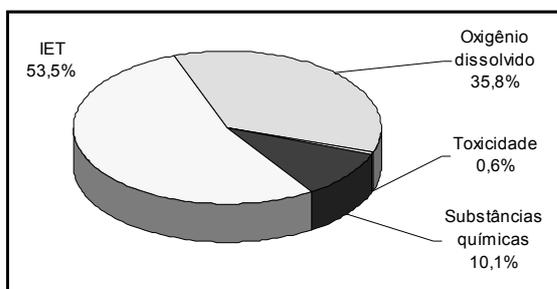
Com base nos resultados obtidos no ano de 2002, pode-se dizer que as praias monitoradas não apresentaram alteração na qualidade de suas águas com relação aos anos anteriores, permanecendo com baixos níveis de *E. coli*. Desta forma, essas praias continuam sendo amostradas mensalmente.

□ **IAP - Índice de Qualidade de Água Bruta para fins de Abastecimento Público (Bacias do Piracicaba, Capivari e Jundiá)**

Apenas os mananciais do Ribeirão Pirai e do Rio Atibaia (trecho inicial) apresentaram qualidade Boa. Os Rios Capivari, Jaguari e Camanducaia apresentaram qualidade Regular, enquanto que as maiores extensões dos Rios Piracicaba, Jundiá e Corumbataí mostraram qualidade Ruim.

□ **IVA - Índice de Proteção da Vida Aquática (Bacias do Piracicaba, Capivari e Jundiá)**

Para visualizar os parâmetros que influenciaram no IVA quando classificado nas categorias Regular, Ruim e Péssima, é apresentado o gráfico a seguir.



□ **IET – Índice do Estado Trófico (Bacias do Piracicaba, Capivari e Jundiá)**

Nesta UGRHI a maioria dos corpos d'água apresentou-se em processo de eutrofização ou em estágio já avançado, evidenciado pela elevada carga de fósforo total e não pela concentração de clorofila *a*, pois estes ambientes são predominantemente lóticos.

## 7.6 UGRHI 06 – Alto Tietê

A Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos 06 abrange a parte superior do Rio Tietê, desde as suas cabeceiras até a barragem do Reservatório de Pirapora, numa extensão de 133 km, sendo composta por 34 municípios. Dada a complexidade dos sistemas de abastecimento e de drenagem da Região Metropolitana de São Paulo e visando uma análise compartimentada, adotou-se a subdivisão por bacias hidrográficas para a avaliação da qualidade de suas águas, conforme segue:

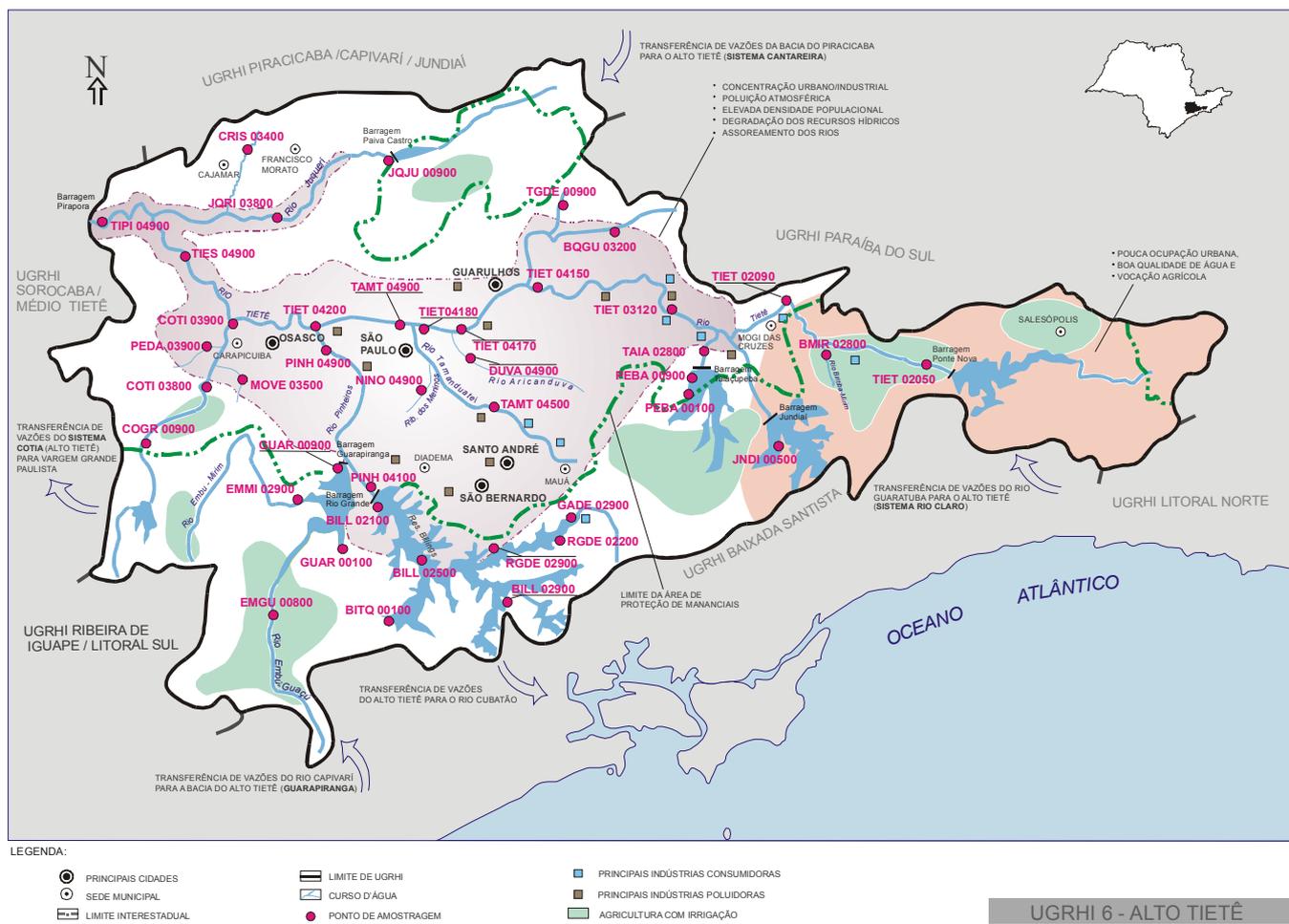
- Bacia do Rio Tietê Alto – Cabeceiras
- Bacia do Rio Tietê Alto – Zona Metropolitana
- Bacia do Reservatório Billings
- Bacia do Rio Cotia
- Bacia do Reservatório do Guarapiranga

A carga orgânica poluidora, gerada pelos 34 municípios inseridos nesta UGRHI, é apresentada na tabela a seguir.

Município	Concessão	População Censo 2000		Atendimento		Carga Poluidora kg DBO/ dia		Corpo Receptor
		Total	Urbana	Coleta %	Tratam. %	Potencial	Remanesc.	
Arujá	Sabesp	59.080	56.525	14	0	3052	3052	Rib. Baquirivu, R. Jaguari
Barueri	Sabesp	208.028	208.028	51	0	11234	11234	Rio Tietê
Biritiba-Mirim	Sabesp	24.567	20.686	28	0	1117	1117	Rio Tietê
Caieiras	Sabesp	70.849	68.136	74	0	3679	3679	
Cajamar	Sabesp	50.244	47.576	57	0	2569	2569	
Carapicuíba	Sabesp	343.668	343.668	53	4	18558	18243	Rio Tietê
Cotia	Sabesp	148.082	148.082	33	0	7996	7996	Rio Tietê
Diadema	Saned	356.389	356.389	69	0	19245	19245	Parte - Billings
Embu	Sabesp	206.781	206.781	41	0	11166	11166	
Embu-Guaçu	Sabesp	56.709	55.631	21	100	3004	2499	
Ferraz de Vasconcelos	Sabesp	141.939	140.777	65	56	7602	5388	Afluentes do Rio Tietê
Francisco Morato	Sabesp	133.248	133.085	22	0	7187	7187	
Franco da Rocha	Sabesp	107.997	100.241	51	0	5413	5413	
Guarulhos	SAEE	1.071.299	1.048.280	73	0	56607	56607	
Itapeçerica da Serra	Sabesp	129.156	127.783	3	0	6900	6900	
Itapevi	Sabesp	162.421	162.421	33	0	8771	8771	Rio Tietê
Itaquaquecetuba	Sabesp	272.416	272.416	47	7	14710	14323	Rio Tietê
Jandira	Sabesp	91.721	91.721	55	0	4953	4953	
Mairiporã	Sabesp	59.708	47.726	59	62	2577	1823	
Mauá	PM	363.112	363.112	72	0	19608	19608	Parte Guaió
Moji das Cruzes	SAMAE	329.680	301.551	87	39,7	16284	11784	Rio Tietê
Osasco	Sabesp	650.993	650.993	59	2	35154	34822	Rio Tietê
Pirapora do Bom Jesus	Sabesp	12.338	12.331	22	0	666	666	Rio Tietê
Poá	Sabesp	95.724	94.592	85	93	5108	1878	Rio Tietê
Ribeirão Pires	Sabesp	104.336	104.336	60	70	5634	3741	Taiacupeba / Guaió
Rio Grande da Serra	Sabesp	36.352	36.352	22	85	1963	1669	Billings
Salesópolis	Sabesp	14.330	8.712	73	90	470	223	Rio Paraitinga

Santana de Parnaíba	Sabesp	74.722	74.722	27	0	4035	4035	Rio Tietê
Santo André	SEMASA	648.443	648.443	96	0	35016	35016	Tamanduateí / Billings
São Bernardo do Campo	DAE	700.405	688.161	84	3	37161	36412	Rib. dos Meninos / Billings
São Caetano do Sul	SAEE	140.144	140.144	100	0	7568	7568	Rio Tamanduateí
São Paulo	Sabesp	10.406.166	9.785.640	92	67	528425	267848	Rio Tietê / Rio Pinheiros/ Rio Tamanduateí
Suzano	Sabesp	228.439	221.192	67	70	11944	7463	Rio Tietê
Taboão da Serra	Sabesp	197.460	197.460	67	0	10663	10663	Rio Tietê

A seguir, é apresentado o mapa esquemático desta UGRHI contendo os seus principais corpos de água, municípios, atividades agrícolas e indústrias poluidoras, bem como a localização dos pontos de amostragem.



### 7.6.1 Disponibilidades Hídricas na Região Metropolitana da Grande São Paulo

Apresentam-se a seguir algumas análises sobre o regime hídrico da Região Metropolitana da Grande São Paulo. Os critérios que determinaram a seleção dos dados de análise foram, além da sua qualidade, a facilidade e rapidez de obtenção. Dessa forma os dados de chuva utilizados foram os publicados em compact-disc pelo DAEE/CTH em 1998 e os sistematicamente fornecidos à CETESB pela EMAE em seu Boletim da Operação Saneamento. Quanto aos dados de vazão, foram utilizados também dados fornecidos pela EMAE nesse mesmo boletim, e quanto à sua natureza e especificidade são tecidos comentários pormenorizados no item correspondente.

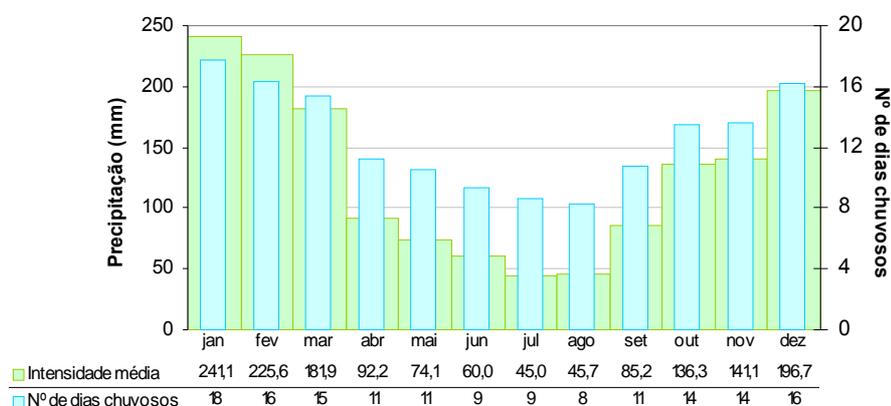
#### ☐ Chuvas

- Sazonalidade das precipitações

Para estabelecer a sazonalidade das precipitações na RMSP foram tomados os dados de 21 postos, selecionados a partir da extensão dos históricos de observações, que compõem o *Banco de Dados Pluviométricos* do DAEE/CTH. O prefixo, nome e período de dados disponíveis de cada posto são os relacionados a seguir:

Prefixo	Nome	Período	Prefixo	Nome	Período	Prefixo	Nome	Período
E3-003	Água Branca	1937-1997	E3-036	Luz	1988-1997	E3-082	Barrocada	1940-1997
E3-006	Santo Amaro	1936-1997	E3-052	Congonhas	1940-1997	E3-090	Inst.Biológico	1943-1997
E3-007	Santana	1936-1997	E3-059	Evangelista de Souza	1939-1997	E3-096	Ponte Pequena	1943-1993
E3-010	Lapa	1954-1997	E3-061	Us.Rio dos Campos	1939-1983	E3-146	Cid.Universitária	1943-1993
E3-030	Perus	1937-1997	E3-071	Horto Florestal	1899-1997	E3-243	Parelheiros	1972-1997
E3-033	N.S.do Ó	1957-1996	E3-080	Reserv.Cantareira	1940-1967	E3-246	Moóca	1972-1997
E3-035	IAG	1935-1997	E3-081	Engordador	1940-1997	E3-248	Jdim.Centenário	1973-1996

Foram analisados, no total, cerca de 11300 dados mensais que proporcionaram a elaboração do histograma apresentado adiante, que ilustra a evolução sazonal, em termos de intensidade de chuvas mensais e número médio de dias de chuva, ao longo do período histórico considerado.



Como pode se observar pelas duas evoluções, há uma evidente semelhança entre as precipitações médias e o número médio de dias chuvosos mensais, ambos os dados indicando que o período de estiagem na região abrange o período de abril a setembro e o período chuvoso de outubro a março; o mês mais seco é agosto e o mais chuvoso janeiro.

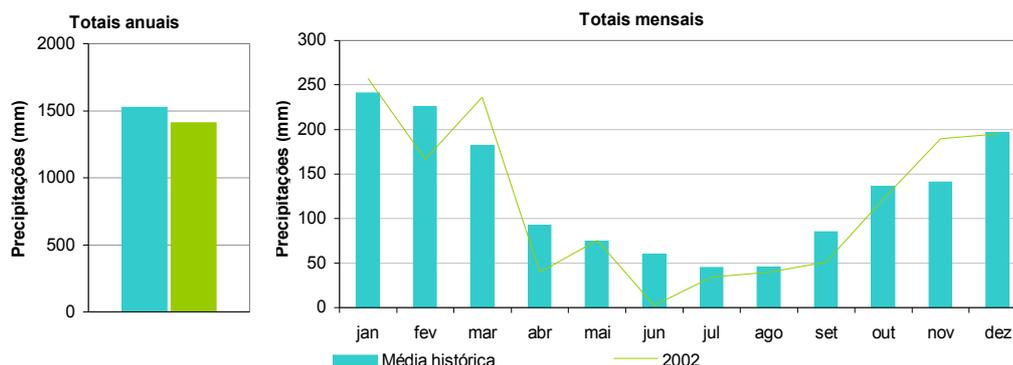
A análise dos dados permite ainda estabelecer como pluviosidade média anual da RMSP o valor de 1525 mm e o número médio de dias chuvosos anual em 152.

#### ▪ Precipitações ao longo de 2002

Os dados de chuva tomados como representativos da pluviometria da RMSP durante o ano de 2002 foram os correspondentes aos 14 postos que a EMAE utiliza para o controle da operação do sistema Tietê-Billings. São esses postos:

- Ponte Preta
- Norte
- Retiro
- Pirituba
- Penha
- Traição
- Thomas Edison
- Alexandre Mackenzie
- Ramon Reberte Filho
- Leste
- Sul
- Capuava
- Santo André
- Silvestre

▪ *Distribuição sazonal das precipitações durante o ano de 2002*



A distribuição das chuvas ao longo dos meses mostra que 2002 pode ser considerado mais seco que a média histórica de observações. Assim, embora em março e novembro tenham sido observadas precipitações cerca de 30% superiores à normalidade desses meses, em fevereiro, abril, junho, julho, agosto, setembro e outubro as chuvas foram inferiores à média histórica. Destaca-se entre esses meses secos, que em junho as chuvas verificadas se resumiram a menos de 5% da média mensal do mês, refletindo eventos marcantes nos históricos de dados das estações que compuseram a base de análise.

Considerando o ano como um todo, o total precipitado de 1410 mm foi cerca de 92% da média anual, que é de 1525 mm, tendo-se observado chuvas em 159 dias do ano. Quanto a essa frequência dos eventos, o número não é substancialmente diverso ao da média histórica.

▪ *Evolução histórica dos dados de precipitação*

O histograma apresentado a seguir ilustra a evolução das diferenças pluviométricas acumuladas mensais. Os dados que possibilitaram essa análise foram os mesmos que compuseram a base histórica considerada, já citada anteriormente, acrescidos dos dados apurados a partir de 1998 pela rede da EMAE, formando, portanto, uma série de observações correspondente ao período 1937-2002. Para a elaboração do gráfico, os totais mensais foram subtraídos das respectivas médias mensais históricas, dando origem a excedências, ou seja, diferenças em relação às normalidades dos meses, positivas quando as chuvas foram superiores à média e negativas quando inferiores, constituindo uma segunda série. A seguir, os valores mensais, que constituíam a série de excedências, foram acumulados a partir do primeiro valor (janeiro de 1937), dando origem a uma terceira série, plotada no gráfico a seguir, e que representa a evolução das excedências acumuladas dentro do histórico de observações.

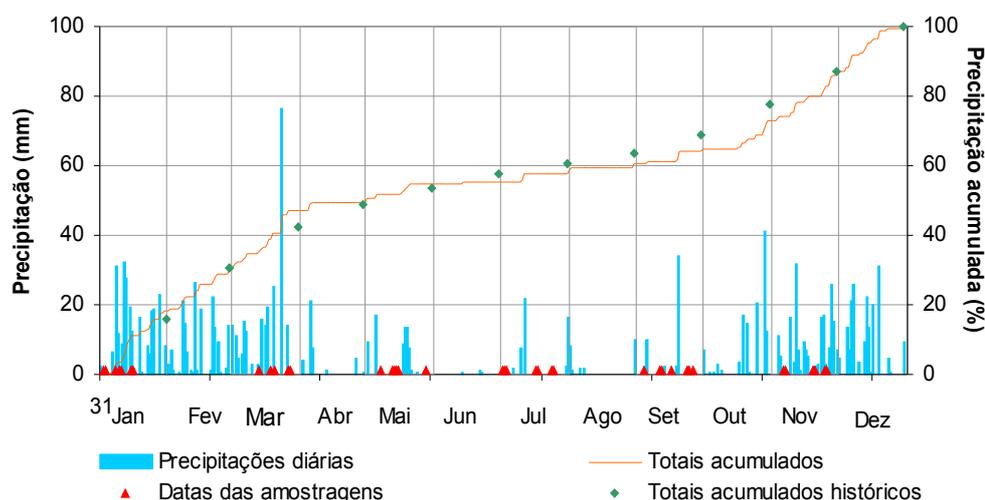


A evolução das excedências pluviométricas acumuladas ao longo do período histórico admite sua segmentação em sub-períodos bem definidos, segundo a intensidade das precipitações ocorridas. O primeiro deles, que vai de 1942 a 1956, foi marcado por uma estiagem intensa e por precipitações mensais sistematicamente abaixo das médias históricas. O segundo sub-período, que se inicia a partir de 1957 e se desenvolve até o final de 1998, apesar de apresentar variações sazonais, caracteriza uma tendência bem definida de precipitações acima de média.

A estiagem verificada atualmente compõe um suposto terceiro sub-período que, iniciado a partir de 1999, não dava sinais claros de reversão até o final de 2002. Inicia-se 2003 com um débito de chuvas acumuladas nos três anos anteriores de cerca de 800 mm, o que caracteriza, inegavelmente, uma estiagem rigorosa.

#### ▪ *Precipitações diárias*

Para a análise da representatividade das amostragens realizadas na bacia do Alto Tietê, analisaram-se os dados diários médios dos 14 postos pluviométricos da EMAE. A partir desses dados foi elaborado o histograma apresentado adiante, onde detalham-se graficamente as precipitações diárias registradas em 2002 em confronto com as datas em que foram realizadas amostragens de água da rede. Como suporte às análises, apresentam-se ainda nesse gráfico, as evoluções das precipitações acumuladas durante o ano e segundo a série histórica de observações mensais.



Apresentam-se adiante as análises desses dados diários de precipitações durante os meses em que foram realizadas amostragens na bacia do Alto Tietê. Uma vez que apenas as precipitações ocorridas nas datas das coletas possam ser consideradas insuficientes para avaliar os dados de qualidade resultantes, mostram-se tabeladas, além destas, as precipitações (em milímetros) ocorridas nos 2 dias anteriores, com a seguinte notação:

- P0** – precipitações ocorridas nas datas de amostragens
- P1** – precipitações ocorridas no dia anterior às amostragens
- P2** – precipitações ocorridas no segundo dia anterior às amostragens

#### ▪ *Amostragens de janeiro*

Em janeiro verificaram-se precipitações em 23 dias do mês, o que implicou na ocorrência de chuvas em 6 dos 7 dias de coletas e chuvas antecedentes em todas as amostragens realizadas. As interferências mais efetivas podem ter ocorrido nos dias 8, 9 e 15, quando, além de chuvas intensas no dia, foram anotadas chuvas nos dois dias anteriores às coletas.

DIA	2	3	8	9	10	15	16
P0	0,2	1,4	31,0	12,0	0,0	12,5	1,6
P1	2,4	1,5	31,7	43,0	12,0	32,0	14,1
P2	2,4	3,8	37,9	43,7	43,0	59,4	33,6

#### Amostragens de março

Em março, apesar de terem sido registradas chuvas mais intensas que a normalidade do mês, o número de dias de chuva foi bastante semelhante ao da média histórica. Eventuais interferências nas amostragens podem ter ocorrido nos dias 13 e 14, quando, embora não tenha chovido no dia de coletas, foram observadas chuvas de alguma intensidade no período antecedente.

DIA	7	13	14	20	26
P0	2,3	0,0	0,0	14,1	0,0
P1	5,2	19,3	25,0	14,1	14,1
P2	5,2	33,4	25,0	14,1	14,1

#### Amostragens de maio

O mês de maio, tradicionalmente seco, não fugiu, esse ano, da normalidade. A única potencial interferência nas amostragens pode ter ocorrido no dia 8, mesmo assim de pouca intensidade, haja vista que a chuva havia ocorrido no segundo dia que antecedeu a amostragem.

DIA	8	13	14	15	16	28
P0	1,9	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0
P1	2,1	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0
P2	19,3	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0

#### Amostragens de julho

As reduzidas intensidade e frequência das chuvas, ocorridas durante o mês de julho, podem ser consideradas compatíveis com o histórico de dados disponível. Dessa forma, em nenhuma das 7 campanhas realizadas no mês foram verificadas chuvas que possam interferir nos resultados das amostragens realizadas.

DIA	2	3	4	17	18	24	25
P0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0
P1	0,0	0,0	0,0	0,3	0,3	0,0	0,0
P2	0,0	0,0	0,0	0,3	0,3	0,0	0,0

#### Amostragens de setembro

Embora o mês de setembro tenha sido mais seco que a média histórica, ocorreram chuvas durante 11 dias. No entanto, como pode ser observado na tabela abaixo, nenhum desses eventos chuvosos deve ter interferido no resultado das amostragens.

DIA	4	11	12	17	24	25	26
P0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0
P1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0
P2	0,0	0,2	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1

#### Amostragens de novembro

O mês de novembro, tanto em intensidade de precipitações como em número de eventos, pode ser considerado mais chuvoso que o observado na média histórica. Eventuais interferências nas amostragens, poderão ser observadas nos dias 6, 25 e 28, quando, além das chuvas no dia das amostragens, observaram-se chuvas nos dias antecedentes.

DIA	6	7	20	21	25	28
P0	0,3	0,0	0,0	2,6	17,1	2,7
P1	5,7	0,3	0,0	2,6	33,7	19,8
P2	16,8	5,7	5,6	2,6	33,7	36,4

#### □ Vazões nos cursos d'água da RMSP

As vazões dos cursos d'água da RMSP foram perdendo gradualmente, desde o início do intenso processo de urbanização da região, suas características naturais. A implantação do sistema Tietê-Billings implementada a partir do início do século, o progressivo recobrimento do solo permeável, as reversões de água de bacias circunvizinhas e o lançamento de enormes quantidades de esgotos diretamente nos cursos d'água envolvidos trouxeram como conseqüência uma descaracterização dos processos naturais de escoamento superficial nessa porção da bacia do Alto Tietê.

Nesses rios descaracterizados tanto sob o aspecto sanitário quanto hidrológico, pode-se dizer que praticamente inexistente o recarregamento do lençol freático para sua alimentação nas épocas de estiagem. São atualmente rios ou canais alimentados durante seus períodos de seca pelas imensas quantidades de esgotos que lhe são lançadas e, durante as épocas de chuvas, pelo deflúvio direto oriundo de suas bacias impermeabilizadas que, várias vezes acima de sua capacidade máxima de escoamento, causam inundações em suas várzeas, freqüentemente ocupadas pela urbanização desordenada da região metropolitana.

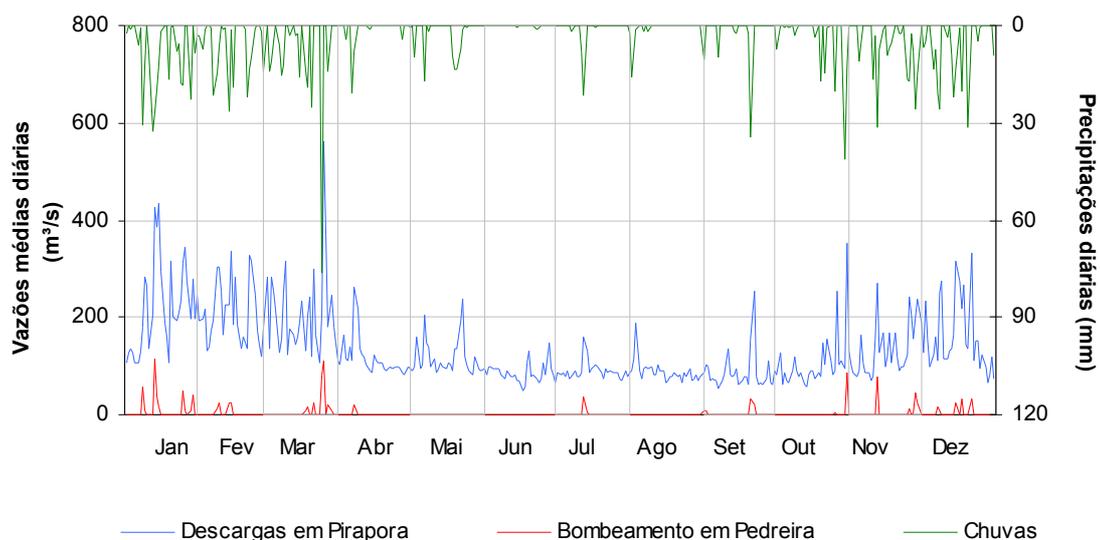
A importância desses cursos d'água, dada sua localização e utilização, impõe desejável um monitoramento hidrológico que permita a análise e quantificação de suas vazões e, nesse sentido, incontáveis foram as tentativas de se manterem postos fluviométricos instalados ao longo de seus cursos. Tecnicamente, no entanto, tornou-se inviável o estabelecimento de curvas cota-vazão devido às alterações promovidas em seus leitos pelo constante processo de assoreamento e desassoreamento imposto pela sua utilização como valos de drenagem. Por outro lado, as réguas e linígrafos instalados em suas margens exigiam constante manutenção dada a natureza química e biológica das águas que mediam e, durante as épocas de chuvas, eram destruídos pelos detritos carreados, ou mesmo levados pelas enxurradas.

Atualmente, avaliações de vazões na RMSP são realizadas a partir de monitoramentos específicos ou no caso dos Rios Tietê e Pinheiros, das vazões registradas nas estruturas hidráulicas que integram o sistema Tietê-Billings, operado pela EMAE. Em relação a esses dados hidráulicos, pode-se dizer que, embora não possam ser considerados suficientes para avaliar convenientemente o regime desses dois rios, fornecem subsídios que permitem inferir algumas peculiaridades de seu escoamento, principalmente no que tange à operação hidráulica do sistema que compõem.

#### □ Vazões em 2002

As análises apresentadas a seguir foram realizadas a partir das vazões bombeadas para o Reservatório Billings, representadas pelas observadas na E. E. Pedreira e das liberadas para o interior do Estado, representadas pelas descarregadas pela barragem de Pirapora, no Rio Tietê.

Apresentam-se a seguir a evolução dessas vazões ao longo do ano de 2002 e, dada a influência das chuvas em seu regime e na operação do sistema Tietê-Billings, apresentam-se como dado de suporte às análises, as chuvas médias diárias dos 14 postos pluviométricos da EMAE citados anteriormente.



Os dados de vazões e chuvas chamam a atenção para a similaridade entre as evoluções, refletindo a influência instantânea das chuvas nas vazões do sistema. Assim, nos meses de janeiro, março, novembro e dezembro, as chuvas mais intensas e freqüentes tiveram como reflexo uma elevação nas descargas liberadas em Pirapora e também dos bombeamentos em Pedreira para a minimização de inundações na foz do Rio Pinheiros. Já no período que vai de abril a outubro, no entanto, a estiagem que se manifestou com rigor implicou na redução das vazões descarregadas no sentido do interior do Estado e na realização de apenas 10 episódios de bombeamentos durante um período correspondente a 210 dias.

## 7.6.2 Monitoramento Manual

### 7.6.2.1 Bacia do Rio Tietê Alto - Cabeceiras

#### 7.6.2.1.1 Caracterização da Bacia

Área de drenagem	1.889 km <sup>2</sup> .
Constituintes principais	Rio Tietê, desde a sua nascente até as proximidades da cidade de São Paulo, na divisa com o município de Itaquaquecetuba, numa extensão de 74 km; Rios: Claro, Paraitinga, Biritiba-Mirim, Jundiaí e Taiaçupeba-Mirim.
Reservatórios	Ribeirão do Campo (Rios Claro e Guaratuba), Ponte Nova (Rio Tietê), Paraitinga (Rio Paraitinga), Biritiba (Rio Biritiba-Mirim), Jundiaí (Rio Jundiaí) e Taiaçupeba (Rio Taiaçupeba-Mirim).
Usos do solo	Atividades hortifrutigranjeiras, pastagens naturais e cultivadas nas zonas rurais dos municípios de Mogi das Cruzes, Suzano e Itaquaquecetuba. Área urbana com densa ocupação demográfica, além de industrialização significativa, próximo à capital e a Mogi das Cruzes. Destaca-se ainda extração mineral, principalmente areia.
Usos da água	Abastecimento público - integra o sistema de abastecimento da Região Metropolitana de São Paulo; Afastamento de efluentes domésticos; Abastecimento industrial e Lançamento de efluentes líquidos industriais.
Principais atividades industriais	Papel e celulose, química, mecânica e alimentícia.
Outras informações	O trecho de cabeceira do Rio Tietê e afluentes principais, pertencem à Zona de Proteção de Mananciais da Região Metropolitana de São Paulo, de acordo com a Lei Estadual N.º 898 de 18/12/75, regulamentada pelo Decreto Estadual N.º 1.172 de 17/11/76.

### 7.6.2.1.2 Monitoramento da Qualidade das Águas

□ Descrição dos Pontos de Amostragem

Ponto de Amostragem	Latitude (S)	Longitude (O)	Corpo de água	Localização
BMIR02800	23°34'09"	46°05'36"	Rio Biritiba-Mirim	Ponte na rodovia SP-88, no trecho que liga Mogi das Cruzes a Salesópolis
JNDI00500	23°39'06"	46°11'56"	Rio Jundiáí	No canal de interligação com o Reservatório Taiapuêba
PEBA00100	23°36'73"	46°18'43"	Res. Taiapuêba	No início do braço do Taiapuêba-Mirim
PEBA00900	23°34'45"	46°17'18"		Na captação da SABESP
TAIA02800	23°34'18"	46°17'27"		A jusante do vertedouro
TIET02050	23°34'05"	46°01'05"	Rio Tietê	Ponte na rodovia que liga Mogi das Cruzes a Salesópolis (SP-88)
TIET02090 (*)	23°32'55"	46°08'09"		Na captação principal do município de Mogi das Cruzes
TIET03120	23°30'11"	46°20'13"		A jusante da ETE de Suzano

(\*) Estação Automática de Monitoramento

### 7.6.2.1.3 Resultados

□ Índices

#### IQA

Código do Ponto	Corpo de água	jan	mar	mai	jul	set	nov	Média
BMIR02800	Rio Biritiba-Mirim	54	64	79	75	75	62	68
JNDI00500	Rio Jundiáí	74	69	83	85	85	77	79
PEBA00100	Res. Taiapuêba	68	75	78	55	71	76	71
TIET02050	Rio Tietê	45	57	80	86	79	60	68
TIET02090		40	55	79	72	74	42	60
TIET03120		31	34	28	18	22	26	27

QUALIDADE: ■ ÓTIMA ■ BOA ■ REGULAR ■ RUIM ■ PÉSSIMA

#### IAP

Código do Ponto	Corpo de água	jan	mar	mai	jul	set	nov	Média
BMIR02800	Rio Biritiba-Mirim	45	58	76	73	73	57	64
JNDI00500	Rio Jundiáí	61			21			41
PEBA00100	Res. Taiapuêba	64	71	74	46	70	68	66
TIET02050	Rio Tietê	38	27	79	85	79	57	61
TIET02090		0		78	71		0	37
TIET03120		27	28	11	17	20	21	21

QUALIDADE: ■ ÓTIMA ■ BOA ■ REGULAR ■ RUIM ■ PÉSSIMA

#### IVA

Código do Ponto	Corpo de água	jan	mar	mai	jul	set	nov	Média
BMIR02800	Rio Biritiba-Mirim		5,4	3,2		3,2	5,4	4,3
JNDI00500	Rio Jundiáí	6,6	6,6	5,4	5,4	5,4	5,4	5,8
PEBA00100	Res. Taiapuêba	4,4	6,6	4,4	10,2	4,4	3,4	5,6
PEBA00900		6,6	5,4	4,4	4,4	5,4	4,4	5,1
TIET02050	Rio Tietê		7,8	3,2		3,2	5,4	4,9
TIET02090			3,4	3,4		3,2	4,4	3,6
TIET03120		11,2	7,6	11,2	11,2	7,6	11,2	10,0

QUALIDADE: ■ ÓTIMA ■ BOA ■ REGULAR ■ RUIM ■ PÉSSIMA

#### IET

Código do Ponto	Corpo de água	jan	mar	mai	jul	set	nov	Média
-----------------	---------------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-------

BMIR02800	Rio Biritiba-Mirim		69	46		50	60	56
JNDI00500	Rio Jundiáí	58	73	55	59	59	56	60
PEBA00100	Res. Taiapuèba	53	65	50	63	50	36	53
PEBA00900		59	62	51	53	58	49	55
TIET02090	Rio Tietê		36	40		48	53	44
TIET03120		76	76	89	88	91	84	84
TIET02050			68	46		50	58	55

LEGENDA: ■ OLIGOTRÓFICO ■ MESOTRÓFICO ■ EUTRÓFICO ■ HIPEREUTRÓFICO

□ **Parâmetros Sanitários – valores médios**

Código do Ponto	Parâmetros Sanitários																Média 1992 - 2001	Média 1992 - 2001					
	Condutiv.		TURB		NO <sub>2</sub>		NO <sub>3</sub>		NH <sub>3</sub>		OD		DBO <sub>5,20</sub>		RF				Surfac.		PT		Média 2002
	Mé dia 2002	Mé dia 1999-2001	Mé dia 2002	Mé dia 1999-2001	Mé dia 2002	Mé dia 1999-2001	Mé dia 2002	Mé dia 1999-2001	Mé dia 2002	Mé dia 1999-2001	Mé dia 2002	Mé dia 1999-2001	Mé dia 2002	Mé dia 1999-2001	Mé dia 2002	Mé dia 1999-2001			Mé dia 2002	Mé dia 1999-2001			
BMIR02800	45	46	14	17	0,012	0,015	0,35	0,33	0,11	0,09	6,7	6,1	3	4	49	61		0,07	0,095	0,104	3,0E+02	2,7E+02	
JNDI00500	47	45	14	11	0,007	0,008	0,29	0,2	0,04	0,14	7,9	8,4	6	6	51	41		0,1	0,064	0,079	2,9E+01	2,4E+02	
PEBA00100	81	66	10	87	0,015	0,009	0,33	0,2	0,67	0,24	7,2	7,5	4	4	62	54			0,059	0,058	8,5E+01	2,2E+01	
PEBA00900	59	52			0,015	0,007	0,37	0,21	0,15	0,12	8,5	7,7							0,044	0,05	3,7E+01	3,3E-01	
TAIA02800	68	77	10	10		0,008		0,13		0,34	7,4	7,1	4	8	60	69	0,09	0,07		0,136		4,9E+03	
TIET02050	46	42	16	9	0,011	0,01	0,42	0,21	0,11	0,18	5,7	4,5	4	4	67	42		0,07	0,1	0,069	1,3E+02	6,1E+02	
TIET02090	55	50	21	13	0,017	0,013	0,5	0,32	0,15	0,09	5,8	5,3	14	4	70	57		0,07	0,117	0,096	1,1E+03	8,2E+03	
TIET03120	440	391	25	39	0,107	0,223	0,92	0,62	3,66	3,58	0,6	0,4	11	8	280	255	0,45	0,49	0,465	0,423	1,2E+05	9,6E+04	

□ **pH, Fenol e Metais - resultados não conformes com os padrões de qualidade de água estabelecidos pela Resolução CONAMA 20/86**

Código do Ponto	Parâmetros																																								
	pH <sub>O</sub>				Fenóis				Al <sub>O</sub>				Mn <sub>O</sub>				Ni <sub>O</sub>				Cu <sub>O</sub>				Zn <sub>O</sub>				Cd <sub>O</sub>				Hg <sub>O</sub>				Pb <sub>O</sub>				
	NT	NC	%	%	NT	NC	%	%	NT	NC	%	%	NT	NC	%	%	NT	NC	%	%	NT	NC	%	%	NT	NC	%	%	NT	NC	%	%									
BMIR02800	0	6	0	2					38	6	6	100	100	1	6	17	0	1	6	17	4	0	6	0	0	0	6	0	0			6	1	6	17	0			8		
JNDI00500	0	6	0	25					75	3	6	50	83	0	6	0	8	1	6	17	0	0	6	0	0	0	6	0	0			17	2	6	33	67			0		
PEBA00100	0	6	0	0						6	6	100	83	6	6	100	83	1	6	17	17	0	6	0	0	1	6	17	0			3	6	50	33						
PEBA00900	0	6	0	0																																					
TAIA02800	0	6	0	0					60	6	6	100	95	6	6	100	91	1	6	17	5	0	6	0	5	0	6	0	5	1	6	17	10	1	6	17	0	0	1	0	6
TIET02050	0	6	0	3	1	1	100	23	6	6	100	96	2	6	33	42	0	6	0	8	0	6	0	0	0	6	0	0			6	1	6	17	8			8			
TIET02090	0	6	0	2					33	6	6	100	100	1	6	17	21	1	6	17	0	0	6	0	0	0	6	0	0			0	3	6	50	31			8		
TIET03120	0	6	0	0	1	6	17	0	6	6	100	100	0	6	0	0	2	6	33	17	0	6	0	0	0	6	0	0	0	6	0	0	0	6	0	0			0		

NC: Número de Resultados Não Conformes  
 NT: Número Total de Resultados Considerados

7.6.2.1.4 Considerações

### **Rios Biritiba-Mirim / Jundiaí / Taiapuêba**

Em 2002, as águas do Rio Tietê foram revertidas para o Reservatório Jundiaí, que se encontra interligado ao Taiapuêba. Portanto, esses três corpos hídricos constituem-se na produção hídrica do Manancial do Alto Tietê.

A reversão das águas do Rio Tietê para o Reservatório do Jundiaí, em 2002, podem ter contribuído para a redução dos níveis de fósforo total bem como da intensidade dos efeitos tóxicos observados para organismos aquáticos. Provavelmente, a toxicidade remanescente do Jundiaí é exportada para o Taiapuêba, uma vez que o ponto PEBA00900, na captação da SABESP, acusou um quadro similar ao JNDI00500.

Em 2002, o Braço do Taiapuêba-Mirim, no Reservatório do Taiapuêba, apresentou uma condição sanitária ligeiramente inferior ao local de captação, no que tange os parâmetros nitrogênio amoniacal, fósforo total e condutividade. Neste braço, também se observou um aumento das porcentagens de não conformidade para zinco e mercúrio no ano de 2002.

Os níveis médios de fósforo total estiveram acima do padrão de qualidade em todos corpos hídricos avaliados, contribuindo para o processo de eutrofização que vem se observando atualmente nos Reservatórios do Jundiaí e Taiapuêba.

Os valores médios mais elevados de condutividade e fósforo total, medidos a jusante do reservatório, bem como as não conformidades para mercúrio, cádmio e níquel podem ser decorrência dos lançamentos dos efluentes gerados na ETA da SABESP.

### **Rio Tietê**

O Rio Tietê, no seu trecho classe 2, é monitorado por um ponto situado a jusante de Ponte Nova e outro em Mogi das Cruzes, a montante do Rio Jundiaí. Em seu trecho classe 3, iniciou-se em 2001, o acompanhamento da qualidade das águas do Rio Tietê a jusante da ETE de Suzano.

A análise conjunta dos indicadores sanitários evidenciou uma piora significativa na qualidade das águas do Rio Tietê no ponto TIET03120, isto é, a jusante da ETE de Suzano. Este trecho do Rio Tietê define o ponto de inflexão de qualidade de suas águas, uma vez que os poluentes lançados em sua calha superam sua capacidade assimilativa, acarretando quase que a total extinção dos níveis de oxigênio dissolvido. As médias dos sólidos dissolvidos e particulado, incluindo-se a matéria orgânica biodegradável, confirmam a piora substancial na qualidade de suas águas.

#### **□ Resultados de Mutagenicidade**

Não foi detectada atividade mutagênica, nas condições dos ensaios, em nenhum dos pontos amostrados.

#### **□ Resultados das Análises Microbiológicas e Parasitológicas**

##### **Rio Tietê, na captação principal do município de Mogi das Cruzes**

A *Giardia* foi detectada em todas as amostras coletadas nesse ponto, nos meses de janeiro, março, maio, julho e setembro, em concentrações variáveis de 0,1 - 2,1 cistos/L. Nenhuma das amostras foi positiva para *Cryptosporidium*. Os coliformes termotolerantes e os enterococos apresentaram os maiores valores, na ordem de 1000UFC/100mL, nos meses de janeiro e março, tendo sido assim excedido o limite de 1.000 coliformes termotolerantes/100mL estabelecido pela Resolução CONAMA 20/86, enquanto que as densidades de *Clostridium perfringens* permaneceram mais baixas, com um máximo de 660UFC/100mL em janeiro.

## 7.6.2.2 Bacia do Reservatório Billings

### 7.6.2.2.1 Caracterização da Bacia

<i>Área de drenagem</i>	560 km <sup>2</sup> .
<i>Constituintes principais</i>	Reservatórios Billings e do Rio Grande e Rios Grande, Pequeno, Bororé e Taquacetuba, entre outros. O Reservatório Billings recebe as águas do Rio Pinheiros, através dos bombeamentos na Estação Elevatória de Pedreira, nas situações emergenciais previstas na Resolução Conjunta SEE/SMA/SRHSO n.º 1 de 13/03/96.
<i>Reservatórios</i>	Billings, do Rio Grande e do Rio das Pedras.
<i>Usos do solo</i>	A evolução do uso do solo da região tem se caracterizado pela substituição da vegetação natural e da pequena atividade agrícola por um processo de intensa urbanização. Apesar das condições físicas desfavoráveis (relevo acidentado, várzeas e fundos de vale), que acabam ocasionando problemas como escorregamento, erosão e assoreamento e da existência da Lei da Proteção aos Mananciais, a ocupação da área vem se acelerando, sobretudo nos últimos anos. A região atualmente caracteriza-se por grandes contrastes, associando chácaras de recreio com favelas e loteamentos irregulares e clandestinos.
<i>Usos da água</i>	Abastecimento público - integra o sistema de abastecimento da Região Metropolitana de São Paulo; Abastecimento industrial; Afastamento de efluentes domésticos, inclusive as contribuições eventuais daqueles gerados na Grande São Paulo, através do bombeamento das águas do Rio Pinheiros e lançamentos de efluentes líquidos industriais. Recreação.

Outras informações

O Reservatório Billings localiza-se a oeste de São Paulo, a 23°47'S e 46° e 40'W, e a uma altitude de 746m. A área deste reservatório é de 120 km<sup>2</sup> e seu volume de 1,20x10<sup>9</sup> m<sup>3</sup>.

O Reservatório Billings, morfologicamente, constitui-se num corpo central alongado e estreito, ligado a diversos braços, alguns de grande volume. Em função dessa conformação, o afluxo de água dá-se preferencialmente ao longo do seu canal central. Isso faz com que a maior parte do volume de água presente nos braços, fique de certa forma isolado do corpo central na maior parte do tempo.

Este reservatório foi idealizado pelo engenheiro americano Asa Billings em 1927, com a finalidade de aproveitar as águas do Alto Tietê para geração de energia elétrica nas usinas de Cubatão. Para que isso fosse possível, foi necessário construir um sistema de obras hidráulicas de maneira a permitir que as águas do Alto Tietê atingissem o reservatório.

Desse modo, o Reservatório Billings pode receber as águas da bacia do Rio Tietê através da estação de recalque de Pedreira, situada junto à barragem de mesmo nome do Rio Pinheiros, de onde suas águas são conduzidas para as usinas de Cubatão através da barragem reguladora do canal das Pedras (Summit Control). Através do "Summit Control" as águas passam para o Reservatório do Rio das Pedras de onde são aduzidas diretamente para as usinas de Cubatão.

O reservatório atua como elemento regularizador das descargas de sua bacia contribuinte e das descargas do Rio Tietê, que recebe através do Rio Pinheiros. A partir de 1992 passou a ocorrer um menor aporte das águas poluídas provenientes dos Rios Pinheiros e Tietê para o Compartimento Pedreira do Reservatório Billings, em razão do menor volume de água bombeado na Usina Elevatória de Pedreira, em atendimento à Resolução Conjunta SMA/SES n° 3, de 04/09/92, que autoriza o bombeamento das águas do Canal do Pinheiros em condições específicas, principalmente riscos de enchentes na RMS. Este fato propiciou nos anos seguintes uma melhoria na qualidade das águas deste compartimento.

A partir de agosto de 2000, a SABESP iniciou a operação do sistema de adução de água bruta do Braço do Taquacetuba para o Reservatório Guarapiranga, com uma Licença de Operação para 2,0 m<sup>3</sup>/s. Em função das algas potencialmente tóxicas existentes na Billings, ambos os Reservatórios estão sendo monitorados numa frequência mais intensa. A SABESP também implantou um monitoramento da qualidade da água em tempo real por um sistema de bóia com transmissão dos dados por satélite.

Embora idealizado para a geração de energia elétrica, tem sido utilizado para diversas atividades de lazer como esportes náuticos, natação e pesca. Além disso, no compartimento Rio Grande isolado do Sistema Billings desde 1982, ocorre a captação de água para o abastecimento público da região do ABC.

Segundo o Sindicato dos Pescadores Artesanais existem cerca de 2000 pescadores atuando no Reservatório, gerando renda para aproximadamente 480 famílias. A pesca profissional retira diariamente de 10 a 12 toneladas de pescado. Também as duas aldeias indígenas próximas a Represa Billings, ambas com 110 famílias guarani, totalizam aproximadamente 700 pessoas; praticam a pesca para obter parte do alimento para sua subsistência.

A evolução do uso do solo da região caracterizou-se pela substituição da vegetação natural e da pequena atividade agrícola pela intensa urbanização. No final dos anos 40, a construção da rodovia Anchieta contribuiu para instalação de indústrias na região.

Dessa forma o grande ABC tornou-se o pólo industrial mais importante da América Latina o que justifica o seu crescimento demográfico quase exponencial, resultante de movimentos migratórios. Apesar das condições físicas desfavoráveis (relevo acidentado, várzeas e fundos de vale), que acabam ocasionando problemas como escorregamento, erosão e assoreamento, a ocupação da área veio se acelerando. A crescente demanda por moradia elevou o preço de terrenos e aluguéis nos municípios de Santo André, São Bernardo do Campo e São Caetano e Diadema que é possivelmente a região mais irregular, induzindo a população de baixa renda a ocupar áreas desvalorizadas para o capital imobiliário.

Entre 1974 e 1980, observou-se uma "pulverização" do processo de ocupação, tanto na bacia da Guarapiranga quanto na Billings, com expansão das manchas já existentes. No período entre 1980 a 1985, nota-se maior presença do processo de ocupação no município de São Bernardo do Campo. Entre 1985 e 1992, as manchas de ocupação são menores e não tão significativas, com um maior destaque à cratera colônia, no final do braço Taquacetuba da Billings. De 1992 a 1995, observou-se ligeira intensificação da ocupação, em especial na bacia Billings, entre os braços Pedra Branca e Taquacetuba e à margem direita do braço Alvarenga. A região atualmente caracteriza-se por grandes contrastes, associando chácaras de recreio com favelas e loteamentos irregulares e clandestinos.

Desde 1982, o braço do Rio Grande, formado a partir das contribuições do Rio Grande e do Ribeirão Pires, passou a ser categorizado como um reservatório isolado do Sistema Billings, sofrendo somente influências dos lançamentos domésticos e industriais de Rio Grande da Serra, Ribeirão Pires e São Bernardo do Campo.

Tendo em vista todo o quadro histórico apresentado e a utilização do reservatório para fins recreativos, a CETESB passou a monitorar a qualidade de suas praias a partir de outubro de 1992. Este monitoramento é realizado em sete pontos, quatro desses pontos situam-se no braço do Rio Grande pois, devido à

## 7.6.2.2 Monitoramento da Qualidade das Águas

## □ Descrição dos Pontos de Amostragem

## ■ Rede de Monitoramento

Ponto de Amostragem	Latitude (S)	Longitude (O)	Corpo de água	Localização
BILL02100	23°47'11"	46°38'49"	Res. Billings	No meio do corpo central, na direção do braço do Bororé
BILL02500	23°47'27"	46°35'54"		No meio do corpo central, sob a ponte da rodovia dos Imigrantes
BILL02900	23°49'16"	46°31'30"		Próximo à barragem reguladora Billings-Pedras (Summit Control)
BITQ00100	23°50'41"	46°39'20"	Braço do Taquacetuba	Na baía situada no final da rua Tomekichi Inouye (captação da SABESP)
GADE02900	23°44'46"	46°24'16"	Rio Grande ou Jurubatuba	Ponte na Av. Santo André (SP-122), na entrada do município de Rio Grande da Serra
RGDE02200	23°44'23"	46°26'44"	Res. do Rio Grande	No Clube Prainha Tahiti Camping Náutica, na altura do Km 42 da rodovia SP-31
RGDE02900 (*)	23°46'16"	46°32'03"		Próximo à rodovia Anchieta, junto à captação da SABESP

(\*) : Estação Automática de Monitoramento

## ■ Balneabilidade (monitoramento semanal)

Reservatório	Praia / Local de amostragem	Latitude (S)	Longitude (O)	Município
Rio Grande	Praia em Frente à ETE	23°46'38.6"	46°32'00.4"	S. Bernardo do Campo
	Praia do Parque Municipal Estoril	23°46'12.1"	46°31'10.4"	
	Praia do Parque Municipal Estoril, próximo ao Zoológico	23°46'18.1"	46°29'50.1"	
	Clube de Campo Sindicato dos Metalúrgicos do ABC	23°46'09.0"	46°29'50.2"	
		Clube Prainha Taiti	23°44'14.3"	46°26'47.4"
Billings	Praia Jardim Los Angeles	23°46'33.8"	46°37'04.9"	S. Bernardo do Campo
	Praia da DERSA (atual Ecovias)	23°47'39.5"	46°35'69.3"	
	Parque Imigrantes	23°46'70.3"	46°35'26.1"	

## 7.6.2.2.3 Resultados

## □ Índices

## ■ IQA

Código do Ponto	Corpo de água	jan	mar	mai	jul	set	nov	Média
BILL02100	Res. Billings	53	66	77	77	64	68	67
BILL02500		74	70	88	86	75	82	79
BILL02900		78	79	87	86	83		83
BITQ00100	Braço do Taquacetuba	72	67	85	74	84	78	77
GADE02900	Rio Grande ou Jurubatuba	44	52	48	53	51	53	50
RGDE02200	Res. do Rio Grande	70	58	66	74	77	55	67
RGDE02900		72	73	79	72	75		74

QUALIDADE: ÓTIMA BOA REGULAR RUIM PÉSSIMA

## ■ IAP

Código do Ponto	Corpo de água	jan	mar	mai	jul	set	nov	Média
BILL02100	Res. Billings	52	61	1	77	64	68	54
BILL02500		74	64	22	86	74	82	67
BILL02900		77	73	87	86	83		81
BITQ00100	Braço do Taquacetuba	72		5	32		19	32
GADE02900	Rio Grande ou Jurubatuba	42	48	45	51	49	49	47
RGDE02200	Res. do Rio Grande	69	58	66	74	76	55	66
RGDE02900		72		79	72			74

QUALIDADE: ÓTIMA BOA REGULAR RUIM PÉSSIMA

## ■ IVA

Código do Ponto	Corpo de água	jan	mar	mai	jul	set	nov	Média
BILL02100	Res. Billings	5,4	6,6	5,4	4,2	5,4	4,2	5,2
BILL02500		4,2	6,6	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4
BILL02900			3,4	4,2	4,4	3,2		3,8
BITQ00100	Braço do Taquacetuba	5,4	6,6	7,8	5,4	4,2	4,2	5,6
GADE02900	Rio Grande ou Jurubatuba	5,4	5,4	5,4	5,4	4,2	5,4	5,2
RGDE02200	Res. do Rio Grande	5,4	5,4	4,2	5,4	4,2	4,4	4,8
RGDE02900		6,6	6,6	4,2	4,4	4,2	4,4	5,1

QUALIDADE: ■ ÓTIMA ■ BOA ■ REGULAR ■ RUIM ■ PÉSSIMA

### IET

Código do Ponto	Corpo de água	jan	mar	mai	jul	set	nov	Média
BILL02100	Res. Billings	65	63	62	55	58	71	62
BILL02500		60	61	65	58	54	62	60
BILL02900			36	56	53	53		49
BITQ00100	Braço do Taquacetuba	59	60	65	67	68	69	65
GADE02900	Rio Grande ou Jurubatuba	69	58	68	62	63	58	63
RGDE02200	Res. do Rio Grande	67	56	66	60	58	50	59
RGDE02900		66	57	60	53	59	49	57

LEGENDA: ■ OLIGOTRÓFICO ■ MESOTRÓFICO ■ EUTRÓFICO ■ HIPEREUTRÓFICO

### IB

PRAIA – LOCAL DE AMOSTRAGEM	EXCELENTE	MUITO BOM	SATISFATÓRIO	IMPRÓPRIO	QUALIFICAÇÃO ANUAL
PRAINHA FRENTE À ETE	11%	36%	23%	30%	REGULAR
CLUB PRAINHA TAITI	83%	17%	0%	0%	BOA
PAINHA DO PARQUE MUNICIPAL	72%	23%	0%	4%	REGULAR
PROX. ZOO DO PARQUE MUNICIPAL	100%	0%	0%	0%	ÓTIMA
CLUBE CAMPO DO SIND. DOS METALURG. DO ABC	100%	0%	0%	0%	ÓTIMA
PRAIA DO JARDIM LOS ANGELES	87%	6	0%	6%	REGULAR
PRÓX. À ENTRADA DA DERSA	79%	9%	6%	6%	REGULAR
PARQUE IMIGRANTES	94%	4%	0%	2%	REGULAR

### Parâmetros Sanitários – valores médios

Código do Ponto	Parâmetros																					
	Conduktiv.		TURB		NO <sub>2</sub>		NO <sub>3</sub>		NH <sub>3</sub>		OD		DBO <sub>5,20</sub>		RF		Surfac.		PT		CT	
	Média	Média	Média	Média	Média	Média	Média	Média	Média	Média	Média	Média	Média	Média	Média	Média	Média	Média	Média	Média	Média	Média
BILL02100	192	204	10	27	0,053	0,076	0,55	1,02	0,35	0,3	6,5	7,8	7	8	120	127	0,27	0,082	0,214	5,3E+01	3,1E+01	
BILL02500	194	220	7	8	0,02	0,096	0,4	0,94	0,06	0,5	7,6	6,8	6	6	108	125	0,08	0,064	0,148	5,1E+00	4,7E+02	
BILL02900	144	192	4	7	0,016	0,025	0,27	0,65	0,05	0,23	7,4	7,6	5	6	97	114	0,06	0,044	0,106	3,8E+00	7,6E+01	
BITQ00100	197	186	13	17	0,022	0,022	0,29	0,41	0,16	0,15	9,1	11	7	7	115	111	0,07	0,09	0,098	1,6E+00	2,2E+00	

GADE02900	672	520	7	9	0,058	0,069	0,91	0,39	0,9	0,49	4,4	3,8	3	4	357	287	0,07	0,103	0,089	1,1E+04	2,6E+04
RGDE02200	308	300	10	13	0,086	0,086	1,09	0,4	0,63	0,66	9,3	7,7	7	5	3573	167	0,07	0,083	0,089	8,2E+01	9,1E+02
RGDE02900	293	249	4	3	0,043	0,044	0,82	0,47	0,17	0,3	7,8	7,3	4	3	164	132	0,05	0,059	0,066	3,9E+01	4,0E+02

□ pH, Fenol e Metais - resultados não conformes com os padrões de qualidade de água estabelecidos pela Resolução CONAMA 20/86

Código do Ponto	Parâmetros																																																	
	pH				Fenóis				Al				Mn				Ni				Cu				Zn				Cd				Hg				Pb													
	NC	NT	%NC	%NC-201	NC	NT	%NC	%NC-201	NC	NT	%NC	%NC-201	NC	NT	%NC	%NC-201	NC	NT	%NC	%NC-201	NC	NT	%NC	%NC-201	NC	NT	%NC	%NC-201	NC	NT	%NC	%NC-201	NC	NT	%NC	%NC-201														
BILL02100	1	6	17	11					50	2	6	33	39	2	6	33	0	0	6	0	0	0	6	0	0	0	6	0	0	0	6	0	0	0	6	0	0	0	6	0	0	3	6	50	14					13
BILL02500	1	6	17	13					38	2	6	33	29	2	6	33	13	0	6	0	6	0	6	0	6	0	6	0	7	0	6	0	3	0	6	0	16	4	6	67	9					6				
BILL02900	1	5	20	17					32	1	5	20	38	1	5	20	8	0	5	0	9	0	5	0	6	0	5	0	4	0	5	0	16	3	5	60	7					6								
BITQ00100	2	6	33	61					88	5	6	83	78	1	6	17	0	0	6	0	0	0	6	0	0	0	6	0	0	0	6	0	0	0	6	0	6	4	6	67	14					6				
GADE02900	0	6	0	3					45	5	6	83	85	6	6	100	76	0	6	0	8	0	6	0	10	0	6	0	6	0	6	0	14	3	6	50	36					11								
RGDE02200	2	6	33	5	1	1	100	37	5	6	83	80	0	6	0	36	0	6	0	3	1	6	17	7	0	6	0	3	0	6	0	14	3	6	50	11					11									
RGDE02900	1	6	17	1					31	3	6	50	29	0	6	0	37	0	6	0	6	2	6	33	62	0	6	0	4	0	6	0	9	3	6	50	11					6								

NC: Número de Resultados Não Conformes  
 NT: Número Total de Resultados Considerados

□ Classificação Semanal – Reservatório Rio Grande – Billings

PRAIA-LOCAL DE AMOSTRAGEM	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN
PRAINHA FRENTE À ETE	lb la I I P	P P P P	P la P P	P P P P P	P P P P	I la P la
CLUB PRAINHA TAITI	P P P P P	P P P P	P P P P	P P P P P	P P P P	la la P P
PRAINHA DO PQ.MUNICIPAL	la P P P P	P P P P	P P P P	P P P P P	P P P P	P P P P
PROX.ZOO DO PQ.MUNICIPAL	la P P P P	P P P P	P P P P	P P P P P	P P P P	P P P P
CLUBE DE CAMPO DO SIND. DOS METALURG. DO ABC	la P P P P	P P P P	P P P P	P P P P P	P P P P	P P P P
PRAIA DO JARDIM LOS ANGELES	la la I lb P	la la P P	P P P P	P P la P P	P P P P	P P P P
PRÓX. A ENTRADA DA DERSA	la la I lb P	la la P P	la P P P	P la la P P	P P P P	P P la P
PARQUE IMIGRANTES	la la I I P	la la P P	la P P I	P P P P P	P P P P	P P P P
PRAIA-LOCAL DE AMOSTRAGEM	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
PRAINHA FRENTE À ETE	lb P la I I	P P P P	P P P P	I I I I I	I I I I I	I P I P P
CLUB PRAINHA TAITI	la P P P P	P P P P	P P P P	P P la P P	P P P P	P P P P P
PRAINHA DO PQ.MUNICIPAL	P P P P P	P P P P	P P P P	P P P P P	P P P P	P P I P P
PROX.ZOO DO PQ.MUNICIPAL	P P P P P	P P P P	P P P P	P P P P P	P P P P	P P P P P
CLUBE DE CAMPO DO SIND. DOS METALURG. DO ABC	P P P P P	P P P P	P P P P	P P P P P	P P P P	P P P P P
PRAIA DO JARDIM LOS ANGELES	la P P P P	P P P P	P P P	P P la I P	P la la P	P P P P P
PRÓX. A ENTRADA DA DERSA	P P P P la	P P P la	P P P	P P la P P	la P la P	P P P P P
PARQUE IMIGRANTES	P P P P la	P P P la	P P P	P P P P P		P P

P = Próprio  
 I = Imprópria por elevada taxa de E.Coli  
 la = Imprópria pela presença de algas potencialmente tóxicas  
 lb = Imprópria pela presença de E.Coli e Algas

### 7.6.2.2.4 Considerações

#### Reservatório Billings

O Reservatório Billings é monitorado por meio de quatro pontos de amostragem, sendo três situados ao longo de seu corpo central, e um no braço do Taquacetuba. Esses pontos perfazem uma boa distribuição espacial para o entendimento da qualidade do reservatório. Conforme já salientado, as águas descarregadas pelo Summit Control atingem inicialmente o Reservatório das Pedras de onde, após serem utilizadas na geração de energia elétrica nas Usinas de Henry Borden, são lançadas no Rio Cubatão e, finalmente, atingem o Estuário de Santos.

Após a redução dos bombeamentos das águas poluídas do Rio Pinheiros em outubro de 1992, verificou-se uma recuperação na qualidade das águas do Reservatório Billings.

Em 2002, as águas do Reservatório Billings apresentaram-se em melhores condições sanitárias, principalmente, para os parâmetros fósforo total, série de nitrogênio, condutividade e turbidez do que a série histórica. Embora o fósforo total tenha apresentado uma redução acentuada de sua concentração após 1992, não se constatou valores inferiores ao padrão de qualidade.

A média histórica (1992 a 2001) do fósforo total no ponto BILL02100 (Bororé) confirma que a principal contribuição de fósforo total para o reservatório é advinda do Canal do Pinheiros. No entanto, em função da estiagem severa observada entre abril e outubro de 2002, não se observou diferenças entre as médias de fósforo total do Bororé e do Taquacetuba, indicando que a contribuição difusa proveniente da ocupação dos entornos do reservatório, bem como a captação do Taquacetuba, que altera a sua hidrodinâmica, devem estar influenciando nos valores de fósforo total deste braço. Esta estiagem implicou numa redução dos episódios de bombeamentos, havendo apenas 10 durante esse período de 210 dias, o que refletiu na melhora da qualidade do Bororé.

Esses fatos, dentre outros, têm contribuído para o processo de eutrofização que vem se observando atualmente em grande parte do reservatório, cuja evidência é dada pelos freqüentes episódios de florações de algas.

Em 2002, o mercúrio apresentou um aumento expressivo na porcentagem de resultados não conformes em relação à série histórica, principalmente, em seu trecho intermediário, próximo à Rodovia dos Imigrantes.

**Rio Grande ou Jurubatuba / Reservatório do Rio Grande**

Devido à utilização das águas do braço do Rio Grande para abastecimento público, houve a necessidade de separar este compartimento do Reservatório Billings pelo seu seccionamento, sendo então observada uma sensível melhora na qualidade de suas águas, uma vez que essa porção do reservatório deixou de receber a influência das águas advindas do compartimento Pedreira, usualmente de baixa qualidade, muito embora ainda receba as águas de seu formador (Rio Grande), que drena as cargas poluidoras do município de Rio Grande da Serra, além do Ribeirão Pires, que também se mostra bastante comprometido.

As principais fontes de poluição das águas desse reservatório encontram-se em seu trecho inicial, representadas pelo Rio Grande (GADE02900) e Ribeirão Pires. O ponto GADE02900 situa-se a jusante do município de Rio Grande da Serra e, portanto, reflete a qualidade das águas após o recebimento dos lançamentos tanto de origem doméstica quanto industrial, provenientes deste município. Os parâmetros condutividade e coliformes termotolerantes apresentaram, no ponto GADE02900 (Rio Grande), valores médios mais elevados, refletindo tal situação. Os pontos situados no interior do reservatório mostram uma recuperação na qualidade dessas águas, devido ao processo de autodepuração, notadamente observado ao longo do eixo deste sistema.

A condutividade observada em todo o eixo do Reservatório Rio Grande mostrou-se significativamente superior àquela observada em reservatórios urbanos. Isso ocorre, muito provavelmente, devido ao aporte de efluentes industriais com elevadas concentrações de sais.

O cobre apresentou, em 2002, uma porcentagem de resultados não conformes, no Reservatório do Rio Grande, inferior à média histórica. Esta diminuição é decorrência da otimização da aplicação de algicida à base de cobre no reservatório por parte da SABESP. Por outro lado, para o mercúrio, constatou-se uma elevação das porcentagens de resultados não conformes.

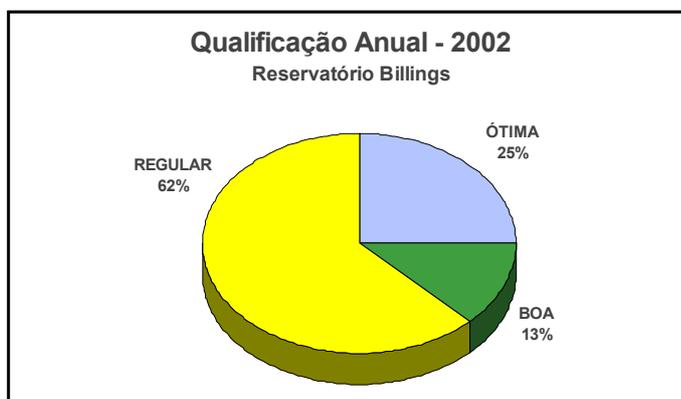
**▣ Resultados de Mutagenicidade**

Não foi detectada atividade mutagênica, nas condições dos ensaios, em nenhum dos pontos amostrados.

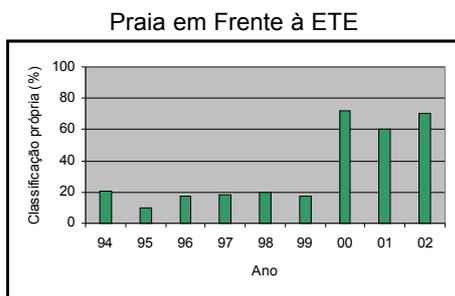
**▣ Resultados de Balneabilidade**

Os resultados encontrados nos Reservatórios Rio Grande - Billings mostraram que, de modo geral, suas praias apresentaram boas condições de balneabilidade ao longo do ano de 2002. Comparando-se as classificações anuais de 2002 com as do ano anterior, pode-se observar uma melhora da qualidade destas águas. Enquanto que em 2001 100% das praias do reservatório obtiveram a classificação Regular, neste ano, 62% das praias foram classificadas como Regulares, 13% como Boas e 25% como Ótimas (Próximo ao Zoológico do Parque Municipal e Clube de Campo do Sindicato dos Metalúrgicos do ABC).

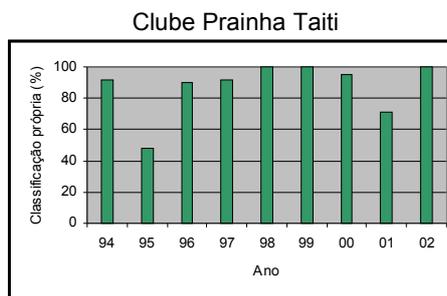
As florações de algas no reservatório foram constantes ao longo do ano, sendo mais freqüentes no mês de janeiro, resultando em classificações Impróprias das praias, principalmente nos pontos Praia do Jardim Los Angeles, próximo à entrada da Dersa e parque Imigrantes.



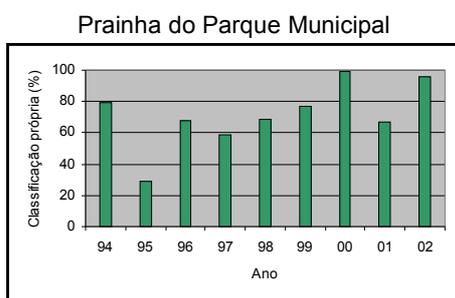
▪ *Evolução da porcentagem de classificações Própria nos últimos nove anos*



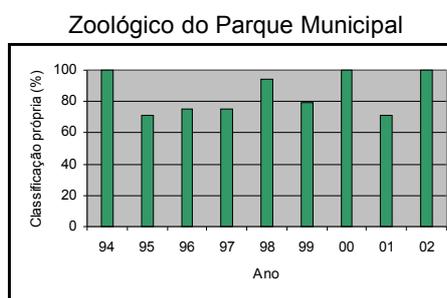
Monitoramento: Semanal



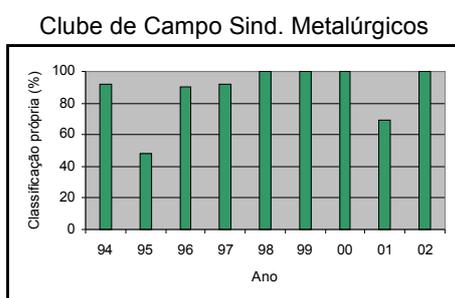
Monitoramento: Semanal



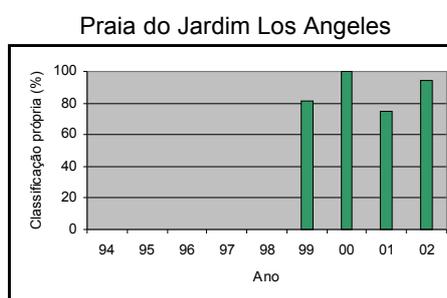
Monitoramento: Semanal



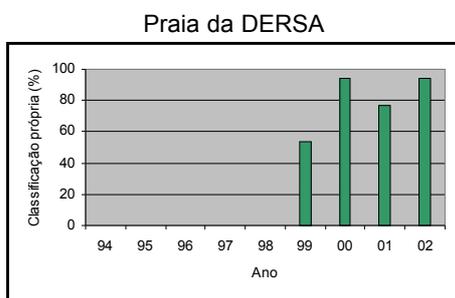
Monitoramento: Semanal



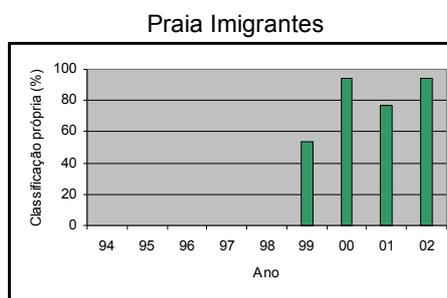
Monitoramento: Semanal



Monitoramento: Semanal



Monitoramento: Semanal



Monitoramento: Semanal

### 7.6.2.3 Bacia do Reservatório Guarapiranga

#### 7.6.2.3.1 Caracterização da Bacia

<i>Área de drenagem</i>	631 km <sup>2</sup> .
<i>Constituintes principais</i>	Rio Guarapiranga e seus afluentes Lavra, Santa Rita, Embu-Guaçu, Embu-Mirim e outros 17 córregos de menor extensão.
<i>Reservatório</i>	Guarapiranga.
<i>Usos do solo</i>	A bacia apresenta quatro áreas com características distintas: Bororé, Riviera, Embu e Itapeçerica da Serra, todas com áreas de urbanização intensa; núcleos de Parelheiros, Cipó e Embu-Guaçu que apresentam áreas com ocupação esparsa; área ocupada com chácaras de recreio, loteamentos com baixa densidade ou ainda não ocupados e áreas rurais de Itapeçerica da Serra e Embu-Guaçu.
<i>Usos da água</i>	Abastecimento público - contribui com cerca de 20% da água de abastecimento da Região Metropolitana de São Paulo; Recreacionais; Lançamento de efluentes domésticos; Abastecimento industrial e Lançamento de efluentes líquidos industriais, nos córregos que afluem para o reservatório.
<i>Captações utilizadas para o abastecimento público</i>	A bacia do Guarapiranga é protegida pelas Leis Estaduais N.º 898/75 e N.º 172/76, regulamentadas pelo Decreto N.º 9.714/77. O Reservatório do Guarapiranga foi construído em 1906 com o propósito de regularizar a vazão do Rio Tietê para garantir o pleno funcionamento da Usina Hidroelétrica de Santana do Parnaíba. Porém, a partir de 1927, passou a ser utilizado como manancial de abastecimento de São Paulo.

Outras Informações

Reservatório Guarapiranga

O Reservatório do Guarapiranga situa-se na bacia do Alto Tietê, na Região Metropolitana de São Paulo – RMSP e foi construído entre 1906 a 1908, destinado à regularização da vazão do Rio Tietê e à geração de energia elétrica. Ele é formado pelo represamento do Rio Guarapiranga e dos afluentes Laura, Santa Rita, Embu-Guaçu, Embu-Mirim, Ribeirão Mirim e outros 17 córregos de menor extensão.

Possui um perímetro de 85km, uma área de 33,91km<sup>2</sup> e um volume de 194x106m<sup>3</sup>. Suas profundidades média e máxima são, respectivamente, de 5,7m e 13,0m. Esse reservatório localiza-se a 23°43' latitude sul e 46°32' longitude Oeste de Greenwich, a uma altitude de 740m. A partir de 1927, passou a ser utilizado como manancial para abastecimento público da cidade de São Paulo.

A bacia hidrográfica do Guarapiranga insere-se na porção sudoeste da RMSP, abrangendo parcelas territoriais dos municípios de São Paulo, Taboão da Serra, Embu, Itapevicirica da Serra, Embu-Guaçu (este integralmente), Cotia, São Lourenço da Serra e Juquitiba. Com cerca de 640 Km<sup>2</sup>, a bacia corresponde a aproximadamente 8% da RMSP, e 15% da área coberta pela Legislação de Proteção de Mananciais – LPM ( Lei n.º 9866/97); o censo de 1991 registrou uma população de 548.000 habitantes para o território, atualmente estimam-se cerca de 622 mil habitantes, concentrados nas áreas mais próximas ao reservatório. A ocupação desta região deu-se, principalmente, por população de baixa renda, em favelas e loteamentos clandestinos.

Apesar de abrigar um dos mais importantes mananciais de abastecimento da RMSP, a bacia do Guarapiranga vem sofrendo um contínuo e crescente processo de degradação ambiental, observado desde o final da década de 60, fruto da urbanização intensificada da metrópole paulista. Desta época, datam diversos estudos técnicos que já indicavam os riscos de crescente perda da qualidade das águas do reservatório, em função disso, durante a década de 70, o estado passou a definir uma política pública de proteção dos mananciais.

Em 1974, já se verificava uma ocupação significativa ao longo dos braços da represa Guarapiranga, em especial na margem esquerda, onde se situa a Capela do Socorro. Também já se faziam presentes embriões dos loteamentos localizados na chácara Três Corações, no Jardim Riviera e na Riviera Paulista e mais ao Sul, no atual Jardim Ângela. Entre 1974 e 1980, observou-se a chamada “pulverização” do processo de ocupação, com expansão das manchas já existentes. No período entre 1980 a 1985, nota-se maior ocupação nos municípios de Embu, Itapevicirica da Serra e no município de São Paulo, na região de Parelheiros.

Com a ocupação crescente na bacia, houve um acréscimo significativo da carga orgânica para o reservatório, causando um processo de eutrofização, que vem se acentuando nos últimos anos. Somente em 1982 os fenômenos de floração de algas começaram a ser recorrentes, acarretando graves conseqüências para o abastecimento, já que comprometem a qualidade da água, tanto pelo entupimento dos filtros das estações de tratamento, quanto por conferir gosto e odor à água. A ocorrência de episódios mais críticos de florações de algas no Reservatório Guarapiranga tem sido registrada pela SABESP, tanto na estiagem (inverno) como no verão.

Em decorrência dessas florações, a SABESP tem utilizado sulfato de cobre como algicida no combate às algas presentes no reservatório.

Além de fornecer água para abastecimento, o Reservatório Guarapiranga é utilizado pela população também como área de lazer para fins recreacionais tais como a pesca, banho e esportes náuticos. A freqüência de banhistas e dos praticantes de esportes náuticos é muito acentuada nos fins de semana, principalmente no verão. Por esse motivo, a CETESB vem monitorando a qualidade da água para fins recreativos do Reservatório do Guarapiranga, desde 1992.

### 7.6.2.3.2 Monitoramento da Qualidade das Águas

#### □ Descrição dos Pontos de Amostragem

### ■ Rede de Monitoramento

Ponto de Amostragem	Latitude (S)	Longitude (O)	Corpo de água	Localização
EMGU00800	23°49'34"	46°48'32"	Rio Embu-Guaçu	Ponte na estrada que liga Embu-Guaçu à Fazenda da Ilha
EMMI02900	23°43'14"	46°47'07"	Rio Embu-Mirim	Ponte na estrada do M'Boi Mirim (SP-214)
GUAR00100	23°45'15"	46°43'37"	Res. Guarapiranga	No meio do Braço do Rio Parelheiros, no bairro do Balneário São José
GUAR00900 (*)	23°40'27"	46°43'40"		Na Captação da SABESP junto à casa de Bombas

(\*): Estação Automática de Monitoramento

### ■ Balneabilidade

Reservatório	Praia / Local de amostragem	Latitude (S)	Longitude (O)	Município
Guarapiranga	Parque Guarapiranga	23°41'58.2"	46°44'42.3"	São Paulo
	Restaurante do Odair	23°41'57.9"	46°44'43.3"	
	Marina Guaraci	23°42'39.7"	46°45'18.4"	
	Assoc. Func. Publ. Do Est. S. Paulo	23°44'44.4"	46°46'09.7"	
	Prainha do Bairro do Crispim	23°45'47.6"	46°46'02.6"	
	Yatch Club Santo Amaro	23°40'46.2"	46°43'06.6"	
	Marina Jardim Três Marias	23°41'02.0"	46°43'01.7"	
	Marina Guarapiranga	23°41'46.6"	46°43'02.1"	
	Restaurante Interlagos	23°42'08.1"	46°42'53.1"	
	Clube de Campo Castelo	23°42'53.4"	46°42'58.8"	
	Clube de Campo S. Paulo	23°43'49.0"	46°43'16.3"	
	Prainha do Jardim Represa	23°43'06.1"	46°43'09.3"	
	Bairro Miami Paulista	23°42'56.7"	46°45'07.5"	

### 7.6.2.3.3 Resultados

□ Índices

#### IQA

Código do Ponto		jan	mar	mai	jul	set	nov	Média
EMGU00800	Rio Embu-Guaçu	59	49	68	51	65	62	59
EMMI02900	Rio Embu-Mirim	52	51	51	37	44	45	47
GUAR00100	Res. Guarapiranga	63	64	46	45	50	58	54
GUAR00900		63	67	88	86	79	71	76

QUALIDADE: ■ ÓTIMA ■ BOA ■ REGULAR ■ RUIM ■ PÉSSIMA

#### IAP

Código do Ponto		jan	mar	mai	jul	set	nov	Média
EMGU00800	Rio Embu-Guaçu	55	31	62	50	63	56	53
EMMI02900	Rio Embu-Mirim	47	22	42	36	41	39	38
GUAR00100	Res. Guarapiranga	60	52	46	45	46	57	51
GUAR00900		32		88	81		41	60

QUALIDADE: ■ ÓTIMA ■ BOA ■ REGULAR ■ RUIM ■ PÉSSIMA

#### IVA

Código do Ponto		jan	mar	mai	jul	set	nov	Média
EMGU00800	Rio Embu-Guaçu	4,2	4,2	4,2	5,6	4,2	3,2	4,3
EMMI02900	Rio Embu-Mirim	4,2	7,8	5,4	6,6	7,6	6,4	6,3
GUAR00100	Res. Guarapiranga	5,4	6,6	6,6	6,6	6,6	5,4	6,2
GUAR00900		5,4	3,2	5,4	3,2	4,2	4,2	4,3

QUALIDADE: ■ ÓTIMA ■ BOA ■ REGULAR ■ RUIM ■ PÉSSIMA

#### IET

Código do Ponto		jan	mar	mai	jul	set	nov	Média
EMGU00800	Rio Embu-Guaçu	65	72	58	53	60	46	59
EMMI02900	Rio Embu-Mirim	70	70	72	73	81	79	74
GUAR00100	Res. Guarapiranga	62	70	62	55	72	68	65
GUAR00900		65	52	59	50	56	64	58

LEGENDA: ■ OLIGOTRÓFICO ■ MESOTRÓFICO ■ EUTRÓFICO ■ HIPEREUTRÓFICO

#### IB

PRAIA-LOCAL DE AMOSTRAGEM	EXCELENTE	MUITO BOM	SATISFATÓRIO	IMPRÓPRIO	QUALIFICAÇÃO ANUAL
PARQUE GUARAPIRANGA	77%	2%	17%	4%	REGULAR
RESTAURANTE DO ODAIR	2%	0%	0%	98%	MÁ
MARINA GUARACI	34%	19%	13%	34%	REGULAR
ASS.FUNC.PUBL.DO EST.S.PAULO	66%	4%	15%	15%	REGULAR
BAIRRO DO CRISPIM (*)	91%	0%	0%	9%	REGULAR
YACHT CLUB SANTO AMARO	55%	9%	28%	9%	REGULAR
MARINA JARDIM 3 MARIAS	47%	15%	32%	6%	REGULAR
MARINA GUARAPIRANGA	43%	21%	15%	21%	REGULAR
RESTAURANTE INTERLAGOS	45%	30%	6%	19%	REGULAR
CLUB DE CAMPO CASTELO	0%	6%	11%	83%	MÁ
CLUB DE CAMPO S.PAULO	4%	4%	19%	72%	MÁ
PRAINHA DO JARDIM REPRESA	0%	4%	4%	91%	MÁ
BAIRRO MIAMI PAULISTA	79%	13%	9%	0%	BOA

□ Parâmetros Sanitários – valores médios

Código do Ponto	Parâmetros																					
	Condutiv.		TURB		NO <sub>2</sub>		NO <sub>3</sub>		NH <sub>3</sub>		OD		DBO <sub>5,2</sub>		RF		Surfac.		PT		CT	
	Média 2002	Média 1992-2001	Média 2002	Média 1992-2001	Média 2002	Média 1992-2001	Média 2002	Média 1992-2001	Média 2002	Média 1992-2001	Média 2002	Média 1992-2001	Média 2002	Média 1992-2001	Média 2002	Média 1992-2001	Média 2002	Média 1992-2001	Média 2002	Média 1992-2001	Média 2002	Média 1992-2001
EMGU00800	37	34	19	20	0,011	0,012	0,24	0,31	0,19	0,10	5,8	6,3	3	4	99	41	0,05	0,087	0,131	4,0E+03	5,3E+03	
EMMI02900	195	140	6	16	0,075	0,091	2,2	1,17	2,77	0,76	3,8	5,3	7	6	130	92	0,08	0,223	0,292	2,5E+04	2,6E+04	
GUAR00100	200	158	3	8	0,095	0,045	0,27	0,38	0,99	0,87	2,8	5,1	6	6	137	90	0,13	0,168	0,122	5,8E+02	7,6E+03	
GUAR00900	137	104	2	3	0,11	0,045	0,67	0,51	0,3	0,14	6,2	7,5	5	4	88	58	0,05	0,055	0,062	9,8E+01	6,2E+02	

□ pH, Fenol e Metais - resultados não conformes para com os padrões de qualidade de água estabelecidos pela Resolução CONAMA 20/86

Código do Ponto	Parâmetros																																												
	pH				Fenóis				Al				Mn				Ni				Cu				Zn				Cd				Hg				Pb								
	NC2002	NT2002	%NC2002	%NC1992-2001	NC2002	NT2002	%NC2002	%NC1992-2001	NC2002	NT2002	%NC2002	%NC1992-2001	NC2002	NT2002	%NC2002	%NC1992-2001	NC2002	NT2002	%NC2002	%NC1992-2001	NC2002	NT2002	%NC2002	%NC1992-2001	NC2002	NT2002	%NC2002	%NC1992-2001	NC2002	NT2002	%NC2002	%NC1992-2001	NC2002	NT2002	%NC2002	%NC1992-2001									
EMGU00800	0	6	0	6				38	6	6	100	94	2	6	33	8	0	6	0	7	0	6	0	7	0	6	0	7	0	6	0	7	0	6	0	10	2	6	33	15					5
EMMI02900	0	6	0	0				42	6	6	100	95	6	6	100	91	0	6	0	10	0	6	0	11	0	6	0	8	0	6	0	10	4	6	67	12					4				
GUAR00100	0	6	0	0	1	1	100	78	5	6	83	72	4	6	67	50	0	6	0	0	0	6	0	0	0	6	0	0	0	6	0	11	4	6	67	29					0				
GUAR00900	0	6	0	4				30	2	6	33	27	3	6	50	8	0	6	0	3	4	6	67	67	0	6	0	6	0	6	0	14	2	6	33	9					3				

NC: Número de Resultados Não Conformes  
NT: Número Total de Resultados Considerados

□ Classificação Semanal – Reservatório Guarapiranga – 2002

PRAIA-LOCAL DE AMOSTRAGEM	JAN				FEV				MAR				ABR				MAI				JUN					
PARQUE GUARAPIRANGA	P	P	P	P	P	la	P	P	la	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	la	P	la		
RESTAURANTE DO ODAIR	I	I	I	I	I	la	lb	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I		
MARINA GUARACI	I	I	I	I	lb	la	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	la	P	P	la		
ASS.FUNC.PUBL.DO EST.S.PAULO	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P		
BAIRRO DO CRISPIM													P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P		
YACHT CLUB SANTO AMARO									la	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P		
MARINA JARDIM 3 MARIAS									la	P	P	P	la	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P		
MARINA GUARAPIRANGA	P	P	P	la	la	P	P	la	la	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P		
RESTAURANTE INTERLAGOS	P	P	P	lb	P	P	la	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	
CLUB DE CAMPO CASTELO	I	I	P	I	P	P	la	P	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	P	I	I	I	I	I	P	
CLUB DE CAMPO S.PAULO	I	I	I	I	lb	I	lb	P	I	P	P	P	I	P	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	
PRAINHA DO JARDIM REPRESA	I	I	I	I	lb	I	lb	lb	I	lb	P	P	P	P	I	I	I	I	P	I	I	I	I	I	I	
BAIRRO MIAMI PAULISTA	P	la	P	P	P	la	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	la	la	P	P		
PRAIA-LOCAL DE AMOSTRAGEM	JUL				AGO				SET				OUT				NOV				DEZ					
PARQUE GUARAPIRANGA	la	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	I	I	P	P	P		
RESTAURANTE DO ODAIR	la	I	I	I	I	I	I	I	I	lb	I	I	I	I	I	I					I	I	I	I		
MARINA GUARACI	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	I	I	P	P	I	I	I	I	I	I	I	I	I		
ASS.FUNC.PUBL.DO EST.S.PAULO	P	P	P	P	P	la	P	P	P	P	P	P	P	P												
BAIRRO DO CRISPIM	P	P	P	P	P	P																				
YACHT CLUB SANTO AMARO	P	P	P	P	P	P	P						I	I	I									P	P	
MARINA JARDIM 3 MARIAS	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P									P	P	
MARINA GUARAPIRANGA	la	P	P	I	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	I	P	I	I	I	I	I	I	P	
RESTAURANTE INTERLAGOS	la	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	I	P	I	I	I	I	I	I	I	P	
CLUB DE CAMPO CASTELO	lb	P	P	I	I	I	I	I	I	I	lb	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	
CLUB DE CAMPO S.PAULO	lb	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	P	P	P	I	P								I	I	
PRAINHA DO JARDIM REPRESA	lb	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I								I	I
BAIRRO MIAMI PAULISTA	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P									P	P	

P = Próprio

I = Imprópria por elevada taxa de E.Coli

Ia = Imprópria pela presença de algas potencialmente tóxicas

Ib = Imprópria pela presença de E.Coli e Algas

#### 7.6.2.3.4 Considerações

##### **Sistema Guarapiranga**

Os principais formadores do Reservatório Guarapiranga são os Rios Embu-Guaçu, Embu-Mirim e Parelheiros. O Embu-Guaçu contribui com uma vazão média de aproximadamente 5,0 m<sup>3</sup>/s, enquanto que o Embu-Mirim, com 3,0 m<sup>3</sup>/s. Em 2002, a contribuição natural do Parelheiros foi incrementada em 2,5 m<sup>3</sup>/s provenientes da reversão do Taquacetuba. A SABESP utiliza ainda águas da bacia do Capivari Monos.

Avaliando-se os principais contribuintes do Guarapiranga, pode-se constatar que as águas do Braço do Embu-Mirim apresentaram-se em piores condições sanitárias, acusando os maiores valores médios para nitrogênio amoniacal, fósforo total e coliformes termotolerantes. Com qualidade intermediária, encontram-se os Braços do Parelheiros e do Rio Embu-Guaçu. O Rio Embu-Mirim recebe os esgotos domésticos “in natura” dos municípios de Itapeperica da Serra e São Paulo, enquanto que o Rio Embu-Guaçu, apenas do município de Embu-Guaçu.

Também se verificou na análise espacial do sistema Guarapiranga que a região da captação apresenta as melhores condições sanitárias. Portanto, a autodepuração mostra ser um dos mecanismos naturais que melhoram a qualidade das águas deste reservatório, além do fato de o Guarapiranga apresentar um regime que pode ser considerado como semi-lótico (devido à grande quantidade de água captada), possuindo um menor tempo de residência e desfavorecendo em parte o processo de proliferação de algas.

As médias do fósforo total mantiveram-se acima do padrão de qualidade no Reservatório Guarapiranga. O fósforo total é nutriente limitante no processo de eutrofização das águas do Guarapiranga.

O trecho do Guarapiranga próximo à captação apresentou uma elevação da porcentagem de resultados não conformes para manganês e mercúrio em 2002. Já a porcentagem do cobre mostrou-se semelhante à série histórica. Os demais pontos do sistema Guarapiranga também acusaram um incremento das porcentagens de resultados não conformes de mercúrio no ano de 2002.

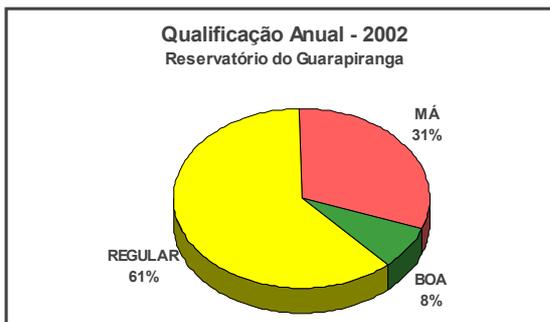
##### □ **Resultados de Mutagenicidade**

Não foi detectada atividade mutagênica, nas condições dos ensaios, no ponto amostrado.

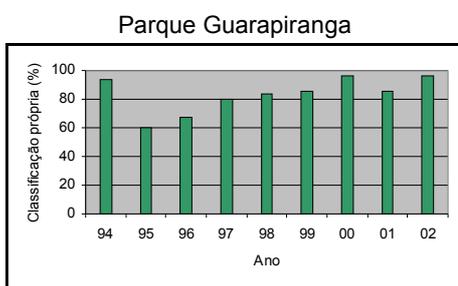
##### □ **Resultados de Balneabilidade**

Os resultados obtidos no monitoramento das 13 praias, através dos 13 pontos de amostragem, demonstram que esse reservatório apresentou, de um modo geral, praias com boas condições de balneabilidade no ano de 2002. As melhores praias para banho nesse período foram: Bairro Miami Paulista, Parque Guarapiranga, Marina Jardim 3 Marias, Bairro do Crispim e Yacht Club Santo Amaro que se mantiveram Próprias numa média de 90% a 100% do tempo.

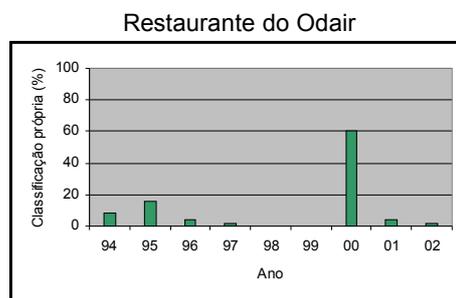
As praias que apresentaram as piores condições de balneabilidade foram: Restaurante do Odair, Clube de Campo Castelo, Clube de Campo São Paulo e Prainha do Jardim Represa, que se mantiveram Impróprias em 72% a 98% do tempo. As demais se mantiveram com qualificação Regular, com exceção da Bairro Miami Paulista que obteve a classificação anual Boa. Observando-se a distribuição das qualificações anuais, nota-se que 61% das praias obtiveram a classificação Regular no ano de 2002, 31% foram consideradas como Má e 8% (referente ao ponto Bairro Miami Paulista) como Boa.



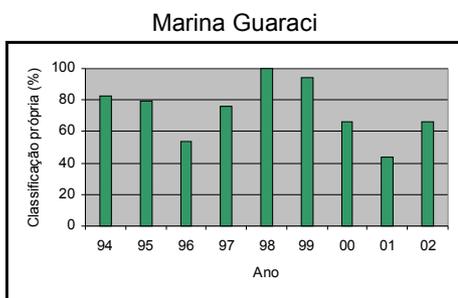
▪ *Evolução da porcentagem de classificações Própria nos últimos nove anos*



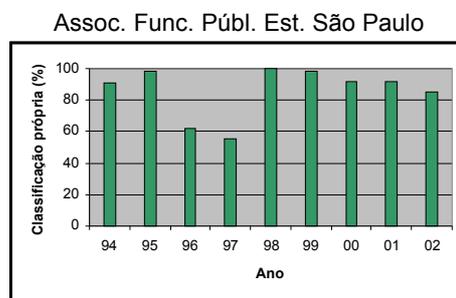
Monitoramento: Semanal



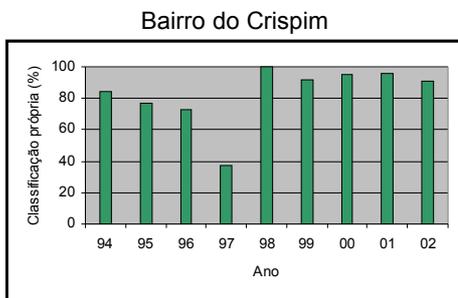
Monitoramento: Semanal



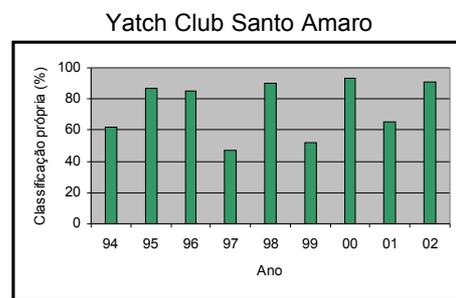
Monitoramento: Semanal



Monitoramento: Semanal

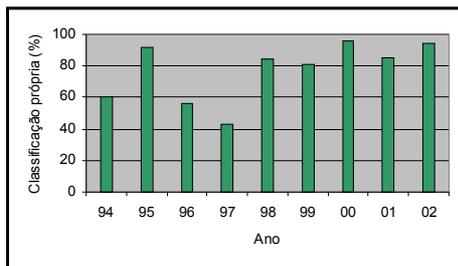


Monitoramento: Semanal



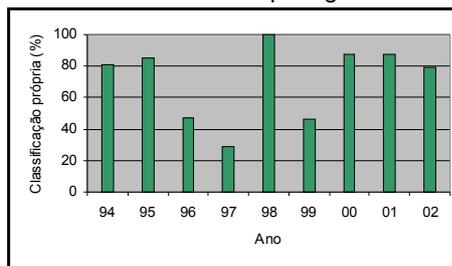
Monitoramento: Semanal

Marina do Jardim Três Marias



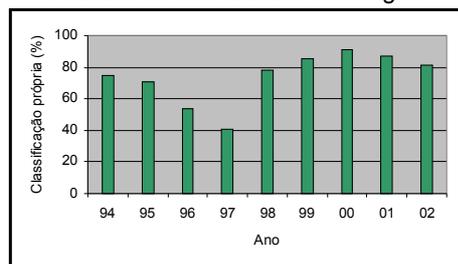
Monitoramento: Semanal

Marina Guarapiranga



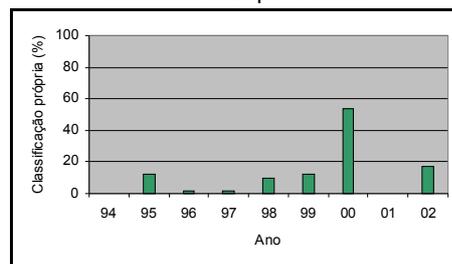
Monitoramento: Semanal

Prainha do Restaurante Interlagos



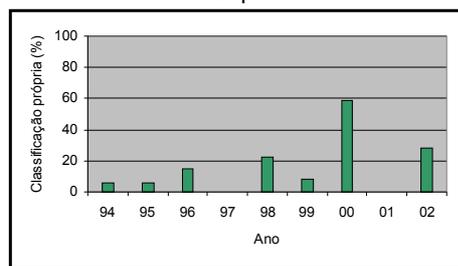
Monitoramento: Semanal

Clube de Campo Castelo



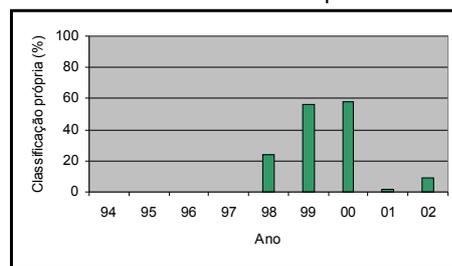
Monitoramento: Semanal

Clube de Campo São Paulo



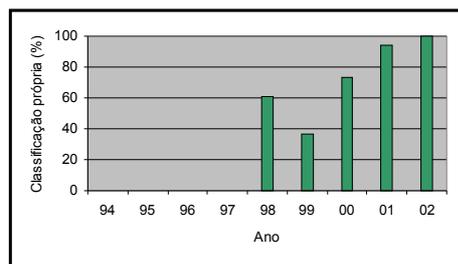
Monitoramento: Semanal

Prainha do Jardim Represa



Monitoramento: Semanal

Bairro Miami Paulista



Monitoramento: Semanal

## 7.6.2.4 Bacia do Rio Cotia

### 7.6.2.4.1 Caracterização da Bacia

Área de drenagem	250 km <sup>2</sup> .
Constituintes principais	Rio Cotia, que possui dois trechos com características próprias: o Cotia Alto, a montante do município de Cotia, que tem suas águas represadas em dois Reservatórios, e o Cotia Baixo.
Reservatórios	Pedro Beicht e Cachoeira da Graça.
Usos do solo	A área denominada Cotia Alto está coberta por matas naturais da Reserva Estadual de Morro Grande; a área denominada Cotia Baixo apresenta urbanização com cerca de 400 indústrias e trechos reflorestados.
Usos da água	Abastecimento público - integra o sistema de abastecimento da Região Metropolitana de São Paulo; Afastamento de efluentes domésticos; Abastecimento industrial e Lançamento de efluentes líquidos industriais.

### 7.6.2.4.2 Monitoramento da Qualidade das Águas

#### □ Descrição dos Pontos de Amostragem

Ponto de Amostragem	Corpo de água	Localização
COGR00900	Res. das Graças	Na barragem, junto à captação do Alto de Cotia
COTI03800	Rio Cotia	Ponte na rod. Raposo Tavares, km 28.5, no município de Cotia
COTI03900 (*)		No canal de captação de água da ETA do Cotia Baixo
MOVE03500	Córrego Moinho Velho	No Seminário do Bairro do Educandário
PEDA03900	Ribeirão das Pedras	A jusante da ponte da Rodovia Fernando Nobre

(\*): Estação Automática de Monitoramento

### 7.6.2.4.3 Resultados

#### □ Índices

##### ■ IQA

Código do Ponto	Corpo de água	jan	mar	mai	jul	set	nov	Média
COGR00900	Res. das Graças	74	79	80	82	80	83	80
COTI03800	Rio Cotia	43	34	31	24	33	29	32
COTI03900		42	40	39	43	35	37	39

QUALIDADE: ■ ÓTIMA ■ BOA ■ REGULAR ■ RUIM ■ PÉSSIMA

##### ■ IA

Código do Ponto	Corpo de água	jan	mar	mai	jul	set	nov	Média
COGR00900	Res. das Graças	39		80	81		8	52
COTI03800	Rio Cotia	33	26	27	22	30	24	27
COTI03900				35	37		0	24

QUALIDADE: ■ ÓTIMA ■ BOA ■ REGULAR ■ RUIM ■ PÉSSIMA

**IVA**

Código do Ponto	Corpo de água	jan	mar	mai	jul	set	nov	Média
COGR00900	Res. das Graças	4,2	2,2	4,2	3,2	3,2	3,2	3,4
COTI03800	Rio Cotia	6,4	6,6	7,6	7,6	11,2	11,2	8,4
COTI03900		5,4	3,4	7,8	7,8	7,8		6,4

QUALIDADE: ■ ÓTIMA ■ BOA ■ REGULAR ■ RUIM ■ PÉSSIMA

**IET**

Código do Ponto	Corpo de água	jan	mar	mai	jul	set	nov	Média
COGR00900	Res. das Graças	57	43	54	51	47	47	50
COTI03800	Rio Cotia	77	68	93	85	85	86	82
COTI03900		65	43	59	64	69		60

LEGENDA: ■ OLIGOTRÓFICO ■ MESOTRÓFICO ■ EUTRÓFICO ■ HIPEREUTRÓFICO

□ **Parâmetros Sanitários – valores médios**

Código do Ponto	Parâmetros																					
	Condutiv.		TURB		NO <sub>2</sub>		NO <sub>3</sub>		NH <sub>3</sub>		OD		DBO <sub>5,2</sub>		RF		Surfac.		PT		CT	
	Média	Média	Média	Média	Média	Média	Média	Média	Média	Média	Média	Média	Média	Média	Média	Média	Média	Média	Média	Média	Média	
	2002	1999-2001	2002	1999-2001	Média 2002	Média 1992-2001	Média 2002	Média 1999-2001	Média 2002	Média 1999-2001	Média 2002	Média 1999-2001	Média 2002	Média 1999-2001	Média 2002	Média 1999-2001	Média 2002	Média 1992-2001	Média 2002	Média 1992-2001	Média 2002	Média 1992-2001
COGR00900	19	17	5	6	0,011	0,007	0,2	0,14	0,11	0,17	8,2	7,4	4	3	33	30		0,07	0,042	0,055	4,6E+01	1,2E+01
COTI03800	202	121	12	13	0,348	0,084	6,75	0,58	3,96	1,25	1,5	3,4	10	7	128	86	0,7	0,23	0,43	0,159	1,4E+05	9,5E+04
COTI03900	258	162	18	20	0,200	0,102	1,29	0,79	5,47	2,1	4,1	5,4	9	6	154	108	1,2	0,38	0,48	0,219	1,0E+05	2,1E+04
MOVE03500	266		12						6,3		1,5											6,2E+04
PEDA03900	308		6						12,1		2,3											9,8E+04

□ **pH, Fenol e Metais – resultados não conformes com os padrões de qualidade de água estabelecidos pela Resolução CONAMA 20/86**

Código do Ponto	Parâmetros																																																
	pH				Fenóis				Al				Mn				Ni				Cu				Zn				Cd				Hg				Pb												
	NC	NF	%NC	%NC1992-2001	NC	NF	%NC	%NC1992-2001	NC	NF	%NC	%NC1992-2001	NC	NF	%NC	%NC1992-2001	NC	NF	%NC	%NC1992-2001	NC	NF	%NC	%NC1992-2001	NC	NF	%NC	%NC1992-2001	NC	NF	%NC	%NC1992-2001																	
	2002	2002	2002	1992-2001	2002	2002	2002	1992-2001	2002	2002	2002	1992-2001	2002	2002	2002	1992-2001	2002	2002	2002	1992-2001	2002	2002	2002	1992-2001	2002	2002	2002	1992-2001	2002	2002	2002	1992-2001																	
COGR00900	0	6	0	3				58	6	6	100	95	1	6	17	0	0	6	0	18	0	6	0	0	0	6	0	5	0	6	0	0	0	6	0	0	6	0	0	6	0	0	6	0	0				
COTI03800	0	6	0	0	0	6	0	0	6	6	100	100	1	6	17	10	0	6	0	4	0	6	0	0	0	6	0	0	0	6	0	0	0	6	0	2	0	6	0	0	6	0	0	6	0	0			
COTI03900	0	6	0	0	0	6	0	0	6	6	100	95	1	6	17	3	0	6	0	8	0	6	0	0	0	6	0	0	0	6	0	0	0	6	0	3	0	6	0	0	6	0	0	6	0	0	6	0	0
MOVE03500	0	5	0																																														
PEDA03900	0	5	0																																														

NC: Número de Resultados Não Conformes  
 NT: Número Total de Resultados Considerados



#### 7.6.2.4 Considerações

##### **Reservatório das Graças / Rio Cotia**

Da mesma forma que em anos anteriores, a análise espacial observada ao longo do Rio Cotia, mostrou uma piora acentuada na qualidade de suas águas no tocante aos parâmetros sanitários, no trecho situado a jusante de Cotia (COTI03800), uma vez que tal ponto recebe os lançamentos tanto de origem doméstica quanto industrial, provenientes deste município.

A pouca disponibilidade hídrica que vem sendo observada na Bacia do Rio Cotia representou, em 2002, um prejuízo ainda maior para os usos de suas águas, uma vez que as médias de condutividade, série de nitrogênio, DBO<sub>5,20</sub>, fósforo total e coliformes termotolerantes se mostraram bastante superiores às médias históricas.

As concentrações médias de oxigênio dissolvido também refletiram a mesma situação, indicando uma depleção de seus níveis no trecho situado a jusante de Cotia e uma condição mais crítica em 2002.

A qualidade da água no trecho final do Rio Cotia (COTI03900), apresentou um sensível aumento nos níveis de oxigênio dissolvido, devido à ocorrência do processo de autodepuração verificado em seu curso. Já a condutividade, que reflete a quantidade de poluentes conservativos presentes na água, indicou um sensível aumento ao longo de toda a bacia do Rio Cotia, fato este associado aos lançamentos e ocupação existentes ao longo de toda a sua área de drenagem.

Os afluentes Pedras e Moinho Velho também apresentaram qualidade bastante comprometida, principalmente, devido aos lançamentos de esgotos domésticos. Os parâmetros sanitários avaliados, isto é, condutividade, nitrogênio amoniacal e coliformes termotolerantes mostraram situação similar ao trecho crítico do Rio Cotia, que abrange a região da Rodovia Raposo Tavares. Ambos os afluentes foram introduzidos no monitoramento em 2002, sendo que apenas uma amostra de cada local foi analisada. A amostra de Ribeirão das Pedras se mostrou não tóxica, enquanto que a amostra proveniente do Ribeirão Moinho Velho apresentou toxicidade (CE20=52,3%).

##### □ **Resultados de Mutagenicidade**

Não foi detectada atividade mutagênica nas amostras coletadas na bacia do Rio Cotia no ano de 2002.

Como consequência da detecção de atividade mutagênica em duas amostras no ano de 2000 (COTI 03900), o local foi objeto de investigação de possíveis fontes poluidoras. Amostras analisadas, no ano de 2001, em outros corpos d'água do mesmo sistema hídrico e algumas fontes industriais não apresentaram atividade mutagênica.

As análises realizadas em 2001 e 2002 não mostraram resultados que apontassem uma fonte permanente de contaminação.

#### 7.6.2.5 Bacia do Rio Tietê Alto - Zona Metropolitana

##### 7.6.2.5.1 Caracterização da Bacia

Área de drenagem	3.327 km <sup>2</sup> .
Constituintes principais	Rio Tietê, desde a sua entrada na cidade de São Paulo, na divisa com o município de Itaquaquetuba, até a barragem de Pirapora, numa extensão de 86 km e Rios Baquirivu-Guaçu, Guarapira, Tamanduateí, Pinheiros e Juqueri, e córregos Aricanduva e Cabuçu de Baixo.
Reservatórios	Juqueri ou Paiva Castro (Rio Juqueri), Edgard de Souza (Rio Tietê) e Pirapora (Rio Tietê).
Usos do solo	Área conurbada, sendo o mais amplo e dinâmico complexo urbano-industrial do país (regiões do ABCD, Guarulhos e Osasco), além do destaque para o setor de prestação de serviços. A sub-bacia do Rio Juqueri apresenta áreas de vegetação natural e de reflorestamentos, pastagens naturais e cultivadas, e atividades hortifrutigranjeiras.

Usos da água	Abastecimento público e industrial Recreação e Afastamento de efluentes domésticos e industriais.
Principais atividades industriais	Metalúrgica, mecânica, química e alimentícia.
Outras informações	<p>O Sistema Operacional do Tietê Alto permite reverter as águas barradas em Edgard de Souza e conduzi-las, através de estações elevatórias, ao Reservatório Billings, de onde são aduzidas ao sistema gerador de Henry Borden, tendo como destino final o Rio Cubatão. Este Sistema já se utilizou de três regras operacionais, as quais se encontram descritas a seguir:</p> <p>Operação Energética, na qual a ELETROPAULO mantinha, a jusante de Pirapora, uma descarga mínima de 1 m³/s, derivando até 270m³/s para o Reservatório Billings, com o objetivo de produzir energia elétrica;</p> <p>Operação Balanceada, na qual parte das águas do Tietê Alto eram lançadas no Reservatório Billings e parte descarregada em Edgard de Souza e</p> <p>Operação Saneamento, na qual era interrompido o bombeamento na Estação Elevatória de Pedreira, junto ao Reservatório Billings, encaminhando-se a totalidade das águas em direção ao Tietê Médio-Superior.</p> <p>A partir de outubro de 1992, a fim de atender ao artigo 46 das Disposições Constitucionais Transitórias, que proibiu o lançamento de esgotos "in natura" no Estado de São Paulo, foram estabelecidas, através da Resolução Conjunta SMA/SES n.º 3 de 04/09/92, as exceções que permitiriam o bombeamento das águas do Rio Pinheiros para o Reservatório Billings. Posteriormente, a Resolução Conjunta SEE/SMA/SRHSO n.º 1, de 13/03/96 procedeu a algumas modificações na sistemática atual. Assim, constituiu-se exceção a essa medida, o controle de cheias na RMSP e o controle de formação de espumas em Pirapora do Bom Jesus.</p>

Reservatórios do Sistema Cantareira

O Sistema Cantareira, que representa o principal manancial abastecedor das águas consumidas na Região Metropolitana de São Paulo, é composto por cinco reservatórios implantados na região: Jaguari - Jacaré, Cachoeira, Atibainha, Paiva Castro e Barragem Cascatinha.

Esse sistema foi implantado em duas etapas, sendo a primeira correspondente ao barramento dos Rios Juqueri, Cachoeira e Atibainha, concluída em 1974 e a segunda em 1976, com a reversão das águas dos Rios Jaguari e Jacaré, que complementou o sistema.



Fonte: SABESP

Apesar dos grandes benefícios proporcionados pelas obras, que chegaram a ser atribuídas, logo após seu término, pelo abastecimento de quase 60% das vazões ofertadas para o abastecimento da RMSP, sua implantação implicou na retirada de uma vazão média da ordem de 36 m<sup>3</sup>/s da bacia, resultando no agravamento dos conflitos de utilização da água no Rio Jaguari e, principalmente, nos Rios Atibaia e Piracicaba.

É importante considerar que, entre os usos múltiplos dos corpos de água, estão as atividades recreacionais de contato primário e secundário, praticadas amplamente pela população nessa região, onde a rede hídrica bastante significativa, formada por rios, cachoeiras e reservatórios, representa um patrimônio a ser preservado. Nos municípios de Bragança Paulista, Joanópolis, Mairiporã, Piracaia e Vargem encontram-se 5 importantes reservatórios. Esses reservatórios, que desempenham um papel importante no abastecimento público, especialmente para a RMSP, também são muito utilizados para recreação, destacando-se a natação, mergulho, esqui aquático, vela e pesca, dentre outros.

Com a duplicação da Rodovia Fernão Dias, a população da Região Metropolitana, que carece de áreas de recreação e lazer, terão um acesso mais fácil e uma opção a mais nestes reservatórios, situação que poderá comprometer a qualidade de suas águas, dada a expansão habitacional que poderá se dar com esse processo.

A exploração e o uso desse potencial aquático requer, portanto, que tais áreas sejam melhor identificadas e caracterizadas, e que seja realizado um monitoramento adequado para, conhecendo-se sua qualidade, evitar que ela venha a ser comprometida e possa colocar em risco a saúde pública e seus múltiplos usos.

Tendo em vista o intenso uso dessas águas para recreação, principalmente de contato primário, é importante que sejam avaliadas as condições sanitárias nos locais mais frequentados, através da análise microbiológica dessas águas, para avaliar suas condições de balneabilidade e o atendimento aos padrões para águas recreacionais.

Com base nessas premissas, a CETESB iniciou no final de 1998 o monitoramento mensal da água de alguns pontos localizados nesses reservatórios. A seguir, é apresentada uma descrição sucinta das principais regras operacionais dos mesmos.

#### Reservatório Paulo de Paiva Castro ou Juqueri

O Reservatório Paulo de Paiva Castro, situado próximo ao município de Mairiporã, iniciou sua operação durante a 1ª etapa de implantação do Sistema Cantareira. Reúne, às contribuições naturais advindas do Rio Juqueri, as águas de reversão dos Reservatórios Jaguari-Jacaréí, Cachoeira e Atibainha, encaminhando-as, através da Estação Elevatória de Santa Inês, até o Reservatório de Águas Claras, para posterior tratamento na ETA Guaraú.

Apresentam-se a seguir, algumas informações hidrométricas sobre esse reservatório.

Reservatório:	Volume útil.....	10,0 hm <sup>3</sup>
	Área inundada.....	5,6 km <sup>2</sup>
	Nível máximo normal.....	745,61 m
	Nível mínimo normal.....	743,80 m
Barragem:	Comprimento .....	410 m
	Cota de coroamento.....	791,00 m
	Altura máxima.....	38 m
Hidrologia:	Área de drenagem.....	270 km <sup>2</sup>
	Vazão regularizada.....	4,4 m <sup>3</sup> /s
	Precipitação média na bacia.....	1.400 mm

#### Reservatório da Cascatinha ou Barragem Cascatinha

Esse reservatório foi formado pela canalização e retificação do Rio Juqueri. Esse represamento tem como objetivo a uma quebra de pressão, com uma escada para dissipação de energia. O canal retificado recebe água a maior parte proveniente do Rio Atibainha e do Rio Juqueri.

Largura e fundo do canal.....21m

### 7.6.2.5.2 Monitoramento da Qualidade das Águas

#### □ Descrição dos Pontos de Amostragem

##### ■ Rede de Monitoramento

Ponto de Amostragem	Latitude (S)	Longitude (O)	Corpo de água	Localização
BQGU03200	23°25'01"	46°23'10"	Rio Baquirivu-Guaçu	Ponte da Rua Tamatsu Iwasse, na altura do número 500, no município de Guarulhos
TGDE00900	23°22'38"	46°27'35"	Res. de Tanque Grande	Junto à barragem, no município de Guarulhos
JQJU00900 (*)	23°20'25"	46°39'45"	Res. do Juqueri	Ponte Santa Inês, na rodovia que liga Mairiporã à Franco da Rocha
JQRI03800	23°24'21"	46°50'14"	Rio Juqueri	Ponte na rodovia Anhanguera (SP-300), no sentido Jundiaí - São Paulo, altura do Km 31
CRIS03400	23°20'04"	46°49'34"	Rib.dos Cristais	Na captação da ETA de Cajamar
DUVA04900	23°31'29"	46°33'32"	Rio Aricanduva	Ponte Ely Lopes Meireles, no município de São Paulo
NINO04900	23°31'37"	46°33'36"	Rib. dos Meninos	Ponte da Av. do Estado, na divisa dos municípios de São Paulo e São Caetano do Sul
PINH04100	23°42'18"	46°40'32"	Rio Pinheiros	Na Usina Elevatória de Pedreira, no centro do canal
PINH04900	23°32'03"	46°44'59"		Próximo à sua foz no Rio Tietê, na Estrutura de Retiro
TAMT04500	23°36'49"	46°32'45"	Rio Tamanduateí	Na ponte transversal à Av. do Estado, na altura do número 4876
TAMT04900	23°31'36"	46°37'56"	Rio Tamanduateí	Ponte na Av. Santos Dumont, em frente à Secretaria dos Transportes, em São Paulo
TIES04900	23°27'27"	46°54'41"	Res. Edgar de Souza	Próximo às comportas da barragem do reservatório, após a rede para retenção de aguapés
TIET04150	23°28'46"	46°30'02"	Rio Tietê	Ponte na Rod. Ayrton Senna, a montante do Parque Ecológico, antes da saída 19 - Aeroporto Guarulhos
TIET04170	23°31'31"	46°33'33"	Rio Tietê	Ponte na Av. Aricanduva
TIET04180	23°31'18"	46°37'52"	Rio Tietê	Ponte das Bandeiras, na Av. Santos Dumont
TIET04200	23°31'23"	46°44'53"	Rio Tietê	Ponte dos Remédios, na Av. Marginal (Rodovia Presidente Castelo Branco)
TIPI04900	23°23'38"	46°59'46"	Res. de Pirapora	Próximo às comportas da barragem do Reservatório

(\*): A Estação Automática de Monitoramento situa-se no Reservatório de Águas Claras, que recebe a totalidade das águas aduzidas do Sistema Cantareira.

##### ■ Balneabilidade (monitoramento mensal)

Reservatório	Praia / Local de amostragem	Latitude	Longitude	Município
Barragem Cascatinha	Sete Quedas	23°21'	46°41'	Mairiporã
Paiva Castro	Ponte Santa Inês	23°20'	46°40'	Mairiporã

### 7.6.2.5.3 Resultados

#### □ Índices

##### IQA

Código do Ponto	Corpo de água	jan	mar	mai	jul	set	nov	Média
BQGU03200	Rio Baquirivu-Guaçu	31	42	26	20	20	32	28
TGDE00900	Res. de Tanque Grande	70	79	72	81	77	67	74
JQJU00900	Res. do Juqueri	78	80	76	85	80	90	81
JQRI03800	Rio Juqueri	36	32	25	21	20	20	26
CRIS03400	Rib.dos Cristais	50	52	47	56	56	49	52
DUVA04900	Rio Aricanduva	26	19	16	15	17	17	18
NINO04900	Rib. dos Meninos	15	13	14	14	18	15	15
PINH04100	Rio Pinheiros	27	43	32	25	32	36	33
PINH04900		20	17	15	13	15	16	16
TAMT04500	Rio Tamanduaté	15	18	15	14	14	15	15
TAMT04900		17	15	14	14	14	14	15
TIES04900	Res. Edgar de Souza	16	20	15	15	15	18	16
TIET04150	Rio Tietê	28	29	19	15	24	19	22
TIET04170		32	21	16	15	15	18	19
TIET04180		35	26	16	14	14	21	21
TIET04200		20	14	15	14	14	22	16
TUPI04900	Res. de Pirapora	24	24	17	17	19	18	20

QUALIDADE: ■ ÓTIMA ■ BOA ■ REGULAR ■ RUIM ■ PÉSSIMA

##### IAP

Código do Ponto	Corpo de água	jan	mar	mai	jul	set	nov	Média
BQGU03200	Rio Baquirivu-Guaçu	9	37	23	14	15	27	21
TGDE00900	Res. de Tanque Grande	68		72	81		49	67
JQJU00900	Res. do Juqueri			76	85		90	84
JQRI03800	Rio Juqueri	27	24	21	18	15	17	20
CRIS03400	Rib.dos Cristais	5		6	4		1	4
DUVA04900	Rio Aricanduva	12	6	5	6	14	15	10
NINO04900	Rib. dos Meninos	13	3	5	2	11	14	8
PINH04100	Rio Pinheiros	23	41	32	24	30	34	31
PINH04900		18	15	14	12	14	14	14
TAMT04500	Rio Tamanduaté	12	13	0	11	9	13	10
TAMT04900		15	14	10	4	1	8	9
TIES04900	Res. Edgar de Souza	11	17	12	13	13	15	14
TIET04150	Rio Tietê	23	25	4	13	7	15	15
TIET04170		24	16	13	7	6	5	12
TIET04180		26	21	5	5	2	10	12
TIET04200		15	8	11	9	3	17	11
TUPI04900	Res. de Pirapora	21	17	1	4	17	16	13

QUALIDADE: ■ ÓTIMA ■ BOA ■ REGULAR ■ RUIM ■ PÉSSIMA

##### IVA

Código do Ponto	Corpo de água	jan	mar	mai	jul	set	nov	Média
BQGU03200	Rio Baquirivu-Guaçu		11,2	11,2	14,8	11,2	11,2	11,9
TGDE00900	Res. de Tanque Grande	2,2	2,2	3,2	2,2	3,2	4,2	2,9
JQJU00900	Res. do Juqueri	3,2	3,4	3,2	3,4	4,4	2,2	3,3
JQRI03800	Rio Juqueri	11,2	11,2	11,2	11,2	11,2	11,2	11,2
CRIS03400	Rib.dos Cristais	3,2	3,4	2,2	3,2	4,2	5,6	3,6

QUALIDADE: ■ ÓTIMA ■ BOA ■ REGULAR ■ RUIM ■ PÉSSIMA

##### IET

Código do Ponto	Corpo de água	jan	mar	mai	jul	set	nov	Média
BQGU03200	Rio Baquirivu-Guaçu		78	85	104	106	76	90
TGDE00900	Res. de Tanque Grande	24	40	50	40	46	63	44
JQJU00900	Res. do Juqueri	44	36	50	39	46	40	43
JQRI03800	Rio Juqueri	83	85	92	96	101	93	92
CRIS03400	Rib.dos Cristais	52	36	43	52	59	53	49

LEGENDA: ■ OLIGOTRÓFICO ■ MESOTRÓFICO ■ EUTRÓFICO ■ HIPEREUTRÓFICO



NC: Número de Resultados Não Conformes  
NT: Número Total de Resultados Considerados

□ *Balneabilidade (amostragens mensais)*

Município	RESERVATÓRIO - LOCAL DE AMOSTRAGEM	28 - ja	25 - fe	25 - m	29 - a	27 - m	24 - ju	29 - ju	19 - a	23 - s	28 - o	25 - n	29 - d
Mairiporã	Represa do Juqueri-Mirim - Sete Quedas	264	51	6.500	10	29	2	4	7		7	1.700	19
	Represa do Paiva Castro - Ponte Santa Inês	392	123	54	40	6	9	29	49		156	4	20

**7.6.2.5.4 Considerações****Rios Tietê, Aricanduva, Tamanduateí, Pinheiros e Juqueri e Ribeirão dos Meninos**

O trecho do Rio Tietê correspondente à RMSP possui como importantes afluentes os Rios Aricanduva, Tamanduateí, Pinheiros e Juqueri. Esses corpos de água estão enquadrados nas classes 3 e 4, e servem como um típico sistema de afastamento de efluentes domésticos e industriais gerados em toda esta região. O Rio Tamanduateí recebe cerca de 40% da carga poluidora gerada na Região Metropolitana de São Paulo, sendo por esse motivo um dos rios cuja qualidade é das mais comprometidas entre os rios do Estado de São Paulo.

A situação sanitária desses rios, considerando os valores médios de oxigênio dissolvido, nitrogênio amoniacal, fósforo total, DBO<sub>5,20</sub> e coliformes termotolerantes confirmam o comprometimento total da qualidade das águas dos corpos hídricos da RMSP.

As médias elevadas das concentrações de matéria orgânica biodegradável e de nutrientes indicam que a qualidade das águas dos principais rios da RMSP tem se mantido em péssimas condições, sem sinais de recuperação. Essa situação é confirmada pela ausência de oxigênio dissolvido em suas águas ao longo de todo esse período, demonstrando assim que os lançamentos que ocorrem em suas águas ultrapassam várias vezes sua capacidade de assimilação de cargas poluidoras.

Os corpos d'água da sub-bacia do Tamanduateí possuem as piores condições sanitárias, uma vez que as médias da DBO<sub>5,20</sub>, nitrogênio amoniacal e fósforo total mantiveram-se significativamente superiores aos demais rios.

Os nutrientes nitrogênio e fósforo desempenham papel fundamental no desenvolvimento do processo de eutrofização em ambientes lênticos. Portanto, os níveis médios extremamente elevados de nitrogênio amoniacal e fósforo total nas águas dos Rios Pinheiros e Tietê representam um prejuízo à qualidade dos Reservatórios Billings e Guarapiranga, tendo em vista o significativo aporte dessas substâncias com os bombeamentos em Pedreira, nas chuvas.

Com o início de operação do emissário EM-1, em dezembro de 1999, as águas do Rio Pinheiros deixaram de receber uma quantidade aproximadamente de 82 toneladas de matéria orgânica biodegradável (DBO<sub>5,20</sub>) por dia, uma vez que a mesma está sendo encaminhada para a ETE de Barueri por meio desse emissário, que possui uma vazão de operação de 2,5 m<sup>3</sup>/s e uma concentração nominal de matéria orgânica da ordem de 379 mg/L.

A estimativa do percentual da carga orgânica retirada do rio é uma tarefa relativamente complexa, se for considerada a variabilidade das condições operacionais do Canal do Pinheiros, bem como os fatores climatológicos. A operação do EM-1 representou uma melhora substancial na qualidade do Rio Pinheiros, uma vez que a concentração média de 2002 da DBO<sub>5,20</sub> mostrou-se inferior à série histórica. No entanto, a redução de carga orgânica foi insuficiente para propiciar a recuperação dos níveis de oxigênio dissolvido nas águas, que se mantiveram em condições anaeróbias em todos os pontos analisados, antes e após a implantação do emissário. Isso se deve ao fato de que esse corpo d'água apresenta sua capacidade assimilativa de cargas orgânicas inúmeras vezes excedida.

Embora os corpos de água enquadrados na classe 4 não apresentem padrões de qualidade para metais pesados, a CETESB realiza sistematicamente sua avaliação, com o objetivo de acompanhar as ações de controle da poluição na RMSP. O Quadro a seguir apresenta, para o período compreendido entre 1992 e 2002, as porcentagens de resultados não conformes com relação à Classe 2 da CONAMA 20/86, para níquel, zinco,

cádmio, cobre, mercúrio e chumbo nas águas dos Rios Tietê, Aricanduva, Tamanduateí, Pinheiros e Juqueri e Ribeirão do Meninos.

Corpo d'água	%NC(Níquel)	%NC(Cobre)	%NC(Zinco)	%NC(Cádmio)	%NC(Mercúrio)	%NC(Chumbo)
Juqueri	11	15	7	6	9	17
Meninos	100	91	91	55	50	25
Pinheiros	34	55	8	14	30	16
Tamanduateí	78	93	89	23	26	40
Tietê	77	62	41	15	38	28
Aricanduva	90	91	9	18	63	33

Vermelho: %NC ≥ do que 50%

Os Rios Tamanduateí e Aricanduva e o Ribeirão dos Meninos apresentaram as maiores porcentagens de resultados não conformes para todos os metais avaliados. Os Rios Tietê e Pinheiros também apresentaram porcentagens de resultados não conformes elevados para o cobre. O níquel também se mostrou presente nas águas do Rio Tietê.

O ponto do Rio Tietê, na ponte Aricanduva, foi introduzido no monitoramento no ano de 2001 e os resultados mostraram valores de CE20 próximos aos obtidos no ponto de coleta situado na ponte das Bandeiras, com valores de CE20 variando de não tóxica a 31,0%. As amostras do ponto do Rio Tietê, na ponte das Bandeiras, apresentaram pouca toxicidade, quatro dos resultados foram não tóxicos e os demais com CE20 variando entre 7,9 e 12,4%. Este ponto vem sendo avaliado desde 1999 e mostra uma melhoria de qualidade em relação aos anos anteriores. As águas do Rio Aricanduva apresentaram toxicidade em apenas duas amostras, com valores de CE20 iguais a 17,8 e 50,8%.

Somente uma amostra do Rio Tamanduateí não apresentou toxicidade, nas demais, os valores de CE20 variaram entre 7,4 e 33,8%. Esse comportamento é o mesmo observado em anos anteriores. Já, o ponto do Ribeirão dos Meninos, que foi introduzido no monitoramento no ano de 2001, apresentou duas amostras não tóxicas e as demais apresentaram valores de CE20 que variaram de 11,5 a 38,2%.

No Rio Pinheiros, na Estrutura Retiro, apenas uma amostra não apresentou toxicidade aguda frente ao teste com *V. fischeri*. As demais amostras mostraram resultados com valores de CE20 variando entre 7,7 e 28,7 e apesar dos valores relativamente mais altos de fenóis, surfactantes, DBO e valores baixos de OD não se observa uma correlação direta com os resultados do teste *V. fischeri*, indicando que outros contaminantes poderiam estar contribuindo para essa toxicidade. Esse comportamento vem sendo observado desde 1998. O Outro ponto do Rio Pinheiros, em Pedreira, foi introduzido no ano de 2001 no monitoramento e os resultados vêm se apresentando sistematicamente negativos para o teste com *V. fischeri*. Estes resultados acompanham a melhoria relativa da qualidade da água em relação aos parâmetros DBO, OD, surfactantes e fenóis, quando comparados ao ponto na Estrutura Retiro.

### **Rio Baquirivu-Guaçu**

Da mesma forma que ressaltado em anos anteriores, sugere-se uma atenção especial às captações de água que estão sendo praticadas ao longo do Rio Baquirivu-Guaçu, uma vez que a diminuição da vazão desse rio vem implicando numa queda acentuada da qualidade de suas águas. É sabido que as águas desse rio são utilizadas na irrigação de culturas existentes ao longo de sua bacia.

Os valores médios de 2002 dos parâmetros sanitários (nitrogênio amoniacal, fósforo total, surfactantes, DBO<sub>5,20</sub>, coliformes termotolerantes e condutividade) mostraram-se mais elevados do que a série histórica, confirmando o comprometimento da qualidade de suas águas. Tais valores também sugerem o lançamento de esgotos domésticos sem tratamento adequado.

Os metais cobre e níquel também acusaram em 2002 um aumento da porcentagem de resultados não conformes, comparando-se com a série histórica. Uma das justificativas para a presença de cobre, nesta bacia, pode ser os defensivos agrícolas.

### **Reservatório do Juqueri**

A maior parte das águas dos reservatórios existentes nas cabeceiras da UGRHI 05 é revertida para o Reservatório do Juqueri (aproximadamente 30 m<sup>3</sup>/s). Dessa forma, vale destacar que o ponto de amostragem da Rede de Monitoramento situado no canal de adução para o Reservatório Águas Claras reflete a qualidade das águas de todo o Sistema Cantareira.

No local de amostragem, não se observa tendência de piora para os parâmetros sanitários avaliados, indicando não haver uma pressão para a degradação desses ambientes.

### **Reservatório do Tanque Grande**

A qualidade das águas do Reservatório do Tanque Grande tem se mostrado ao longo dos últimos anos numa condição muito boa.

### **Ribeirão dos Cristais**

Considerando as condições sanitárias das águas do Ribeirão dos Cristais, pode-se constatar o seu comprometimento, principalmente, do ponto de vista microbiológico, uma vez que as médias de coliformes termotolerantes mantiveram-se elevadas. As médias de condutividade e turbidez não acusaram concentrações elevadas de material dissolvido e particulado. As médias de DBO<sub>5,20</sub> e oxigênio dissolvido também não refletem uma condição muito crítica. Os aglomerados urbanos localizados na Fazenda São Roque, os efluentes do presídio e a favela estabelecida na foz do Ribeirão do Félix são os fatores de pressão existentes nesta bacia.

#### **Resultados de Mutagenicidade**

Foi detectada atividade mutagênica nas 6 amostragens realizadas no Ribeirão dos Cristais, com potências que variaram de 170 a 7700 rev/L, classificadas entre mutagenicidade baixa e alta, segundo Umbuzeiro e col., 2001. Medidas corretivas e preventivas estão sendo implementadas para solucionar o problema.

#### **Resultados das Análises Microbiológicas e Parasitológicas**

##### **Reservatório do Rio Juqueri, ponte Sta. Inês, na rodovia que liga Mairiporã a Franco da Rocha**

Nesse reservatório, no qual essas análises foram realizadas em janeiro, março, maio, julho e setembro, nenhum dos protozoários foi detectado. As análises dos três indicadores bacterianos de contaminação fecal revelaram resultados bastante baixos nessas amostras.

#### **Resultados de Balneabilidade**

Analisando os resultados obtidos durante o ano de 2002, pode-se observar que a praia de Sete Quedas, no Reservatório de Juqueri-Mirim apresentou dois resultados elevados, em março e novembro, provavelmente em função das chuvas. Assim como as demais praias, este ponto continua fazendo parte do monitoramento mensal. Entretanto, na constatação de uma maior frequência de resultados não conformes, a frequência das amostragens passará a ser semanal.

#### **Resultados de Toxicidade (Bacias do Alto Tietê Cabeceiras, Billings, Guarapiranga, Cotia e Alto Tietê Zona Metropolitana)**

Nessa UGRHI foi verificada uma das maiores ocorrências de efeitos tóxicos a *Ceriodaphnia dubia*, sendo que na maioria dos casos tais efeitos não se correlacionaram com as análises químicas efetuadas. Diante disso, a toxicidade detectada pode estar associada a outros agentes químicos não analisados durante o monitoramento nos diferentes pontos amostrados.

Merece destaque a freqüente detecção de toxicidade crônica nos seguintes pontos: BILL02500 (em março, julho e novembro), BITQ00100 (em março, maio e julho), RGDE02200 (em janeiro, março e julho), e JQJU00900 (em março, julho e setembro).

Em outros pontos de amostragem, além da constatação de toxicidade crônica, ocorreram efeitos agudos nas amostras, indicando uma situação mais desfavorável de qualidade das águas. Tal fato ocorreu no ponto RGDE02900, onde detectou-se efeito tóxico crônico no mês de julho e toxicidade aguda nos meses de janeiro e março.

Essa situação também foi observada no ponto PEBA00100, sendo detectada toxicidade crônica nos meses de janeiro (supostamente devido à quantidade de alumínio), setembro e novembro (devido à quantidade de cobre). Nesse ponto, também foi detectada toxicidade aguda nos meses de março e julho, no entanto as análises químicas não se correlacionaram com o efeito tóxico observado. O ponto PEBA00900 apresentou dados ainda mais críticos, uma vez que verificou-se toxicidade crônica em todas as amostras, com exceção do mês de janeiro quando se constatou efeito tóxico agudo.

As amostras do ponto JNDI00500 apresentaram efeito tóxico crônico nos meses de maio, julho, setembro e novembro, sendo que neste último mês a quantidade de cobre pode ter sido a causa da toxicidade observada. Ainda, nesse ponto de amostragem, nos meses restantes (janeiro e março) foi constatado efeito tóxico agudo.

Em termos de toxicidade, a condição mais crítica ocorreu no ponto BQGU03200 onde foi detectado efeito tóxico agudo em todas as seis amostragens. De maneira geral, as quantidades de cobre, alumínio e zinco foram as prováveis causadoras dos efeitos tóxicos observados.

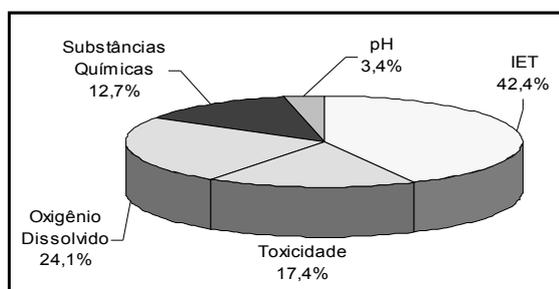
□ **IAP - Índice de Qualidade de Água Bruta para fins de Abastecimento Público (Bacias do Alto Tietê Cabeceiras, Billings, Guarapiranga, Cotia e Alto Tietê Zona Metropolitana)**

Apenas o Reservatório do Juqueri apresentou qualidade Ótima, em 2002, para o abastecimento público. Os mananciais dos Reservatórios Guarapiranga, Rio Grande e das Graças tiveram sua qualidade enquadrada na categoria Boa, enquanto que o Reservatório do Jundiá, qualidade Regular; o Braço do Taquacetuba, qualidade Ruim e o Ribeirão dos Cristais, qualidade Péssima.

Os principais rios que cruzam a RMSP, tais como o Tietê, o Pinheiros e o Tamanduateí, apresentaram qualidade Péssima, inviabilizando-os para o abastecimento público. No entanto, se os mesmos passarem por algum tratamento físico ou químico seguido de uma disposição noutro corpo receptor, pode-se aproveitar tais águas para essa finalidade.

□ **IVA - Índice de Proteção da Vida Aquática (Bacias do Alto Tietê Cabeceiras, Billings, Guarapiranga, Cotia e Alto Tietê Zona Metropolitana)**

Para visualizar os parâmetros que influenciaram no IVA quando classificado nas categorias Regular, Ruim e Péssima, é apresentado o gráfico a seguir.



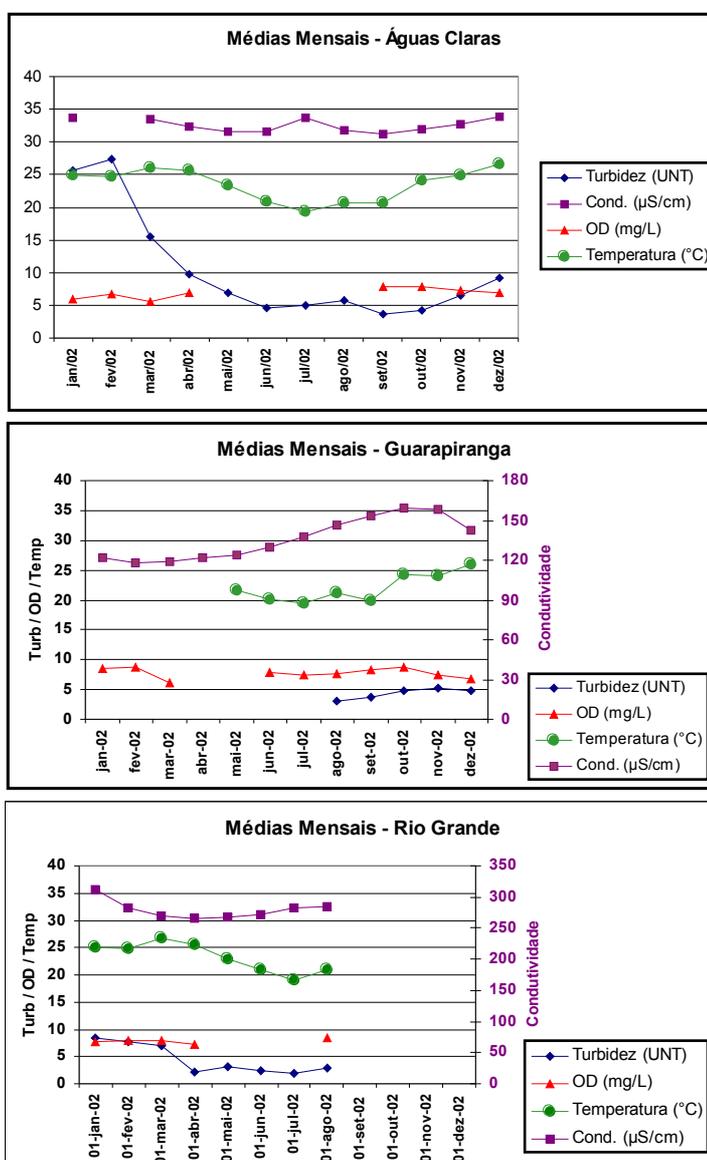
□ **IET – Índice do Estado Trófico (Bacias do Alto Tietê Cabeceiras, Billings, Guarapiranga, Cotia e Alto Tietê Zona Metropolitana)**

O estado hipereutrófico, que indica as condições mais altas de trofia, detectado para os Rios Baquirivu-Guaçu, Cotia, Juquerí e Tietê está diretamente ligado às concentrações elevadas de fósforo total, proveniente principalmente do esgoto doméstico. Nos reservatórios, onde o estado predominante foi o eutrófico, esta condição foi decorrente das altas concentrações de clorofila a e a carga de fósforo total

### 7.6.3 Monitoramento Automático

Em 2002, foram coletadas informações das estações automáticas de monitoramento de Águas Claras, Guarapiranga, Mogi e Rio Grande. Os dados da estação de Mogi não foram avaliados, pois a mesma ficou em operação durante três meses apenas, não permitindo estabelecer uma série conclusiva.

As estações automáticas de monitoramento dos Reservatórios de Águas Claras, Guarapiranga e Rio Grande geraram informações horárias para os parâmetros pH, temperatura, condutividade, turbidez e oxigênio dissolvido. A seguir, são apresentados os gráficos das médias mensais para temperatura, condutividade, turbidez e oxigênio dissolvido.

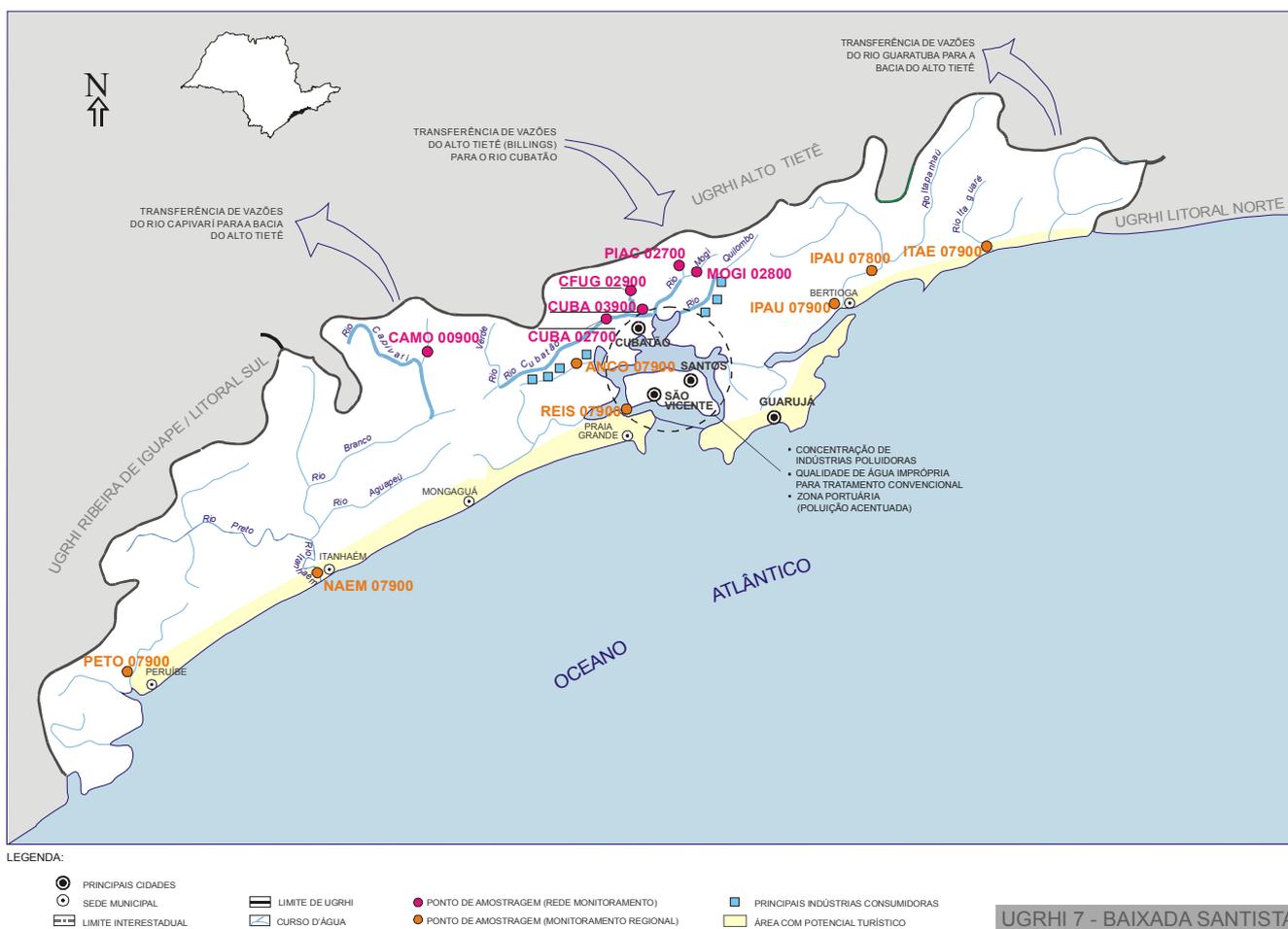


A variação da temperatura reflete a influência da sazonalidade na qualidade da água, sendo verificada uma diferença de 5°C entre as épocas mais quente e fria do ano para os mananciais avaliados. O oxigênio dissolvido apresentou comportamento semelhante para esses mananciais, com valores médios mensais oscilando na faixa de 5 a 10 mg/L. A turbidez acusou os maiores valores médios na época chuvosa, devido ao maior aporte de material particulado carreado pelas chuvas. A condutividade apresentou um comportamento diferenciado para os três mananciais avaliados.

A condutividade do Reservatório Águas Claras oscilou entre 30 e 35  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , indicando um ambiente bastante preservado. Já, a condutividade do Reservatório Guarapiranga mostrou-se bastante superior, variando entre 120 e 160  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , retratando uma condição diferenciada, uma vez que esse manancial recebe um aporte expressivo de cargas orgânicas, predominantemente, domésticas. Os maiores valores de condutividade foram encontrados no Reservatório do Rio Grande, que além da carga orgânica doméstica, também recebe uma considerável carga inorgânica (cloreto) industrial.

## 7.7 UGRHI 07 – Baixada Santista

A Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos 07 situa-se a leste do Estado de São Paulo, sendo composta por 9 municípios. A seguir, apresenta-se o mapa esquemático desta UGRHI contendo os seus principais corpos de água, municípios, atividades agrícolas e indústrias poluidoras, bem como a localização dos pontos de amostragem.



### 7.7.1. Caracterização da UGRHI

Área de drenagem	2.887 km <sup>2</sup> .
Constituintes principais	Rios Cubatão, Mogi, Branco e Quilombo, que deságuam no estuário de Santos Rios Itatinga, Itapanhaú, Capivari e Monos, além dos rios que deságuam no mar entre Bertioga e Iguape.
Usos do solo	Ocupação urbana e industrial. Esta UGRHI contém parte do Parque Estadual da Serra do Mar, e abrange as Áreas de Proteção Ambiental Cananéia-Iguape-Peruíbe e Ilha Comprida, além da Estação Ecológica Juréia-Itatins.
Usos da água	Abastecimento público e industrial Afastamento de efluentes domésticos e industriais e Recepção das descargas dos canais de Fuga I e II da Usina Hidrelétrica Henry Borden, cujas águas procedem do Sistema Alto Tietê, por meio do Reservatório Billings.
Principais atividades industriais	Refinarias de petróleo, petroquímicas, fertilizantes, indústrias químicas e siderúrgicas.
Outras informações	Nos finais de semana e temporadas de verão, o contingente de pessoas é dobrado pela afluência de turistas, agravando muito os problemas de saneamento básico. As praias litorâneas desta UGRHI são avaliadas semanalmente pela CETESB, segundo a Resolução CONAMA N.º 274/2000, conforme programa específico.

#### □ Carga orgânica poluidora

Município	Concessão	População Censo 2000		Atendimento		Carga Poluidora kgDBO/dia		Corpo receptor
		Total	Urbana	Coleta %	Tratam. %	Potencial	Remanesc.	
Bertioga	Sabesp	30.903	30.039	20	100	1622	1363	Rio Itapanhaú
Cubatão	Sabesp	107.904	107.260	30	100	5792	4402	Rio Cubatão
Guarujá	Sabesp	265.155	265.076	56	91	14314	8479	Enseada / Estuário de Santos
Itanhaém	Sabesp	71.947	71.100	6	81	3839	3690	Rio Poço e Rio Itanhaém / Rio Curitiba
Mongaguá	Sabesp	35.106	34.950	17	100	1887	1631	Mar
Peruíbe	Sabesp	51.384	50.297	19	100	2716	2303	Rio Preto
Praia Grande	Sabesp	191.811	191.811	43	100	10358	6795	Mar
Santos	Sabesp	417.777	415.543	100	100	22439	4488	Baía de Santos / Canal São Jorge
São Vicente	Sabesp	302.678	302.541	56	100	16337	9018	Rio Mariana

### 7.7.2 Monitoramento da Qualidade das Águas

#### □ Descrição dos Pontos de Amostragem

Ponto de Amostragem	Latitude (S)	Longitude (O)	MR/RM	Corpo de água	Localização
PETO07900	24°19'27"	47°00'09"	MR	Rio Preto	Na ponte do caminho do Guarauá
NAEM07900			MR	Rio Itanhaém	Na Rua Domerval Pereira Leite, na altura do n.º 214, na margem oposta ao Iate Clube
CAMO00900	23°55'09"	46°43'43"	RM	Res. Capivari-Monos	Junto à Estação de Recalque da SABESP
REIS07900			MR	Rio Canal Barreiros	Na ponte pênsil
ANCO07900			MR	Rio Branco	Na ponte da Rodovia Pedro Taques, antes do pedágio
CUBA02700	23°53'18"	46°27'19"	RM	Rio Cubatão	Na ponte Preta, em frente à antiga Estação de Tratamento de Água do Rio Cubatão
CUBA03900	23°52'58"	46°24'49"	RM		Ponte da estrada de ferro Santos-Jundiá, cerca de 1,5 Km a jusante da confluência com o Perequê
CFUG02900	23°52'36"	46°27'09"	RM	Canal de Fuga II	Canal de fuga II da Usina Hidroelétrica Henry Borden, na saída da turbina da Usina Externa
PIAC02700	23°51'32"	46°23'42"	RM	Rio Piaçaguera	Ponte localizada na COSIPA, continuação da antiga Rua 3, Vila Parisi, 300m jusante Aduvos Trevo
MOGI02800	23°51'11"	46°22'51"	RM	Rio Mogi	Ponte na Rodovia Piaçaguera-Guarujá, que liga Cubatão a Guarujá
IPAU07800	23°49'17"	46°09'15"	MR	Rio Itapanhaú	Na balsa para Itatinga
IPAU07900	23°50'10"	46°09'48"	MR		Margem esquerda, no ancoradouro da Marina do Forte
ITAE07900	23°46'48"	45°58'15"	MR	Rio Itaguapé	Na ponte da Rodovia Rio / Santos

## 7.7.3 Resultados

### Índices

#### IQA

Código do Ponto	Corpo de água	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	Média
CAMO00900	Res. Capivari-Monos	71		54		70		73		78		67		69
CUBA02700	Rio Cubatão		71		69		58		66		65		62	65
CUBA03900			48		55		57		50		63		56	55
CFUG02900	Canal de Fuga II		71		89		89		76		83		73	80
PIAC02700	Rio Piaçaguera		43		42		20		34		50		47	39
MOGIO2800	Rio Mogi		57		53		40		43		45		47	48

QUALIDADE: ÓTIMA BOA ACEITÁVEL RUIM PÉSSIMA

#### IAP

Código do Ponto	Corpo de água	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	Média
CAMO00900	Res. Capivari-Monos	27				41		46				11		31
CUBA02700	Rio Cubatão		48				55							51
CUBA03900			23		25		55				55		55	43
CFUG02900	Canal de Fuga II		58				67						38	54
PIAC02700	Rio Piaçaguera		32		31		12				30		36	28
MOGIO2800	Rio Mogi		48		47		35				43		39	42

QUALIDADE: ÓTIMA BOA REGULAR RUIM PÉSSIMA

#### IVA

Código do Ponto	Corpo de água	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	Média
CAMO00900	Res. Capivari-Monos	2,2		4,4		4,2		2,2		3,2		3,4		3,3
CUBA02700	Rio Cubatão		2,2		2,2		6,8		2,2		4,2		5,4	3,8
CUBA03900				5,8		3,4		9,2		4,6		5,6		7,8
CFUG02900	Canal de Fuga II		3,2		3,2		3,2		4,2		4,2		4,2	3,7
PIAC02700	Rio Piaçaguera		8,8		6,4		11,2		7,6		5,4		6,6	7,7
MOGIO2800	Rio Mogi		5,2		7,6		6,4		6,4		7,6		6,4	6,6

QUALIDADE: ÓTIMA BOA REGULAR RUIM PÉSSIMA

#### IET

Código do Ponto	Corpo de água	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	Médias
CAMO00900	Res. Capivari-Monos	42		46		58		38		46		36		44
CUBA02700	Rio Cubatão		26		29		50		34		58		70	44
CUBA03900				30		40		50		40		50		56
CFUG02900	Canal de Fuga II		44		47		54		58		54		54	52
PIAC02700	Rio Piaçaguera		89		110		132		135		62		69	99
MOGIO2800	Rio Mogi		76		83		93		107		95		96	92

LEGENDA: OLIGOTRÓFICO MESOTRÓFICO EUTRÓFICO HIPEREUTRÓFICO



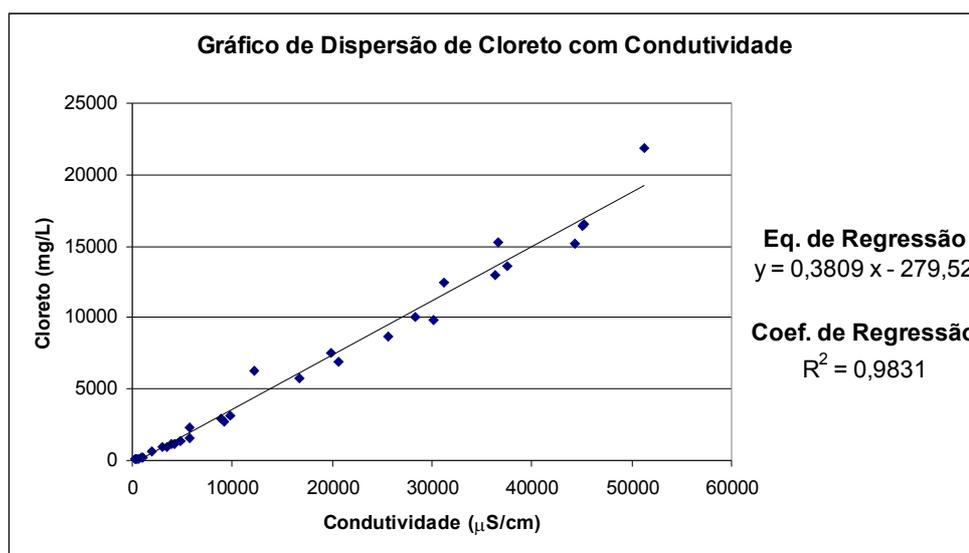
### 7.7.4 Considerações

#### **Corpos D'água Doce Afluentes à Zona Portuária de Santos (Rios Cubatão / Mogi / Piaçaguera e Canal de Fuga)**

Os Rios Cubatão, Mogi, Branco e Canal do Barreiros afluem para o Estuário de Santos. O Rio Cubatão recebe as águas advindas do Reservatório Billings, por meio do Canal de Fuga da Usina Hidroelétrica de Henry Borden, localizada na Baixada Santista. Portanto, existe uma reversão das águas da UGRHI 06 (Alto Tietê) para a UGRHI 07 (Baixada Santista). Em virtude desta condição, as águas do Rio Cubatão têm a sua qualidade influenciada pelo regime operacional adotado no Sistema do Alto Tietê, que controla o nível de bombeamento das águas do Alto Tietê para o Reservatório Billings, através da Estação Elevatória de Pedreira. O regime operacional que têm predominado, desde outubro de 1992, restringiu acentuadamente o bombeamento das águas do Rio Pinheiros para o Reservatório Billings, sendo que tal operação propiciou uma recuperação significativa na qualidade de suas águas.

O ponto de amostragem CUBA02700 situa-se no Rio Cubatão, a montante do Canal de Fuga, na captação da SABESP. O outro ponto, CUBA03900, está localizado a jusante do Canal de Fuga (CFUG02900) e, portanto, a qualidade de suas águas é influenciada pelas águas do Reservatório Billings.

Os resultados de condutividade e cloreto, para os pontos de amostragem de água salobra (Classe 7), permitem estabelecer uma correlação entre essas variáveis. A Figura a seguir representa o gráfico de dispersão dos resultados das duas variáveis, relativos ao período compreendido entre 2001 e 2002, para esses pontos. Foi também construída uma reta de regressão linear entre elas e indicado o coeficiente de regressão.



Podemos observar maiores valores de cloreto relacionados a maiores valores de condutividade. O coeficiente de regressão, igual a 0,98, indicou um bom ajuste do modelo adotado ao conjunto de dados analisados.

As águas do trecho final do Rio Cubatão (CUBA03900), embora recebam efluentes industriais, mantiveram valores de condutividade e cloreto semelhantes aos demais pontos de água salobra, uma vez que tais dados foram utilizados no modelo adotado. A intrusão salina alterou o perfil de salinidade deste trecho do Rio Cubatão, fazendo com que o mesmo passasse de Classe 3 para Classe 7.

As médias de condutividade do Rio Piaçaguera (~1.500 µS/cm) não se ajustaram ao modelo proposto para o cálculo dos níveis de cloreto, uma vez que se mostraram bastante inferiores (~65 mg/L) aos obtidos pelo modelo de águas salobras (~ 292 mg/L), indicando assim que essa condutividade deve estar associada aos lançamentos de origem industrial.

O nitrogênio amoniacal e o fósforo total são excelentes traçadores de fontes de lançamentos domésticos, uma vez que ambos fazem parte dos esgotos sanitários. O escoamento superficial de solos agrícolas também consistem

numa fonte expressiva de poluição destes compostos para o meio ambiente, além dos efluentes das indústrias de fertilizantes.

As médias desses indicadores nos Rios Mogi e Piaçaguera situaram-se espetacularmente acima dos padrões de qualidade - Classe 2, confirmando a existência de fontes industriais. A situação no Piaçaguera é mais crítica, pois possui uma capacidade de diluição menor que o Mogi. As indústrias de fertilizantes, situadas às margens desses rios, bem como outras indústrias químicas são as principais fontes de contaminação desses rios por nitrogênio e fósforo. Embora as médias de fósforo total e nitrogênio amoniacal, em 2002, tenham se mostrado bem inferiores às médias históricas, tais valores ainda se encontram muitas vezes superiores aos padrões de qualidade. Com base nos resultados apresentados, fica claro que se deve continuar exigindo das indústrias instaladas na sub-bacia do Mogi/Piaçaguera, a redução de nitrogênio e fósforo e demais poluentes dos seus efluentes finais.

A evolução espacial do Rio Cubatão, obtida por meio da avaliação das médias dos parâmetros sanitários nitrogênio amoniacal, fósforo total e coliformes termotolerantes, entre os pontos CUBA02700 e CUBA03900, demonstrou uma piora acentuada na qualidade de suas águas. O recebimento de parte dos lançamentos doméstico e industrial provenientes do município de Cubatão é o principal fator da degradação da qualidade de suas águas. Essa situação é amenizada por causa da entrada das águas do Canal de Fuga e da intrusão salina.

O Rio Piaçaguera apresentou-se contaminado por níquel, cobre, cádmio e mercúrio, sendo que as porcentagens de resultados não conformes de cobre e mercúrio, em 2002, mostraram-se significativamente superiores à série histórica. No Rio Mogi, em 2002, destacou-se o aumento da porcentagem de resultados não conformes para o parâmetro pH, que avalia a acidez das águas.

#### **Corpos d'água Salobros ( Rios Itaguaré, Itapanhaú, Branco, Canal Barreiros, Itanhaém e Preto)**

Com exceção do Rio Branco, nas amostragens realizadas em 2002, os corpos d'água salobros, apresentaram valores médios de condutividade menores do que em 2001, demonstrando uma menor influência da intrusão salina. Por outro lado, os valores de coliformes termotolerantes, que são um excelente indicador da presença de esgotos domésticos, acusaram em 2002 médias mais elevadas. O Rio Preto apresentou a pior condição sanitária do ponto de vista microbiológico. Excetuando-se o trecho da balsa para Itaitinga do Rio Itapanhaú e o Rio Itaguaré, todos os demais rios mostraram índices superiores a 1000 coliformes termotolerantes (NMP/100mL). Esses níveis revelam que esses corpos de água recebem despejos de esgotos domésticos.

#### **□ Resultados de Mutagenicidade**

Não foi detectada atividade mutagênica, nas condições dos ensaios, em nenhum dos pontos amostrados.

#### **□ Resultados de Toxicidade**

Quanto a ocorrência de efeitos tóxicos, alguns pontos de amostragem merecem destaque. Dentre esses pontos está o CUBA03900 onde detectou-se efeito tóxico crônico a *Ceriodaphnia dubia* no mês de fevereiro, enquanto que nos meses de junho e agosto constatou-se a presença de efeito tóxico agudo. Aparentemente, a toxicidade observada foi devido às quantidades de cloretos e, também, de cobre (em fevereiro e junho).

Da mesma forma, no ponto MOGI02800 foi constatado efeito tóxico crônico no mês de dezembro (possivelmente devido ao teores de cobre, zinco e alumínio). Também, nesse ponto, a ocorrência de dois eventos de toxicidade aguda parece associada às quantidades de zinco (em abril) e de alumínio e cobre (em outubro).

No que se refere ao ponto PIAC02700, registrou-se efeito tóxico crônico em duas oportunidades. No mês de junho a toxicidade pode ter ocorrido devido aos teores de alumínio, cobre e zinco, enquanto no mês de agosto o efeito tóxico pode estar associado à concentração de alumínio.

□ **Resultados das Análises Microbiológicas e Parasitológicas**

**Rio Cubatão, ponte Preta, em frente à antiga estação de tratamento de água do Rio Cubatão**

Nas amostras coletadas para essas análises, nos meses de fevereiro, abril, junho, agosto e outubro, foi detectada a *Giardia* nos meses de abril e junho, nas concentrações de 1,7 e 1,4 cistos/L, respectivamente. No mês de junho, detectou-se o *Cryptosporidium* (0,3 oocistos/L). Em todas essas amostras foram observadas densidades relativamente elevadas de coliformes termotolerantes, que atingiram um valor máximo de 14.000NMP/100mL em junho e superaram sempre o valor máximo de 1.000 coliformes termotolerantes estabelecido pela Resolução CONAMA 20/86. Também no mês de junho e em agosto a análise dos enterococos revelou valores elevados, da ordem de 1.000UFC/100mL. Para o *C. perfringens*, observou-se um pico de 3.300UFC/100mL em junho.

**Canal de Fuga II, Usina Henry Borden, na saída da turbina da usina externa**

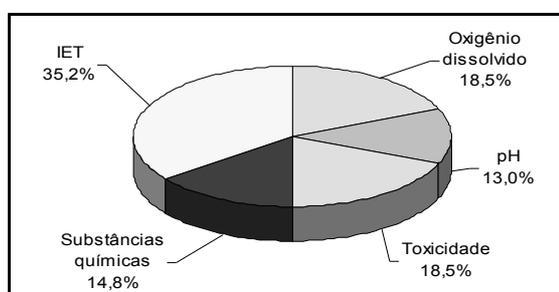
Nenhum dos protozoários foi detectado nesse local, nas análises realizadas nas coletas dos meses de fevereiro, abril, junho, agosto e outubro. As densidades dos indicadores de contaminação fecal apresentaram valores bastante baixos nessas amostras, que atingiram um valor máximo de 800NMP/100mL para os coliformes termotolerantes no mês de fevereiro, ainda obedecendo entretanto ao limite máximo determinado pela Resolução CONAMA 20/86 para águas de classe 2 nas quais se enquadra esse corpo d'água.

□ **IAP - Índice de Qualidade de Água Bruta para fins de Abastecimento Público**

Tanto a água proveniente do Reservatório Billings quanto a do trecho inicial do Rio Cubatão apresentaram qualidade muito Boa para o abastecimento público.

□ **IVA - Índice de Proteção da Vida Aquática**

Para visualizar os parâmetros que influenciaram no IVA quando classificado nas categorias Regular, Ruim e Péssima, é apresentado o gráfico a seguir.

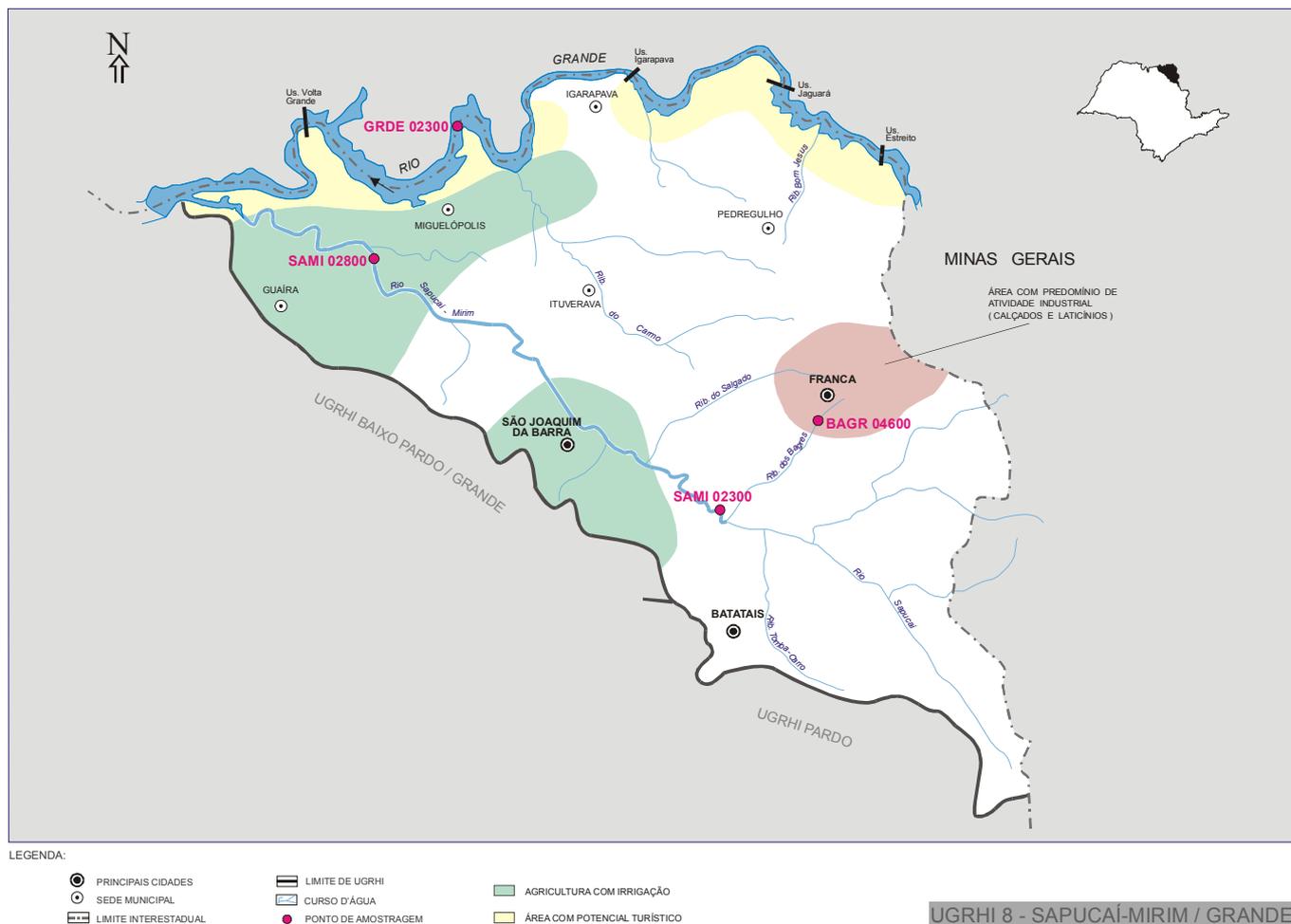


□ **IET – Índice do Estado Trófico**

Para o Reservatório Capivari-Monos, o índice de estado trófico indicou condições mesotróficas, ou seja, se encontra moderadamente fertilizado. Para o Canal de Fuga 2, as médias mensais indicaram eutrofização a partir do mês de agosto, tanto pela concentração de clorofila a, quanto pela carga de fósforo total. Com relação aos Rios Mogi e Piaçaguera observou-se elevados valores de fósforo total, classificando esses rios como hipereutróficos.

## 7.8 UGRHI 08 – Sapucaí/Grande

A Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos 08 é composta por 22 municípios. A seguir, apresenta-se o mapa esquemático desta UGRHI contendo os seus principais corpos de água, municípios, atividades agrícolas e indústrias poluidoras, bem como a localização dos pontos de amostragem.



### 7.8.1 Caracterização da UGRHI

Área de drenagem	9.937 km <sup>2</sup> .
Constituintes principais	Rio Sapucaí, ribeirão dos Bagres, Rios do Carmo e Grande, desde o Reservatório Peixoto até o Reservatório Volta Grande.
Reservatórios	Estreito, Jaguará, Igarapava e Volta Grande (Rio Grande).
Usos do solo	Atividades agrícola, pastoril, industrial e urbana. A área agrícola, bastante desenvolvida, tem como principais produtos café, soja, milho e cana-de-açúcar.
Usos da água	Abastecimento público e industrial; Afastamento de efluentes domésticos e industriais e Irrigação de hortaliças e plantas frutíferas.
Principais atividades industriais	Curtumes e indústrias alimentícias, com o predomínio de laticínios.

□ **Carga orgânica poluidora**

Município	Concessão	População Censo 2000		Atendimento		Carga Poluidora kg DBO/dia		Corpo Receptor
		Total	Urbana	Coleta %	Tratam. %	Potencial	Remanesc.	
Aramina	DAE	4.761	4.144	100	100	224	45	Cór. Paraíso
Batatais	DAE	51.035	48.281	98	0	2607	2607	Cór. das Araras
Buritizal	Sabesp	3.665	2.897	99	100	156	33	Cór. dos Buritis
Cristais Paulista	SAE	6.563	3.883	100	100	210	42	Cór. Taquara
Franca	Sabesp	287.400	281.869	95	98	15221	3884	Cór. Q224Bagres/Sta Bárbara/Pouso Alto e B. Jardim
Guaíra	DEAGUA	34.599	32.264	100	100	1742	348	Cór. José Glussec / Rib. Do Jardim
Guará	Dep. de Ág	18.929	17.964	98	3	970	947	Rib. Verde
Igarapava	Sabesp	25.928	24.040	95	0	1298	1298	Cór. Santa Rita
Ipuã	SAAE	11.868	11.191	100	100	604	121	Cór. Santana
Itirapuã	Sabesp	5.446	4.342	93	100	234	60	Cór. Capanema
Ituverava	SAEE	36.267	34.220	100	0	1848	1848	Rio do Carmo
Jeriquara	Sabesp	3.276	2.505	99	100	135	28	Cór. Jeriquara
Miguelópolis	Sabesp	19.006	17.547	92	19	948	815	Cór. Matador e São Miguel
Nuporanga	Pm	6.309	5.073	100	0	274	274	Cór. das Corredeiras
Patrocínio Paulista	SAAE	11.418	8.608	100	0	465	465	Rio Sapucazinho
Pedregulho	Sabesp	14.981	10.900	96	100	589	137	Cór. da Cascata
Restinga	Sabesp	5.563	4.120	99	100	222	46	Cór. Santo Antônio
Ribeirão Corrente	Sabesp	3.882	2.940	93	100	159	41	Rib. Corrente
Rifaina	Sabesp	3.321	2.862	83	0	155	155	Rio Grande
Santo Antônio da Alegria	SAE	5.758	4.193	100	0	226	226	Rib. do Pinheirinho
São Joaquim da Barra	SAAE	41.593	40.805	100	0	2203	2203	Cór. São Joaquim
São José da Bela Vista	SAM	8.067	6.956	100	0	376	376	Cór. Lajeado

## 7.8.2 Monitoramento da Qualidade das Águas

□ **Descrição dos Pontos de Amostragem**

Ponto de Amostragem	Latitude (S)	Longitude (O)	Corpo de água	Localização
BAGR04600	20°37'51"	47°28'18"	Rib. dos Bagres	Ponte na rodovia de acesso à acesso à SP-334, no município de Restinga
GRDE02300	20°01'27"	48°14'04"	Rio Grande	Ponte na rodovia SP-413, o trecho que liga Miguelópolis/Guaíra a Uberaba, a jusante da Usina de Volta Grande
SAMI02300	20°38'39"	47°40'56"	Rio Sapucaí-Mirim	Ponte na rodovia que liga Nuporanga a São José da Bela Vista
SAMI02800	20°38'41"	47°40'56"		Ponte na Rodovia que liga Guaíra a Miguelópolis

### 7.8.3 Resultados

□ Índices

**IQA**

Código do Ponto	Corpo de água	fev	abr	jun	ago	out	dez	Média
BAGR04600	Rib. dos Bagres	49	52	29		45	53	46
GRDE02300	Rio Grande	88	85	83		84	83	85
SAMI02300	Rio Sapucaí-Mirim	60	46	73			65	61
SAMI02800			62	65	63		63	63

QUALIDADE: ÓTIMA BOA ACEITÁVEL RUIM PÉSSIMA

**IAP**

Código do Ponto	Corpo de água	fev	abr	jun	ago	out	dez	Média
BAGR04600	Rib. dos Bagres	11	49	28		42	52	36
GRDE02300	Rio Grande	88	85	83		84	83	85
SAMI02300	Rio Sapucaí-Mirim	40	39	71			55	52
SAMI02800			53	60	62		53	57

QUALIDADE: ÓTIMA BOA REGULAR RUIM PÉSSIMA

**IVA**

Código do Ponto	Corpo de água	fev	abr	jun	ago	out	dez	Média
GRDE02300	Rio Grande	2,2	3,4	3,2	3,4	2,2	3,4	3,0
SAMI02300	Rio Sapucaí-Mirim	2,2	5,4	4,2	6,6	3,4	5,4	4,5
SAMI02800		2,2	4,4	5,4	5,4	3,2	5,4	4,3

QUALIDADE: ÓTIMA BOA REGULAR RUIM PÉSSIMA

**IET**

Código do Ponto	Corpo de água	fev	abr	jun	ago	out	dez	Média
GRDE02300	Rio Grande	20	41	44	40	31	30	34
SAMI02300	Rio Sapucaí-Mirim	34	56	62	56	40	59	51
SAMI02800		34	50	65	56	45	58	51

LEGENDA: OLIGOTRÓFICO MESOTRÓFICO EUTRÓFICO HIPEREUTRÓFICO

□ Perfil Sanitário – valores médios

Código do Ponto	Parâmetros																					
	Condutiv.		TURB		NO <sub>2</sub>		NO <sub>3</sub>		NH <sub>3</sub>		OD		DBO <sub>5,20</sub>		RF		Surfac.		PT		CT	
	Média 2002	Média 1999	Média 2002	Média 1999	Média 2002	Média 1999	Média 2002	Média 1999	Média 2002	Média 1999	Média 2002	Média 1999	Média 2002	Média 1999	Média 2002	Média 1999	Média 2002	Média 1999	Média 2002	Média 1999	Média 2002	Média 1992-2001
BAGR04600	653	888	8	8	1,992	0,302	10,39	0,70	15,84	10,31	5,7	6,3	7	17	343	461	0,14	0,15	0,207		6,5E+04	1,3E+05
GRDE02300	39	39	1	2	0,016	0,004	0,21	0,05	0,05	0,04	6,7	7,9	2	2	43	35	0,06		0,033	0,011	2,6E+00	3,6E+00
SAMI02300	48	58	28	14	0,021	0,018	0,43	0,33	0,16	0,09	6,87	8,4	2	2	57	52	0,07	0,04	0,053	0,073	5,3E+02	9,2E+01
SAMI02800	56	76	34	22	0,013	0,014	0,46	0,39	0,08	0,18	6,2	8,2	2	2	63	69	0,08	0,04	0,053	0,061	1,2E+02	1,4E+02

- **pH, Fenol e Metais – resultados não conformes com os padrões de qualidade de água estabelecidos pela Resolução CONAMA 20/86**

Código do Ponto	Parâmetros																																			
	pH				Fenóis				Al				Mn				Ni				Cu				Zn				Cd				Hg			
	NC 2002	NT 2002	% NC 2002	% NC 1992 - 2001	NC 2002	NT 2002	% NC 2002	% NC 1992 - 2001	NC 2002	NT 2002	% NC 2002	% NC 1992 - 2001	NC 2002	NT 2002	% NC 2002	% NC 1992 - 2001	NC 2002	NT 2002	% NC 2002	% NC 1992 - 2001	NC 2002	NT 2002	% NC 2002	% NC 1992 - 2001	NC 2002	NT 2002	% NC 2002	% NC 1992 - 2001	NC 2002	NT 2002	% NC 2002	% NC 1992 - 2001				
BAGR04600	0	6	0	0	0	6	0	0																												
GRDE02300	2	6	33	50					4	6	67	33	0	6	0	0	0	6	0	17	0	6	0	0	0	6	0	0	0	2	0	0				
SAMI02300	3	6	50	17				100	6	6	100	100	1	6	17	20	0	6	0	0	2	6	33	0	0	6	0	0	0	6	0	0				
SAMI02800	2	6	33	17	2	2	100		6	6	100	100	1	6	17	0	0	6	0	0	1	6	17	0	0	6	0	0	0	6	0	0				

NC: Número de Resultados Não Conformes  
 NT: Número Total de Resultados Considerados

### 7.8.4 Considerações

#### Rio Sapucaí Mirim e Ribeirão dos Bagres

O Ribeirão dos Bagres pode ser considerado como a principal contribuição de poluentes para o Sapucaí-Mirim, pois o mesmo recebe lançamentos de esgotos domésticos “in natura” e efluentes das indústrias de Curtumes da região.

Os parâmetros sanitários mostraram que a sub-bacia do Ribeirão dos Bagres consiste numa fonte expressiva de poluentes para o Rio Sapucaí Mirim, uma vez que as médias da condutividade, DBO<sub>5,20</sub> e coliformes termotolerantes mostraram-se bastante elevadas. Em 2002, as médias de nitrogênio nitrito, nitrato e amoniacal mostraram-se superiores ao ano de 2001. Embora esse rio esteja enquadrado na classe 4 e, portanto, não dispondo de padrões de qualidade para esses parâmetros, tal constatação remete para uma investigação mais detalhada por parte da Agência de Franca com relação às fontes de nitrogênio nesta sub-bacia. O nível médio do oxigênio dissolvido não demonstrou comprometimento, devendo estar associado ao encachoeiramento do Ribeirão dos Bagres, o que favoreceu a reaeração de suas águas.

Os valores médios dos parâmetros sanitários (condutividade, oxigênio dissolvido, DBO<sub>5,20</sub>, coliformes termotolerantes) do Rio Sapucaí-Mirim classificaram esse ambiente numa condição muito boa, demonstrando assim que os poluentes gerados na sub-bacia do Ribeirão dos Bagres ainda não impactaram a qualidade das águas do Sapucaí-Mirim. O Rio Grande também apresentou excelente qualidade sanitária.

#### □ **Resultados de Toxicidade**

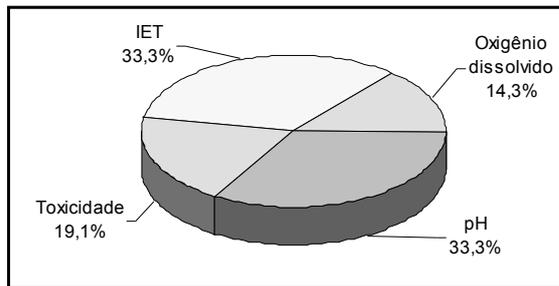
No ponto GRDE02300, verificou-se o efeito tóxico crônico a *Ceriodaphnia dubia* nos meses de abril e dezembro. Entretanto esses efeitos não se correlacionaram com os resultados das análises químicas efetuadas. Desse modo, a ocorrência de toxicidade pode estar associada a outros agentes químicos não analisados durante o monitoramento desse ponto.

#### □ **IAP - Índice de Qualidade de Água Bruta para fins de Abastecimento Público**

O Rio Grande apresentou qualidade Ótima para o abastecimento público. O Rio Sapucaí Mirim, qualidade Boa, enquanto que o Ribeirão dos Bagres, qualidade Ruim.

□ **IVA - Índice de Proteção da Vida Aquática**

Para visualizar os parâmetros que influenciaram no IVA quando classificado nas categorias Regular e Ruim, é apresentado o gráfico a seguir.

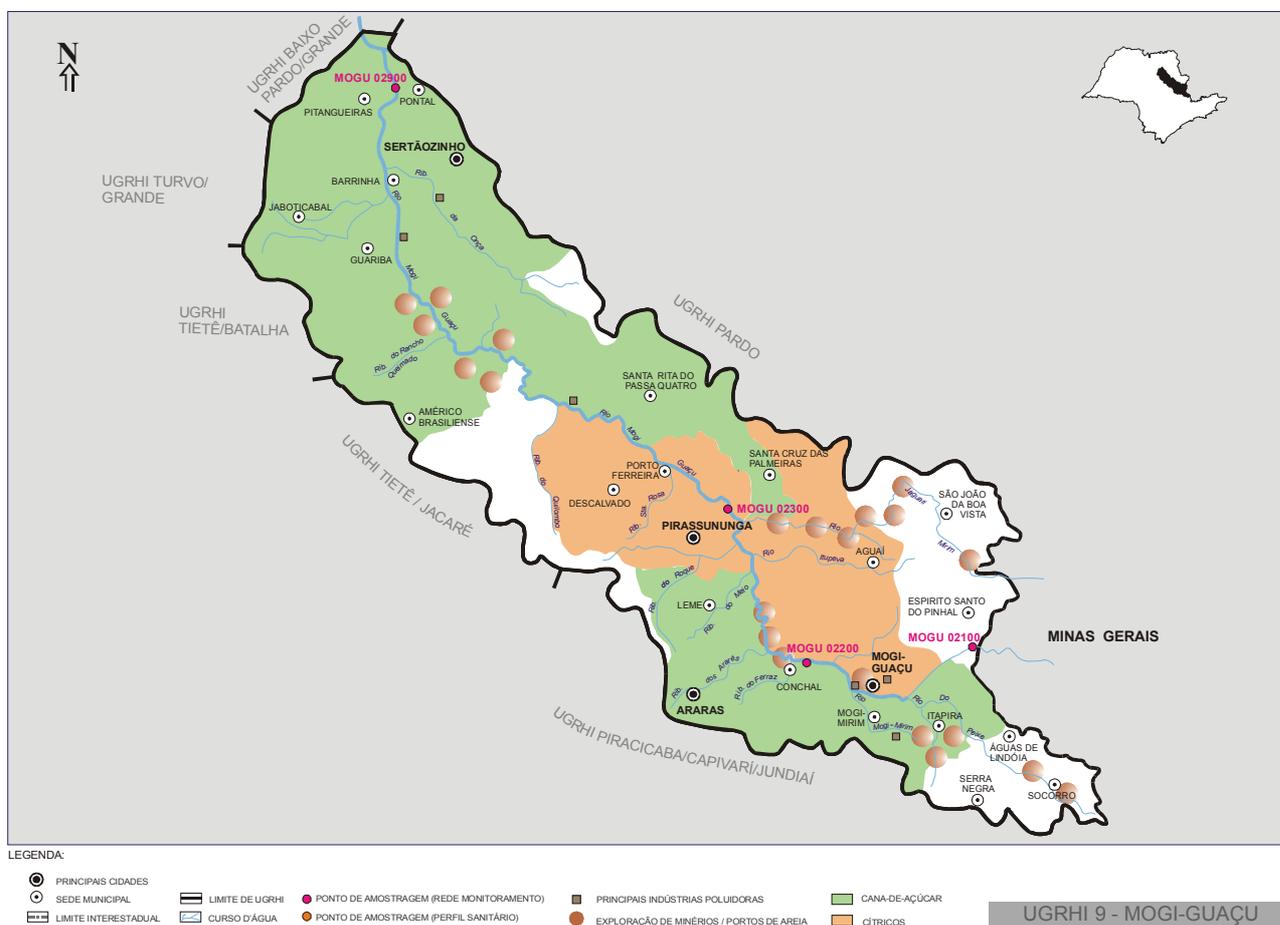


□ **IET – Índice do Estado Trófico**

Com relação ao Rio Grande, as médias mensais do índice de estado trófico, para este local, indicaram predominantemente estado oligotrófico, portanto não eutrofizado, no entanto para o Rio Sapucaí-Mirim, nos meses de junho, agosto e dezembro, o índice de estado trófico indicou eutrofização sendo decorrente da carga de fósforo total, desse ambiente.

**7.9 UGRHI 09 – Mogi-Guaçu**

A Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos 09 é composta por 38 municípios. A seguir, apresenta-se o mapa esquemático desta UGRHI contendo os seus principais corpos de água, municípios, atividades agrícolas e indústrias poluidoras, bem como a localização dos pontos de amostragem.



### 7.9.1 Caracterização da UGRHI

Área de drenagem	14.653 km <sup>2</sup> .
Constituinte principal	Rio Mogi-Guaçu (320 km).
Usos do solo	Atividades agrícola, pastoril, granjeira, urbana e industrial. A atividade agrícola caracteriza-se pelo predomínio das culturas de cana-de-açúcar, café, citrus, milho e algodão. Ocorrem também áreas de pastagens. A Lei Estadual N.º 7.641/91 estabelece a proteção ambiental das bacias dos Rios Pardo, Mogi Guaçu e Médio Grande apresentando critérios para o uso e a ocupação do solo.
Usos da água	Abastecimento público e industrial; Afastamento de efluentes domésticos e industriais e Irrigação de plantações.
Principais atividades industriais	Indústrias alimentícias (fecularias, laticínios, frigoríficos e matadouros), usinas, engenhos e destilarias, curtumes, papel e celulose e metalúrgicas.

#### □ Carga orgânica poluidora

Município	Concessão	População Censo 2000		Atendimento		Carga Poluidora kg DBO/dia		Corpo Receptor
		Total	Urbana	Coleta %	Tratam. %	Potencial	Remanesc.	
Aguai	PM	28.161	24.674	76	0	1332,40	1332,40	Cór. Itupeva
Águas da Prata	Sabesp	7.087	6.037	98	100	326,00	70,42	Rib. do Quartel
Águas de Lindóia	PM	16.191	15.464	100	40	835,06	567,84	Rib. do Barreiro
Américo Brasiliense	PM	28.293	27.653	92	0	1493,26	1493,26	Cór. Mamendu e Xavier
Araras	SAEMA	104.205	97.876	100	100	5285,30	1057,06	Rio das Araras
Barrinha	SAAE	24.207	23.944	75	0	1292,98	1292,98	Cór. Jatobá
Conchal	PM	22.634	20.254	84	0	1093,72	1093,72	Rib. Conchal
Descalvado	SAAE	28.972	24.190	100	0	1306,26	1306,26	Rib. Bonito
Dumont	DAE	6.306	5.869	100	0	316,93	316,93	Cór. Dumont
Engenheiro Coelho	PM	10.025	7.004	100	0	378,22	378,22	Rib. Guaiaguica
Espírito Santo do Pinhal	Sabesp	40.410	34.681	100	100	1872,77	374,55	Rib. dos Porcos
Estiva Gerbi	PM	8.859	7.646	87	0	412,88	412,88	Rib. Anhumas e Córrego Ipê
Guariba	Sabesp	31.056	30.194	100	100	1630,48	326,10	Cór. Guariba
Guataporá	DAE	6.372	4.145	100	8	223,83	209,50	Rio Mogi-Guaçu
Itapira	SAE	63.691	58.360	92	100	3151,44	831,98	Rib. dos Penhas
Jaboticabal	SAEJ	67.389	63.821	100	2	3446,33	3391,19	Cór. Jaboticabal
Leme	SAECIL	80.641	77.771	95	0	4199,63	4199,63	Rib. do Meio
Lindóia	PM	5.310	4.704	46	0	254,02	254,02	Rio do Peixe
Luís Antônio	DAE	7.155	6.552	100	100	353,81	70,76	Rio da Onça
Mogi-Guaçu	SAE	124.134	116.117	85	71	6270,32	3243,01	Rio Mogi-Guaçu
Mogi-Mirim	SEMAE	81.372	73.025	80	0	3943,35	3943,35	Rio Mogi-Mirim
Motuca	PM	3.872	2.443	100	0	131,92	131,92	Cór. Simão
Pirassununga	SAEP	64.853	57.592	100	0	3109,97	3109,97	Rib. do Ouro
Pitangueiras	DAE	31.116	29.264	88	0	1580,26	1580,26	Cór. Pitangueiras
Pontal	DAE	29.656	28.560	83	0	1542,24	1542,24	Cór. Machado
Porto Ferreira	PM	47.278	45.407	93	0	2451,98	2451,98	Rio Mogi-Guaçu
Pradópolis	DAE	12.906	11.868	100	100	640,87	128,17	Rio Mogi-Guaçu
Rincão	PM	10.329	8.257	100	0	445,88	445,88	Cór. Paciente
Santa Cruz da Conceição	PM	3.524	1.928	70	0	104,11	104,11	Rib. do Roque
Santa Cruz das Palmeiras	PM	25.554	24.026	100	0	1297,40	1297,40	Cór. Pessegueiro
Santa Lúcia	PM	7.856	7.049	100	0	380,65	380,65	Cór. Monjolinho
Santa Rita do Passa Quatro	DAE	26.268	22.632	86	0	1222,13	1222,13	Cór. do Marinho e Capituva
Santo Antônio do Jardim	Sabesp	6.152	3.272	94	100	176,69	43,82	Rib. Santa Bárbara
São João da Boa Vista	Sabesp	77.213	71.594	100	100	3866,08	773,22	Rio Jaguari Mirim
Serra Negra	Sabesp	23.838	20.588	78	0	1111,75	1111,75	Rib. Serra Negra
Sertãozinho	DAE	94.650	90.517	89	0	4887,92	4887,92	Cór. Sul
Socorro	Sabesp	32.626	20.934	86	0	1130,44	1130,44	Rio do Peixe
Taquaral	DAE	2.722	2.581	100	40	139,37	94,77	Cór. da Vala / Cór. Fundo das Cruzes

### 7.9.2 Monitoramento da Qualidade das Águas

#### □ Descrição dos Pontos de Amostragem

Ponto de Amostragem	Latitude (S)	Longitude (O)	Corpo de água	Localização
MOGU02100	22°15'48"	46°43'15"	Rio Mogi-Guaçu	Ponte na rodovia que liga Pinhal a Jacutinga em Minas Gerais
MOGU02200	22°17'33"	47°07'35"		Ponte na rodovia que liga Leme a Conchal, em Pádua Sales
MOGU02300	21°56'23"	47°19'03"		Junto à captação da ETA da Academia da Força Aérea, em Pirassununga
MOGU02900	21°01'13"	48°10'45"		Ponte na rodovia que liga Sertãozinho a Pitangueiras

### 7.9.3 Resultados

#### □ Índices

##### IQA

Código do Ponto	Corpo de água	fev	abr	jun	ago	out	dez	Média
MOGU02100	Rio Mogi-Guaçu	49	67	61		64	66	61
MOGU02200		60	64	56		63	58	60
MOGU02300		66	63	64		70	61	65
MOGU02900		64	61	62	56	54	60	59

QUALIDADE: ■ ÓTIMA ■ BOA ■ ACEITÁVEL ■ RUIM ■ PÉSSIMA

##### IAP

Código do Ponto	Corpo de água	fev	abr	jun	ago	out	dez	Média
MOGU02100	Rio Mogi-Guaçu	34	64	59		61	57	55
MOGU02200		50	59	54		58	55	55
MOGU02300		54		61			11	42
MOGU02900		55	53	60	50	51	54	54

QUALIDADE: ■ ÓTIMA ■ BOA ■ REGULAR ■ RUIM ■ PÉSSIMA

##### IVA

Código do Ponto	Corpo de água	fev	abr	jun	ago	out	dez	Média
MOGU02100	Rio Mogi-Guaçu	5,2	3,4			3,4	3,2	3,8
MOGU02200		4,2	3,4	5,4		3,2	5,4	4,3
MOGU02300		3,2	5,4	6,4	3,4	4,2	4,2	4,5
MOGU02900		4,2	5,4	4,2	4,2	5,4	4,2	4,6

QUALIDADE: ■ ÓTIMA ■ BOA ■ REGULAR ■ RUIM ■ PÉSSIMA

##### IET

Código do Ponto	Corpo de água	fev	abr	jun	ago	out	dez	Média
MOGU02100	Rio Mogi-Guaçu	75	13			33	51	43
MOGU02200		63	36	71		50	68	58
MOGU02300		45	60	85	1	69	62	54
MOGU02900		60	64	67	67	55	60	62

LEGENDA: ■ OLIGOTRÓFICO ■ MESOTRÓFICO ■ EUTRÓFICO ■ HIPEREUTRÓFICO



Com relação aos metais pesados, o trecho de Pirassununga (MOGU02300) acusou, em 2002, uma elevação das porcentagens de resultados não conformes para níquel, cádmio e mercúrio, justificando uma ação de controle com vistas a identificar eventuais fontes desses metais.

#### □ **Resultados de Mutagenicidade**

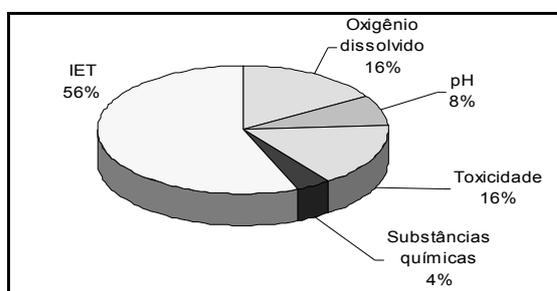
Não foi detectada atividade mutagênica no ponto amostrado, nas condições dos ensaios.

#### □ **IAP - Índice de Qualidade de Água Bruta para fins de Abastecimento Público**

Toda extensão do Rio Mogi Guaçu apresentou qualidade Boa para o abastecimento público, em 2002, de acordo com o IAP.

#### □ **IVA - Índice de Proteção da Vida Aquática**

Para visualizar os parâmetros que influenciaram no IVA quando classificado nas categorias Regular e Ruim, é apresentado o gráfico a seguir.



#### □ **IET – Índice do Estado Trófico**

Para o Rio Mogi-Guaçu, nos meses onde as médias indicaram nível eutrófico, esta condição está relacionada com a carga de fósforo total.

## 7.10 UGRHI 10 – Sorocaba/Médio Tietê

A Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos 10 é composta por 33 municípios. Para facilitar a apresentação dos resultados da Rede de Monitoramento de Qualidade das Águas Interiores, adotou-se a subdivisão por bacias hidrográficas para a avaliação da qualidade das águas desta UGRHI, conforme segue:

- Bacia do Rio Tietê Médio-Superior
- Bacia do Rio Sorocaba

A carga orgânica poluidora, gerada pelos 33 municípios inseridos nesta UGRHI, é apresentada na tabela a seguir.

Município	Concessão	População Censo 2000		Atendimento		Carga Poluidora kgDBO/dia		Corpo Receptor
		Total	Urbana	Coleta %	Tratam. %	Potencial	Remanesc.	
Alambari	Sabesp	3.668	2.447	57	100	132	72	Rio Alambari
Alumínio	Sabesp	15.249	13.726	81	0	741	741	Rio Piragibu e Rib. Varjão
Anhembi	Sabesp	4.537	3.266	94	0	176	176	Cór. do Matadouro
Araçariguama	Sabesp	11.135	7.221	64	0	390	390	Rib. Araçariguama
Araçoiaba da Serra	Sabesp	19.767	13.681	80	85	739	337	Cór. Vacario
Bofete	Sabesp	7.355	5.229	92	100	282	75	Cór. Do Tanque
Boituva	Sabesp	34.190	32.360	68	72	1747	1063	Cór. Pau D'Alho e Cór. Vercelino
Botucatu	Sabesp	108.112	103.793	92	2	5605	5522	Cór. Lavapés, Água Fria, Tanquinho e Antártica
Cabreúva	Sabesp	33.086	25.752	65	96	1391	696	Rib. Pirai (Afluente do Rio Jundiá)
Capela do Alto	Sabesp	13.980	10.850	65	81	586	339	Cór. Olaria



### 7.10.1.1 Caracterização da Bacia

Área de drenagem	7. 079 km <sup>2</sup> .
Constituintes principais	Rio Tietê, desde a saída do Reservatório de Pirapora até a barragem de Barra Bonita, numa extensão de aproximadamente 270 km.
Usos do solo	<p>Áreas urbanas, onde se concentram mais de 400.000 habitantes</p> <p>Da área rural da bacia, cerca de 22% encontra-se com plantações de cana-de-açúcar, café, citrus, hortaliças e frutas, 31% está ocupada por pastagens cultivadas e 22% por pastagens naturais. O restante da área corresponde a matas, capoeiras e reflorestamento, além de atividades granjeiras e</p> <p>Na bacia localizam-se as Áreas de Proteção Ambiental de Corumbataí - Perímetro Corumbataí, Tietê, Jundiá e Cabreúva, declaradas como tais por Decretos Estaduais.</p>
Usos da água	<p>Abastecimento público;</p> <p>Afastamento de efluentes domésticos;</p> <p>Recreação;</p> <p>Abastecimento industrial e</p> <p>Lançamentos em suas águas de efluentes industriais.</p>
Principais atividades industriais	Existem aproximadamente 1.020 indústrias nesta bacia, mas apenas 10% apresentam potencial significativo de poluição às águas, destacando-se indústrias têxteis, alimentícias, de papel e papelão, abatedouros, engenhos e uma usina de açúcar e álcool.

### 7.10.1.2 Monitoramento da Qualidade das Águas

#### □ Descrição dos Pontos de Amostragem

Ponto de Amostragem	Latitude (S)	Longitude (O)	Corpo de água	Localização
TIRG02900	23°23'08"	47°01'50"	Res. de Rasgão	Próximo às comportas
TIET02350	23°11'57"	47°19'26"	Rio Tietê	A cerca de 300 m da ponte da rodovia do Açúcar (SP-308), na Fazenda Santa Isabel
TIET02400	23°05'12"	47°40'41"		Ponte na rodovia SP-113, que liga Tietê a Capivari, em Tietê
TIET02450 (*)	22°57'25"	47°49'23"		Ponte na estrada para a fazenda Santo Olegário, em Laranjal Paulista
TIBT02500	22°40'24"	48°14'27"	Braço do Tietê	Ponte na rod. SP-191, que liga Santa Maria da Serra a São Manoel
TIBB02100	22°36'18"	48°21'37"	Res. Barra Bonita	No meio do corpo central, a jusante da confluência dos braços dos Rios Tietê e Piracicaba
TIBB02700	22°33'22"	48°27'14"		No meio do corpo central, no córrego Araquazinho

(\*): Estação Automática de Monitoramento

### 7.10.1.3 Resultados

#### □ Índices

##### ■ IQA

Código do Ponto	Corpo de água	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	Média
TIRG02900	Res. de Rasgão	19		24		18		14		22		19		19
TIET02350	Rio Tietê						35				34		41	37
TIET02400		25	43	26	41	34	17		31					
TIET02450		32	47	24	41	38	25		35					
TIBT02500	Braço do Tietê	65	78	71	51	58	45		61					
TIBB02100	Res. Barra Bonita	88	82	90	86	82	72		83					
TIBB02700		62	67	89	86	65	67		73					

QUALIDADE: ÓTIMA BOA ACEITÁVEL RUIM PÉSSIMA

##### ■ IAP

Código do Ponto	Corpo de água	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	Média
-----------------	---------------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-------

Código do Ponto	Corpo de água	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	Média
TIRG02900	Res. de Rasgão	17		19		17		2		20		17		15
TIET02350	Rio Tietê						33				30		33	32
TIET02400		18		29		0		39		32		10		21
TIET02450		21		36		1		39		36		21		26
TIBT02500		Braço do Tietê	32		74		71		51		58		44	
TIBB02100	Res. Barra Bonita	88		79		87		86		82		72		82
TIBB02700		62		67		87		43		65		67		65

QUALIDADE: ÓTIMA BOA REGULAR RUIM PÉSSIMA

### IVA

Código do Ponto	Corpo de água	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	Média
TIRG02900	Res. de Rasgão	11,2		11,2		11,2		14,8		11,2		11,2		11,8
TIET02350	Rio Tietê		5,2		5,2		6,4		5,2		8,8		5,2	6,0
TIET02400		7,6		11,2		10,2		6,6		10,2				9,2
TIET02450		6,4		8,8		11,2		6,4		7,6		11,2		8,6
TIBT02500		Braço do Tietê	6,4		4,2		5,4		7,6		5,2		11,2	
TIBB02100	Res. Barra Bonita	3,2		5,4		3,2		3,2		5,4		5,4		4,3
TIBB02700		5,4		7,8		4,2		4,4		5,4		5,4		5,4

QUALIDADE: ÓTIMA BOA REGULAR RUIM PÉSSIMA

### IET

Código do Ponto	Corpo de água	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	Média
TIRG02900	Res. de Rasgão	100		91		107		111		99		101		102
TIET02350	Rio Tietê		82		80		95		98		95		93	90
TIET02400		80		83		68		71		69				74
TIET02450		91		85		90		99		95		94		92
TIBT02500		Braço do Tietê	90		65		67		76		74		75	
TIBB02100	Res. Barra Bonita	52		59		54		49		71		68		59
TIBB02700		68		57		54		50		68		64		60

LEGENDA: OLIGOTRÓFICO MESOTRÓFICO EUTRÓFICO HIPEREUTRÓFICO

### Parâmetros Sanitários – valores médios

Código do Ponto	Parâmetros																					
	Conduktiv.		TURB		NO <sub>2</sub>		NO <sub>3</sub>		NH <sub>3</sub>		OD		DBO <sub>5,20</sub>		RF		Surfac.		PT		CT	
	Média 1999-2002	Média 2000-2001	Média 1999-2002	Média 2000-2001	Média 1992-2001	Média 2002	Média 1999-2002	Média 2002	Média 1999-2002	Média 2002	Média 1999-2002	Média 2002	Média 1999-2002	Média 2002	Média 1992-2001	Média 1992-2001						
TIRG02900	443	416	15	25	0,024	0,326	0,24	0,99	12,09	9,14	0,1	1,0	39	23	235	223	2,12	1,07	1,575	1,258	6,3E+05	1,5E+06
TIET02350	489	391	40	38	0,216	0,582	1,36	1,18	9,49	7,73	5,8	6,3	14	16	325	228	0,91	0,56	0,734	1,009	3,9E+04	2,7E+05
TIET02400	417	361	70	40	0,705	0,679	5,34	2,58	10,18	6,84	1,9	2,2	26	16	215	205	0,15	0,2	0,917	1,058	3,1E+03	2,0E+05
TIET02450	345	323	81	45	1,152	0,970	7,98	1,15	7,80	5,43	2,7	3,0	19	15	201	213	0,10	0,12	0,782	0,744	7,2E+03	3,0E+04
TIBT02500	302	296	5	12	0,325	0,211	3,30	0,72	2,07	4,82	5,1	5,0	13	9	214	172	0,15	0,08	0,404	0,210	5,2E+00	3,5E+02
TIBB02100	194	210	3	11	0,070	0,256	2,75	2,09	0,29	0,99	7,0	7,1	6	7	154	160	0,10	0,08	0,105	0,108	1,4E+00	1,9E+01
TIBB02700	205	186	8	11	0,057	0,171	2,11	1,53	0,06	0,13	9,9	7,6	4	3	147	144	0,09	0,07	0,082	0,060	2,4E+00	5,2E+02

- pH, Fenol e Metais – resultados não conformes com os padrões de qualidade de água estabelecidos pela Resolução CONAMA 20/86

Código do Ponto	Parâmetros																																								
	pH				Fenóis				Al				Mn				Ni				Cu				Zn				Cd				Hg				Pb				
	NC 2002	NT 2002	% NC 2002	% NC 1992 - 2001	NC 2002	NT 2002	% NC 2002	% NC 1992 - 2001	NC 2002	NT 2002	% NC 2002	% NC 1992 - 2001	NC 2002	NT 2002	% NC 2002	% NC 1992 - 2001	NC 2002	NT 2002	% NC 2002	% NC 1992 - 2001	NC 2002	NT 2002	% NC 2002	% NC 1992 - 2001	NC 2002	NT 2002	% NC 2002	% NC 1992 - 2001	NC 2002	NT 2002	% NC 2002	% NC 1992 - 2001	NC 2002	NT 2002	% NC 2002	% NC 1992 - 2001					
TIRG02900	0	6	0	0	4	4	100	96	6	6	100	100	6	6	100	97	2	6	33	50	1	6	17	24	1	6	17	6	0	6	0	13	4	6	67	12					18
TIET02350	0	4	0	0				76	6	6	100	100	6	6	100	95	1	6	17	34	0	6	0	11	0	6	0	7	0	6	0	13	2	6	33	16					9
TIET02400	0	6	0	0	2	2	100	73	6	6	100	100	6	6	100	97	2	6	33	39	3	6	50	27	1	6	17	7	0	6	0	15	3	6	50	20					7
TIET02450	0	6	0	0				65	6	6	100	100	6	6	100	100	0	6	0	26	2	6	33	15	0	6	0	6	0	6	0	7	4	6	67	11					2
TIBT02500	0	6	0	2				61	2	6	33	77	2	6	33	60	0	6	0	6	0	6	0	2	0	6	0	0	1	6	17	11	5	6	83	5					0
TIBB02100	0	6	0	0	1	1	100	67	3	6	50	76	1	6	17	6	1	6	17	12	0	6	0	0	0	6	0	0	0	6	0	0	3	6	50	17					6
TIBB02700	4	6	67	8				42	2	6	33	48	1	6	17	2	1	6	17	9	0	6	0	2	0	6	0	0	0	6	0	4	4	6	67	0					4

NC: Número de Resultados Não Conformes  
NT: Número Total de Resultados Considerados

### 7.10.1.4 Considerações

#### Rio Tietê e Reservatório de Barra Bonita

O Médio Tietê compreende o trecho situado entre as cidades de Pirapora do Bom Jesus e Laranjal Paulista. A DBO<sub>5,20</sub> é um indicador da quantidade de matéria orgânica biodegradável presente na água. O maior valor da DBO<sub>5,20</sub> encontra-se no trecho inicial do Médio Tietê, evidenciando assim que os poluentes recebidos na RMSF consistem na principal fonte de degradação da qualidade das águas do Médio Tietê.

Em 2002, as águas dos Rios Capivari e Sorocaba influenciaram positivamente a qualidade do Rio Tietê, uma vez que esses rios apresentaram menores valores médios para os parâmetros sanitários do que o ponto TIET02450, localizado imediatamente a jusante das descargas destas duas sub-bacias.

Os valores médios de nitrato em 2002, do trecho do Rio Tietê entre Tietê e Laranjal Paulista, apresentaram-se bastante superiores às médias históricas, retratando uma mudança no perfil de consumo da matéria orgânica nitrogenada.

A turbidez do Rio Tietê indica um aumento de seus valores médios no trecho entre Pirapora e Laranjal Paulista. No ponto TIBT02500, localizado no meio do Braço do Tietê, existe um decaimento dos valores de turbidez. Como a turbidez se correlaciona com a presença de sólidos suspensos, tal fato indica que esse material deve ficar retido no início do Braço do Tietê, podendo estar causando seu assoreamento.

O Rio Tietê ao atingir o Reservatório de Barra Bonita tem o seu regime hídrico alterado de lótico para lântico, acarretando um decaimento dos níveis médios de coliformes termotolerantes no Braço do Tietê, o que também indica que não existe uma contribuição expressiva de esgotos domésticos ao longo deste braço.

A qualidade das águas do Reservatório de Barra Bonita é bastante influenciada pelos seus dois principais formadores, Rios Tietê e Piracicaba. Como este reservatório apresenta uma grande capacidade assimilativa, característica de ambientes lânticos, ele representa um importante papel na recuperação da qualidade das águas do Rio Tietê.

Um dos principais problemas do Reservatório de Barra Bonita consiste na eutrofização de suas águas. O excesso de nutrientes é um dos motivos que favorece o crescimento acelerado de algas. Nota-se um gradiente de melhora na qualidade das águas ao longo do corpo central do reservatório.

Pode-se observar que o Braço do Rio Tietê (TIBT02500) caracterizou a região do reservatório, onde as concentrações dos nutrientes estiveram mais elevadas. Pode-se assim considerar que a bacia do Tietê consiste na principal fonte de nutrientes para o interior do Reservatório de Barra Bonita.

As porcentagens de resultados não conformes para níquel e cobre no trecho inicial do Médio Tietê estão fortemente relacionados à contribuição da RMSP. No Reservatório de Barra Bonita, os resultados não conformes de níquel podem estar associados ao uso de insumos agrícolas à base deste metal, uma vez que em sua bacia de drenagem tem-se uma forte ocupação agrícola.

O mercúrio manteve-se superior ao padrão de qualidade Classe 2 em toda a extensão do Médio Tietê. As porcentagens de resultados não conformes em 2002 mostraram-se bastante superiores às porcentagens do período compreendido entre 1992 e 2001.

## **7.10.2 Bacia do Rio Sorocaba**

### **7.10.2.1 Caracterização da Bacia**

---

<i>Área de drenagem</i>	5.020 km <sup>2</sup> .
<i>Constituintes principais</i>	Rio Sorocaba, percorrendo cerca de 80 km até atingir a margem esquerda do Rio Tietê e Rios Pirajibu, Ipanema, Tatuí e Sarapuí.
<i>Reservatórios</i>	Itupararanga (Rio Sorocaba).
<i>Usos do solo</i>	25% da bacia está coberto por mata natural, 4,5% por cerrados e cerradões, 7,5% por reflorestamento, 32,5% por pastagens (mais da metade cultivada) e policultura variada, com destaque para o milho e a cana-de-açúcar e extração mineral, além do uso urbano e industrial.
<i>Usos da água</i>	Abastecimento público e industrial, Afastamento de efluentes domésticos e industriais e Irrigação de plantações.
<i>Principais atividades industriais</i>	Indústrias têxteis, alimentícias, metalúrgicas, mecânicas, químicas, engenhos e curtumes.

---

## Outras informações

Reservatório de Itupararanga

Este reservatório é formado pela junção dos Rios Una, Sorocamirim e Sorocabaçu, abastecidos pelos lençóis freáticos da Serra de Paranapiacaba e possui uma extensão aproximada de 40 Km. Pertence à bacia hidrográfica da represa de Itupararanga ou sub-bacia do Alto Sorocaba, cuja área abrange parcialmente os seguintes municípios: Votorantim, Piedade, Ibiúna, Vargem Grande Paulista, Cotia, São Roque, Mairinque e Alumínio.

O Reservatório de Itupararanga foi construído pela LIGHT para gerar energia elétrica e entrou em operação em 1912. Está localizado no alto curso do Rio Sorocaba, que é o maior afluente do Rio Tietê pela margem esquerda e situa-se na sub-área conhecida por Médio-Tietê, da qual é a segunda maior bacia hidrográfica (a primeira é a bacia do Piracicaba). A bacia do Rio Sorocaba possui uma área de drenagem de 5.296km<sup>2</sup>, seu desenvolvimento se faz no sentido Sul-Leste, apresenta um comprimento aproximado de 120 Km e uma largura média de 50 quilômetros. A represa de Itupararanga controla uma área de drenagem de 913 quilômetros quadrados (ocupando parcialmente os municípios já citados), tendo aproximadamente 26 Km de canal principal e 160 Km de margens.

O reservatório abastece os municípios de Sorocaba, Mairinque, São Roque, Ibiúna, Votorantim e Alumínio, atendendo a uma população em torno de 600.000 habitantes, o que representa o abastecimento público cerca de 63% da população da bacia do Rio Sorocaba. A região é relativamente pobre em mananciais subterrâneos, o que torna a preservação desta área para conservação de recursos hídricos superficiais ainda mais importante. Entretanto, a região vem sofrendo pressões ambientais decorrentes de vários usos e formas de ocupação do solo como: loteamentos de recreio, uso agrícola muito intenso, mineração de areia em grande volume.

Os principais formadores do Sorocaba, os Rios Sorocamirim e Sorocabaçu formam a represa de Itupararanga, e provavelmente nas áreas de drenagem destes dois rios se concentram os maiores problemas ambientais do local. Seu uso agrícola é intenso, constando basicamente de pequenos proprietários (em média 4,5 alqueires) que se dedicam ao cultivo de morango, cebola, batata, tomate e outras olerícolas. Estas culturas são conhecidas como grandes consumidoras de pesticidas, sendo que em geral são irrigadas. As margens da represa de Itupararanga além do uso agrícola estão sendo grandemente ocupadas por empreendimentos imobiliários, como chácaras e casas de recreio, o que representa a médio prazo um problema significativo para a qualidade da água. Além de representar um manancial ainda com boa qualidade de água em sua maior parte, ela possui principalmente em sua margem direita grande porção contínua de vegetação, importante como remanescente vegetal e refúgio de fauna.

Devido à intensa atividade de mineração de areia na região, supõe-se que esteja ocorrendo altos níveis de assoreamento principalmente nas cabeceiras do reservatório. O uso indiscriminado de irrigação e o desmatamento ciliar também contribuem para o assoreamento dos corpos de água na região. O uso abusivo de agrotóxicos pode causar danos à saúde dos consumidores e outros usuários dessas águas.

A situação observada no reservatório, é resultado das principais atividades que comprometem a qualidade ambiental e as águas da represa de Itupararanga:

- Loteamentos que desconsideram critérios ambientais em sua implantação (tais como tratamento de esgotos, manejo adequado do solo e desmatamentos);
- Intensa atividade de mineração (areia);
- Uso intenso de água para irrigação;
- Utilização indiscriminada de agrotóxicos;
- Falta de zoneamento territorial que discipline uso e ocupação do solo,.

Com intuito de preservar a qualidade sanitária e avaliar a qualidade dessas águas para as atividades recreacionais, a CETESB iniciou o programa de balneabilidade das praias da represa de Itupararanga foi caracterizado no final de 1998 e foi implantado a partir de 1999.

### 7.10.2 Monitoramento da Qualidade das Águas

□ *Descrição dos Pontos de Amostragem*

■ Rede Monitoramento

Ponto de amostragem	Latitude (S)	Longitude (O)	Corpo de água	Localização
SOIT02100	23°36'29"	47°17'51"	Res. Itupararanga	No meio do corpo central, em frente a praia do Escritório
SOIT02900	23°36'47"	47°24'06"		Próximo à barragem, na estr. que liga Ibiúna a Votorantim
SORO02100	23°28'42"	47°26'38"	Rio Sorocaba	Ponte do Pinga – Pinga, na Av. Marginal, em Sorocaba
SORO02200	23°24'30"	47°28'48"		Ponte na estrada municipal que liga Sorocaba à rodovia Castelo Branco, em Itavuvu
SORO02700	23°10'21"	47°47'47"		Rio Sorocaba na captação do município de Cerquilha
SORO02900	23°01'22"	47°49'11"		Ponte na estrada que liga Laranjal Paulista à Entre Rios
IPAN02500	23°24'00"	47°35'36"	Córrego Ipanema	Ponte no km 12,5 da estrada que liga Sorocaba à Iperó

■ Balneabilidade (monitoramento mensal)

Reservatório	Praia / Local de Amostragem	Latitude (S)	Longitude (O)	Município
Itupararanga	Cube ACM de Sorocaba	23°37'24.5"	47°24'05.7"	Votorantim
	Praia do Escritório	23°38'06.1"	47°24'05.7"	Ibiúna
	Prainha do Piratuba	23°36'23.3"	47°17'43.9"	Ibiúna

## 7.10.2.3 Resultados

## □ Índices

## IQA

Código do Ponto	Corpo de água	jan	mar	mai	jul	set	nov	Média
SOIT02100	Res. Itupararanga	91	88	90	90	92	91	90
SOIT02900		90	91	86	90	93	86	89
SORO02100	Rio Sorocaba	31	25	35	31	48	28	33
SORO02200		40	37	31	42	29	34	35
SORO02700		50	47	48	47	56	68	53
SORO02900		48	56	40	59	53	52	51
IPAN02500	Córrego Ipanema	74	71	66	62	69	65	68

QUALIDADE: ÓTIMA BOA ACEITÁVEL RUIM PÉSSIMA

## IAP

Código do Ponto	Corpo de água	jan	mar	mai	jul	set	nov	Média
SOIT02100	Res. Itupararanga	84	87	90	89	92	91	89
SOIT02900		90		85	90		86	88
SORO02100	Rio Sorocaba	27	24	32	30	46	27	31
SORO02200		36	32	27	40	28	33	33
SORO02700		17		4	45		47	38
SORO02900		37	47	0	58	51	48	40
IPAN02500	Córrego Ipanema	68	66	62	60	67	60	64

QUALIDADE: ÓTIMA BOA REGULAR RUIM PÉSSIMA

## IVA

Código do Ponto	Corpo de água	jan	mar	mai	jul	set	nov	Média
SOIT02100	Res. Itupararanga	2,2	2,2	3,2	2,2	3,2	3,2	2,7
SOIT02900		4,4	2,2	3,2	2,2	2,2	3,4	2,9
SORO02100	Rio Sorocaba	11,2	11,2	8,8	8,8	4,2	11,2	9,2
SORO02200		10,2	6,6	7,6	6,6	7,6	7,6	7,7
SORO02700		4,4	5,4	3,4	5,4	5,4	4,2	4,7
SORO02900		5,2	4,2	6,4	4,2	5,2	5,2	5,1
IPAN02500	Córrego Ipanema	3,2	4,2	4,2	5,4	4,2	4,2	4,2

QUALIDADE: ÓTIMA BOA REGULAR RUIM PÉSSIMA

## IET

Código do Ponto	Corpo de água	jan	mar	mai	jul	set	nov	Média
SOIT02100	Res. Itupararanga	41	39	48	38	49	50	44
SOIT02900		44	41	50	36	41	37	42
SORO02100	Rio Sorocaba	87	85	92	87	74	86	85
SORO02200		71	74	82	72	77	78	76
SORO02700		52	55	38	63	61	71	57
SORO02900		76	73	116	72	76	76	82
IPAN02500	Córrego Ipanema	50	68	69	60	56	67	62

LEGENDA: OLIGOTRÓFICO MESOTRÓFICO EUTRÓFICO HIPEREUTRÓFICO

□ **Parâmetros Sanitários – valores médios**

Código do Ponto	Parâmetros																					
	Conduktiv.		TURB		NO <sub>2</sub>		NO <sub>3</sub>		NH <sub>3</sub>		OD		DBO <sub>5,20</sub>		RF		Surfac.		PT		CT	
	Méd 2002	Méd 1992-2001	Méd 2002	Méd 1992-2001	Méd 2002	Méd 1992-2001	Méd 2002	Méd 1992-2001	Méd 2002	Méd 1992-2001	Méd 2002	Méd 1992-2001	Méd 2002	Méd 1992-2001	Méd 2002	Méd 1992-2001	Méd 2002	Méd 1992-2001	Méd 2002	Méd 1992-2001	Méd 2002	Méd 1992-2001
SOIT02100	76	76	4	7	0,006	0,007	0,20	0,21	0,02	0,03	7,45	7,6	2	3	52	62		0,06	0,029	0,062	1,6E+00	0,0E+00
SOIT02900	78	73	4	5	0,005	0,006	0,20	0,21	0,02	0,07	7,72	7,4	2	3	50	59		0,09	0,030	0,054	2,5E+00	0,0E+00
SORO02100	178	158	31	27	0,213	0,100	2,62	0,46	2,10	1,37	3,22	3,9	14	14	107	107	0,98	0,31	0,495	0,379	3,9E+05	4,5E+06
SORO02200	147	180	38	32	0,091	0,126	1,60	0,48	1,20	1,20	1,98	1,6	5	7	89	122	0,30	0,2	0,245	0,290	6,3E+04	7,8E+05
SORO02700	140	169	50	18	0,151	0,108	1,82	1,25	0,93	1,45	4,43	4,4	7	9	101	114	0,12	0,11	0,280	0,257	9,0E+02	1,2E+03
SORO02900	143	143	48	38	0,114	0,151	1,73	1,19	0,36	0,23	5,75	6,7	7	5	112	126		0,05	0,837	0,181	4,3E+03	5,6E+04
IPAN02500	92	98	29	22	0,015	0,009	0,43	0,37	0,08	0,04	6,88	7,2	2	3	81	85		0,06	0,100	0,072	3,6E+02	1,9E+02

□ **pH, Fenol e Metais – resultados não conformes com os padrões de qualidade de água estabelecidos pela Resolução CONAMA 20/86**

Código do Ponto	Parâmetros																																							
	pH				Fenóis				Al				Mn				Ni				Cu				Zn				Cd				Hg				Pb			
	NC	NT	% NC	% NT	NC	NT	% NC	% NT	NC	NT	% NC	% NT	NC	NT	% NC	% NT	NC	NT	% NC	% NT	NC	NT	% NC	% NT	NC	NT	% NC	% NT	NC	NT	% NC	% NT	NC	NT	% NC	% NT				
SOIT02100	0	6	0	5					67	4	6	67	87	0	6	0	5	0	1	0	9	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
SOIT02900	0	6	0	0					50	4	6	67	88	1	6	17	0	0	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
SORO02100	0	6	0	0	5	5	100		85	6	6	100	95	3	6	50	42	0	6	0	9	0	6	0	7	0	6	0	4	1	6	17	10	4	6	67	7			
SORO02200	0	6	0	0					62	6	6	100	100	3	6	50	78	0	6	0	5	0	6	0	7	0	6	0	2	1	6	17	15	3	6	50	7			
SORO02700	1	6	17	0	1	1	100	100	100	6	6	100	100	4	6	67	70	0	6	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	6	33	0		
SORO02900	0	6	0	0	1	1	100	49	49	6	6	100	100	5	6	83	56	0	6	0	8	0	6	0	11	0	6	0	0	0	6	0	13	2	6	33	11			
IPAN02500	1	6	17	5				0	6	6	100	91	2	6	33	16	0	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	6	50	20				

NC: Número de Resultados Não Conformes  
NT: Número Total de Resultados Considerados

□ **Balneabilidade (amostragens mensais)**

Município	RESERVATÓRIO - LOCAL DE AMOSTRAGEM	2002	2001	2000	1999	1998	1997	1996	1995	1994	1993	1992	1991	1990	
Votorantim	Itupararanga - Clube da ACM de Sorocaba	8	5	143	4	1	1	1	1	1	1	1	168	11	10
Ibiuna	Itupararanga - Prainha do Escritório	20	1	78											
	Itupararanga - Prainha do Piratuba	3	1	37	1	38	1	1	1	1			128	10	36

**7.10.2.4 Considerações**

**Reservatório de Itupararanga / Rio Sorocaba / Córrego Ipanema**

A qualidade das águas do Reservatório de Itupararanga ainda se encontra bastante preservada, uma vez que em sua bacia de drenagem não existem fontes expressivas de poluição. As águas do Reservatório de Itupararanga (pontos SOIT02100 e SOIT02900) apresentaram uma condutividade típica de ambientes pouco impactados. O seu efluente forma o Rio Sorocaba.

Por outro lado, o trecho inicial do Rio Sorocaba apresentou forte comprometimento sanitário, indicando valores médios elevados de condutividade,  $DBO_{5,20}$ , nitrogênio amoniacal, fósforo total e coliformes termotolerantes. Os lançamentos de Votorantim e Sorocaba são as principais fontes de poluentes. A matéria orgânica carbonácea e nitrogenada acarretaram o consumo do oxigênio dissolvido das águas do Rio Sorocaba, atingindo no ponto SORO02200 um valor médio em 2002 inferior a 2,0 mg/L.

Já o trecho final do Rio Sorocaba apresentou um nível médio de oxigênio dissolvido próximo à saturação, indicando assim uma recuperação na qualidade de suas águas. Cabe ressaltar que, antes de sua foz, o Rio Sorocaba ainda recebe uma fonte expressiva de poluição, advinda do Rio Tatuí.

Em 2002, as concentrações médias de fluoreto mantiveram-se inferiores ao padrão de qualidade. Notou-se um valor extremamente elevado em julho de 2002 no ponto SORO02900. Esse ponto situa-se a jusante da ETA de Cerquilha.

Dentre as substâncias tóxicas, o Rio Sorocaba apresentou porcentagens de resultados não conformes expressivos para fenóis e mercúrio, notadamente em seu trecho inicial, onde se observa uma influência direta dos efluentes industriais de Votorantim e Sorocaba.

As águas do Córrego do Ipanema, afluente do Rio Sorocaba, ainda não se encontram degradadas por lançamentos de origem doméstica. Ressalta-se que os lançamentos do Complexo ARAMAR, responsável pelo processamento de material radioativo, não acusaram valores para as medidas de radioatividade alfa e beta superiores aos limites estabelecidos na Portaria 1469/2000 do Ministério da Saúde.

#### □ **Resultados de Mutagenicidade**

Não foi detectada atividade mutagênica, nas condições dos ensaios, em nenhum dos pontos amostrados.

#### □ **Resultados das Análises Microbiológicas e Parasitológicas**

##### **Rio Sorocaba, na captação do município de Cerquilha**

A *Giardia* foi detectada em três das 4 amostras analisadas nesse ponto, nos meses de janeiro, março, julho e setembro, em concentrações variáveis entre 0,2 a 2,1 cistos/L. As densidades de enterococos foram baixas, mas em algumas dessas amostras foram verificadas concentrações relativamente elevadas, da ordem de 1.000NMP/100mL, de coliformes termotolerantes, superando assim o valor de 1.000/100mL estabelecido pela Resolução CONAMA 20/86 para essas bactérias.

#### □ **Resultados de Balneabilidade**

Com base nos resultados obtidos no ano de 2002 para as praias do Reservatório de Itupararanga, pode-se dizer que as praias monitoradas não apresentaram alteração na qualidade de suas águas com relação aos anos anteriores, permanecendo com baixos níveis de *E. coli*. Desta forma, essas praias continuam sendo amostradas mensalmente.

#### □ **Resultados de Toxicidade (Bacias do Sorocaba e Médio Tietê)**

No que se refere à toxicidade, nos pontos TIET02400, SOIT02900 e TIBB02700 foram observados efeitos tóxicos crônicos a *Ceriodaphnia dubia* em águas provenientes de duas amostragens. Enquanto a toxicidade detectada no ponto TIBB02700, em novembro, pareceu estar associada à quantidade de cobre, nos demais pontos os efeitos tóxicos não se correlacionaram com os resultados das análises químicas efetuadas.

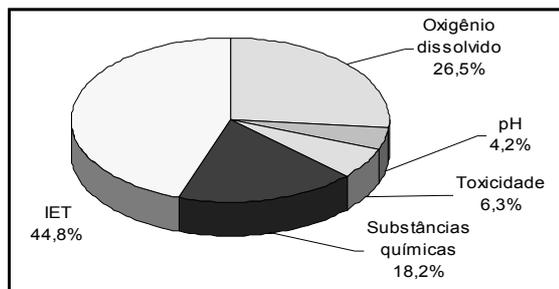
#### □ **IAP - Índice de Qualidade de Água Bruta para fins de Abastecimento Público (Bacias do Sorocaba e Médio Tietê)**

Apenas o Reservatório de Itupararanga apresentou qualidade Ótima, em 2002, para o abastecimento público, de acordo com o IAP. O trecho do Rio Sorocaba em Cerquilha teve sua qualidade enquadrada na categoria Boa.

Boa parte do Médio Tietê e o trecho de Sorocaba do Rio Sorocaba apresentaram qualidade Ruim, inviabilizando o seu uso para o abastecimento público.

□ ***IVA - Índice de Proteção da Vida Aquática (Bacias do Sorocaba e Médio Tietê)***

Para visualizar os parâmetros que influenciaram no IVA quando classificado nas categorias Regular, Ruim e péssimo, é apresentado o gráfico a seguir.

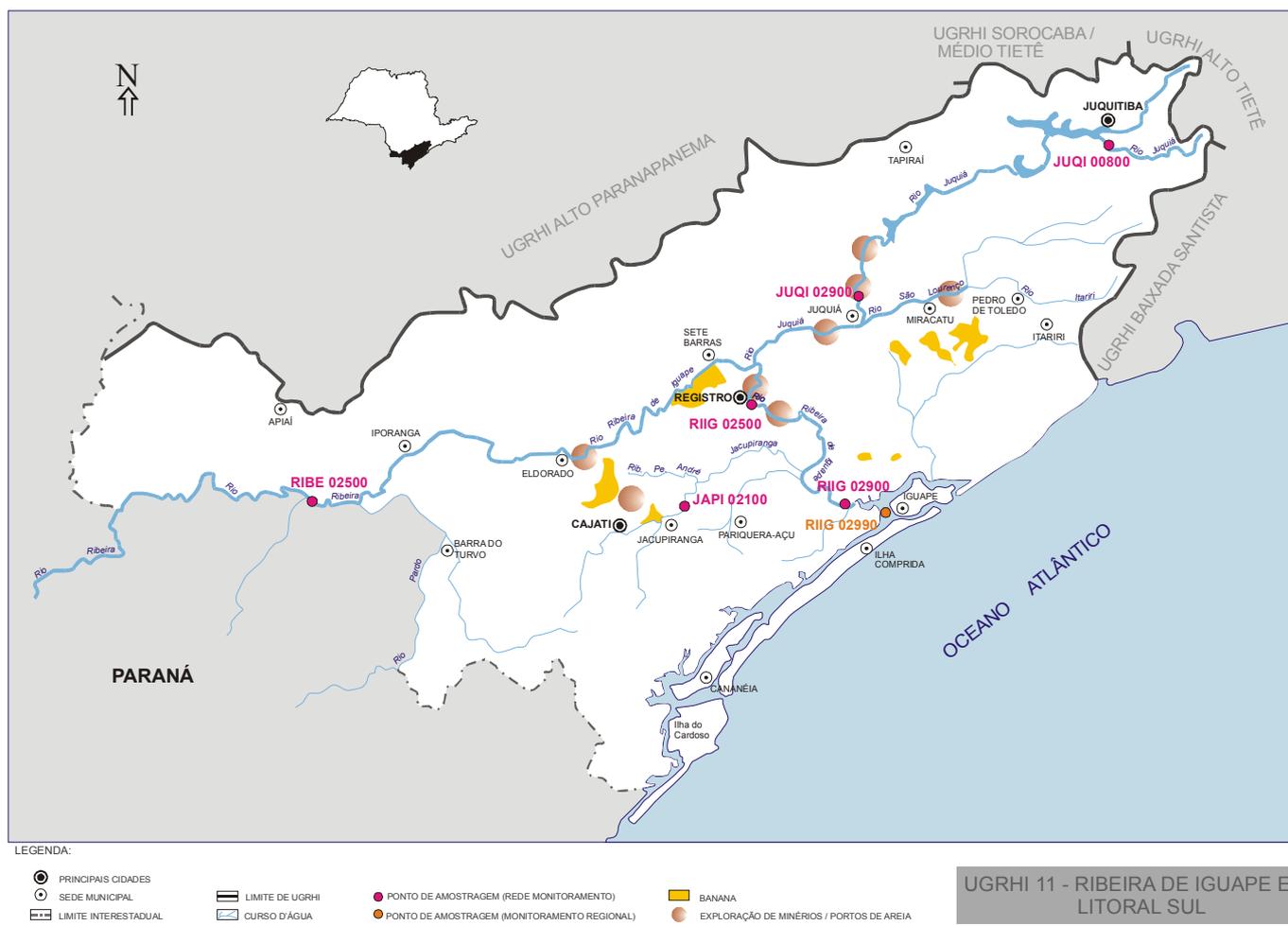


□ ***IET – Índice do Estado Trófico (Bacias do Sorocaba e Médio Tietê)***

Nesta UGRHI a maioria dos corpos d'água se apresentam em estágio já avançado ou em processo de eutrofização, evidenciado pela elevada carga de fósforo total e não pela concentração de clorofila a, pois estes ambientes são predominantemente lóticos.

## 7.11 UGRHI 11 – Ribeira de Iguape/Litoral Sul

A Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos 11 é composta por 23 municípios. A seguir, apresenta-se o mapa esquemático desta UGRHI contendo os seus principais corpos de água, municípios, atividades agrícolas e indústrias poluidoras, bem como a localização dos pontos de amostragem.



### 7.11.1 Caracterização da UGRHI

<b>Área de drenagem</b>	16.771 km <sup>2</sup> .
<b>Constituintes principais</b>	Rios Juquiá, Ribeira e Ribeira de Iguape, além dos rios que deságuam no mar, desde o município de Iguape até a divisa com o Estado do Paraná.
<b>Usos do solo</b>	Ocupação urbana e industrial, área agrícola com culturas de banana, chá e arroz. Nesta UGRHI, encontram-se a Área de Proteção Ambiental da Serra do Mar, os Parques Estaduais do Alto Ribeira e Jacupiranga, as Áreas de Proteção Ambiental de Cananéia-Iguape-Peruíbe e da Ilha Comprida e a Estação Ecológica da Juréia.
<b>Usos da água</b>	Abastecimento público, Afastamento de efluentes domésticos e Irrigação de plantações.
<b>Principais atividades industriais</b>	Indústrias alimentícias.

□ **Carga orgânica poluidora**

Município	Concessão	População Censo 2000		Atendimento		Carga Poluidora kgDBO/dia		Corpo Receptor
		Total	Urbana	Coleta %	Tratam. %	Potencial	Remanesc.	
Apiáí	Sabesp	27.136	16.639	69	0	899	899	Cór. Palmital e M. Clara
Barra do Chapéu	Sabesp	4.840	1.448	40	0	78	78	Rio Catas Altas
Barra do Turvo	Sabesp	8.107	2.879	71	94	155	72	Rio Pardo
Cajati	Sabesp	29.018	20.934	68	90	1130	577	Rio Jacupiranguinha
Cananéia	Sabesp	12.172	10.089	45	100	545	349	Mar Pequeno
Eldorado	Sabesp	13.884	6.726	86	100	363	113	Rio Ribeira de Iguape

Relatório de Qualidade das Águas Interiores do Estado de São Paulo – 2002

Iguape	Sabesp	27.343	21.889	60	100	1182	615	Rio Ribeira de Iguape
Ilha Comprida	Sabesp	6.608	6.608	12	100	357	323	Rio Candapuí
Iporanga	Sabesp	4.564	2.076	89	100	112	32	Rio Iporanga
Itaoca	Sabesp	3.231	2.179	30	0	118	118	Rio Itaoca
Itapirapuã Paulista	Sabesp	3.577	1.654	74	100	89	36	Rio dos Criminosos
Itariri	Sabesp	13.588	7.438	49	87	402	265	Rio do Azeite
Jacupiranga	Sabesp	16.995	10.020	90	90	541	190	Rio Jacupiranga
Juquiá	Sabesp	20.448	12.394	59	96	669	366	Rio Juquiá
Juquitiba	Sabesp	26.479	17.376	12	100	938	848	Rio São Lourenço
Miracatu	Sabesp	22.358	10.884	56	79	588	380	Rio São Lourenço
Pariquera-Açu	Sabesp	17.646	11.722	74	100	633	258	Rio Pariquera-Açu
Pedro de Toledo	Sabesp	9.178	6.153	50	100	332	199	Rio Itariri
Registro	Sabesp	53.505	42.853	68	98	2314	1080	Rio Ribeira de Iguape
Ribeira	Sabesp	3.507	1.007	74	0	54	54	Rio Ribeira de Iguape
São Lourenço da Serra	Sabesp	12.185	10.767	16	100	581	507	Rio São Lourenço
Sete Barras	Sabesp	13.669	4.651	100	99	251	52	Rio Ribeira de Iguape
Tapiraí	Sabesp	8.527	5.738	66	100	310	146	Ribeirão da Obra

## 7.11.2 Monitoramento da Qualidade das Águas

### □ Descrição dos Pontos de Amostragem

Ponto de Amostragem	Latitude (S)	Longitude (O)	MR/RM	Corpo de água	Localização
RIBE02500	24°39'11"	48°49'30"	RM	Rio Ribeira	3 Km de Itaoca, na estrada da Balsa, no município de Apiaí
RIIG02500	24°29'28"	47°50'18"	RM	Rio Ribeira de Iguape	Ponte na rodovia BR-116, em Registro
RIIG02900	24°41'43"	47°34'11"	RM		Em Valo Grande
RIIG02990	24 42 27	47 33 26	MR		Na passarela de pedestres para o bairro do Rossil, próximo à balsa
JUQI00800	23°56'29"	47°05'33"	RM	Rio Juquiá	Ponte na rodovia BR-116, em Juquitiba
JUQI02900	24°19'20"	47°38'17"	RM		Após a confluência com o Rio São Lourenço, no município de Juquiá
JAPI02100	24°41'37"	48°00'29"	RM	Rio Jacupiranga	Ponte na rodovia que liga Jacupiranga a Eldorado

MR = Monitoramento Regional

RM = Rede de Monitoramento

## 7.11.3 Resultados

### □ Índices

#### IQA

Código do Ponto	Corpo de água	fev	abr	jun	ago	out	dez	Média
RIBE02500	Rio Ribeira	67	70	73	73	74	58	69
RIIG02500	Rio Ribeira de Iguape	55	60	68	69	66	46	61
RIIG02900		56	71	73	68	62	49	63
JUQI00800	Rio Juquiá	58	72	90	86	70	64	73
JUQI02900		75	64	71	74	67	59	68
JAPI02100	Rio Jacupiranga	59	59	43	45	50	44	50

QUALIDADE: ■ ÓTIMA ■ BOA ■ ACEITÁVEL ■ RUIM ■ PÉSSIMA

#### IAP

Código do Ponto	Corpo de água	fev	abr	jun	ago	out	dez	Média
RIBE02500	Rio Ribeira	64	35	71	72	74	50	61
RIIG02500	Rio Ribeira de Iguape	49	58	64	63	59	25	53
RIIG02900		46	67	69	65	58	38	57
JUQI00800	Rio Juquiá	57	71	87	84	68	61	71
JUQI02900		71	62	68	72	63	56	66
JAPI02100	Rio Jacupiranga	55	56	41	44	50	41	48

QUALIDADE: ■ ÓTIMA ■ BOA ■ ACEITÁVEL ■ RUIM ■ PÉSSIMA

#### IVA

Código do Ponto	Corpo de água	fev	abr	jun	ago	out	dez	Média
RIBE02500	Rio Ribeira		5,4	5,4	4,2	3,2	5,2	4,7
RIIG02500	Rio Ribeira de Iguape	3,2	2,2	4,4	5,4	4,2	8,8	4,7
RIIG02900		4,2	3,2	4,2	6,4	5,2	5,4	4,8
JUQI00800	Rio Juquiá	2,2	2,2	2,2	4,2	3,2	3,4	2,9
JUQI02900		2,2	2,2	3,2	4,2	4,2	4,4	3,4
JAPI02100	Rio Jacupiranga	4,2	5,2	5,2	5,2	5,2	6,4	5,2

QUALIDADE: ■ ÓTIMA ■ BOA ■ REGULAR ■ RUIM ■ PÉSSIMA

#### IET

Código do Ponto	Corpo de água	fev	abr	jun	ago	out	dez	Média
RIBE02500	Rio Ribeira		58	60	60	53	79	62
RIIG02500	Rio Ribeira de Iguape	50	40	46	58	56	75	54
RIIG02900		60	50	66	84	76	73	68
JUQI00800	Rio Juquiá	40	40	40	62	46	40	45
JUQI02900		30	40	46	56	56	46	46
JAPI02100	Rio Jacupiranga	60	89	111	113	103	99	96

LEGENDA: ■ OLIGOTRÓFICO ■ MESOTRÓFICO ■ EUTRÓFICO ■ HIPEREUTRÓFICO

### □ Parâmetros Sanitários – valores médios

Código do Ponto	Parâmetros																					
	Condutiv.		TURB		NO <sub>2</sub>		NO <sub>3</sub>		NH <sub>3</sub>		OD		DBO <sub>5,20</sub>		RF		Surfac.		PT		CT	
	Média 2002	Média 1992-2001	Média 2002	Média 1992-2001	Média 2002	Média 1992-2001	Média 2002	Média 1992-2001	Média 2002	Média 1992-2001	Média 2002	Média 1992-2001	Média 2002	Média 1992-2001	Média 2002	Média 1992-2001	Média 2002	Média 1992-2001	Média 2002	Média 1992-2001	Média 2002	Média 1992-2001
RIBE02500	114	111	25	57	0,008	0,020	0,20	0,25	0,02	0,07	8,5	8,5	2	4	83	107	0,05	0,116	1,931	7,1E+02	3,0E+03	
RIIG02500	73	71	36	28	0,007	0,009	0,85	0,39	0,09	0,06	6,1	7,0	3	2	85	71	0,04	0,075	0,067	1,4E+03	1,6E+04	
RIIG02900	74	73	111	31	0,005	0,003	0,95	1,11	0,08	0,02	5,9	5,5	2	1	76	78		0,182	0,052	4,4E+02	9,1E+03	
RIIG02990	75	948	16	16					0,10	0,09	5,1	5,7	2	1						3,9E+02	2,3E+03	
JUQI00800	24	24	8	11	0,002	0,007	0,69	0,34	0,09	0,04	7,4	7,6	3	1	43	36	0,06	0,033	0,047	1,7E+02	5,0E+02	
JUQI02900	36	39	13	48	0,003	0,003	0,66	0,95	0,07	0,02	6,6	6,2	3	1	60	55		0,035	0,103	8,1E+02	1,8E+04	
JAPI02100	180	105	11	130	0,004	0,004	0,55	1,41	0,11	0,03	6,1	6,2	3	2	120	99		1,563	2,530	7,1E+03	1,2E+04	

□ pH, Fenol e Metais – resultados não conformes com os padrões de qualidade de água estabelecidos pela Resolução CONAMA 20/86

Código do Ponto	Parâmetros																																							
	pH		Fenóis		Al <sub>N</sub>		Mn <sub>N</sub>		Ni <sub>N</sub>		Cu <sub>N</sub>		Zn <sub>N</sub>		Cd <sub>N</sub>		Hg <sub>N</sub>		Pb <sub>N</sub>																					
	NC	NT	NC	NT	NC	NT	NC	NT	NC	NT	NC	NT	NC	NT	NC	NT	NC	NT	NC	NT																				
RIBE02500	0	6	0	2	1	1	100	46	6	6	100	96	1	6	17	52	0	6	0	5	0	6	0	12	0	6	0	3	0	6	0	16	3	6	50	15			14	
RIIG02500	0	6	0	11	2	2	100	39	6	6	100	96	1	6	17	30	0	3	0	13	3	6	50	12	0	6	0	3	0	2	0	13	1	3	33	6	0	1	0	11
RIIG02900	0	6	0	17	3	3	100	100	6	6	100	100	1	6	17	0	0	3	0	0	1	6	17	0	0	6	0	0	0	2	0	20	0	3	0	0	0	1	0	0
RIIG02990	0	2	0	0																																				
JUQI00800	0	6	0	10	4	4	100	70	5	5	100	91	0	6	0	6	0	3	0	10	1	6	17	9	0	6	0	0	0	2	0	13	0	3	0	17	0	1	0	10
JUQI02900	0	6	0	17	4	4	100	100	6	6	100	100	0	6	0	17	0	3	0	0	2	6	33	0	0	6	0	0	0	2	0	20	0	3	0	0	0	1	0	0
JAPI02100	0	6	0	0	2	2	100		5	5	100	83	2	6	33	33	0	3	0	0	1	6	17	17	0	6	0	0	0	2	0	20	0	3	0	67	0	1	0	0

NC: Número de Resultados Não Conformes  
 NT: Número Total de Resultados Considerados

### 7.11.4 Considerações

#### **Rios Ribeira / Ribeira de Iguape / Juquiá**

O Rio Ribeira nasce no Estado do Paraná e somente passa a ser denominado Ribeira de Iguape após a confluência com o Rio Juquiá, seu principal afluente no Estado de São Paulo.

Do ponto de vista sanitário, os corpos d'água desta bacia hidrográfica encontram-se bastante preservados, uma vez que não existem municípios muito populosos nesta UGRHI.

Os coliformes termotolerantes são um indicador bastante sensível da presença de lançamentos domésticos num determinado corpo de água. Em 2002, observaram-se níveis médios de coliformes termotolerantes inferiores à série histórica, constatando-se apenas no trecho de Registro do Rio Ribeira de Iguape e no Rio Jacupiranga, médias superiores a 1.000 NMP/100mL. O tratamento dos esgotos domésticos dos municípios de Jacupiranga, São Lourenço e Registro refletem a melhoria na qualidade das águas dos recursos hídricos inseridos nesta UGRHI. Apenas o município de Apiaí ainda não possui estação de tratamento de esgoto, tendo todo seu esgoto doméstico lançado no Rio Ribeira.

O trecho do Rio Ribeira, em Apiaí, situa-se próximo às empresas mineradoras, atualmente com suas atividades paralisadas. Aparentemente não se constituem em fontes expressivas de contaminação. No entanto, na época das chuvas pode haver transporte de resíduos de mineração, que são contaminantes do solo. A média dos valores de turbidez deste trecho do Rio Ribeira, em 2002, não diferiram da série histórica, indicando a não ocorrência de carreamento de material sólido contaminado para o interior do rio. Os resultados de chumbo confirmam esse diagnóstico, uma vez que, em 2002, não se constataram valores não conformes deste metal.

O material sólido das águas do Rio Jacupiranga, em 2002, apresentou uma mudança de perfil, quando comparado ao ano de 2001, pois se observou um aumento dos sólidos dissolvidos em oposição à diminuição dos sólidos suspensos.

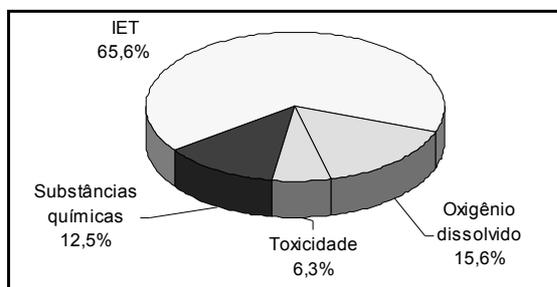
Em 2002, notou-se um aumento das porcentagens de cobre, quando comparada com a série histórica nos Rios Ribeira e Juquiá. Para o mercúrio, também se observou esse aumento no Rio Ribeira.

#### □ **IAP - Índice de Qualidade de Água Bruta para fins de Abastecimento Público**

Os Rios Ribeira, Ribeira de Iguape e Juquiá apresentaram qualidade Boa, de acordo com o IAP em 2002. Apenas o Rio Jacupiranga teve sua qualidade enquadrada na categoria Regular.

#### □ **IVA - Índice de Proteção da Vida Aquática**

Para visualizar os parâmetros que influenciaram no IVA quando classificado nas categorias Regular, Ruim e Péssima, é apresentado o gráfico a seguir.

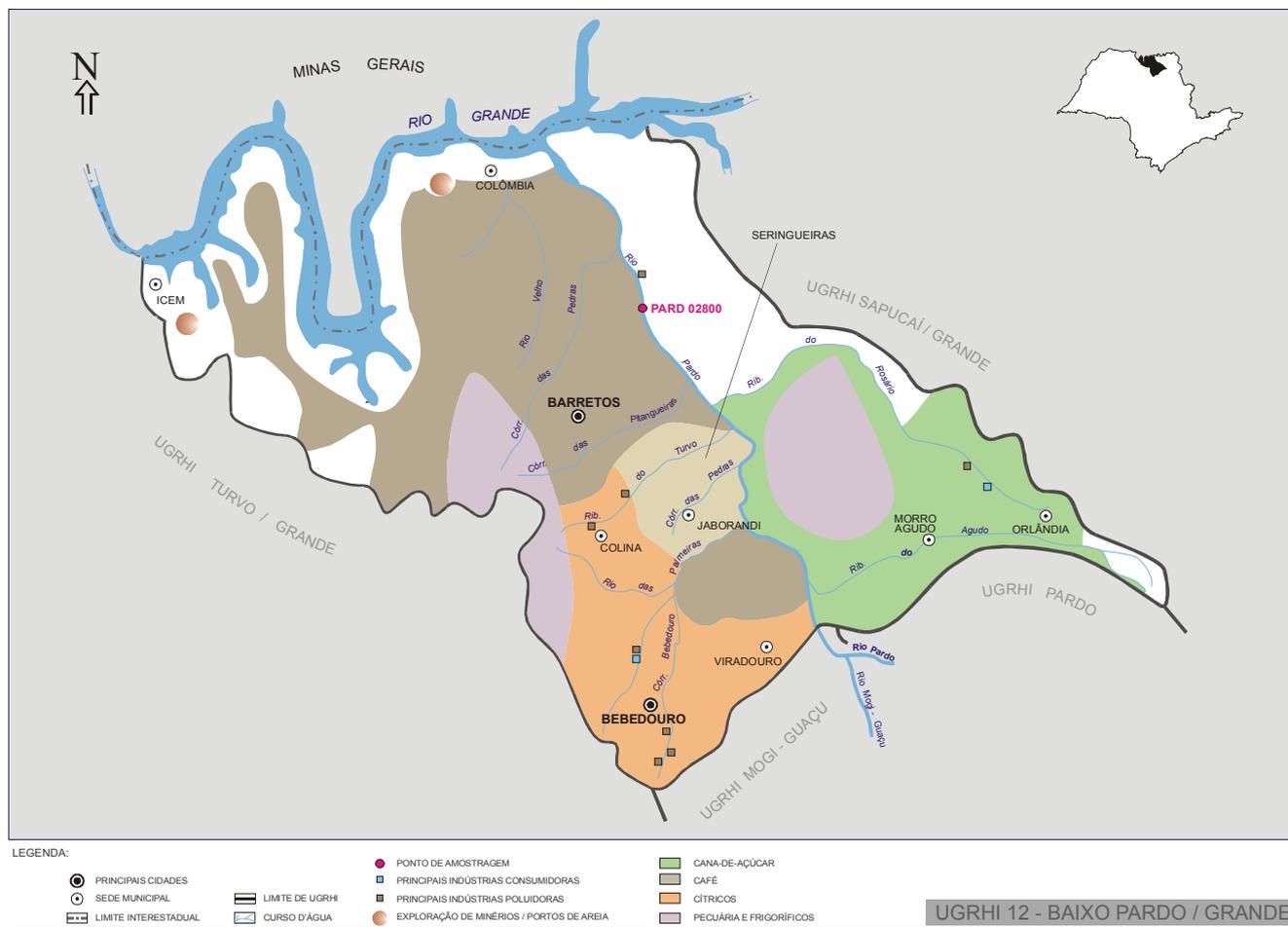


#### □ **IET - Índice do Estado Trófico**

A aplicação do IET nos resultados das amostras coletadas nestes corpos d'água, indicaram nível eutrófico/hipereutrófico na maioria dos meses, sendo este relacionado diretamente com a carga de fósforo total.

## 7.12 UGRHI 12 – Baixo Pardo/Grande

A Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos 12 é composta por 12 municípios. A seguir, apresenta-se o mapa esquemático desta UGRHI contendo os seus principais corpos de água, municípios, atividades agrícolas e indústrias poluidoras, bem como a localização dos pontos de amostragem.



### 7.12.1. Caracterização da UGRHI

Área de drenagem	7.030 km <sup>2</sup> .
Constituintes principais	Rio Pardo, desde a foz do Rio Mogi-Guaçu até a foz no Rio Grande (120 km) e Rio Grande, desde a Usina Porto Colômbia até a Usina Marimbondo (140 km).
Reservatórios	Porto Colômbia e Marimbondo (Rio Grande).
Usos do solo	Os usos do solo da região são destinados às atividades agrícola, pastoril, avícola, industrial e urbana. A Lei Estadual N.º 7.641/91 estabelece a proteção ambiental das bacias dos Rios Pardo, Mogi Guaçu e Médio Grande, apresentando critérios para o uso e a ocupação do solo.
Usos da água	Abastecimento público e industrial; Afastamento de efluentes domésticos e industriais e Irrigação de plantações.
Principais atividades industriais	Indústrias alimentícias, usinas, engenhos, curtumes, papel e metalúrgica.

□ **Carga orgânica poluidora**

Município	Concessão	População Censo 2000		Atendimento		Carga Poluidora kg DBO/dia		Corpo Receptor
		Total	Urbana	Coleta %	Tratam. %	Potencial	Remanesc.	
Altair	Sabesp	3.536	2.550	94	100	138	34	Cór. Santana
Barretos	SAAE	103.874	98.822	100	60	5336	2775	Cór. Pedras / Barro Preto / Pitangueiras / Rib. Da Figueira
Bebedouro	SAAEB	74.797	69.950	98	0	3777	3777	Cór. Bebedouro
Colina	SAAEC	16.655	14.888	97	10	804	742	Cór. José Venâncio
Colômbia	Sabesp	5.955	4.116	100	9	222	206	Rio Grande
Guaraci	PM	8.815	7.361	100	0	397	397	Córrego Criciúma
Icém	Sabesp	6.772	5.747	100	100	310	62	Cór. Água Doce
Jaborandi	Sabesp	6.410	5.844	100	100	316	63	Cór. Jaborandi
Morro Agudo	SAAE	25.397	22.767	100	0	1229	1229	Rib. do Agudo
Orlândia	SAAE	35.982	35.181	100	100	1900	380	Rib. do Agudo
Terra Roxa	Sabesp	7.753	7.228	94	100	390	97	Rib. Banharão
Viradouro	PM	15.950	15.074	97	65	814	403	Cór. Viradouro

## 7.12.2. Monitoramento da Qualidade das Águas

□ **Descrição dos Pontos de Amostragem**

Ponto de Amostragem	Latitude (S)	Longitude (O)	Corpo de água	Localização
PARD02800	20°26'35"	48°27'07"	Rio Pardo	Ponte na variante da rodovia SP-425, no trecho que liga Guaira a Barretos

## 7.12.3 Resultados

□ **Índices**

■ **IQA**

Código do Ponto	Corpo de água	fev	abr	jun	ago	out	dez	Média
PARD02800	Rio Pardo	59	60	46	58	50	46	53

QUALIDADE: ■ ÓTIMA ■ BOA ■ ACEITÁVEL ■ RUIM ■ PÉSSIMA

■ **IAP**

Código do Ponto	Corpo de água	fev	abr	jun	ago	out	dez	Média
PARD02800	Rio Pardo	51	55	44	53	50	41	49

QUALIDADE: ■ ÓTIMA ■ BOA ■ REGULAR ■ RUIM ■ PÉSSIMA

■ **IVA**

Código do Ponto	Corpo de água	fev	abr	jun	ago	out	dez	Média
PARD02800	Rio Pardo	3,4	6,6	6,6	3,2	4,2	3,4	4,6

QUALIDADE: ■ ÓTIMA ■ BOA ■ REGULAR ■ RUIM ■ PÉSSIMA

■ **IET**

Código do Ponto	Corpo de água	fev	abr	jun	ago	out	dez	Média
PARD02800	Rio Pardo	40	59	68	46	54	44	52

LEGENDA: ■ OLIGOTRÓFICO ■ MESOTRÓFICO ■ EUTRÓFICO ■ HIPEREUTRÓFICO

□ **Parâmetros Sanitários – valores médios**

Código do Ponto	Parâmetros																					
	Condutiv.		TURB		NO <sub>2</sub>		NO <sub>3</sub>		NH <sub>3</sub>		OD		DBO <sub>5,20</sub>		RF		Surfac.		PT		CT	
	Mé di a 2 0 0 2	Mé di a 1 9 9 2 - 2 0 0 1	Mé di a 2 0 0 2	Mé di a 1 9 9 2 - 2 0 0 1	Mé di a 20 02	Mé di a 19 92 - 20 01	Mé di a 20 02	Mé di a 19 99 2 - 2 0 0 1	Mé di a 2002	Mé di a 1992 - 2001												
PARDO2800	72	65	19	26	0,032	0,009	0,57	0,28	0,11	0,06	5,27	6,8	2	2	88	63	0,06	0,04	0,085	0,069	1,1E+04	2,9E+03

□ **pH, Fenol e Metais – resultados não conformes com os padrões de qualidade de água estabelecidos pela Resolução CONAMA 20/86**

Código do Ponto	Parâmetros																																								
	pH				Fenóis				Al				Mn				Ni				Cu				Zn				Cd				Hg				Pb				
	NC 2002	NT 2002	% NC 2002	% NC 1992 - 2001	NC 2002	NT 2002	% NC 2002	% NC 1992 - 2001	NC 2002	NT 2002	% NC 2002	% NC 1992 - 2001	NC 2002	NT 2002	% NC 2002	% NC 1992 - 2001	NC 2002	NT 2002	% NC 2002	% NC 1992 - 2001	NC 2002	NT 2002	% NC 2002	% NC 1992 - 2001	NC 2002	NT 2002	% NC 2002	% NC 1992 - 2001	NC 2002	NT 2002	% NC 2002	% NC 1992 - 2001	NC 2002	NT 2002	% NC 2002	% NC 1992 - 2001					
PARDO2800	1	6	17	2				40	6	6	100	100	0	6	0	13	0	6	0	5	0	6	0	5	0	6	0	7	0	2	0	18	1	2	50	9					4

NC: Número de Resultados Não Conformes  
NT: Número Total de Resultados Considerados

## 7.12.4 Considerações

### Rio Pardo

O trecho do Rio Pardo, inserido nesta UGRHI, é formado a partir da confluência do próprio Pardo com o Mogi Guaçu. Em termos médios, a qualidade deste trecho do Rio Pardo mostrou-se superior à observada no Médio Pardo. A concentração média da matéria orgânica biodegradável manteve-se bastante baixa, não causando déficit de oxigênio dissolvido. As médias obtidas para a condutividade também indicaram uma condição satisfatória para a qualidade dessas águas, uma vez que tais valores se mantiveram ligeiramente acima de 50 µS/cm.

Embora a qualidade das águas se mostre satisfatória, há sinais da presença de esgotos domésticos pelos resultados de fósforo total e coliformes termotolerantes. Em 2002, as concentrações médias desses poluentes mantiveram-se superiores às médias históricas. Esses poluentes devem ter sido exportados das bacias do Médio Pardo e do Mogi Guaçu. A falta de tratamento dos efluentes domésticos de alguns municípios existentes nesta bacia também podem ter contribuído para a manutenção dessa contaminação.

### Resultados de Toxicidade

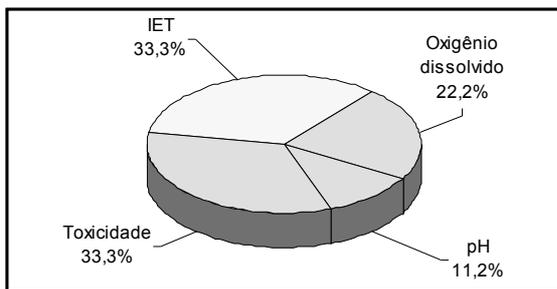
Quanto a toxicidade, merece destaque o ponto PARDO02800 onde foi constatado efeito tóxico crônico nos meses de fevereiro e dezembro, e efeito tóxico agudo no mês de abril. Dentre os possíveis causadores dos efeitos tóxicos observados pode-se citar o alumínio, o qual estava presente em concentrações suficientemente elevadas para provocar toxicidade aos organismos aquáticos.

### IAP - Índice de Qualidade de Água Bruta para fins de Abastecimento Público

Este trecho do Rio Pardo apresentou, em 2002, um IAP Bom.

☐ **IVA – Índice de Proteção da Vida Aquática**

Para visualizar os parâmetros que influenciaram no IVA quando classificado nas categorias Regular e Ruim, é apresentado o gráfico a seguir.

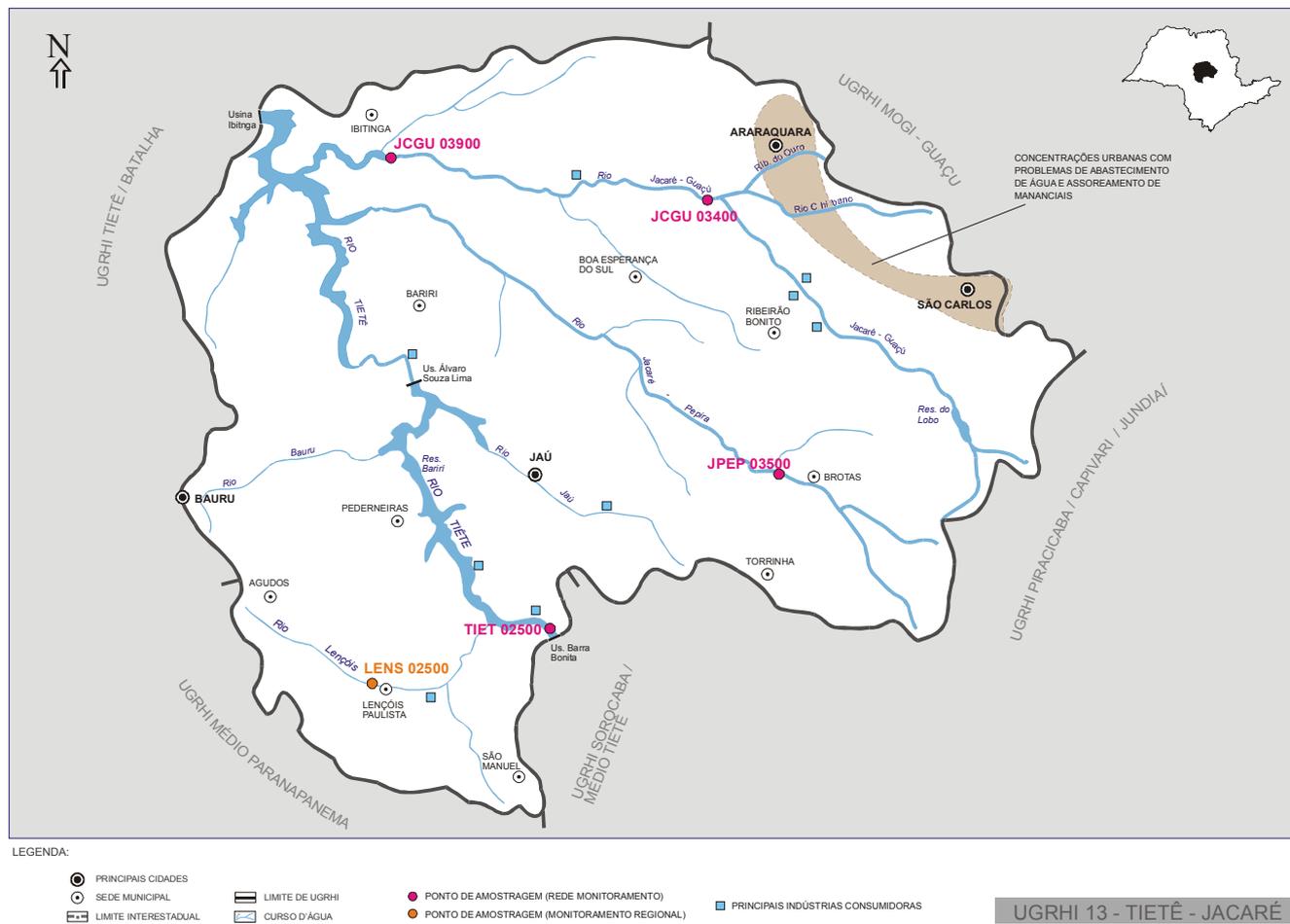


☐ **IET – Índice do Estado Trófico**

No Rio Pardo ocorreram coletas de água para análise de clorofila *a* somente nos meses de fevereiro, agosto e dezembro, nesses meses os valores do índice de estado trófico foram menores, pois embora a carga de fósforo seja alta, este ambiente é lótico o que de um modo geral não propicia acúmulo algáceo. O IET só indicou eutrofização nos meses onde o índice foi calculado somente pelo fósforo total.

### 7.13 UGRHI 13 – Tietê/Jacaré

A Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos 13 é composta por 34 municípios. A seguir, apresenta-se o mapa esquemático desta UGRHI contendo os seus principais corpos de água, municípios, atividades agrícolas e indústrias poluidoras, bem como a localização dos pontos de amostragem.



#### 7.13.1. Caracterização da UGRHI

Área de drenagem	11.537 km².
Constituintes principais	Rio Tietê – da barragem da UHE de Barra Bonita até a barragem da UHE de Ibitinga (150 km), Rios Jacaré-Guaçu e Jacaré-Pepira.
Reservatórios	Bariri, Ibitinga e Lobo.
Usos do solo	Áreas destinadas às atividades urbanas, industriais e agropecuária, grandes áreas de pastagens e de culturas, destacando-se café, cana-de-açúcar, milho e citrus.
Usos da água	Abastecimento público e industrial Afastamento de efluentes domésticos e industriais Irrigação de plantações.
Principais atividades industriais	Usinas de açúcar e álcool, engenhos, curtumes e indústrias alimentícias.

□ *Carga orgânica poluidora*

Município	Concessão	População Censo 2000		Atendimento		Carga Poluidora kg DBO/dia		Corpo Receptor
		Total	Urbana	Coleta %	Tratam. %	Potencial	Remanesc.	
Agudos	Sabesp	32.482	30.687	92	0	1657	1657	Cór. dos Agudos
Araraquara	DAAE	181.989	173.086	97	100	9347	2094	Rib. Ouro/Cór.das Cruzes
Arealva	Sabesp	7.240	5.241	89	100	283	82	Rio Tietê
Areiópolis	Sabesp	10.295	8.560	100	100	462	92	Cór. Areia Branca
Bariri	PM	28.221	26.047	100	0	1407	1407	Cór. Godinho/Sapé
Barra Bonita	SAAE	35.364	34.414	100	0	1858	1858	Rio Tietê
Bauru	DAE	315.835	310.208	96	0	16751	16751	Rio Bauru
Boa Esperança do Sul	PM	12.577	10.756	100	100	581	116	Rio Boa Esperança
Bocaina	Sabesp	9.387	8.494	96	100	459	106	Cór. Bocaina
Boracéia	Sabesp	3.712	3.259	100	100	176	35	Cór. Matão
Borebi	SAAE	1.933	1.478	95	100	80	19	Cór. das Antas
Brotas	PM	18.867	16.120	96	99	870	209	Rio Jacaré-Pepira
Dois Córregos	PM	22.343	20.052	95	0	1083	1083	Rib. Lajeado
Dourado	Sabesp	8.603	7.836	100	0	423	423	Rib. Dourados
Gavião Peixoto	PM	4.120	2.743	100	25	148	118	Rio Jacaré Guaçu
Ibaté	PM	26.453	25.102	100	100	1356	271	Cór.S.José Correntes e Bela Vista
Ibitinga	SAAE	46.598	43.837	82	0	2367	2367	Cór. São Joaquim
Igaraçu do Tietê	SAAE	22.605	22.382	98	0	1209	1209	Rio Tietê
Itaju	PM	2.639	1.645	100	0	89	89	Cór. B. Vista de Baixo
Itapuí	PM	10.284	9.502	80	0	513	513	Cór. Bico de Prata
Itirapina	PM	12.795	11.151	98	100	602	130	Rib. Água Branca
Jaú	SAEMJA	111.783	106.954	100	0	5776	5776	Rio Jaú
Lençóis Paulista	SAAE	55.026	52.332	100	0	2826	2826	Rio Lençóis
Macatuba	Sabesp	15.753	14.994	97	100	810	181	Cór. do Tanquinho
Mineiros do Tietê	SANEMIST	11.411	10.963	100	0	592	592	Rio São João
Nova Europa	PM	7.303	6.471	100	0	349	349	Rio Itaquere
Pederneiras	Sabesp	36.593	34.066	100	4	1840	1781	Rib. Pederneiras
Ribeirão Bonito	PM	11.228	9.941	96	0	537	537	Rib. Bonito
São Carlos	SAAE	192.923	183.369	96	3	9902	9674	Rio Monjolinho
São Manuel	Sabesp	36.442	33.933	97	11	1832	1676	Rib. Paraíso
Tabatinga	PM	12.989	10.182	97	0	550	550	Rib. São José
Torrinha	PM	8.817	7.274	100	0	393	393	Cór. do Taló Rib.Pinheirinho/Cachoeirinha
Trabiju	PM	1.379	1.229	90	100	66	19	Rio Boa Esperança

## 7.13.2 Monitoramento da Qualidade das Águas

### □ Descrição dos Pontos de Amostragem

Ponto de Amostragem	Latitude (S)	Longitude (O)	MR/RM	Corpo de água	Localização
TIET02500	22°30'14"	48°32'29"	RM	Rio Tietê	Ponte na rodovia SP-255 que liga São Manuel a Jaú, a jusante do res. de Barra Bonita
LENS02500	22°35'49"	48°48'14"	MR	Rio Lençóis	Na Rua Quinze de Novembro, 1111, na captação do município de Lençóis Paulistas
JPEP03500	22°04'44"	48°26'30"	RM	Rio Jacaré-Pepira	Ponte na rodovia SP-255, no trecho que liga Jaú a Boa Esperança do Sul
JCGU03400	21°53'41"	48°15'10"	RM	Rio Jacaré Guaçu	Ponte na rodovia SP-255, no trecho que liga Boa Esperança do Sul a Araraquara
JCGU03900	21°49'33"	48°49'57"	RM		Ponte na rodovia SP-304, no trecho que liga Ibitinga a Itajú

MR = Monitoramento Regional

RM = Rede de Monitoramento

## 7.13.3 Resultados

### □ Índices

#### IQA

Código do Ponto	Corpo de água	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	Média
TIET02500	Rio Tietê	83		64		81		82		86		74		78
JPEP03500	Rio Jacaré-Pepira		60		65		64		60		70		64	64
JCGU03400	Rio Jacaré Guaçu		51		61		50		47		46		53	51
JCGU03900			48		54		59		57		59		52	55

QUALIDADE: ■ ÓTIMA ■ BOA ■ ACEITÁVEL ■ RUIM ■ PÉSSIMA

#### IAP

Código do Ponto	Corpo de água	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	Média
TIET02500	Rio Tietê	83		61		79		82		86		74		77
JPEP03500	Rio Jacaré-Pepira		56		57		60		55		65		57	59
JCGU03400	Rio Jacaré Guaçu		45		55		46		44		43		45	46
JCGU03900			40		50		57		54		56		44	50

QUALIDADE: ■ ÓTIMA ■ BOA ■ REGULAR ■ RUIM ■ PÉSSIMA

#### IVA

Código do Ponto	Corpo de água	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	Média
TIET02500	Rio Tietê	4,2		6,4		4,2		3,2		4,2		4,2		4,4
JPEP03500	Rio Jacaré-Pepira		3,2		3,2		3,2		4,2		4,2		4,2	3,7
JCGU03400	Rio Jacaré Guaçu		5,4		4,2		4,2		5,4		5,4		6,4	5,2
JCGU03900			5,6		5,4		4,2		4,2		3,2		5,4	4,7

QUALIDADE: ■ ÓTIMA ■ BOA ■ REGULAR ■ RUIM ■ PÉSSIMA

#### IET

Código do Ponto	Corpo de água	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	Média
TIET02500	Rio Tietê	58		75		60		50		63		63		62
JPEP03500	Rio Jacaré-Pepira		54		52		50		58		57		63	56
JCGU03400	Rio Jacaré Guaçu		65		62		67		67		71		76	68
JCGU03900			53		63		64		58		51		70	60

LEGENDA: ■ OLIGOTRÓFICO ■ MESOTRÓFICO ■ EUTRÓFICO ■ HIPEREUTRÓFICO

□ **Parâmetros Sanitários – valores médios**

Código do Ponto	Parâmetros																					
	Condutiv.		TURB		NO <sub>2</sub>		NO <sub>3</sub>		NH <sub>3</sub>		OD		DBO <sub>5,20</sub>		RF		Surfac.		PT		CT	
	Média 2002	Média 1992 - 2001	Média 2002	Média 1992 - 2001	Média 2002	Média 1992 - 2001	Média 2002	Média 1992 - 2001	Média 2002	Média 1992 - 2001	Média 2002	Média 1992 - 2001	Média 2002	Média 1992 - 2001	Média 2002	Média 1992 - 2001	Média 2002	Média 1992 - 2001	Média 2002	Média 1992 - 2001	Média 2002	Média 1992 - 2001
TIET02500	192	183	3	8	0,033	0,070	2,17	1,36	0,03	0,14	5,6	6,1	3	3	148	146	0,07	0,103	0,059	8,3E+00	1,4E+02	
LENS02500					0,003	0,004	0,43	0,35	0,06	0,08	6,7	6,8	3	3	83	107		0,092	0,078	4,3E+02	4,4E+03	
JPEP03500	44	40	30	25	0,005	0,007	0,31	0,22	0,05	0,12	6,8	7,1	3	2	53	58	0,07	0,063	0,062	1,9E+03	1,9E+03	
JCGU03400	64	53	37	54	0,032	0,038	0,48	0,47	0,15	0,20	4,6	5,6	7	5	64	82		0,149	0,153	9,5E+03	1,5E+04	
JCGU03900	63	54	46	18	0,063	0,016	0,39	0,34	0,12	0,12	4,9	5,0	3	3	74	65	0,07	0,088	0,087	3,1E+03	2,6E+03	

□ **pH, Fenol e Metais – resultados não conformes com os padrões de qualidade de água estabelecidos pela Resolução CONAMA 20/86**

Código do Ponto	Parâmetros																																												
	pH				Fenóis				Al				Mn				Ni				Cu				Zn				Cd				Ba				Hg				Pb				
	NC 2002	NT 2002	% NC 2002	% NC 1992 - 2001	NC 2002	NT 2002	% NC 2002	% NC 1992 - 2001	NC 2002	NT 2002	% NC 2002	% NC 1992 - 2001	NC 2002	NT 2002	% NC 2002	% NC 1992 - 2001	NC 2002	NT 2002	% NC 2002	% NC 1992 - 2001	NC 2002	NT 2002	% NC 2002	% NC 1992 - 2001	NC 2002	NT 2002	% NC 2002	% NC 1992 - 2001	NC 2002	NT 2002	% NC 2002	% NC 1992 - 2001	NC 2002	NT 2002	% NC 2002	% NC 1992 - 2001									
TIET02500	0	6	0	0				54	2	6	33	63	1	6	17	22	0	2	0	7	0	2	0	0	2	0	2	0	0	2	0	2			12		0	1	2	50	4			6	
LENS02500	0	2	0	0	0	1	0	100	2	2	100	100	1	2	50	50	0	2	0	0	0	2	0	0	2	0	0	0	2	0	0	0	2	0	0	2	0	0	0	2	0	50			0
JPEP03500	0	6	0	0	0	2	0	0	6	6	100	100	0	6	0	0	0	2	0	0	0	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0			0	
JCGU03400	0	6	0	0	0	2	0	0	6	6	100	100	0	6	0	0	0	2	0	0	0	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0			0	
JCGU03900	0	6	0	5	0	2	0	0	6	6	100	100	0	6	0	0	0	2	0	0	0	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0			0		

NC: Número de Resultados Não Conformes  
 NT: Número Total de Resultados Considerados

### 7.13.4 Considerações

#### **Rios Tietê / Jacaré-Guaçu / Jacaré-Pepira / Lençóis**

Este trecho do Rio Tietê compreende os Reservatórios de Bariri e Ibitinga. O ponto de amostragem do Tietê situa-se a jusante de Barra Bonita. Na margem direita do Rio Tietê, são monitorados os Rios Jacaré-Guaçu e Jacaré-Pepira. O Rio Jacaré-Pepira é monitorado em seu trecho médio, após o município de Brotas. Já o Jacaré-Guaçu, apresenta um ponto de amostragem próximo à sua foz, no Reservatório de Ibitinga e outro a jusante de São Carlos. Na margem esquerda, é avaliada a qualidade das águas do Rio Lençóis na captação do município de Lençóis Paulista.

A condutividade média do Rio Tietê mostrou-se bastante superior aos afluentes Jacaré-Pepira, Jacaré-Guaçu e Lençóis. Tal constatação é decorrência do Rio Tietê atravessar a RMSP e, em seu trecho Médio, possuir os afluentes Jundiá, Capivari, Piracicaba e Sorocaba, que exportam uma grande quantidade de poluentes que, na sua maioria, são degradados naturalmente ao longo do seu percurso. No entanto, os íons dissolvidos tendem a permanecer na água, o que explica os valores encontrados.

O ponto do Rio Jacaré Guaçu mais próximo a São Carlos apresentou pior qualidade sanitária, revelando em 2002 valores médios mais elevados para os parâmetros DBO<sub>5,20</sub>, coliformes termotolerantes e fósforo total. Este município trata atualmente apenas 3% do esgoto coletado.

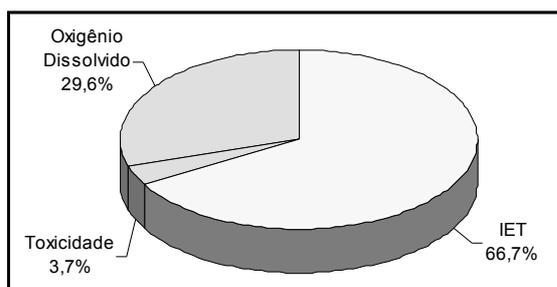
Como este trecho do Tietê encontra-se bastante represado, existindo possibilidade de eutrofização, faz-se necessário conhecer as concentrações dos micronutrientes, que são indutores deste processo. Os níveis médios do fósforo total mantiveram-se superiores ao padrão de qualidade para Classe 2, tanto no Tietê quanto nos seus afluentes – Jacaré-Pepira, Jacaré-Guaçu e Lençóis.

#### □ **IAP - Índice de Qualidade de Água Bruta para fins de Abastecimento Público**

O Rio Jacaré Guaçu apresentou qualidade Regular, de acordo com o IAP.

#### □ **IVA - Índice de Proteção da Vida Aquática**

Para visualizar os parâmetros que influenciaram no IVA quando classificado nas categorias Regular e Ruim, é apresentado o gráfico a seguir.

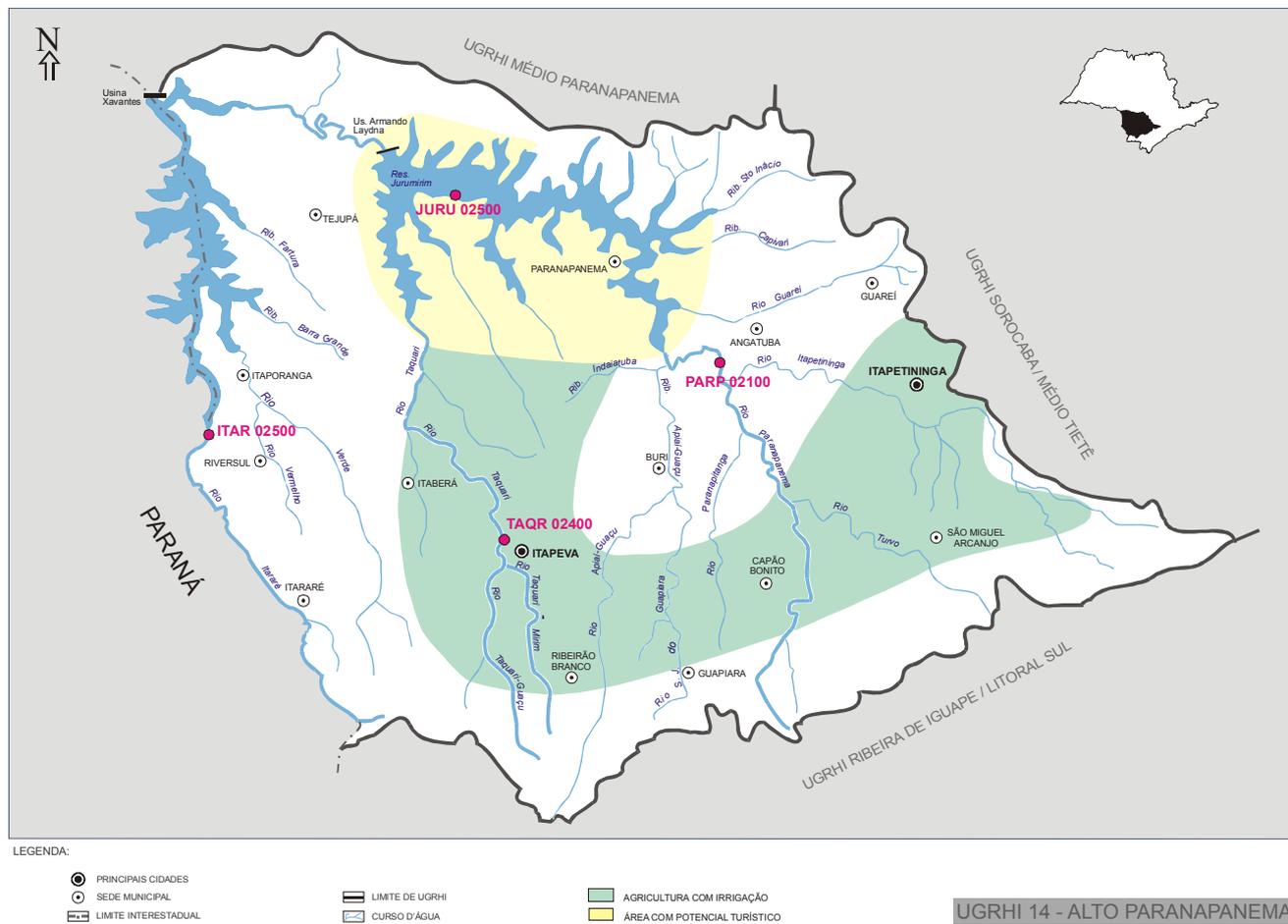


#### □ **IET - Índice do Estado Trófico**

Para estes corpos d` água, o índice de estado trófico foi calculado somente com os valores de fósforo total, e indicaram nível eutrófico/hipereutrófico na maioria dos meses.

## 7.14 UGRHI 14 – Alto Paranapanema

A Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos 14 é composta por 34 municípios. A seguir, apresenta-se o mapa esquemático desta UGRHI contendo os seus principais corpos de água, municípios, atividades agrícolas e indústrias poluidoras, bem como a localização dos pontos de amostragem.



### 7.14.1 Caracterização da UGRHI

Área de drenagem	22.730 km <sup>2</sup> .
Constituintes principais	Rio Paranapanema (trecho denominado Paranapanema Alto, com extensão de 425 km), Rios Apiaí-Guaçu, Taquari, Itapetitinga e Itararé e ribeirão das Almas.
Reservatórios	Xavantes, Jurumirim e Paineiras.
Usos do solo	Caracteristicamente agrícola, sendo a parte mais a montante coberta por significativas áreas reflorestadas e matas naturais. Parte da área da bacia é utilizada para pastagens e culturas de feijão, milho (em geral associada à criação de aves), café e arroz, ressaltando-se o incremento de cana-de-açúcar nas terras roxas da região de Ourinhos. Ocupação industrial. Ocupação urbana e Áreas de Proteção Ambiental - Perímetro Botucatu e Tejuapé.
Usos da água	Abastecimento público Afastamento de efluentes domésticos, sendo que alguns possuem sistema de tratamento de esgotos Captação industrial Lançamentos em suas águas e efluentes líquidos industriais e Irrigação de plantações.
Principais atividades industriais	Indústrias de papel e celulose, alimentícias, engenhos e destilarias.

□ Carga orgânica poluidora

Município	Concessão	População Censo 2000		Atendimento		Carga Poluidora kg DBO/dia		Corpo Receptor
		Total	Urbana	Coleta %	Tratam. %	Potencial	Remanesc.	
Angatuba	Sabesp	19.301	13.240	100	97	715	160	Rib. Grande
Arandu	Sabesp	6.063	4.021	92	100	217	57	Cór. do Barreiro
Barão de Antonina	Sabesp	2.794	1.648	90	0	89	89	Água dos Pedrocas
Bernardino de Campos	Sabesp	10.711	9.311	100	100	503	101	Cór. Dourado e Douradão
Bom Sucesso de Itararé	Sabesp	3.220	1.938	82	0	105	105	Cór. Bom Sucesso
Buri	Sabesp	17.649	13.677	86	100	739	230	Rib. Santa Luzia/Rio Paiaí Grande
Campina do Monte Alegre	Sabesp	5.187	4.157	71	100	224	97	Cór. da Cruz
Capão Bonito	Sabesp	46.716	36.574	95	100	1975	474	Rib. do Poço
Coronel Macedo	Sabesp	5.584	4.006	95	100	216	52	Rib. do Lajeado
Fartura	Sabesp	15.007	11.378	97	100	614	138	Rio Fartura
Guapiara	Sabesp	19.723	7.537	56	0	407	407	Rib. São José Guapiara
Guareí	Sabesp	10.189	6.081	82	0	328	328	Rio Guareí
Ipauçu	SAAE	12.553	11.030	100	0	596	596	Rio Paranapanema
Itaberá	Sabesp	18.851	11.039	90	100	596	167	Rib. das Lavrinhas
Itaí	Sabesp	21.053	16.905	87	10	913	849	Rib. dos Carrapatos
Itapetininga	Sabesp	125.192	111.774	94	100	6036	1497	Cór. Cavalo e Carrito
Itapeva	Sabesp	82.833	60.927	99	0	3290	3290	Cór. Aranha/Rib. Pilão D'Água
Itaporanga	Sabesp	14.316	9.892	94	100	534	132	Rio Verde
Itararé	Sabesp	46.523	42.782	83	0	2310	2310	Cór. da Pedra
Manduri	SEMAN	8.260	6.361	100	0	343	343	Cór. Lageadinho
Nova Campina	Sabesp	7.296	3.874	89	100	209	60	Rib. Taquari Mirim
Paranapanema	Sabesp	15.489	11.656	89	100	629	181	Represa Jurumirim
Pilar do Sul	Sabesp	23.949	17.473	75	100	944	377	Rib. do Pilar
Piraju	Sabesp	27.871	24.274	100	0	1311	1311	Rio Paranapanema
Ribeirão Branco	Sabesp	21.230	8.985	65	93	485	251	Rib. Branco
Ribeirão Grande	Sabesp	7.393	2.330	93	100	126	32	Cór. Ribeirão Grande
Riversul	Sabesp	7.187	5.038	91	100	272	74	Rib. Vermelho
São Miguel Arcanjo	Sabesp	30.769	17.967	83	100	970	326	Cór. S Miguel Arcanjo
Sarutaiá	Sabesp	3.733	2.822	86	100	152	48	Cór. do Barranco
Taguaí	Sabesp	7.450	6.395	100	100	345	69	Rio Fartura
Taquarituba	Sabesp	21.978	18.325	91	100	990	269	Rib. do Lajeado
Taquarivaí	Sabesp	4.472	2.283	76	100	123	48	Cór. Sem Nome
Tejupá	PM	5.332	2.719	70	0	147	147	Cór. da Pedra Branca
Timburi	Sabesp	2.733	1.814	99	0	98	98	Rib. Retiro

## 7.14.2 Monitoramento da Qualidade das Águas

### □ Descrição dos Pontos de Amostragem

Ponto de Amostragem	Latitude (S)	Longitude (O)	Corpo de água	Localização
ITAR02500	23°43'20"	49°33'04"	Rio Itararé	Ponte na rodovia que liga Itaporanga a Santana do Itararé (PR), na divisa entre os estados de São Paulo e Paraná
PARP02100	23°35'17"	48°29'18"	Rio Paranapanema	Ponte na rodovia que liga Campina do Monte Alegre a Buri
JURU02500	23°15'29"	49°00'05"	Res. Jurumirim	Ponte na rodovia SP-255, no trecho que liga Avaré a Itai
TAQR02400	23°58'14"	48°54'33"	Rio Taquari	Ponte na rodovia SP-258 (altura do Km 289) que liga Itapeva a Itararé

## 7.14.3 Resultados

### □ Índices

#### IQA

Código do Ponto	Corpo de água	fev	abr	jun	ago	out	dez	Média
ITAR02500	Rio Itararé	66	71	75	66	79	65	70
PARP02100	Rio Paranapanema	63	67	73		72	64	68
JURU02500	Res. Jurumirim	90	86	91		93	86	89
TAQR02400	Rio Taquari	57	59	57	57	49	51	55

QUALIDADE: ■ ÓTIMA ■ BOA ■ ACEITÁVEL ■ RUIM ■ PÉSSIMA

#### IAP

Código do Ponto	Corpo de água	fev	abr	jun	ago	out	dez	Média
ITAR02500	Rio Itararé	62	69	73	62	78	61	68
PARP02100	Rio Paranapanema	54	61	72		67	59	63
JURU02500	Res. Jurumirim	87	84	90		93	86	88
TAQR02400	Rio Taquari	53	56	55	53	47	49	52

QUALIDADE: ■ ÓTIMA ■ BOA ■ REGULAR ■ RUIM ■ PÉSSIMA

#### IVA

Código do Ponto	Corpo de água	fev	abr	jun	ago	out	dez	Média
ITAR02500	Rio Itararé	4,2	5,4	6,6	3,2	3,2	5,2	4,6
PARP02100	Rio Paranapanema	4,2	4,2	4,2	3,2	4,2	5,2	4,2
JURU02500	Res. Jurumirim	2,2	3,2	3,2	2,2	4,4	4,2	3,2
TAQR02400	Rio Taquari		4,2	4,2	4,2	4,2	5,2	4,4

QUALIDADE: ■ ÓTIMA ■ BOA ■ REGULAR ■ RUIM ■ PÉSSIMA

#### IET

Código do Ponto	Corpo de água	fev	abr	jun	ago	out	dez	Média
ITAR02500	Rio Itararé	56	62	62	50	50	82	60
PARP02100	Rio Paranapanema	58	63	62	50	65	87	64
JURU02500	Res. Jurumirim	31	48	46	33	52	57	44
TAQR02400	Rio Taquari		62	68	60	62	81	66

LEGENDA: ■ OLIGOTRÓFICO ■ MESOTRÓFICO ■ EUTRÓFICO ■ HIPEREUTRÓFICO

□ **Parâmetros Sanitários – valores médios**

Código do Ponto	Parâmetros																					
	Condutiv.		TURB		NO <sub>2</sub>		NO <sub>3</sub>		NH <sub>3</sub>		OD		DBO <sub>5,20</sub>		RF		Surfac.		PT		CT	
	Média 2002	Média 1999-2001	Média 2002	Média 1999-2001	Média 2002	Média 1992-2001	Média 2002	Média 1999-2001	Média 2002	Média 1999-2001	Média 2002	Média 1999-2001	Média 2002	Média 1999-2001	Média 2002	Média 1999-2001	Média 2002	Média 1992-2001	Média 2002	Média 1992-2001		
ITAR02500	61	57	22	41	0,006	0,013	0,26	0,34	0,07	0,07	7,33	7,5	2	4	56	94	0,05	0,117	0,093	2,7E+02	9,4E+02	
PARP02100	45	46	37	36	0,008	0,016	0,29	0,30	0,08	0,07	6,76	7,2	2	3	50	63	0,05	0,155	0,100	3,1E+02	4,9E+02	
JURU02500	50	56	6	7	0,006	0,005	0,20	0,22	0,02	0,02	7,26	7,5	2	2	47	53	0,089	0,113	2,6E+00	2,5E+00		
TAQR02400	114	119	30	40	0,021	0,023	0,33	0,31	0,06	0,10	7,07	7,3	3	3	87	107	0,05	0,150	0,107	2,0E+04	1,9E+04	

□ **pH, Fenol e Metais – resultados não conformes com os padrões de qualidade de água estabelecidos pela Resolução CONAMA 20/86**

Código do Ponto	Parâmetros																																								
	pH				Fenóis				Al				Mn				Ni				Cu				Zn				Cd				Hg				Pb				
	NC 2002	NT 2002	% NC 2002	% NC 1992 - 2001	NC 2002	NT 2002	% NC 2002	% NC 1992 - 2001	NC 2002	NT 2002	% NC 2002	% NC 1992 - 2001	NC 2002	NT 2002	% NC 2002	% NC 1992 - 2001	NC 2002	NT 2002	% NC 2002	% NC 1992 - 2001	NC 2002	NT 2002	% NC 2002	% NC 1992 - 2001	NC 2002	NT 2002	% NC 2002	% NC 1992 - 2001	NC 2002	NT 2002	% NC 2002	% NC 1992 - 2001									
ITAR02500	0	6	0	0	0	1	0	47	6	6	100	100	0	6	0	40	0	6	0	3	1	6	17	7	0	6	0	2	0	6	0	15	2	6	33	17					10
PARP02100	0	6	0	2	0	2	0	44	6	6	100	100	2	6	33	42	0	6	0	7	0	6	0	10	0	6	0	0	0	6	0	11	2	6	33	13					17
JURU02500	0	6	0	0	0	1	0	100	5	6	83	100	0	6	0	0	0	6	0	17	1	6	17	17	0	6	0	0	0	6	0	17	2	6	33	33					0
TAQR02400	0	6	0	0	0	1	0	52	6	6	100	100	0	6	0	62	0	6	0	5	1	6	17	15	0	6	0	5	0	6	0	9	1	6	17	19					11

NC: Número de Resultados Não Conformes

NT: Número Total de Resultados Considerados

**7.14.4 Considerações****Rios Paranapanema / Itararé / Taquari**

Nesta UGRHI encontram-se as cabeceiras do Rio Paranapanema. Em seu trecho inicial, o Rio Paranapanema é represado no Reservatório de Jurumirim. Também são monitorados os seus principais formadores: o próprio Rio Paranapanema e o Rio Taquari. O ponto do Taquari situa-se após a confluência do Taquari-Mirim com o Taquari-Guaçu, a jusante do município de Itapeva. O Rio Itararé também possui um ponto de monitoramento localizado antes do seu represamento no Reservatório de Xavantes.

Os níveis médios do oxigênio dissolvido, que são influenciados pela quantidade de matéria orgânica biodegradável presente na água, não se mostraram comprometidos, mantendo-se próximos à saturação para todos os corpos d'água avaliados. Comparando-se os valores médios dos coliformes termotolerantes, observa-se que o Rio Taquari apresentou uma média duas ordens de grandeza superior aos demais corpos d'água avaliados, indicando que os lançamentos do município de Itapeva, que se situa em sua bacia de drenagem, são os principais

responsáveis pelo efeito constatado. O município de Itapeva não possui sistema de tratamento, dispondo a maior parte de seu esgoto coletado no Córrego Aranha e Ribeirão Pilão D'água.

O esgoto doméstico é muito rico em nutrientes. Assim, torna-se necessário também conhecer os níveis de fósforo nas águas desses rios, uma vez que esta substância consiste em nutriente limitante para o processo de eutrofização. Os resultados mostraram que os níveis médios do fósforo total obtidos nos formadores Paranapanema e Taquari foram bastante elevados. Embora o nível médio do fósforo no Reservatório Jurumirim tenha se mantido inferior aos formadores, esse valor ainda se mostrou superior ao padrão de qualidade classe 2 da CONAMA 20/86, podendo assim causar a eutrofização de suas águas, e conseqüentemente comprometer seus múltiplos usos.

Com relação às substâncias tóxicas, o cobre e o mercúrio acusaram, em 2002, valores em desacordo com os padrões de qualidade, sendo que as porcentagens de resultados não conformes de mercúrio nos Rios Paranapanema e Itararé em 2002 mostraram-se superiores às porcentagens históricas.

#### □ **Resultados de Toxicidade**

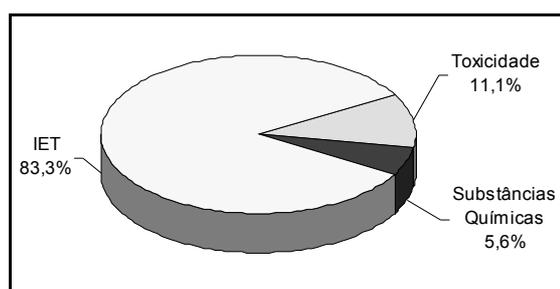
Quanto à toxicidade para *Ceriodaphnia dubia*, no ponto ITAR02500 a amostra coletada no mês de abril apresentou efeito tóxico crônico, enquanto que a amostra coletada no mês de junho demonstrou efeito tóxico agudo. Em ambos os casos, contudo, esses efeitos não se correlacionaram com os resultados das análises químicas efetuadas. Desse modo, a ocorrência de toxicidade pode estar associada a outros agentes químicos não analisados durante o monitoramento desse ponto.

#### □ **IAP - Índice de Qualidade de Água Bruta para fins de Abastecimento Público**

As águas dos corpos d'água inseridos nesta UGRHI mostraram-se muito Boas para o abastecimento público, uma vez que o IAP oscilou entre as faixas Ótima e Boa.

#### □ **IVA - Índice de Proteção da Vida Aquática**

Para visualizar os parâmetros que influenciaram no IVA quando classificado nas categorias Regular e Ruim, é apresentado o gráfico a seguir.

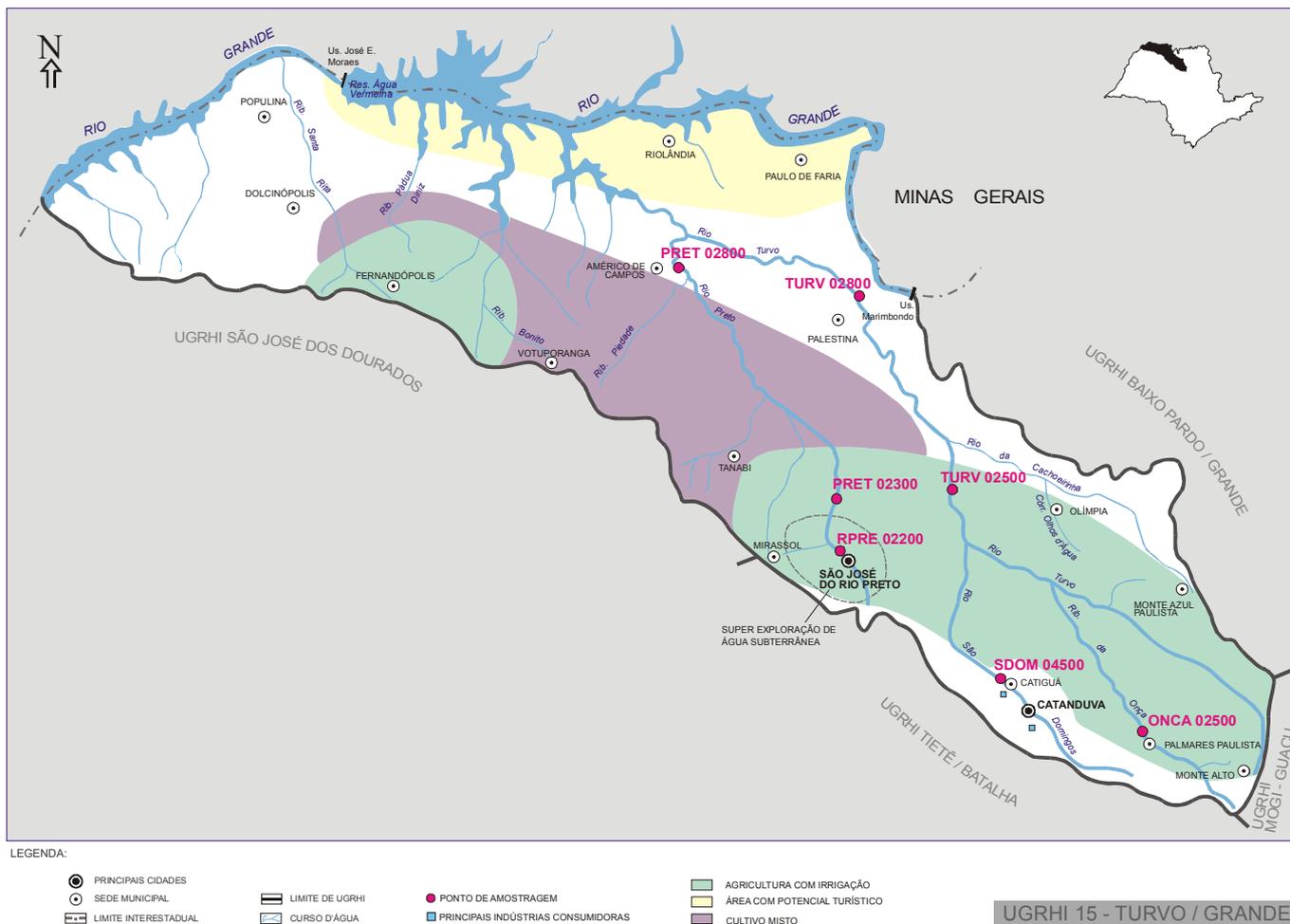


#### □ **IET – Índice do Estado Trófico**

O resultados das análises referentes a estes corpos d'água, com exceção do Reservatório Jurumirim, o índice de estado trófico foi calculado somente com os valores de fósforo total, indicando nível eutrófico/hipereutrófico na maioria dos meses.

## 7.15 UGRHI 15 – Turvo/Grande

A Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos 15 é composta por 64 municípios. A seguir, apresenta-se o mapa esquemático desta UGRHI contendo os seus principais corpos de água, municípios, atividades agrícolas e indústrias poluidoras, bem como a localização dos pontos de amostragem.



### 7.15.1. Caracterização da UGRHI

<b>Área de drenagem</b>	15.975 km <sup>2</sup> .
<b>Constituintes principais</b>	Rio São Domingos, ribeirão da Onça, Rios Turvo, Preto e Rio Grande desde a UHE de Marimbondo até a foz no Rio Paranaíba.
<b>Reservatórios</b>	Água Vermelha e Ilha Solteira (parcial).
<b>Usos do solo</b>	Atividades urbanas, industriais, agropecuária, tendo como principais culturas café, soja, milho, citrus, arroz e cana-de-açúcar.
<b>Usos da água</b>	Abastecimento público e industrial Afastamento de efluentes domésticos e industriais e Irrigação de plantações.
<b>Principais atividades industriais</b>	Indústrias alimentícias, engenhos, usinas e curtumes.

## □ Carga orgânica poluidora

Município	Concessão	População Censo 2000		Atendimento		Carga Poluidora kgDBO/dia		Corpo Receptor
		Total	Urbana	Coleta %	Tratam. %	Potencial	Remanesc.	
Álvares Florence	Sabesp	4.317	2.655	100	86	143	45	Rib. Tomazão/Cór. Do Ribeirão
Américo de Campos	DAE	5.595	4.389	93	0	237	237	Cór. Água Parada
Ariranha	SAE	7.478	6.884	100	0	372	372	Cór. Ariranha
Aspásia	Sabesp	1.861	1.175	100	100	63	13	Cór. Cascavel
Bálsamo	DAE	7.312	6.306	100	0	341	341	Cór. Bálsamo
Cajobi	Sabesp	9.156	8.347	100	100	451	90	Cór. Limeira, Matias e dos Coelhos
Cândido Rodrigues	Sabesp	2.611	1.944	100	100	105	21	Cór. da Água Suja
Cardoso	Sabesp	11.597	10.348	86	0	559	559	Cór. Tomazão
Catanduva	SAE	105.771	104.195	92	2	5627	5544	Rio São Domingos
Catiguá	Sabesp	6.559	5.919	95	0	320	320	Rio São Domingos
Cedral	SAE	6.690	4.972	70	100	268	118	Rib. Palmeiras
Cosmorama	DAE	7.371	4.303	90	100	232	65	Cór. Calinho
Dolcinópolis	Sabesp	2.151	1.810	96	100	98	23	Cór. da Barraca
Embaúba	Sabesp	2.477	1.979	97	100	107	24	Cór. dos Coqueiros
Estrela d'Oeste	Sabesp	8.260	6.387	100	100	345	69	Cór. Broaca
Fernando Prestes	Sabesp	5.425	4.109	100	0	222	222	Cór. Dr. Mendes
Fernandópolis	Sabesp	61.623	59.119	100	60	3192	1660	Cór. Santa Rita/Cór. Aldeia
Guapiaçu	SAE	14.060	11.859	89	0	640	640	Rib. Claro / Cór. Ventura
Guarani d'Oeste	Sabesp	2.006	1.734	95	100	94	22	Cór. Água Vermelha
Indiaporã	Sabesp	4.058	3.188	98	100	172	37	Cór. da Água Vermelha
Ipiúá	DAE	3.527	1.944	100	0	105	105	Cór. Barra Funda/Japonês/Rangel
Macedônia	Sabesp	3.762	2.683	100	100	145	29	Cór. da Captura
Meridiano	Sabesp	4.025	2.657	100	100	143	29	Cór. Coqueiro
Mesópolis	Sabesp	1.930	1.217	100	100	66	13	Cór. do Meio
Mira Estrela	Sabesp	2.596	1.941	100	100	105	21	Cór. Aroeira
Mirassol	DAE	48.312	46.565	85	20	2515	2173	Cór. Fartura
Mirassolândia	DAE	3.743	3.126	76	0	169	169	Cór. da Faxina
Monte Alto	Sabesp	43.591	40.741	100	20	2200	1848	Cór. do Tijucu
Monte Azul Paulista	SAE	19.549	17.559	100	30	948	721	Cór. Santa Rosa
Nova Granada	Sabesp	17.022	15.043	95	100	812	195	Cór. Mata Negra
Novais	SAE	3.215	2.659	100	0	144	144	Cór. do Matão e das Perobas
Olimpia	DAE	45.983	42.619	100	30	2301	1749	Cór. dos Pretos
Onda Verde	Sabesp	3.413	2.319	100	100	125	25	Rio São João
Orindiúva	Sabesp	4.158	3.680	96	100	199	46	Cór. Barreirão
Ouroeste	Sabesp	6.290	4.660	100	100	252	50	Cór. Da Galinha/Formoso
Palestina	DAE	9.097	7.228	100	0	390	390	Cór. Cerrinha
Palmares Paulista	Sabesp	8.437	8.106	90	0	438	438	Rib. Onça
Paraíso	SAE	5.429	4.457	98	0	241	241	Cór. Paraíso
Paranapuã	Sabesp	3.632	3.029	100	100	164	33	Cór. Ingá
Parisi	DAE	1.950	1.509	84	100	81	27	Cór. Brejão
Paulo de Faria	Sabesp	8.471	7.442	100	100	402	80	Rib. das Pontes
Pedranópolis	Sabesp	2.730	1.648	100	76	89	35	Cór. das Pedras
Pindorama	SAE	13.103	12.083	100	0	652	652	Rio São Domingos
Pirangi	SAE	10.039	8.688	100	0	469	469	Ribeirão Tabarana
Pontes Gestal	Sabesp	2.542	1.937	100	100	105	21	Rio Preto
Populina	Sabesp	4.445	3.422	100	100	185	37	Cór. Barra Bonita
Riolândia	Sabesp	8.561	6.862	99	100	371	77	Cór. Veadinho
Santa Adélia	SAE	13.451	12.072	99	0	652	652	Rio São Domingos
Santa Albertina	Sabesp	5.586	4.433	99	100	239	50	Cór. D'Oeste
Santa Clara d'Oeste	Sabesp	2.128	1.459	100	100	79	16	Cór. do Mineiro
Santa Rita Oeste	PM	2.693	1.553	96	100	84	19	Cór. da Mina
São José do Rio Preto	DAE	357.862	336.998	100	0	18198	18198	Rio Preto
Severínia	SAE	13.595	12.155	100	100	656	131	Cór. Pau D'álho
Tabapuã	SAE	10.485	9.017	100	0	487	487	Cór. Limeira
Taiacu	SAE	5.618	4.846	100	100	262	52	Cór. S. José Taiacu
Taiúva	SAE	5.506	4.759	100	70	257	113	Cór. Melo / Simões / Aurora
Tanabi	DAE	22.591	17.992	84	0	972	972	Rio Jataí
Turmalina	Sabesp	2.366	1.547	100	83	84	28	Cór. do Feijão
Uchoa	SAE	9.033	7.880	100	0	426	426	Cór. Grande
Urânia	Sabesp	8.825	7.065	100	100	382	76	Rib. Ponte Pensa
Valentim Gentil	Sabesp	8.625	7.547	100	100	408	82	Cór. Varação
Vista Alegre do Alto	SAE	4.754	4.143	100	100	224	45	Cór. Barro Preto
Vitória Brasil	Sabesp	1.675	1.189	100	100	64	13	Cór. sem nome
Votuporanga	SAE	75.565	72.725	78	0	3927	3927	Cór. Marinheiro e Boa Vista

## 7.15.2 Monitoramento da Qualidade das Águas

### □ Descrição dos Pontos de Amostragem

Ponto de Amostragem	Latitude (S)	Longitude (O)	Corpo de água	Localização
ONCA02500	21°04'44"	48°48'08"	Ribeirão da Onça	Ponte na rodovia que liga Palmares Paulista a Paraíso
RPRE02200	20°48'34"	49°22'34"	Res. do Rio Preto	Na captação da ETA de São José do Rio Preto
PRETO2300	20°37'49"	49°21'28"	Rio Preto	Ponte na rodovia que liga Ipigua à BR -153
PRETO2800	20°17'48"	49°38'15"		Ponte na rodovia que liga Américo de Campos a Palestina
SDOM04500	21°03'11"	49°03'53"	Rib. São Domingos	Ponte na Rua J. Zancaner, em Catiguá
TURV02500	20°44'36"	49°06'21"	Rio Turvo	Ponte na rodovia que liga São José do Rio Preto a Barretos
TURV02800	20°25'12"	49°16'12"		Na Fazenda Santo Mauro, na divisa de Nova Granada e Icem

## 7.15.3 Resultados

### □ Índices

#### IQA

Código do Ponto	Corpo de água	fev	abr	jun	ago	out	dez	Média
ONCA02500	Ribeirão da Onça	52	47	54	42	47	42	47
RPRE02200	Res. do Rio Preto	47	58	54	52	65	59	56
PRETO2300	Rio Preto	34	17	18		15	26	22
PRETO2800		57	52	50	55	52	49	53
SDOM04500	Rib. São Domingos	42	40	35	25	14	29	31
TURV02500	Rio Turvo	63	60	58	56	66	57	60
TURV02800		62	66	53	62	77	67	64

QUALIDADE: ÓTIMA BOA ACEITÁVEL RUIM PÉSSIMA

#### IAP

Código do Ponto	Corpo de água	fev	abr	jun	ago	out	dez	Média
ONCA02500	Ribeirão da Onça			51		44	37	43
RPRE02200	Res. do Rio Preto	37		53	26		57	43
PRETO2300	Rio Preto	26	14	16		13	22	18
PRETO2800		48	46	47	51	50	44	48
SDOM04500	Rib. São Domingos	35	35	31	22	12	25	26
TURV02500	Rio Turvo	50	54	54	53	62	51	54
TURV02800		51	58	50	58	74	59	58

QUALIDADE: ÓTIMA BOA REGULAR RUIM PÉSSIMA

#### IVA

Código do Ponto	Corpo de água	fev	abr	jun	ago	out	dez	Média
ONCA02500	Ribeirão da Onça	2,2	3,2	4,2	6,6	5,4	5,4	4,5
RPRE02200	Res. do Rio Preto	3,4	4,2	6,6	9,2	4,2	4,4	5,3
PRETO2300	Rio Preto	4,6	7,6	7,6	7,6	7,6	5,2	6,7
PRETO2800		3,4	5,4	7,6	7,6	7,6	7,6	6,5
TURV02500	Rio Turvo	3,4	4,2	5,4	5,4	4,2	4,2	4,5
TURV02800		3,4	5,4	6,6	7,6	4,2	4,2	5,2

QUALIDADE: ÓTIMA BOA REGULAR RUIM PÉSSIMA

#### IET

Código do Ponto	Corpo de água	fev	abr	jun	ago	out	dez	Média
ONCA02500	Ribeirão da Onça	13	51	66	66	71	63	55
RPRE02200	Res. do Rio Preto	35	60	55	51	55	47	50
PRETO2300	Rio Preto	40	86	104	106	108	101	91
PRETO2800		13	73	76	80	79	74	66
TURV02500	Rio Turvo	13	58	69	67	68	66	57
TURV02800		42	62	68	75	64	67	63

LEGENDA: OLIGOTRÓFICO MESOTRÓFICO EUTRÓFICO HIPEREUTRÓFICO

### □ Parâmetros Sanitários – valores médios

Código do Ponto	Parâmetros																					
	Condutiv.		TURB		NO <sub>2</sub>		NO <sub>3</sub>		NH <sub>3</sub>		OD		DBO <sub>5,20</sub>		RF		Surfac.		PT		CT	
	Mé dia 2002	Mé dia 1992 - 2001	Mé dia 2002	Mé dia 1992 - 2001	Mé dia 2002	Mé dia 1992 - 2001	Mé dia 2002	Mé dia 1992 - 2001	Mé dia 2002	Mé dia 1992 - 2001	Mé dia 2002	Mé dia 1992 - 2001	Mé dia 2002	Mé dia 1992 - 2001	Mé dia 2002	Mé dia 1992 - 2001	Mé dia 2002	Mé dia 1992 - 2001	Mé dia 2002	Mé dia 1992 - 2001	Mé dia 2002	Mé dia 1992 - 2001
ONCA02500	158	112	19	50	0,385	0,024	0,07	0,13	0,70	0,23	4,73	5,3	4	4	99	98	0,09	0,094	0,070	4,5E+04	1,2E+05	
RPRE02200	110	101	31	31	0,041	0,021	0,39	0,14	0,23	0,22	4,07	5,7	3	2	116	82	0,04	0,089	0,043	2,1E+03	3,0E+03	
PRETO02300	250	301	33	50	0,017	0,005	0,14	0,03	11,85	6,20	1,43	0,2	45	51	167	187		1,295	0,881	4,3E+06	4,7E+06	
PRETO2800	126	106	27	35	0,052	0,105	0,69	0,24	2,57	1,20	2,93	4,2	5	5	105	89	0,06	0,213	0,121	5,3E+02	1,4E+03	
SDOM04500	219	176	22	46	0,752	0,027	8,92	0,09	5,69	2,27	1,38	1,7	12	13	150	139	0,31	0,418	0,186	2,4E+05	1,1E+06	
TURV02500	119	106	27	34	0,050	0,046	0,50	0,24	0,41	0,19	5,07	6,3	3	3	105	96	0,06	0,103	0,069	8,6E+02	4,6E+03	
TURV02800	108	99	30	34	0,045	0,041	0,54	0,33	0,11	0,09	4,58	6,3	2	2	105	89	0,04	0,121	0,078	6,1E+01	2,0E+03	

□ pH, Fenol e Metais – resultados não conformes com os padrões de qualidade de água estabelecidos pela Resolução CONAMA 20/86

Código do Ponto	Parâmetros																																							
	pH				Fenóis				Al				Mn				Ni				Cu				Zn				Cd				Hg				Pb			
	NC 2002	NT 2002	% NC 2002	% NC 1992 - 2001	NC 2002	NT 2002	% NC 2002	% NC 1992 - 2001	NC 2002	NT 2002	% NC 2002	% NC 1992 - 2001	NC 2002	NT 2002	% NC 2002	% NC 1992 - 2001	NC 2002	NT 2002	% NC 2002	% NC 1992 - 2001	NC 2002	NT 2002	% NC 2002	% NC 1992 - 2001	NC 2002	NT 2002	% NC 2002	% NC 1992 - 2001	NC 2002	NT 2002	% NC 2002	% NC 1992 - 2001	NC 2002	NT 2002	% NC 2002	% NC 1992 - 2001				
ONCA02500	0	6	0	0	1	1	100	52	6	6	100	100	3	6	50	62	0	6	0	4	0	6	0	4	0	6	0	5	0	2	0	21	1	2	50	11			5	
RPRE02200	0	6	0	0	2	2	100	29	6	6	100	100	2	6	33	75	0	6	0	2	0	6	0	5	0	6	0	5	1	2	50	18	0	2	0	2			4	
PRETO02300	0	6	0	0	4	4	100	100	6	6	100	100	6	6	100	100	0	6	0	0	1	6	17	50	0	6	0	17	0	2	0	50	0	2	0	0			0	
PRETO2800	0	6	0	3	2	2	100	47	6	6	100	96	5	6	83	87	0	6	0	2	0	6	0	5	0	6	0	3	0	2	0	22	0	2	0	9			12	
SDOM04500	0	6	0	0	0	6	0	0																																
TURV02500	0	6	0	0	1	1	100	36	6	6	100	100	3	6	50	62	0	6	0	2	0	6	0	7	0	6	0	3	0	2	0	17	0	2	0	5			4	
TURV02800	0	6	0	2	2	2	100	44	6	6	100	100	2	6	33	62	0	6	0	3	0	6	0	5	0	6	0	8	0	2	0	18	0	2	0	7			4	

NC: Número de Resultados Não Conformes  
 NT: Número Total de Resultados Considerados

### 7.15.4 Considerações

#### **Reservatório do Rio Preto / Rio Preto**

Em 2001, a avaliação da qualidade das águas do Rio Preto foi realizada por meio de três pontos de amostragem, sendo um deles (RPRE02200) localizado no reservatório existente em sua cabeceira, o segundo (PRET02300) após o município de São José do Rio Preto e o último (PRET02800), próximo à sua foz no Rio Turvo.

O quadro a seguir apresenta as médias de longo período dos indicadores utilizados para avaliar a qualidade das águas da bacia do Rio Preto.

O oxigênio dissolvido consiste no elemento essencial para a preservação da vida aquática, além de também ser fundamental para a degradação da matéria orgânica biodegradável. Os elevados níveis médios de matéria orgânica biodegradável ( $DBO_{5,20}$ ), no trecho do Rio Preto imediatamente a jusante de São José do Rio Preto, acarretaram a ausência do oxigênio dissolvido. Este ponto também acusou concentrações bastante elevadas de coliformes termotolerantes e nitrogênio amoniacal, confirmando o lançamento de esgotos domésticos “in natura”. Em 2002, o trecho final deste rio, apresentou uma recuperação dos níveis de  $DBO_{5,20}$  e coliformes termotolerantes, enquanto que a matéria orgânica nitrogenada, expressa em termos de nitrogênio amoniacal, manteve-se bastante elevada. Como os níveis médios de oxigênio dissolvido também se mantiveram bastante reduzidos, conclui-se que seu déficit é acarretado pela demanda nitrogenada.

#### **Ribeirão do Onça / Rio São Domingos / Rio Turvo**

O Ribeirão do Onça e o Rio São Domingos constituem-se nos dois principais afluentes da cabeceira do Rio Turvo. O Rio São Domingos está enquadrado na Classe 4, de forma que não existem padrões no corpo receptor para a maioria dos indicadores de qualidade. O município de Catanduva, com aproximadamente 106.000 habitantes, lança seus efluentes tanto domésticos quanto industriais na bacia do Rio São Domingos. O Rio Turvo é monitorado em um ponto situado na confluência do Rio São Domingos e do Ribeirão do Onça (TURV02500), e, em outra localidade, situada antes da sua confluência com o Rio Preto (TURV02800).

A condutividade, o nitrogênio amoniacal, a  $DBO_{5,20}$  e o oxigênio dissolvido foram adotados para avaliar o comprometimento sanitário da qualidade das águas dos recursos hídricos inseridos na bacia do Turvo. A turbidez permite avaliar a componente difusa agrícola, uma vez que se correlaciona com os sólidos em suspensão. O potássio e o sódio foram utilizados como indicadores dos lançamentos dos efluentes gerados, respectivamente, nas atividades de aplicação de vinhaça nos solos, e nas indústrias de suco de laranja e curtumes.

O Rio São Domingos encontra-se bastante comprometido do ponto de vista sanitário. O valor médio do oxigênio dissolvido foi muito baixo, demonstrando que este rio não apresenta capacidade em assimilar a carga orgânica poluidora lançada em seu leito. Os elevados valores de coliformes termotolerantes e nitrogênio amoniacal confirmam o lançamento de esgotos domésticos não tratados. Atualmente, o município de Catanduva trata apenas 2% do esgoto coletado.

O sódio e o potássio também se mostraram mais elevados na bacia do Rio São Domingos, sugerindo que a contribuição doméstica seja a principal responsável por esse comportamento. Os demais pontos apresentaram valores bastante semelhantes, o que impediu alguma correlação com fontes específicas.

Em 2002, os dois pontos do Rio Turvo apresentaram níveis médios de nitrogênio amoniacal e fósforo total superiores às médias históricas. Tal ocorrência pode ter influenciado no maior déficit do oxigênio dissolvido observado em suas águas em 2002. Além do mais, o Rio Turvo consiste num importante tributário do Reservatório Águas Vermelhas, podendo as concentrações de nutrientes de suas águas colaborar com o processo de eutrofização dos reservatórios existentes ao longo do Rio Grande.

#### **□ Resultados de Mutagenicidade**

Não foi detectada atividade mutagênica no ponto amostrado, nas condições dos ensaios.

□ **Resultados de Toxicidade**

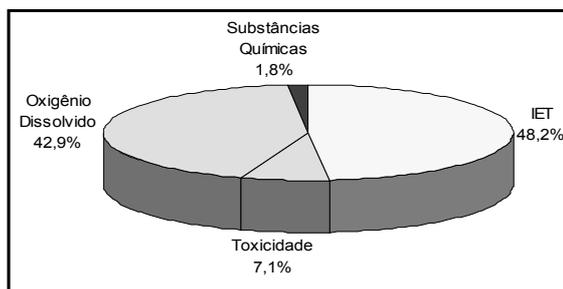
Com relação à toxicidade nesta UGRHI, destaca-se o ponto PRET02300, onde foi observado efeito tóxico crônico, no mês de abril, e efeito tóxico agudo nos meses de junho e outubro. Ressalta-se que tais efeitos podem ser decorrentes das elevadas concentrações de alumínio, cobre e zinco.

□ **IAP - Índice de Qualidade de Água Bruta para fins de Abastecimento Público**

Apenas o trecho do Rio Preto, a jusante de São José do Rio Preto, e o Ribeirão São Domingos mostraram-se inadequadas para o abastecimento público, uma vez que o IAP médio anual foi Ruim.

□ **IVA - Índice de Proteção da Vida Aquática**

Para visualizar os parâmetros que influenciaram no IVA quando classificado nas categorias Regular, Ruim e Péssima, é apresentado o gráfico a seguir.



□ **IET – Índice do Estado Trófico**

No que se refere aos corpos d'água desta UGRHI, com exceção do Reservatório do Rio Preto, o índice de estado trófico foi calculado somente com os valores fósforo total e indicaram nível eutrófico/hipereutrófico na maioria dos meses.



□ **Carga orgânica poluidora**

Município	Concessão	População Censo 2000		Atendimento		Carga Poluidora kgDBO/dia		Corpo Receptor
		Total	Urbana	Coleta %	Tratam. %	Potencial	Remanesc.	
Adolfo	Sabesp	3.678	3.063	100	100	165	33	Rib. Sobrado
Avaí	Sabesp	4.596	3.196	86	100	173	54	Cór. Jacutinga
Bady Bassitt	DAE	11.538	10.263	100	100	554	111	Rib. Borboleta
Balbinos	Sabesp	1.313	1.062	100	100	57	11	Cór. Grande
Borborema	PM	13.175	10.834	100	0	585	585	Cór. do Fugido
Cafelândia	SAAE	15.790	13.058	100	0	705	705	Cór. do Saltinho
Dobrada	PM	7.002	6.501	100	0	351	351	Rib. Dobrada
Elisiário	PM	2.578	2.191	87	100	118	36	Cór. Cubatão
Guaiçara	SAAE	9.204	8.073	75	0	436	436	Cór. Fiu
Guarantã	SAAE	6.294	4.821	98	0	260	260	Riacho Guarantã
Ibirá	Sabesp	9.444	8.301	94	99	448	115	Cór. Mococa
Irapuã	Sabesp	6.659	5.430	99	100	293	61	Cór. Cervinho
Itajobi	PM	14.224	10.862	100	0	587	587	Rib. Monjolinho
Itápolis	SAAE	37.744	32.138	100	0	1735	1735	Cór. do Brejão
Jaci	DAE	3.987	2.970	95	100	160	38	Cór. Jacaré
Lins	Sabesp	65.954	64.222	98	100	3468	749	Cór. Campestre
Marapoama	PM	2.233	1.540	100	0	83	83	Cór. do Matadouro
Matão	DAEMA	71.747	69.158	77	0	3735	3735	Rio São Lourenço
Mendonça	PM	3.753	2.758	90	100	149	42	Rib. dos Bagres
Nova Aliança	DAE	4.765	3.619	95	100	195	47	Cór. Borboleta
Novo Horizonte	Sabesp	32.420	28.905	100	100	1561	312	Cór. Três Pontes
Pirajuí	SAAE	19.982	16.167	92	0	873	873	Cór. Dourado e Douradinho
Piratininga	Sabesp	10.571	8.844	99	100	478	99	Rio Batalha
Pongáí	Sabesp	3.691	2.909	98	100	157	34	Rio Sucuri e Cór. Saltinho
Potirendaba	SAE	13.230	11.472	94	0	619	619	Cór. Águas Espalhadas
Presidente Alves	Sabesp	4.307	3.312	100	100	179	36	Cór. Lontra e Macuco
Reginópolis	SAAE	4.730	3.776	98	0	204	204	Cór. S/ nome afluente do Rio Tietê
Sabino	SAAE	4.948	4.090	100	35	221	159	Cór. Sem Nome afluente do Rio Tietê
Sales	PM	4.566	3.562	100	93	192	49	Cór. Cervinho
Santa Ernestina	Sabesp	5.744	4.394	100	0	237	237	Rib. dos Porcos
Taquaritinga	SAAET	52.038	47.569	82	0	2569	2569	Rib. dos Porcos
Uru	Sabesp	1.401	986	99	100	53	11	Cór. do Uru
Urupês	PM	11.833	9.787	100	0	528	528	Cór. Barreiro

## 7.16.2 Monitoramento da Qualidade das Águas

□ **Descrição dos Pontos de Amostragem**

Ponto de Amostragem	Latitude (S)	Longitude (O)	MR/RM	Corpo de água	Localização
TIET02600	21°45'31"	48°59'39"	RM	Rio Tietê	Margem direita, jusante do canal de fuga da casa de força da Usina Hidrelétrica de Ibitinga
BATA02050	22°22'51"	49°06'55"	MR	Rio Batalha	Ponte na estrada que liga Piratininga a Bauru, na captação de Bauru
BATA02800	21°53'20"	49°14'11"	RM		Ponte na rodovia SP-331, no trecho que liga Reginópolis a Piranjui

MR = Monitoramento Regional

RM = Rede de Monitoramento

### 7.16.3 Resultados

□ Índices

■ IQA

Código do Ponto	Corpo de água	fev	abr	jun	ago	out	dez	Média
TIET02600	Rio Tietê	77	79	85	87	85	73	81
BATA02800	Rio Batalha	59	66	67	71	68	62	65



■ IAP

Código do Ponto	Corpo de água	fev	abr	jun	ago	out	dez	Média
TIET02600	Rio Tietê	77	79	85	87	85	73	81
BATA02800	Rio Batalha	54	59	64	69	65	54	59



■ IVA

Código do Ponto	Corpo de água	fev	abr	jun	ago	out	dez	Média
TIET02600	Rio Tietê	2,2	3,2	3,2	4,4	3,2	5,4	3,6
BATA02800	Rio Batalha	4,2	2,2	3,2	2,2	4,4	4,2	3,4



■ IET

Código do Ponto	Corpo de água	fev	abr	jun	ago	out	dez	Média
TIET02600	Rio Tietê	44	44	49	45	46	71	50
BATA02800	Rio Batalha	56	41	47	40	53	58	49

LEGENDA: ■ OLIGOTRÓFICO ■ MESOTRÓFICO ■ EUTRÓFICO ■ HIPEREUTRÓFICO

□ Parâmetros Sanitários – valores médios

Código do Ponto	Parâmetros														Média 2002	Média 1992 - 2001						
	Condutiv.		TURB		NO <sub>2</sub>		NO <sub>3</sub>		NH <sub>3</sub>		OD		DBO <sub>5,20</sub>				RF		Surfac.		PT	
	Média 2002	Média 1999 - 2001	Média 2002	Média 1999 - 2001	Média 2002	Média 1992 - 2001	Média 2002	Média 1999 - 2001	Média 2002	Média 1999 - 2001	Média 2002	Média 1999 - 2001	Média 2002	Média 1999 - 2001			Média 2002	Média 1999 - 2001	Média 2002	Média 1999 - 2001		
TIET02600	180	151	8	7	0,028	0,030	0,91	0,75	0,06	0,11	6,7	6,5	3	2	113	119		0,07	0,042	0,039	7,6E+00	7,0E+01
BATA02050					0,003	0,003	0,40	0,30	0,05	0,08	5,6	6,1	3	3	141	102			0,026	0,059	2,0E+02	7,3E+02
BATA02800	89	70	32	73	0,003	0,053	0,31	0,28	0,06	0,10	6,8	6,8	3	3	82	94			0,043	0,052	6,9E+02	1,5E+03

□ pH, Fenol e Metais – resultados não conformes com os padrões de qualidade de água estabelecidos pela Resolução CONAMA 20/86

Código do Ponto	Parâmetros																																																
	pH				Fenóis				Al				Mn				Ni				Cu				Zn				Cd				Ba				Hg				Pb								
	NC 2002	NT 2002	% NC 2002	% NC 1992 - 2001	NC 2002	NT 2002	% NC 2002	% NC 1992 - 2001	NC 2002	NT 2002	% NC 2002	% NC 1992 - 2001	NC 2002	NT 2002	% NC 2002	% NC 1992 - 2001	NC 2002	NT 2002	% NC 2002	% NC 1992 - 2001	NC 2002	NT 2002	% NC 2002	% NC 1992 - 2001	NC 2002	NT 2002	% NC 2002	% NC 1992 - 2001	NC 2002	NT 2002	% NC 2002	% NC 1992 - 2001	NC 2002	NT 2002	% NC 2002	% NC 1992 - 2001	NC 2002	NT 2002	% NC 2002	% NC 1992 - 2001									
TIET02600	1	6	17	2					30	3	6	50	65	0	6	0	2	0	2	0	9	0	2	0	0	0	2	0	0	0	2	0	4					13				0	0	2	0	4			
BATA02050	0	2	0	0	0	1	0	100	0	2	0	50	2	2	100	50	0	2	0	0	0	2	0	0	0	2	0	0	0	2	0	0	0	2	0	50	0	2	0	0	0	2	0	50					
BATA02800	0	6	0	0					6	6	100	100	3	6	50	83	0	2	0	0	1	2	50	0	0	2	0	0									0	2	0	0									

NC: Número de Resultados Não Conformes  
 NT: Número Total de Resultados Considerados

### 7.16.4 Considerações

#### Rio Tietê (Reservatório de Promissão) / Rio Batalha

Em 2002, o trecho do Rio Tietê inserido nesta UGRHI foi monitorado no ponto TIET02600, que se situa a jusante da Usina de Ibitinga. Nesta UGRHI, o Rio Tietê encontra-se todo represado pelo barramento de Promissão, de forma que esse local apresenta condições hidrodinâmicas típicas de ambiente lântico. Em 2002, o Rio Batalha, importante afluente da margem esquerda do Tietê, foi monitorado em dois pontos de amostragem, sendo um ponto na captação de Bauru e outro, antes de seu represamento no Reservatório de Promissão .

As águas do Rio Batalha mostraram-se em boas condições sanitárias, acusando valores médios bastante baixos para os parâmetros de qualidade avaliados.

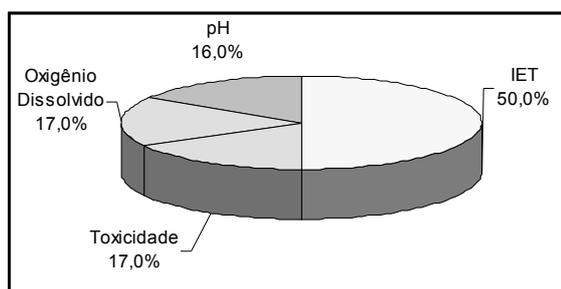
Este trecho do Rio Tietê possui características hidrodinâmicas, que possibilitam a eutrofização de suas águas, tornando-se assim essencial conhecer as concentrações do fósforo, que é considerado um dos mais importantes nutrientes. A concentração média do fósforo, em 2002, manteve-se muito próxima ao padrão de qualidade, mostrando assim uma condição favorável ao equilíbrio biológico desse ambiente. As principais fontes de fósforo neste trecho do Tietê estão relacionadas com as cargas de origem difusa da drenagem de solos agrícolas.

#### □ IAP - Índice de Qualidade de Água Bruta para fins de Abastecimento Público

Para o abastecimento público, o Rio Batalha apresentou qualidade Boa e o trecho do Rio Tietê inserido nesta UGRHI, qualidade Ótima, de acordo com o IAP.

#### □ IVA - Índice de Proteção da Vida Aquática

Para visualizar os parâmetros que influenciaram no IVA quando classificado nas categorias Regular e Ruim, é apresentado o gráfico a seguir.

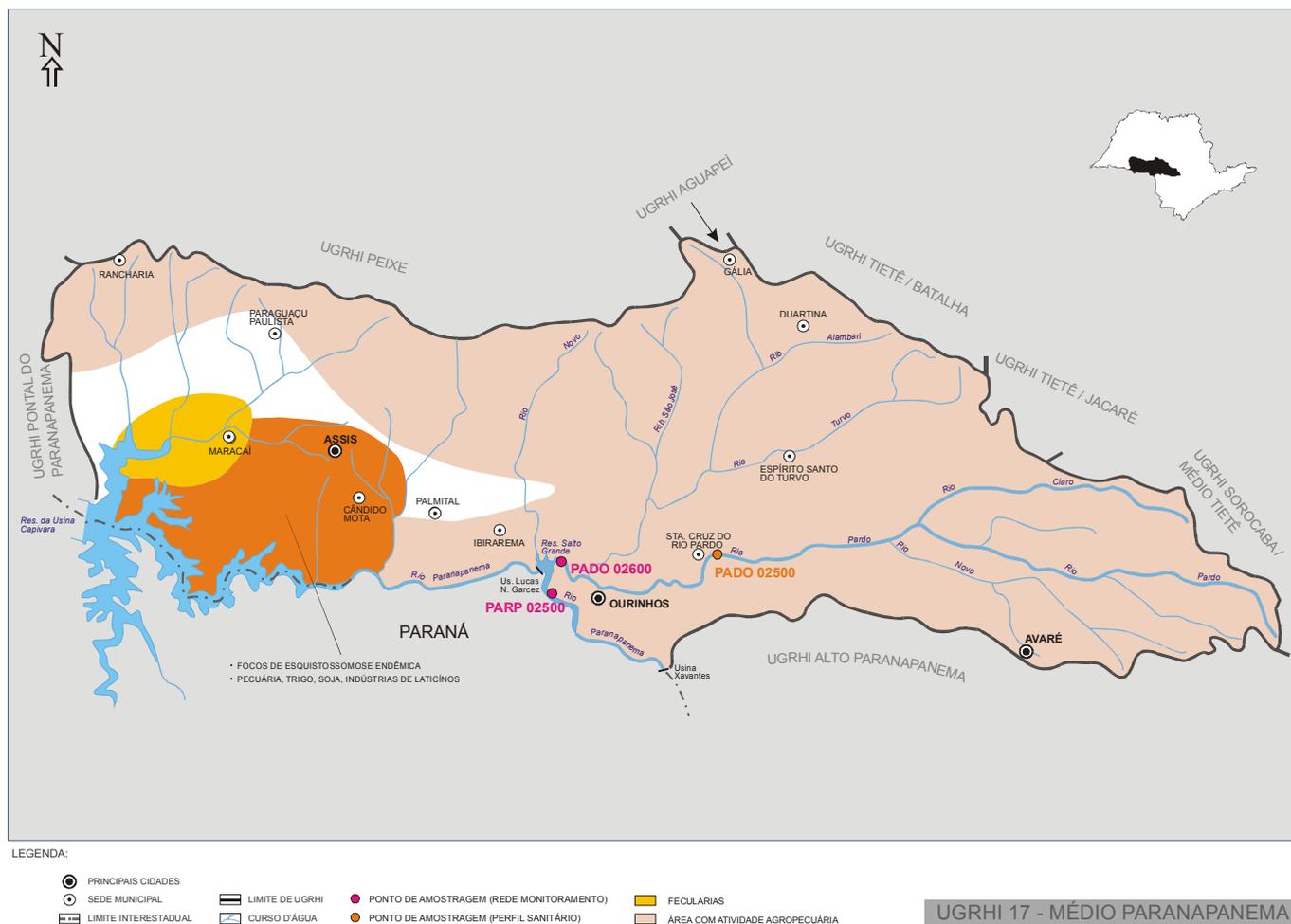


#### □ IET – Índice do Estado Trófico

Com relação ao Rio Batatais e ao Rio Tietê, as médias mensais do índice de estado trófico, indicaram em sua maioria, estado oligotrófico/mesotrófico, portanto não eutrofizado; no entanto no mês de dezembro, o índice de estado trófico indicou hipereutrofização, em ambos os rios.

## 7.17 UGRHI 17 – Médio Paranapanema

A Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos 17 é composta por 42 municípios. A seguir, apresenta-se o mapa esquemático desta UGRHI contendo os seus principais corpos de água, municípios, atividades agrícolas e indústrias poluidoras, bem como a localização dos pontos de amostragem.



### 7.17.1 Caracterização da UGRHI

<i>Área de drenagem</i>	16.763 km <sup>2</sup> .
<i>Constituintes principais</i>	Rio Paranapanema e seus afluentes, desde o Reservatório da UHE de Xavantes até a UHE de Capivara e Rios Capivara e Turvo.
<i>Reservatório</i>	Capivara.
<i>Usos do solo</i>	Policultura, incluindo soja, cana-de-açúcar, milho, mandioca e arroz, caracterizada por apresentar altas taxas de aplicação de agroquímicos, com exceção das culturas do milho e da mandioca; ocupação urbana e ocupação industrial e extração mineral, com predomínio de argila.
<i>Usos da água</i>	Abastecimento público e industrial; Afastamento de efluentes domésticos; Lançamentos em suas águas de efluentes industriais e Irrigação de plantações.
<i>Principais atividades industriais</i>	Indústrias alimentícias, frigoríficos, feculárias, engenhos de aguardente, destilarias de álcool e indústrias cerâmicas.

□ Carga orgânica poluidora

Município	Concessão	População Censo 2000		Atendimento		Carga Poluidora kgDBO/dia		Corpo Receptor
		Total	Urbana	Coleta %	Tratam. %	Potencial	Remanesc.	
Águas de Santa Bárbara	Sabesp	5.221	3.876	63	0	209	209	Rio Pardo
Alvinlândia	Sabesp	2.841	2.431	89	100	131	38	Cór. Jauzinho
Assis	Sabesp	87.144	83.281	100	45	4497	2878	Cór. Fortuninha e Jacu
Avaré	Sabesp	76.400	72.317	87	0,5	3905	3892	Cór. Do Lajeado
Cabrália Paulista	PM	4.656	3.992	90	0	216	216	Rib. Alambari e Corrente
Campos Novos Paulista	PM	4.179	2.989	99	0	161	161	Rio Novo
Cândido Mota	SAAE	29.282	26.552	97	100	1434	321	Cór. Do Jacu
Canitar	PM	3.479	2.675	3	0	144	144	Solo
Cerqueira César	PM	15.143	13.056	95	100	705	169	Rio Três Ranchos
Chavantes	PM	12.190	10.436	100	0	564	564	Rio Paranapanema
Cruzália	Sabesp	2.611	1.595	95	100	86	21	Rib. Água da Pintada
Duartina	Sabesp	12.464	10.777	95	0	582	582	Rio Serrote
Echaporã	Sabesp	6.810	5.168	98	0	279	279	Rib. Cascavel
Espírito Santo do Turvo	Sabesp	3.677	3.239	90	100	175	49	Rio Turvo
Fernão	Sabesp	1.430	675	100	100	36	7	Rib. Das Antas
Florínea	Sabesp	3.129	2.639	80	100	143	51	Rib. Água do Pântano
Gália	Sabesp	7.848	5.584	100	100	302	60	Rib. Das Antas
Iaras	Sabesp	3.057	1.897	100	100	102	20	Água da Limeira
Ibirarema	PM	5.693	5.086	89	100	275	79	Rib. Pau d'Alho
Itatinga	Sabesp	15.438	13.525	100	100	730	146	Rio Novo
João Ramalho	PM	3.840	3.075	100	100	166	33	Cor. Água Bonita
Lucianópolis	Sabesp	2.153	1.648	100	100	89	18	Cór.Água da Rosa
Lupércio	Sabesp	4.220	2.106	100	100	114	23	Cór. Santo Anastácio
Maracáí	Sabesp	12.973	11.394	94	100	615	153	Rib. Do Cervo e Rib. Água das Anhumas
Ocaúçu	PM	4.161	2.909	100	100	157	31	Cor. Tarumã
Óleo	Sabesp	2.988	1.769	89	14	96	86	Rib. Do Óleo
Ourinhos	SAE	93.796	89.301	98	87	4822	1533	Rios Pardo, Paranapanema e cór. Jacuzinho
Palmital	SAAE	20.697	16.790	82	90	907	371	Cór. Água Parada
Paraguaçu Paulista	Sabesp	39.612	36.619	93	0	1977	1977	Rib. Do Alegre e do Sapé
Pardinho	Sabesp	4.737	2.996	83	100	162	54	Rio Pardo
Paulistânia	Sabesp	1.784	1.001	93	0	54	54	Cór. São Jerônimo
Pedrinhas Paulista	Sabesp	2.861	2.314	95	100	125	30	Rio Pedrinhas
Platina	Sabesp	2.867	2.119	100	0	114	114	Cór. Pari-Veado
Pratânea	Sabesp	3.948	2.716	97	100	147	33	Rio da Prata e Rio Claro
Quatá	Sabesp	11.655	10.548	99	100	570	118	Rib. Água da Bomba
Rancharia	PM	28.766	24.985	93	92	1349	426	Cór. Água da Lavadeira e Água da Rancharia
Ribeirão do Sul	Sabesp	4.496	2.858	93	100	154	40	Rib. Dos Pintos
Salto Grande	PM	8.442	7.385	30	0	399	399	Rio Paranapanema/Rio Novo
Santa Cruz do Rio Pardo	Sabesp	40.853	35.060	100	0	1893	1893	Rio Pardo
São Pedro do Turvo	PM	6.889	4.399	95	0	238	238	Rio São João
Tarumã	Sabesp	10.747	9.650	96	100	521	121	Rib. Do Tarumã
Ubirajara	Sabesp	4.153	2.996	92	100	162	43	Cór. São João

## 7.17.2 Monitoramento da Qualidade das Águas

### □ Descrição dos Pontos de Amostragem

Ponto de Amostragem	Latitude (S)	Longitude (O)	MR/RM	Corpo de água	Localização
PARP02500	22°59'54"	49°54'27"	RM	Rio Paranapanema	Ponte na rodovia BR-153, no município de Ourinhos
PADO02500	22°54'17"	45°37'13"	MR	Rio Pardo	Na captação da SABESP em Santa Cruz do Rio Pardo
PADO02600	22°57'14"	49°52'02"	RM	Rio Pardo	Captação de Ourinhos

MR = Monitoramento Regional

RM = Rede de Monitoramento

## 7.17.3 Resultados

### □ Índices

#### IQA

Código do Ponto	Corpo de água	fev	abr	jun	ago	out	dez	Média
PARP02500	Rio Paranapanema	76	71	76	67	73	61	71
PADO02600	Rio Pardo	58	53	60	62	65	52	58

QUALIDADE: ■ ÓTIMA ■ BOA ■ ACEITÁVEL ■ RUIM ■ PÉSSIMA

#### IAP

Código do Ponto	Corpo de água	fev	abr	jun	ago	out	dez	Média
PARP02500	Rio Paranapanema	76	71	76	67	73	60	71
PADO02600	Rio Pardo	48		58	59		0	41

QUALIDADE: ■ ÓTIMA ■ BOA ■ REGULAR ■ RUIM ■ PÉSSIMA

#### IVA

Código do Ponto	Corpo de água	fev	abr	jun	ago	out	dez	Média
PARP02500	Rio Paranapanema	2,2	2,2	3,2	2,2	4,4	3,2	2,9
PADO02600	Rio Pardo	3,4	4,6	3,4	2,2	3,2	4,4	3,5

QUALIDADE: ■ ÓTIMA ■ BOA ■ REGULAR ■ RUIM ■ PÉSSIMA

#### IET

Código do Ponto	Corpo de água	fev	abr	jun	ago	out	dez	Média
PARP02500	Rio Paranapanema	41	43	46	38	47	48	44
PADO02600	Rio Pardo	44	31	38	38	47	46	41

LEGENDA: ■ OLIGOTRÓFICO ■ MESOTRÓFICO ■ EUTRÓFICO ■ HIPEREUTRÓFICO

□ **Parâmetros Sanitários – valores médios**

Código do Ponto	Parâmetros																					
	Condutiv.		TURB		NO <sub>2</sub>		NO <sub>3</sub>		NH <sub>3</sub>		OD		DBO <sub>5,20</sub>		RF		Surfac.		PT		CT	
	Mé- di- a 2 0 0 2	Mé- di- a 1 9 9 2 - 2 0 0 1																				
PARP02500	60	51	8	8	0,003	0,005	0,31	0,27	0,06	0,10	7,3	7,7	3	2	48	56		0,07	0,028	0,033	7,3E+02	1,3E+03
PADO02500					0,006	0,006	0,30	0,34	0,09	0,08	7,6	7,7	4	5	71	77			0,046	0,114	1,1E+03	1,6E+03
PADO02600	61	65	28	39	0,005	0,008	0,31	0,20	0,06	0,12	7,3	8,0	4	3	63	76		0,07	0,076	0,070	1,4E+04	5,8E+03

□ **pH, Fenol e Metais – resultados não conformes com os padrões de qualidade de água estabelecidos pela Resolução CONAMA 20/86**

Código do Ponto	Parâmetros																																													
	pH				Fenóis				Al				Mn				Ni				Cu				Zn				Cd				Ba				Hg				Pb					
	NC 2002	NT 2002	% NC 2002	% NC 1992 - 2001	NC 2002	NT 2002	% NC 2002	% NC 1992 - 2001	NC 2002	NT 2002	% NC 2002	% NC 1992 - 2001	NC 2002	NT 2002	% NC 2002	% NC 1992 - 2001	NC 2002	NT 2002	% NC 2002	% NC 1992 - 2001	NC 2002	NT 2002	% NC 2002	% NC 1992 - 2001	NC 2002	NT 2002	% NC 2002	% NC 1992 - 2001	NC 2002	NT 2002	% NC 2002	% NC 1992 - 2001	NC 2002	NT 2002	% NC 2002	% NC 1992 - 2001										
PARP02500	0	6	0	3				60	2	6	33	83	0	6	0	0	0	2	0	0	0	2	0	5	0	2	0	0					0				0	1	2	50	17					8
PADO02500	0	2	0	0	0	1	0	100	2	2	100	100	0	2	0	50	0	2	0	0	0	2	0	0	0	2	0	0	0	2	0	50	0	2	0	50	0	2	0	50					0	
PADO02600	0	7	0	2				30	6	6	100	100	3	6	50	38	0	6	0	7	0	6	0	10	0	6	0	2	1	6	17	18					0	2	6	33	4					0

NC: Número de Resultados Não Conformes  
 NT: Número Total de Resultados Considerados

### 7.17.4 Considerações

#### Rios Paranapanema e Pardo

Nesta UGRHI, o Rio Paranapanema possui um ponto de monitoramento a jusante da Usina Xavantes, no represamento das águas do Reservatório Lucas N. Garcez. O Rio Pardo é um dos principais afluentes da margem direita do Paranapanema e constitui-se num importante manancial para os municípios da região. O primeiro ponto do Rio Pardo situa-se na captação do município de Santa Cruz do Rio Pardo e o segundo, na captação do município de Ourinhos. Os afluentes da margem esquerda situam-se no Estado do Paraná

As condições sanitárias das águas dos Rios Pardo e Paranapanema mostraram-se em 2002 bastante satisfatórias, com exceção dos parâmetros coliformes termotolerantes e fósforo total no Rio Pardo, que apresentaram níveis médios superiores aos padrões Classe 2, respectivamente, 1.000 NMP/100mL e 0,025 mg/L.

Como o Rio Paranapanema possui vários reservatórios ao longo do seu percurso, é importante a manutenção de níveis baixos de fósforo total em seus afluentes, a fim de se evitar a eutrofização de suas águas. A elevada capacidade de diluição do Rio Paranapanema é o principal motivo para a melhor condição sanitária verificada em suas águas. Inclusive o nível médio de fósforo no Paranapanema ainda se mantém adequado para a manutenção do equilíbrio biológico desse ambiente.

O mercúrio apresentou no trecho final do Rio Pardo uma elevação da porcentagem de resultados não conformes em 2002, quando comparada com a série histórica.

□ **Resultados de Mutagenicidade**

Não foi detectada atividade mutagênica no ponto amostrado, nas condições dos ensaios.

□ **Resultados de Toxicidade**

Com relação à toxicidade nesta UGRHI, destaca-se o ponto PADO02600, onde constatou-se efeito tóxico crônico, no mês de junho. No entanto, esse efeito não se correlacionou com os resultados das análises químicas efetuadas. Neste ponto também foi observado efeito tóxico agudo no mês de abril, sendo que o mesmo pode ser atribuído às concentrações de alumínio e cobre presentes na água.

□ **Resultados das Análises Microbiológicas e Parasitológicas**

**Rio Pardo, na captação de Ourinhos**

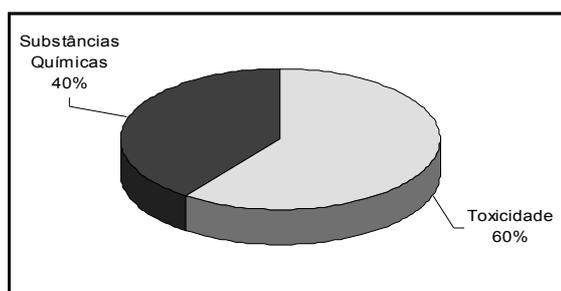
Nesse local, foram realizadas 10 campanhas para análise dos protozoários, e a *Giardia* foi detectada em 9 dessas amostras, em concentrações variáveis entre 0,1 e 19,4 cistos/L. Apenas a amostra coletada em outubro foi positiva para *Cryptosporidium* (0,3 oocistos/L). Os coliformes termotolerantes e os enterococos estiveram presentes em densidades elevadas (até 90.000 NMP/100mL e 3.300 UFC/100mL), e portanto a densidade de 1.000 coliformes termotolerantes/100mL, limite estabelecido pela Resolução CONAMA 20/86 foi superado em várias dessas campanhas. As concentrações de *Clostridium perfringens* foram bem mais baixas.

□ **IAP - Índice de Qualidade de Água Bruta para fins de Abastecimento Público**

O IAP do Rio Pado mostrou-se, na maior parte do ano de 2002, com qualidade Boa, atingindo no mês de dezembro qualidade Péssima, o que forneceu uma média anual Regular.

□ **IVA - Índice de Proteção da Vida Aquática**

Para visualizar os parâmetros que influenciaram no IVA quando classificado nas categorias Regular e Ruim, é apresentado o gráfico a seguir.



□ **IET – Índice do Estado Trófico**

O índice de estado trófico para Rio Pardo, calculado pela média de fósforo total e clorofila a, indicou estado oligotrófico/mesotrófico, mesmo a carga de fósforo sendo alta, já para o Rio Paranapanema o IET indicou baixa trofia, sendo o índice foi calculado somente com fósforo total, indicou um ambiente moderadamente fertilizado.



Município	Concessão	População Censo 2000		Atendimento		Carga Poluidora kg DBO/dia		Corpo Receptor
		Total	Urbana	Coleta %	Tratam. %	Potencial	Remanesc.	
Aparecida d'Oeste	Sabesp	4.930	3.659	97	100	198	44	Cór. do Boi
Auriflâma	Sabesp	13.500	11.875	100	100	641	128	Cór. Laranjeira
Dirce Reis	Sabesp	1.623	1.075	100	100	58	12	Cór. Marimbondo
Floreal	Sabesp	3.223	2.470	100	100	133	27	Rib. das Macaúbas
General Salgado	Sabesp	10.771	8.702	93	100	470	120	Cór. Buritis
Guzolândia	Sabesp	4.296	3.365	100	100	182	36	Cór. Lontra
Ilha Solteira	P.M.	23.986	23.208	100	100	1253	251	Rio Paraná
Jales	Sabesp	46.178	42.332	100	100	2286	457	Cór. Marimbondo
Marinópolis	Sabesp	2.192	1.644	100	100	89	18	Cór. Três Barras
Monte Aprazível	Sabesp	18.412	15.935	100	94	860	213	Cór. Água Limpa
Neves Paulista	DAE	8.913	7.750	96	100	419	97	Rio S. José dos Dourados
Nhandeara	Sabesp	10.181	7.882	100	100	426	85	Cór. Matadouro
Nova Canaã Paulista	Sabesp	2.482	821	37	100	44	31	Solo
Palmeira d'Oeste	Sabesp	10.322	7.085	100	100	383	77	Cór. do Cervo
Pontalinda	Sabesp	3.538	2.682	100	100	145	29	Cór. Novo Mundo
Rubinéia	Sabesp	2.602	1.894	92	100	102	27	Cór. Jacu
Santa Fé do Sul	DAE	26.475	24.879	94	100	1343	333	Cór. da Mula e Córrego. Marreco
Santa Salete	Sabesp	1.379	541	100	100	29	6	Cór. da Paca / Perdizes
Santana da Ponte Pensa	Sabesp	1.894	1.106	100	100	60	12	Rib. Ponte Pensa
São Francisco	Sabesp	2.863	2.055	100	100	111	22	Cór. Botelho
São João das Duas Pontes	Sabesp	2.664	2.019	100	100	109	22	Rib. São João
São João de Iracema	DAE	1.671	1.158	100	100	63	13	Cór. Saltinho
Sebastianópolis do Sul	Sabesp	2.546	1.649	100	100	89	18	Cór. Januário Amaral
Suzanópolis	DAE	2.809	1.968	25	100	106	85	Disp. no Solo
Três Fronteiras	Sabesp	5.147	4.063	94	100	219	54	Cór. Marreco

## 7.18.2 Monitoramento da Qualidade das Águas

### □ Descrição dos Pontos de Amostragem

Ponto de Amostragem	Latitude (S)	Longitude (O)	Corpo de água	Localização
SJDO02500	20°30'31"	50°31'08"	Rio São José dos Dourados	Ponte na rodovia SP-463, no trecho que liga Araçatuba a Jales

## 7.18.3 Resultados

### □ Índices

#### IQA

Código do Ponto	Corpo de água	Fev	abr	jun	ago	out	dez	Média
SJDO02500		62	64	68	73	66	67	67

QUALIDADE: ■ ÓTIMA ■ BOA ■ ACEITÁVEL ■ RUIM ■ PÉSSIMA

#### IAP

Código do Ponto	Corpo de água	Fev	abr	jun	ago	out	dez	Média
SJDO02500		53	61	67	73	66	61	63

QUALIDADE: ■ ÓTIMA ■ BOA ■ REGULAR ■ RUIM ■ PÉSSIMA

#### IVA

Código do Ponto	jan	Fev	abr	jun	ago	out	dez	Média
SJDO02500		4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	3,2	4,0

QUALIDADE: ■ ÓTIMA ■ BOA ■ REGULAR ■ RUIM ■ PÉSSIMA

#### IET

Código do Ponto	jan	Fev	abr	jun	ago	out	dez	Média
SJDO02500		70	61	61	58	67	53	62

LEGENDA: ■ OLIGOTRÓFICO ■ MESOTRÓFICO ■ EUTRÓFICO ■ HIPEREUTRÓFICO

### □ Parâmetros Sanitários – valores médios





<b>Reservatórios</b>	Nova Avanhandava e Três Irmãos no Rio Tietê; Jupia no Rio Paraná.
<b>Usos do solo</b>	O solo é destinado às atividades urbanas e industriais, além de extensa área de pastagens cultivadas.
<b>Usos da água</b>	Abastecimento público e industrial; Afastamento de efluentes domésticos e industriais; Irrigação de plantações; Geração de energia e Navegação.
<b>Principais atividades industriais</b>	Usinas de açúcar e álcool, indústrias alimentícias e curtumes.

□ **Carga orgânica poluidora**

Município	Concessão	População Censo 2000		Atendimento		Carga Poluidora kgDBO/dia		Corpo Receptor
		Total	Urbana	Coleta %	Tratam. %	Potencial	Remanesc.	
Alto Alegre	Sabesp	4.262	3.019	96	85	163	57	Cór. do Coroados
Andradina	PM	55.161	50.838	100	100	2745	549	Cór. Pereira Jordão e da Figueira
Araçatuba	DAEA	169.240	164.440	100	100	8880	1776	Rib. Baguaçu, Cor.Paquerê-Classe 2
Avanhandava	PM	8.825	8.096	91	0	437	437	Cór. Alambari/Cór. Jacutinga
Barbosa	PM	5.840	4.880	95	80	264	103	Cór. Barbosinha e Rio Tietê
Bento de Abreu	Sabesp	2.401	1.957	100	100	106	21	Rib. Azul
Bilac	PM	6.087	5.371	100	100	290	58	Cór. da Colônia
Birigui	SAEB	94.325	91.042	94	0	4916	4916	Cór. Biriguzinho
Braúna	PM	4.379	3.409	100	100	184	37	Cór. Água Limpa
Brejo Alegre	Sabesp	2.308	1.781	89	100	96	28	Cór.do Macuco
Buritama	PM	13.840	12.620	100	65	681	327	Rib. Palmeiras
Castilho	PM	14.946	11.958	100	100	646	129	Rib. Guataparã/Cór. São Roberto
Coroados	Sabesp	4.414	3.305	98	100	178	39	Córrego do Campo
Gastão Vidigal	Sabesp	3.582	2.933	100	100	158	32	Cór. Brioso-Disp. no Solo
Glicério	PM	4.431	3.098	95	0	167	167	Água Limpa
Guaraçá	PM	8.894	6.683	95	100	361	87	Cór. do Ipê
Guararapes	PM	28.823	26.111	100	100	1410	282	Cór. Frutal e Rib. Barra Grande
Itapura	PM	3.832	3.326	0	0	180	180	Disp. no Solo
José Bonifácio	PM	28.593	24.892	100	0	1344	1344	Cór. Cerrado
Lavinia	PM	5.137	4.134	80	100	223	80	Córrego Perobal
Lourdes	Sabesp	2.007	1.552	92	100	84	22	Cór. das Pedras
Macaubal	PM	7.171	6.032	87	100	326	99	Ponte Nova
Magda	DAE	3.422	2.730	100	100	147	29	Cór. Matadouro/Cór. Talhados
Mirandópolis	DAEM	25.928	22.279	85	0	1203	1203	Cór. São João da Saudade
Monções	Sabesp	2.055	1.743	100	100	94	19	Cór. do Saltinho
Muritinga do Sul	PM	3.963	2.592	100	100	140	28	Cór. Seco
Nipoã	Sabesp	3.261	2.798	93	100	151	39	Cór. Cachoeira
Nova Castilho	DAE	992	487	0	0	26	26	Disp. no Solo
Nova Luzitânia	Sabesp	2.755	2.294	100	100	124	25	Cór. do Matadouro
Penápolis	DAEP	54.574	50.558	100	100	2730	546	Rib. Lajeado
Pereira Barreto	SAAE	25.027	23.141	100	100	1250	250	Cór. Pederneiras
Planalto	Sabesp	3.669	2.828	100	100	153	31	Cór. São Jerônimo
Poloni	Sabesp	4.769	4.259	100	100	230	46	Cór. Pantera
Promissão	SAAEP	31.115	25.647	100	100	1385	277	Rib. dos Patos
Rubiácea	Sabesp	2.336	1.269	95	100	69	16	Cór. do Matadouro
Santo Antônio do Aracangua	PM	6.927	4.534	100	100	245	49	Cór. da Mata
Sud Mennucci	Sabesp	7.363	6.311	81	100	341	120	Cór. Campestre
Turiúba	Sabesp	1.894	1.490	100	100	80	16	Cór. Barreiro
Ubarana	PM	4.213	3.804	95	100	205	49	Córrego Bocaina
União Paulista	Sabesp	1.359	976	100	0	53	53	Rib. Santa Bárbara
Valparaíso	DAEV	18.574	16.079	100	100	868	174	Cór. Primavera/Cór. do Suspiro
Zacarias	Sabesp	1.947	1.332	100	100	72	14	Cór. Arribada

## 7.19.2. Monitoramento da Qualidade das Águas

□ **Descrição dos Pontos de Amostragem**

Código do Ponto	Latitude (S)	Longitude (O)	MR/RM	Corpo de água	Localização
LAGE02500	21°26'10"	50°03'23"	MR	Ribeirão Lageado	Rua Altino Vaz de Melo, na captação do município de Penápolis
XOTE02500	21°18'37"	50°18'38"	MR	Cór. do Baixote	Na estrada municipal que liga Birigui a Coroados, na captação de Birigui
BAGU02700	21°13'19"	50°25'43"	MR	Ribeirão Baguaçu	Na Avenida Baguaçu, 1530, na captação do município de Araçatuba

TIET02700	21°17'49"	49°47'42"	RM	Rio Tietê	Ponte na rod. BR-153, no trecho que liga Lins a José Bonifácio, a jusante da barragem de Promissão
TITR02100	21°02'54"	50°28'03"	RM	Res. de Três Irmãos	Ponte na rodovia SP-463, no trecho que liga Araçatuba a Jales
TITR02800	20°39'35"	51°08'48"	RM		Ponte na rodovia SP-563, no trecho que liga Pereira Barreto a Andradina
PARN02100	20°47'27"	51°37'24"	RM	Rio Paraná	1.5 Km a jusante da barragem de Jupia, na ponte EFNB

### 7.19.3 Resultados

#### Índices

##### IQA

Código do Ponto	Corpo de água	fev	abr	jun	Ago	out	dez	Média
TIET02700	Rio Tietê	73	80	87	88	85	72	81
TITR02100	Res. de Três Irmãos	79	79	89	81	83	80	82
TITR02800		74	81	87	89	90	86	84
PARN02100	Rio Paraná	59	73	79	84	74	74	74

QUALIDADE: ■ ÓTIMA ■ BOA ■ ACEITÁVEL ■ RUIM ■ PÉSSIMA

##### IAP

Código do Ponto	Corpo de água	fev	abr	jun	Ago	out	dez	Média
TIET02700	Rio Tietê	73	80	87	88	85	72	81
TITR02100	Res. de Três Irmãos	79	79	89	81	83	80	82
TITR02800		74	81	87	89	90	86	86
PARN02100	Rio Paraná	59	73	79	84	74	74	72

QUALIDADE: ■ ÓTIMA ■ BOA ■ REGULAR ■ RUIM ■ PÉSSIMA

##### IVA

Código do Ponto	Corpo de água	fev	abr	jun	ago	out	dez	Média
TIET02700	Rio Tietê	4,4	4,4	2,2	3,4	4,4	4,4	3,9
TITR02100	Res. de Três Irmãos	2,2	4,4	2,2	3,4	3,4	4,4	3,3
TITR02800		4,4	2,2	3,2	2,2	3,4	3,4	3,1
PARN02100	Rio Paraná	2,2	2,2	3,4	2,2	2,2	2,2	2,4

QUALIDADE: ■ ÓTIMA ■ BOA ■ REGULAR ■ RUIM ■ PÉSSIMA

##### IET

Código do Ponto	Corpo de água	fev	abr	jun	ago	out	dez	Média
TIET02700	Rio Tietê	50	49	36	43	45	51	46
TITR02100	Res. de Três Irmãos	41	50	36	43	42	47	43
TITR02800		48	41	46	36	43	43	43
PARN02100	Rio Paraná	42	40	43	43	40	35	41

LEGENDA: ■ OLIGOTRÓFICO ■ MESOTRÓFICO ■ EUTRÓFICO ■ HIPEREUTRÓFICO



O trecho final do Rio Tietê apresenta sinais de total recuperação da qualidade de suas águas, atingindo níveis médios de fósforo total próximos ao padrão Classe 2 de 0,025 mg/L. Essa recuperação deve-se, principalmente, aos processos de autodepuração e diluição que se verificam ao longo desse importante rio do Estado de São Paulo.

A condutividade do Rio Tietê mostrou-se bastante superior à do Paraná, caracterizando o fato do Rio Tietê atravessar regiões bastante urbanizadas e industrializadas.

#### ***Ribeirões Lageado e Bagaçu e Córrego dos Baixotes***

Esses corpos d'água constituem-se em importantes mananciais superficiais para os municípios da região, sendo todos afluentes da margem esquerda do Rio Tietê.

Esses corpos d'água apresentaram boas condições sanitárias, não oferecendo riscos para as empresas de saneamento dos municípios que os utilizam. Apenas o parâmetro oxigênio dissolvido apresentou concentrações médias inferiores ao padrão de qualidade para a preservação da vida aquática no Córrego dos Baixotes. A média do potencial de formação de THMs deste manancial também se mostrou superior aos demais mananciais em 2002.

#### **□ Resultados de Toxicidade**

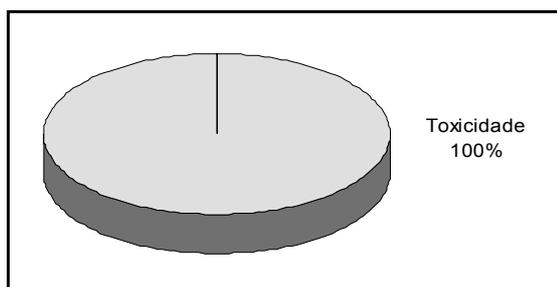
Quanto à toxicidade para *Ceriodaphnia dubia*, verificou-se a ocorrência de efeitos tóxicos crônicos na maioria das amostras dos pontos TITR02100, TITR02800 e TIET02700. No entanto, o efeitos tóxicos observados não se correlacionaram com os resultados das análises químicas efetuadas, sendo que a ocorrência de tais efeitos pode estar associada a outros agentes químicos não analisados durante o monitoramento desses pontos.

#### **□ IAP - Índice de Qualidade de Água Bruta para fins de Abastecimento Público**

Para o abastecimento público, o Rio Paraná apresentou qualidade Boa e o trecho do Rio Tietê inserido nesta UGRHI, qualidade Ótima, de acordo com o IAP.

#### **□ IVA - Índice de Proteção da Vida Aquática**

Para visualizar os parâmetros que influenciaram no IVA quando classificado nas categorias Regular, é apresentado o gráfico a seguir.

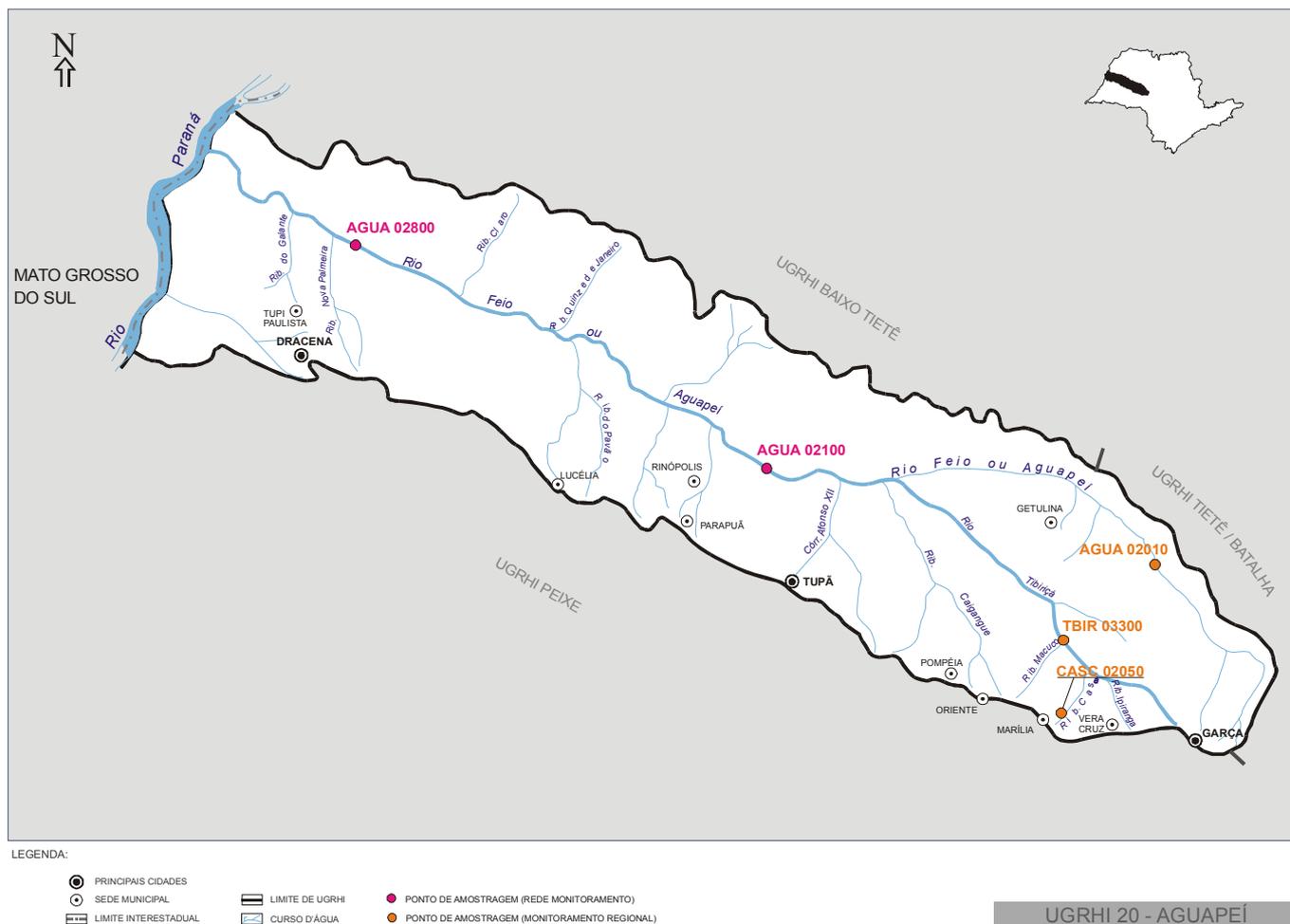


#### **□ IET – Índice do Estado Trófico**

De um modo geral, estes corpos d'água não estão eutrofizados, no entanto, em alguns meses foi registrada moderada fertilização.

## 7.20 UGRHI 20 – Aguapeí

A Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos 20 é composta por 32 municípios. A seguir, apresenta-se o mapa esquemático desta UGRHI contendo os seus principais corpos de água, municípios, atividades agrícolas e indústrias poluidoras, bem como a localização dos pontos de amostragem.



### 7.20.1 Caracterização da UGRHI

Área de drenagem	13.204 km <sup>2</sup> .
Constituintes principais	Rios Aguapeí, Paraná, Feio ou Tibiriçá, Caingangue, ribeirões Aguapeí-Mirim, Feio ou Lajeado, Iacri, Sapé e Claro.
Usos do solo	Destinado às atividades urbana e industrial e à agropecuária, com áreas de pastagens e cultivo de milho, amendoim, cana-de-açúcar, arroz, algodão, feijão, frutas, citrus e hortaliças, além de pequena área de vegetação natural.
Usos da água	Abastecimento público e industrial; Afastamento de efluentes domésticos e industriais e Irrigação de plantações.
Principais atividades industriais	As indústrias integram-se em um quadro com predominância de atividades agro-industriais.

□ **Carga orgânica poluidora**

Município	Concessão	População Censo 2000		Atendimento		Carga Poluidora kg DBO/dia		Corpo Receptor
		Total	Urbana	Coleta %	Tratam.%	Potencial	Remanesc.	
Álvaro de Carvalho	Sabesp	4.120	2.441	100	100	132	26	Cór. Santa Cecília
Arco-Íris	Sabesp	2.162	1.068	100	100	58	12	Cór. do Sumidouro
Clementina	PM	5.399	4.953	70	100	267	118	Cór. C.
Dracena	EMDAED	40.479	37.132	95	50	2005	1243	R. Marrecas
Gabriel Monteiro	Sabesp	2.727	2.054	100	100	111	22	Cór. Águas Claras
Garça	SAAE	43.163	36.391	100	60	1965	1022	Rib. da Garça/ Rio Tibiriça
Getulina	SAAE	10.375	7.540	100	0	407	407	Cór. Gavanheri
Guaimbê	SAAE	5.208	4.265	100	0	230	230	Rib. Guaimbê
Herculândia	PM	7.995	6.829	70	0	369	369	Cor. Da Água Boa
Iacri	Sabesp	6.774	4.786	100	100	258	52	Cór. Jurema
Júlio Mesquita	PM	4.164	3.848	70	0	208	208	Cor. Do Dudu
Lucélia	Sabesp	18.299	15.680	100	100	847	169	Cór. Boa Esperança
Luisiânia	Sabesp	4.271	3.702	100	100	200	40	Rib. Luizânia
Monte Castelo	PM	4.089	3.004	90	0	162	162	Cór. Galante/solo
Nova Guataporanga	Sabesp	2.087	1.728	100	93	93	24	Cór. Barreiro/solo
Nova Independência	PM	2.058	1.501	0	0	81	81	Solo
Pacaembu	PM	12.510	9.489	65	100	512	246	Cór. Pacaembu
Panorama	PM	13.644	12.664	80	100	684	246	Rio Paraná
Parapuã	Sabesp	11.113	8.502	100	100	459	92	Cór. Alheiro
Paulicéia	PM	5.294	3.925	40	100	212	144	Solo
Piacatu	Sabesp	4.625	3.807	100	100	206	41	Cór. Bela Vista
Pompéia	SAAE	18.157	16.717	100	97	903	202	Cór. Cabeça de Porco
Queiroz	Sabesp	2.169	1.657	100	100	89	18	Cór. Matadouro
Quintana	Sabesp	5.445	4.917	89	0	266	266	Solo
Rinópolis	PM	10.241	7.929	67	100	428	199	Cór. Andorinha
Salmourão	Sabesp	4.397	3.564	69	0	192	192	Cór. Cupri
Santa Mercedes	Sabesp	2.805	2.233	85	100	121	39	R. Marrecas
Santópolis do Aguapeí	Sabesp	3.814	3.585	100	100	194	39	Cór. Fartura
São João do Pau d'Alho	PM	2.179	1.610	75	100	87	35	Solo
Tupã	Sabesp	63.298	60.332	99	100	3258	678	Rib. Afonso XIII
Tupi Paulista	PM	13.289	10.879	100	100	587	117	Cór. Galante
Vera Cruz	PM	11.085	9.164	95	0	495	495	Cór. Ipiranga

## 7.20.2 Monitoramento da Qualidade das Águas

□ **Descrição dos Pontos de Amostragem**

Código do Ponto	Latitude (S)	Longitude (O)	MR/RM	Corpo de água	Localização
CASC02050	22°12'48"	49°55'22"	MR	Reservatório Cascata	Na Avenida Cascata, junto ao prolongamento do Bairro Maria Isabel, na captação de Marília
TBIR03300	22°03'40"	49°54'04"	MR	Rio Tibiriça	Ponte na Rodovia BR-153, no trecho que liga Marília a São José do Rio Preto
AGUA02010	21°55'17"	49°40'32"	MR	Rio Aguapeí	Ponte na Rodovia que liga Marília a Guarantã
AGUA02100	21°40'35"	50°35'21"	RM	Rio Aguapeí	Ponte que liga Parapuã a Penápolis
AGUA02800	21°13'15"	51°29'52"	RM	Rio Aguapeí	Ponte que liga Tupi Paulista a Andradina

### 7.20.3 Resultados

□ Índices

**IQA**

Código do Ponto	jan	fev	abr	jun	ago	out	dez	Média
AGUA02100		54	60	64	72	69	55	62
AGUA02800		54	68	64	70	71	48	62

QUALIDADE: ÓTIMA BOA ACEITÁVEL RUIM PÉSSIMA

**IAP**

Código do Ponto	jan	fev	abr	jun	ago	out	dez	Média
AGUA02100		49	53	60	68	67	45	57
AGUA02800		44	62	61	67	68	37	57

QUALIDADE: ÓTIMA BOA REGULAR RUIM PÉSSIMA

**IVA**

Código do Ponto	jan	fev	abr	jun	ago	out	dez	Média
AGUA02100		5,4	3,2	3,2	4,2	5,4	5,4	4,5
AGUA02800		2,2	4,2	4,2	2,2	4,2	2,2	3,2

QUALIDADE: ÓTIMA BOA REGULAR RUIM PÉSSIMA

**IET**

Código do Ponto	jan	fev	abr	jun	ago	out	dez	Média
AGUA02100		71	54	51	58	58	57	58
AGUA02800		39	64	58	36	57	36	48

LEGENDA: OLIGOTRÓFICO MESOTRÓFICO EUTRÓFICO HIPEREUTRÓFICO

□ Parâmetros Sanitários – valores médios

Código do Ponto	Parâmetros																						
	Condutiv.		TURB		NO <sub>2</sub>		NO <sub>3</sub>		NH <sub>3</sub>		OD		DBO <sub>5,20</sub>		RF		Surfac.		PT		CT		
	Média 2002	Média 1999-2001	Média 1999-2002	Média 1999-2001	Média 2000-2001	Média 1992-2001	Média 1999-2001	Média 1999-2001	Média 1999-2001	Média 1999-2001	Média 1999-2001	Média 1999-2001	Média 1999-2001	Média 1999-2001	Média 1992-2001	Média 1992-2001							
CASC02050						0,013	0,008	0,30	0,32	0,26	0,14	6,5	5,4	6	3	88	72			0,055	0,025	1,0E+03	1,1E+03
TBIR03300						0,094	0,108	0,56	0,60	1,40	0,78	5,2	6,8	7	5	164	200			0,166	0,166	1,6E+04	2,2E+04
AGUA02010						0,004	0,007	0,41	0,39	0,08	0,10	7,6	6,7	5	5	125	139			0,035	0,057	6,2E+02	3,4E+02
AGUA02100	114	105	55	56	0,009	0,029	0,47	0,43	0,06	0,12	5,9	7,1	3	3	123	113	0,07		0,079	0,076	9,0E+02	3,2E+03	
AGUA02800	113	102	73	62	0,006	0,008	0,55	0,37	0,06	0,09	6,4	7,3	3	3	116	112	0,07		0,049	0,085	9,0E+02	3,9E+02	





### 7.21.1 Caracterização da UGRHI

Área de drenagem	12.393 km <sup>2</sup> .
Constituinte principal	Rio do Peixe, formado pela confluência de vários rios, córregos e ribeirões, drenando os municípios de Garça e Vera Cruz.
Reservatório	Quatiara
Usos do solo	O solo é destinado às atividades urbanas, industriais e à agropecuária, com destaque para áreas de pastagens, além de culturas de café, milho e cana-de-açúcar.
Usos da água	Abastecimento público e industrial Afastamento de efluentes domésticos; Lançamento em suas águas de efluentes industriais e Irrigação de plantações.
Principais atividades industriais	Agroindústrias e indústrias alimentícias.

#### □ Carga orgânica poluidora

Município	Concessão	População Censo 2000		Atendimento		Carga Poluidora kg DBO/dia		Corpo Receptor
		Total	Urbana	Coleta %	Tratam. %	Potencial	Remanesc.	
Adamantina	Sabesp	33.470	30.342	100	40	1638	1114	Rib. Tocantins / Boa Esperança
Alfredo Marcondes	Sabesp	3.687	2.663	100	100	144	29	Rio Taquaruçu
Álvares Machado	Sabesp	22.673	20.106	76	0	1086	1086	Cór. Macacos
Bastos	Sabesp	20.592	17.045	100	100	920	184	Rib. da Sede
Borá	Sabesp	795	623	99	100	34	7	Cór. do Borá
Caiabu	Sabesp	4.077	3.115	75	100	168	67	Cór. Água da Paineira
Emilianópolis	Sabesp	2.897	2.194	100	100	118	24	Cór. Santo Antônio
Flora Rica	Sabesp	2.178	1.568	100	100	85	17	Rib. Ilha
Flórida Paulista	Sabesp	11.086	8.968	100	100	484	97	Cór. Matadouro
Iacanga	PM	8.281	7.076	95	0	382	382	Riach Guarantã/Rib. Claro e Repr. de Ibitinga
Indiana	Sabesp	4.934	4.063	0	0	219	219	Solo
Inúbia Paulista	Sabesp	3.320	2.764	92	100	149	39	Rio Aguapeí-Mirim
Irapuru	PM	7.459	5.630	73	100	304	126	Cór. Patrimônio
Junqueirópolis	PM	17.000	13.409	86	0	724	724	Cór. Colibri
Lutécia	Sabesp	2.896	2.143	99	100	116	24	Cór. Boa Esperança
Mariópolis	Sabesp	3.852	2.804	59	100	151	80	Cór. Ranchos
Marília	DAEM	197.153	189.533	78	0	10235	10235	Cór. Cascatinha, do Pombo, do Barbosa, Palmital, Cincinatina e Rib. Dos Índios
Martinópolis	PM	22.344	17.973	100	100	971	194	Cór. Capão Bonito
Oriente	Sabesp	5.883	5.063	100	98	273	59	Cór. Jatobá
Oscar Bressane	Sabesp	2.552	1.927	100	0	104	104	Cór. do Saltinho
Osvaldo Cruz	Sabesp	29.635	26.136	100	100	1411	282	Rio Walesburgo
Ouro Verde	PM	7.146	6.343	30	100	343	260	Solo
Piquerobi	Sabesp	3.478	2.454	71	0	133	133	Cór. Saltinho
Pracinha	Sabesp	1.429	1.184	86	100	64	20	Rib. dos Macacos/ Rib. da Baliza
Ribeirão dos Índios	Sabesp	2.222	1.760	93	100	95	24	Rib. dos Indus
Sagres	Sabesp	2.438	1.577	100	100	85	17	Cór. Queixada
Santo Expedito	Sabesp	2.530	2.004	82	100	108	37	Cór. Bocaina

## 7.21.2 Monitoramento da Qualidade das Águas

### □ Descrição dos Pontos de Amostragem

Código do Ponto	Latitude (S)	Longitude (O)	MR/RM	Corpo de água	Localização
ARPE02800	22°19'09"	50°01'21"	MR	Reserv. do Arrependido	Na captação de Marília, na estrada vicinal que liga Amadeu Amaral à SP-333
PEIX02100	22°18'16"	50°03'00"	RM	Rio do Peixe	Ponte na rodovia que liga Marília a Assis
PEIX02800	21°36'26"	51°14'18"	RM		Ponte na rodovia que liga Tupi Paulista a Presidente Venceslau

MR = Monitoramento Regional

RM = Rede de Monitoramento

## 7.21.3 Resultados

### □ Índices

#### IQA

Código do Ponto	Corpo de água	fev	abr	jun	ago	out	dez	Média
PEIX02100	Rio do Peixe	36	51	47	61	51	37	47
PEIX02800		47	67	64	70	67	40	59

QUALIDADE: ■ ÓTIMA ■ BOA ■ ACEITÁVEL ■ RUIM ■ PÉSSIMA

#### IAP

Código do Ponto	Corpo de água	fev	abr	jun	ago	out	dez	Média
PEIX02100	Rio do Peixe	30		45	60		1	34
PEIX02800		36	62	59	64	64	26	52

QUALIDADE: ■ ÓTIMA ■ BOA ■ REGULAR ■ RUIM ■ PÉSSIMA

#### IVA

Código do Ponto	Corpo de água	fev	abr	jun	ago	out	dez	Média
PEIX02100	Rio do Peixe	3,2	3,2	4,2	3,2	4,2	5,4	3,9
PEIX02800		4,2	5,4	4,2	2,2	5,4	5,4	4,5

QUALIDADE: ■ ÓTIMA ■ BOA ■ REGULAR ■ RUIM ■ PÉSSIMA

#### IET

Código do Ponto	Corpo de água	fev	abr	jun	ago	out	dez	Média
PEIX02100	Rio do Peixe	46	52	66	50	62	69	58
PEIX02800		74	61	63	36	66	60	60

LEGENDA: ■ OLIGOTRÓFICO ■ MESOTRÓFICO ■ EUTRÓFICO ■ HIPEREUTRÓFICO



Os sólidos suspensos estão intimamente associados ao arraste dos solos, uma vez que as médias dos metais constituintes do solo (ferro, manganês e alumínio) também se mostraram alteradas. Para o alumínio e o manganês, constataram-se valores médios superiores aos padrões de qualidade Classe 2. No caso de ferro, também se verificaram concentrações médias elevadas, comparando-se com o limite de potabilidade, segundo a Portaria 1469/2000, do Ministério da Saúde. O manganês e ferro interferem nas propriedades organolépticas da água a ser utilizada para o abastecimento público, principalmente a coloração. Portanto, tais ocorrências dificultam ainda mais a sua utilização para tal finalidade.

### **Reservatório do Arrepêido**

Este reservatório também é utilizado como manancial de abastecimento para o município de Marília. Em 2002, suas águas apresentaram uma condição sanitária bastante boa. Apenas o potencial de formação de THMs acusou em 2002 um valor médio superior à 2001, mas ainda inferior ao nível capaz de causar problemas para o abastecimento público.

#### **□ Resultados de Mutagenicidade**

Não foi detectada atividade mutagênica no ponto amostrado, nas condições dos ensaios.

#### **□ Resultados de Toxicidade**

Nessa UGRHI, o ponto PEIX02800 apresentou toxicidade crônica no meses de abril e outubro. No mês de abril o efeito tóxico pode estar relacionado às concentrações de alumínio e cobre, enquanto na amostra do mês de outubro não observou-se correlação entre o efeito tóxico e os resultados das análises químicas efetuadas.

#### **□ Resultados das Análises Microbiológicas e Parasitológicas**

##### **Rio do Peixe, ponte na rodovia que liga Marília a Assis**

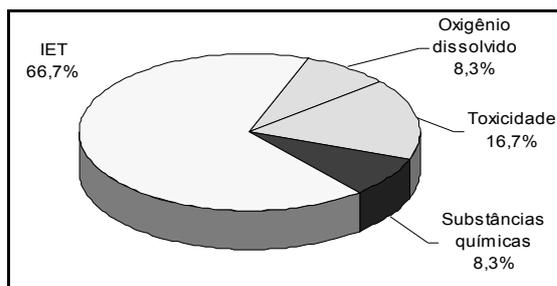
Nesse ponto também foram realizadas 10 análises que revelaram a presença de *Giardia* em todas essas amostras, em densidades variáveis entre 1,4 - 51,8 cistos/L. O protozoário *Cryptosporidium* foi detectado em 3 amostras (0,2 - 2,9 oocistos/L). As bactérias indicadoras de contaminação fecal estiveram presentes em concentrações elevadas, atingindo valores máximos de 900.000NMP/100mL para os coliformes termotolerantes,, superando o limite de 1.000/100mL que a Resolução CONAMA 20/86 determina para esse local, de 53.000UFC/100mL para os enterococos e 7.700UFC/100mL para o *C. perfringens* no mês de fevereiro, quando foram igualmente detectadas as concentrações mais elevadas de *Giardia* e *Cryptosporidium*.

#### **□ IAP - Índice de Qualidade de Água Bruta para fins de Abastecimento Público**

O trecho de Marília do Rio Peixe apresentou qualidade Ruim, fazendo com que a empresa de saneamento local utilize essas águas para o abastecimento público apenas em épocas de estiagem.

#### **□ IVA - Índice de Proteção da Vida Aquática**

Para visualizar os parâmetros que influenciaram no IVA quando classificado nas categorias Regular e Ruim, é apresentado o gráfico a seguir.

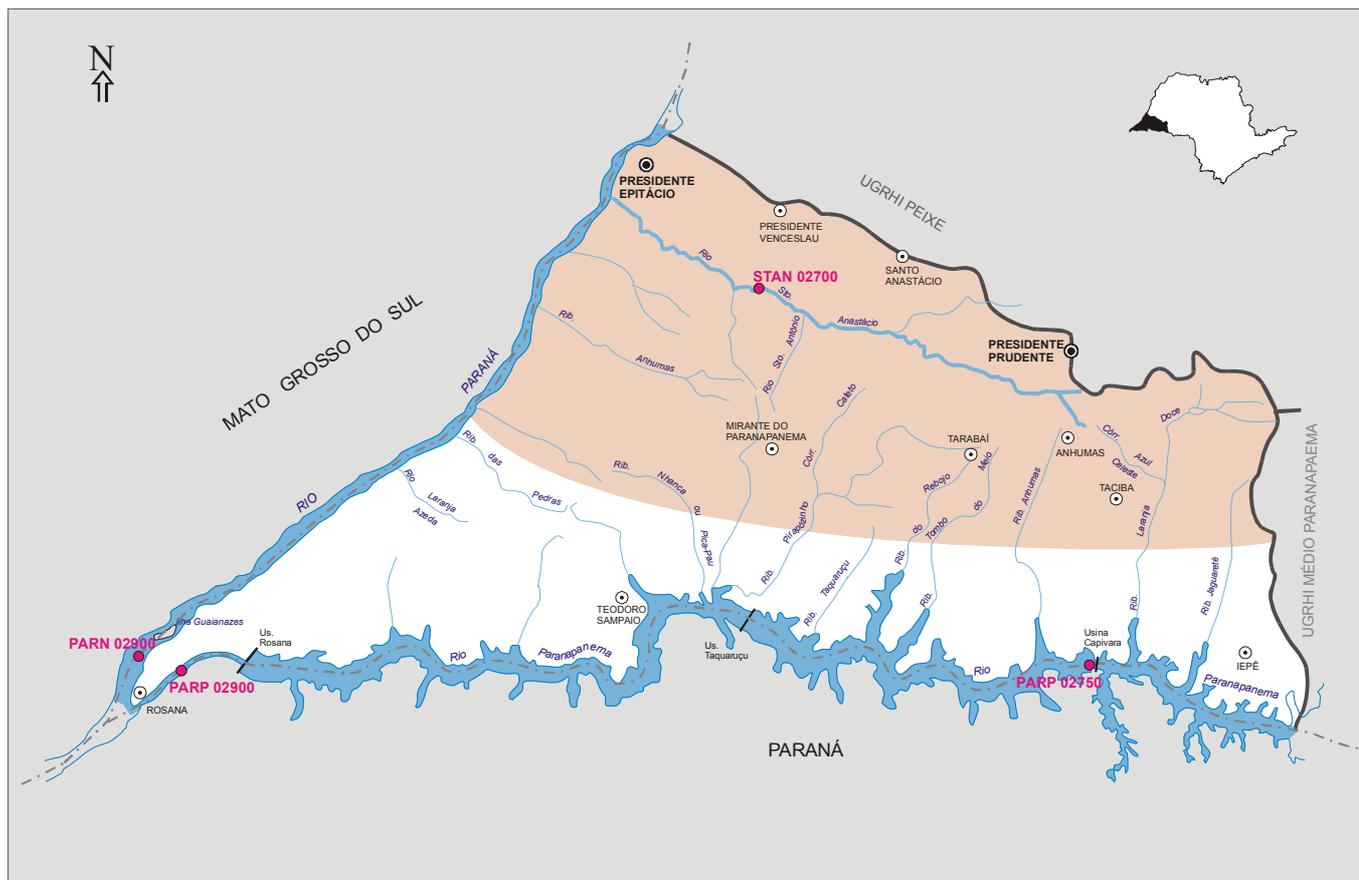


□ **IET – Índice do Estado Trófico**

Para o Rio do Peixe, em seus dois pontos, em alguns meses, foi constatada alta carga de fósforo total, tendo o IET indicado nível eutrófico.

## 7.22 UGRHI 22 – Pontal do Paranapanema

A Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos 22 é composta por 21 municípios. A seguir, apresenta-se o mapa esquemático desta UGRHI contendo os seus principais corpos de água, municípios, atividades agrícolas e indústrias poluidoras, bem como a localização dos pontos de amostragem.



LEGENDA:

- PRINCIPAIS CIDADES
- SEDE MUNICIPAL
- ▬ LIMITE INTERMUNICIPAL
- ▬ LIMITE DE UGRHI
- ▬ CURSO D'ÁGUA
- PONTO DE AMOSTRAGEM
- ÁREA COM ATIVIDADE AGROPECUÁRIA

UGRHI 22 - PONTAL DO PARANAPANEMA

### 7.22.1 Caracterização da UGRHI

Área de drenagem	11.838 km <sup>2</sup> .
Constituintes principais	Rio Santo Anastácio, Rio Paranapanema e seus afluentes, desde a UHE de Capivara até a foz no Rio Paraná.
Usos do solo	Predomina a pecuária extensiva, áreas cultivadas com soja, cana-de-açúcar, milho, mandioca, arroz e fruticultura. O restante é coberto por reservas florestais, complexos vegetativos e ocupações urbana e industrial.
Usos da água	Abastecimento público e industrial; Afastamento de efluentes domésticos e industriais e Irrigação de plantações.

*Principais atividades industriais*

Indústrias alimentícias, curtumes, matadouros e destilarias de álcool.

---

□ **Carga orgânica poluidora**

Município	Concessão	População Censo 2000		Atendimento		Carga Poluidora kgDBO/dia		Corpo Receptor
		Total	Urbana	Coleta %	Tratam. %	Potencial	Remanesc.	
Anhumas	Sabesp	3.404	2.501	100	100	135	27	Rio Anhumas
Caiuá	PM	4.192	1.769	100	100	96	19	Rib. Caiuá
Estrela do Norte	Sabesp	2.627	1.787	95	100	96	23	Rio Rebojo
Euclides da Cunha Paulista	Sabesp	10.214	6.431	85	100	347	111	Solo
Iepê	PM	7.258	5.959	95	100	322	77	Rib. dos Patos
Marabá Paulista	Sabesp	3.693	2.048	23	0	111	111	Solo
Mirante do Paranapanema	Sabesp	16.209	9.832	0	0	531	531	Solo
Nantes	PM	2.270	1.660	100	100	90	18	Rio Paranapanema / Laranja Doce
Narandiba	Sabesp	3.741	2.281	94	100	123	31	Cór. da Onça
Pirapozinho	Sabesp	22.101	20.712	92	0	1118	1118	Rib. Pirapozinho
Presidente Bernardes	Sabesp	14.640	10.152	93	100	548	140	Cór. Barro Preto / Cór. Guarucaia
Presidente Epitácio	Sabesp	39.274	36.331	78	100	1962	738	Rio Paraná
Presidente Prudente	Sabesp	189.104	185.150	98	100	9998	2160	Rio Mandaguari / Rio Santo Anastácio
Presidente Venceslau	PM	37.376	34.566	97	0	1867	1867	Rib. Veado
Regente Feijó	Sabesp	16.960	15.228	95	100	822	197	Cór. Cordeiro
Rosana	Sabesp	24.226	6.197	100	100	335	67	Solo
Sandovalina	Sabesp	3.091	1.751	0	0	95	95	Solo
Santo Anastácio	Sabesp	20.743	19.040	97	100	1028	230	Cor. 7 de Setembro
Taciba	Sabesp	5.219	4.241	97	100	229	51	Cór. Água da Formiga
Tarabai	Sabesp	5.788	5.229	100	100	282	56	Cór. Bandeirante
Teodoro Sampaio	Sabesp	20.001	15.920	86	100	860	268	Rio Paranapanema

## 7.22.2 Monitoramento da Qualidade das Águas

□ **Descrição dos Pontos de Amostragem**

Ponto de Amostragem	Latitude (S)	Longitude (O)	Corpo de água	Localização
PARN02900	22°28'36"	52°57'26"	Rio Paraná	Na barragem do Reservatório de Porto Primavera
PARP02750	22°39'40"	51°23'18"	Rio Paranapanema	800 m a jusante da barragem de Capivara
PARP02900	22°35'50"	52°52'28"		A jusante da barragem da Usina de Rosana, rodovia SP-613
STAN02700	22°01'25"	51°53'27"	Rio Sto. Anastácio	Ponte na rodovia que liga Presidente Venceslau a Teodoro Sampaio

## 7.22.3 Resultados

## □ Índices

## IQA

Código do Ponto	Corpo de água	fev	abr	jun	ago	out	dez	Média
PARN02900	Rio Paraná	78	89	90	90	89	89	88
PARP02750	Rio Paranapanema	67	75	76	89	82	81	78
PARP02900		63	89	77	83	82	78	79
STAN02700	Rio Sto. Anastácio	42	47	60	53	50	49	50

QUALIDADE: ÓTIMA BOA ACEITÁVEL RUIM PÉSSIMA

## IAP

Código do Ponto	Corpo de água	fev	abr	jun	ago	out	dez	Média
PARN02900	Rio Paraná	78	89	90	90	89	89	87
PARP02750	Rio Paranapanema	67	75	74	89	82	81	78
PARP02900		63	89	75	77	82	74	77
STAN02700	Rio Sto. Anastácio	28	43	54	48	47	42	43

QUALIDADE: ÓTIMA BOA REGULAR RUIM PÉSSIMA

## IVA

Código do Ponto	Corpo de água	fev	abr	jun	ago	out	dez	Média
PARN02900	Rio Paraná	2,2		2,2	2,2	3,2	2,2	2,4
PARP02750	Rio Paranapanema	2,2	2,2	2,2	2,2	4,4	3,4	2,8
PARP02900		3,4		2,2	2,2	2,2	3,2	2,6
STAN02700	Rio Sto. Anastácio	5,4	4,2	4,2	5,2	5,2	4,2	4,7

QUALIDADE: ÓTIMA BOA REGULAR RUIM PÉSSIMA

## IET

Código do Ponto	Corpo de água	fev	abr	jun	ago	out	dez	Média
PARN02900	Rio Paraná	39		36	42	45	36	40
PARP02750	Rio Paranapanema	43	35	34	37	46	34	38
PARP02900		39		36	40	40	47	40
STAN02700	Rio Sto. Anastácio	62	60	55	79	78	72	68

LEGENDA: OLIGOTRÓFICO MESOTRÓFICO EUTRÓFICO HIPEREUTRÓFICO

## □ Parâmetros Sanitários – valores médios

Código do Ponto	Parâmetros																					
	Condutiv.		TURB		NO <sub>2</sub>		NO <sub>3</sub>		NH <sub>3</sub>		OD		DBO <sub>5,20</sub>		RF		Surfac.		PT		CT	
	Média 2002	Média 1999-2001	Média 2002	Média 1999-2001	Média 2002	Média 1992-2001	Média 2002	Média 1999-2001	Média 2002	Média 1999-2001	Média 2002	Média 1999-2001	Média 2002	Média 1999-2001	Média 2002	Média 1999-2001	Média 2002	Média 1999-2001	Média 2002	Média 1992-2001		
PARN02900	60	43	4	7	0,003	0,004	0,30	0,21	0,06	0,08	7,3	7,4	3	2	55	56	0,07	0,020	0,040	4,2E+00	5,0E+00	
PARP02750	61	56	7	14	0,003	0,004	0,31	0,19	0,06	0,09	7	7,7	3	3	56	56	0,07	0,025	0,032	6,4E+01	4,5E+01	
PARP02900	62	51	10	14	0,003	0,004	0,30	0,27	0,07	0,09	7,1	8,2	3	2	60	65	0,07	0,021	0,027	2,5E+01	5,7E+00	
STAN02700	231	141	122	119	0,347	0,406	0,44	0,39	3,70	1,23	6,6	6,6	12	9	165	139	0,08	0,164	0,180	6,5E+03	1,3E+04	

- *pH, Fenol e Metais – resultados não conformes com os padrões de qualidade de água estabelecidos pela Resolução CONAMA 20/86*

Código do Ponto	Parâmetros																																							
	pH				Fenóis				Al				Mn				Ni				Cu				Zn				Cd				Hg				Pb			
	NC 2002	NT 2002	% NC 2002	% NC 1992 - 2001	NC 2002	NT 2002	% NC 2002	% NC 1992 - 2001	NC 2002	NT 2002	% NC 2002	% NC 1992 - 2001	NC 2002	NT 2002	% NC 2002	% NC 1992 - 2001	NC 2002	NT 2002	% NC 2002	% NC 1992 - 2001	NC 2002	NT 2002	% NC 2002	% NC 1992 - 2001	NC 2002	NT 2002	% NC 2002	% NC 1992 - 2001	NC 2002	NT 2002	% NC 2002	% NC 1992 - 2001	NC 2002	NT 2002	% NC 2002	% NC 1992 - 2001				
PARN02900	0	6	0	0				43	4	6	67	59	0	6	0	0	0	2	0	10	0	2	0	5	0	2	0	0				6	1	2	50	22				0
PARP02750	0	6	0	0				45	6	6	100	95	0	6	0	0	0	2	0	0	0	2	0	5	0	2	0	0				0	1	2	50	0				9
PARP02900	0	6	0	0				43	4	6	67	83	1	6	17	0	0	2	0	0	1	2	50	5	0	2	0	0				6	1	2	50	0				0
STAN02700	0	6	0	0				45	6	6	100	95	1	6	17	83	0	2	0	18	1	2	50	18	0	2	0	4	0	2	0	11	1	2	50	2				13

NC: Número de Resultados Não Conformes  
 NT: Número Total de Resultados Considerados

## 7.22.4 Considerações

### Rios Santo Anastácio / Paranapanema / Paraná

Os Rios Santo Anastácio e Paranapanema constituem-se em importantes afluentes da margem esquerda do Rio Paraná. O Rio Paranapanema percorre uma grande extensão territorial antes de atingir essa UGRHI, de forma que o mesmo apresenta-se bastante caudaloso. O ponto PARP02900 está localizado próximo à sua foz no Rio Paraná, sofrendo influência de toda a bacia de contribuição do Paranapanema, incluindo-se os afluentes que estão inseridos no Estado do Paraná. Por outro lado, o Rio Paraná, fazendo divisa com Mato Grosso do Sul, recebe a influência dos lançamentos daquele Estado. O ponto PARN02900, a jusante do Reservatório de Porto Primavera, representa a qualidade das águas que são exportadas para o Estado do Paraná.

Com exceção do Rio Santo Anastácio, os demais recursos hídricos monitorados nesta UGRHI apresentam características lênticas. Sendo assim, o fenômeno de eutrofização consiste num dos principais problemas que podem afetar a qualidade de suas águas. O fósforo e o nitrogênio, que são nutrientes limitantes para o crescimento das algas, apresentaram-se em baixas concentrações.

Por outro lado, o Rio Santo Anastácio mostrou um comportamento diferenciado, possuindo elevadas concentrações médias de nutrientes. O município de Presidente Prudente situa-se em sua bacia de drenagem, de forma que os lançamentos de seus esgotos domésticos comprometem as características de suas águas. As médias dos coliformes termotolerantes do Rio Santo Anastácio confirmam o recebimento de esgotos “in natura”, caracterizando que esse município não possui sistema de tratamento.

Da mesma forma que o Rio do Peixe, o Santo Anastácio apresentou níveis elevados de sólidos suspensos, sendo que a turbidez média manteve-se acima do padrão de qualidade. Não se verificaram níveis críticos nas águas dos Rios Paraná e Paranapanema. Os desmatamentos, bem como a extração de areia do leito do Rio Santo Anastácio, são os principais responsáveis pelos valores elevados de sólidos suspensos.

Os sólidos suspensos estão intimamente associados ao arraste dos solos, uma vez que as médias dos metais constituintes do solo (ferro, manganês e alumínio) também se mostraram alteradas para o Rio Santo Anastácio. Para o alumínio e o manganês, constataram-se valores médios superiores aos padrões de qualidade Classe 2. No caso de ferro, também se verificaram concentrações médias elevadas.

### □ Resultados de Toxicidade

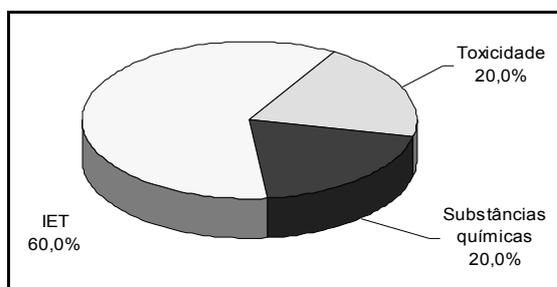
Quanto à toxicidade para *Ceriodaphnia dubia*, no ponto PARP02750 detectou-se efeito tóxico crônico em duas amostragens. Contudo, em ambos os casos esses efeitos não se correlacionaram com os resultados das análises químicas efetuadas. Desse modo, a ocorrência de toxicidade pode estar associada a outros agentes químicos não analisados durante o monitoramento desse ponto.

□ **IAP - Índice de Qualidade de Água Bruta para fins de Abastecimento Público**

Os Rios Paraná e Paranapanema mostraram, respectivamente, qualidade Ótima e Boa, de acordo com o IAP. O Rio Santo Anastácio teve sua qualidade enquadrada na categoria Regular.

□ **IVA - Índice de Proteção da Vida Aquática**

Para visualizar os parâmetros que influenciaram no IVA quando classificado nas categorias Regular e Ruim, é apresentado o gráfico a seguir.



□ **IET – Índice do Estado Trófico**

O índice de estado trófico indicou que o ambiente nos Rios Paranapanema e Paraná, está predominantemente oligotrófico, já para o Rio Santo Anastácio, os níveis eutrófico/hipereutrófico, indicam alta carga de fósforo total.

## 8 Comunidade fitoplanctônica

A comunidade fitoplanctônica pode ser utilizada como indicadora da qualidade da água, principalmente em reservatórios, e a análise de sua estrutura permite avaliar alguns efeitos decorrentes de alterações ambientais. Esta comunidade é a base da cadeia alimentar e, portanto, a produtividade dos elos seguintes depende da sua biomassa, bem como de outras alterações que essa comunidade impõe ao ambiente.

O fitoplâncton é um indicador do estado trófico, além disso, sua tolerância à poluição orgânica está bem documentada na literatura (Beyruth, 1996), podendo ainda ser utilizado como indicador de poluição por pesticidas ou metais pesados (presença de espécies resistentes ao cobre) em reservatórios utilizados para abastecimento (CETESB, 1992; CETESB, 1996). Além disso a presença de algumas espécies em altas densidades pode comprometer a qualidade das águas, impondo restrições ao seu tratamento e distribuição.

### 8.1 Metodologia de Tratamento dos Dados

As amostras de fitoplâncton foram coletadas em duas épocas do ano, período de chuva e período de seca, entretanto, para os pontos BIL002100, BITQ00100, GUAR00100, GUAR00900, ATIB02065, CRUM2500, PCAB02220 e PCAB02100 as coletas foram realizadas seguindo as amostragens físicas e químicas.

As amostras de água para as análises de fitoplâncton total, foram coletas na camada superficial, acondicionadas em frascos de vidro de volume de 150 mL e preservadas com formaldeído a 40 % neutralizado, resultando numa concentração final de 2%, segundo Norma Técnica CETESB L5.303. Em laboratório, foram examinadas subamostras, utilizando-se o método de decantação, com auxílio de câmaras de Utermöhl de 2 e 5 mL, dependendo da variação do ambiente. Os organismos foram identificados e contados com o auxílio de microscópio invertido (Zeiss e Leica) utilizando aumento de 400x.

□ **Índice de Comunidade Fitoplanctônica com o IET**

O Índice de Comunidades Aquáticas - Fitoplâncton foi elaborado pela CETESB, juntamente com o Instituto de Botânica e Universidade Federal de São Carlos, em função da Resolução da Secretaria de Meio Ambiente - SMA/65, de 13/08/1998, que teve como objetivo reavaliar o Índice de Qualidade das Águas - IQA até então aplicado pela CETESB.

Este índice visa a separar em categorias a qualidade da água em ótima, boa, regular, e ruim, através da proporção dos grandes grupos que compõem o fitoplâncton, da densidade dos organismos e o Índice de Estado Trófico (IET). Assim, estabeleceu-se uma média destas variáveis, que seriam:

Ponderação	Níveis	Categoria
1	Não há dominância entre os grupos Densidade total < 1000 org./mL IET ≤ 44	Ótima
2	Dominância de Clorofíceas (Desmidiáceas) ou Diatomáceas Densidade total > 1000 e < 5000 org./mL 44 < IET ≤ 54	Boa
3	Dominância de Clorofíceas (Chlorococcales) Densidade total > 5000 e < 10000 org./mL 54 < IET ≤ 74	Regular
4	Dominância de Cianofíceas ou Euglenofíceas Densidade total > 10000 org./mL IET > 74	Ruim

## 8.2 Avaliação dos dados de Comunidade Fitoplanctônica

Na tabela abaixo são apresentados os resultados do índice acima descrito aplicado à comunidade fitoplanctônica nos corpos de água da rede de monitoramento onde as coletas foram realizadas na frequência normal da rede de monitoramento.

UGRHI	CORPO D'ÁGUA	Categoria							
		Jan	Mar	Mai	Jul	Set	Nov	Média	
06	Res. Billings – Corpo Central-Bororé	Ruim	Ruim	Ruim	Ruim	Regular	Ruim	Ruim	
	Res. Billings – Bço. Taqua - Transp.	Ruim	Ruim	Ruim	Ruim	Ruim	Ruim	Ruim	
	Res. Guarapiranga Braço Parelheiros	Ruim	Ruim	Ruim	Ruim	Ruim	Boa	Ruim	
	Res. Guarapiranga – Captação	Regular	Boa	Regular	Boa	Boa	Regular	Regular	
05	Rio Atibaia – Cap. Campinas	Boa	Regular	Ótima	Ótima	Boa	Boa	Boa	
	Rio Corumbataí-Cap. Piracicaba	Regular	Ótima	Ótima	Ótima	Ótima	Regular	Boa	
	Rio Piracicaba – Cap. Piracicaba	Regular	Boa	Boa	Boa	Ruim	Boa	Regular	
	Rio Piracicaba – Cap. Americana	Boa	Boa	Boa	Regular	Regular	Regular	Regular	

■ Ótima     
 ■ Boa     
 ■ Regular     
 ■ Ruim

Na aplicação do índice de fitoplâncton foi observado, através dos resultados obtidos, que a UGRHI 06 (Alto Tietê – Res. Billings – Bororé e Taquacetuba e Res. Guarapiranga Braço do Rio Parelheiros) apresentaram condições consideradas ruins para a comunidade fitoplanctônica. Esta condição é reflexo principalmente da dominância do grupo das cianofíceas ou cianobactérias e também, das altas densidades observadas (Figura 7). O grupo das cianobactérias é considerado na literatura como potencialmente tóxico. A elevada densidade de algas fitoplanctônicas em ambientes aquáticos é devida, principalmente, ao aporte de efluentes domésticos, principalmente esgotos. Observando-se os resultados de fósforo e coliformes fecais para estes ambientes verifica-se que na maioria das vezes os resultados encontrados ultrapassam o limite recomendado pela Resolução CONAMA 20/86. Assim, cuidados são necessários quanto ao uso deste corpo d'água para abastecimento público pois os tratamentos convencionais não removem eventuais toxinas.

Para a UGRHI 05, observou-se que de um modo geral o diagnóstico através do índice aplicado foi de qualidade boa e regular. Entretanto para o Rio Piracicaba foi registrada qualidade ruim para o mês de setembro. Vale ressaltar que em ambientes lóticos, que apresentam fluxo mais dinâmico e condições mais instáveis, porém, já com certo grau de eutrofização, as florações tendem a ocorrer de forma esporádica, com duração em torno de vinte dias e geralmente associadas aos padrões sazonais de temperatura e vazão, em função dos períodos de seca e cheia. Nos pontos avaliados, apesar de terem sido realizadas coletas ao longo de todo o ano, a frequência bimensal não foi suficiente para detectar algumas florações que ocorreram ao longo desse período e que poderiam estar influenciando os resultados finais do índice.

Essa limitação pode ser constatada através do monitoramento quinzenal que a CETESB realizou ao longo de 2002 nas captações de Piracicaba e Americana e dos atendimentos de emergência em captações naquela região. Em 2002, foram registradas cinco florações de cianobactérias nas captações de Americana e Piracicaba, no Rio Piracicaba, nos meses de janeiro, agosto, setembro e dezembro; uma floração de clorofíceas no Rio Corumbataí em outubro e no Rio Atibaia, na captação de Campinas, uma floração de diatomáceas em maio e outra de cianofíceas em outubro, as quais não foram detectadas nas amostragens da rede de monitoramento.

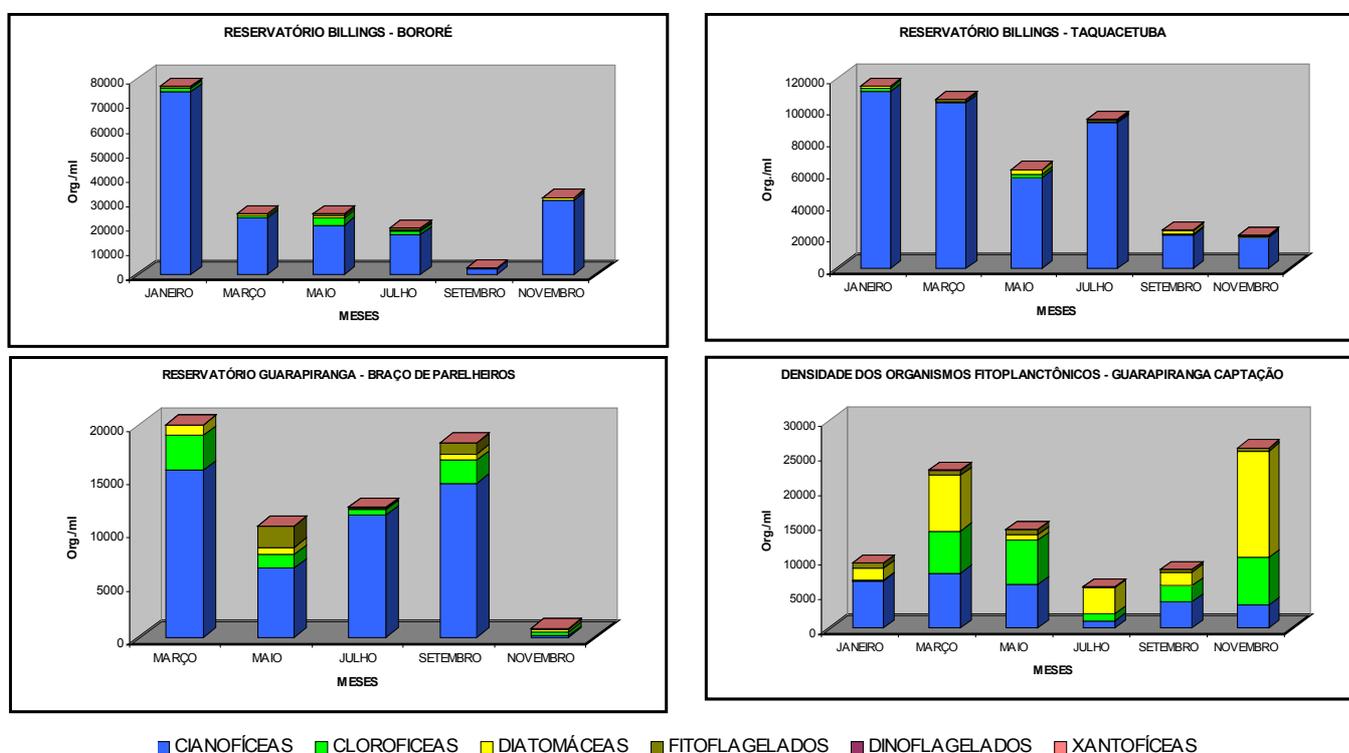


Figura 7 - Densidade dos organismos fitoplanctônicos com os grupos dominantes da UGRHI 6.

Na UGRHI 06 o Reservatório de Guarapiranga apresentou condição regular, tendo em vista as elevadas densidades e dominância do grupo das diatomáceas (Figura 7). Este grupo não é considerado um grupo problemático em relação à saúde humana, entretanto, em grandes concentrações as estações de tratamento de água podem vir a ter problemas com entupimento de filtros.

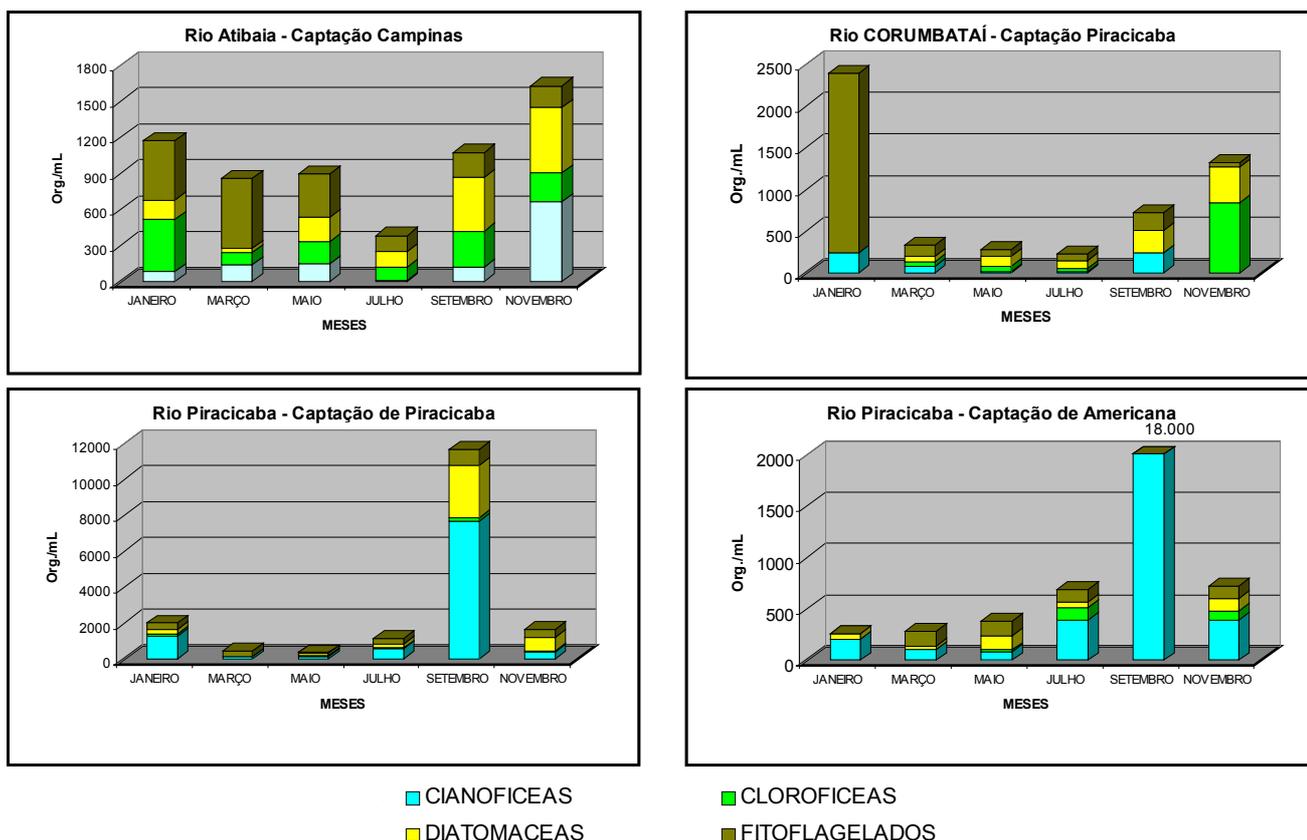


Figura 8 – Densidade dos organismos fitoplanctônicos com os grupos dominantes da UGHRI 5.

Na tabela abaixo são apresentados os resultados do índice aplicado com a comunidade fitoplanctônica nos corpos de água da rede de monitoramento onde as coletas foram realizadas em apenas duas coletas ao ano. Entretanto, para os Reservatórios Santa Branca, Rio Grande e Itupararanga foi realizada apenas uma coleta.

UGHRI	CORPO D'ÁGUA	Categoria						
		Jan	Fev	Abr	Jul	Ago	Out	Media
2	Res. Santa Branca			*				
	Res. Jaguari							
6	Res. Rio Grande	*						
10	Res. Itupararanga				*			
	Res. Barra Bonita							
15	Res. S. José Rio Preto							

\* coletas previstas, não realizadas

■ Ótima     
 ■ Boa     
 ■ Regular     
 ■ Ruim

Os pontos das UGRHIs 02, 06 (reservatório Rio Grande) e 15 apresentaram as melhores condições para a comunidade fitoplanctônica, com condição boa para os Reservatórios Jaguari, S. José do Rio Preto e Reservatório Rio Grande e para o Reservatório Santa Branca condição ótima. Para estes reservatórios, não houve dominância do grupo das cianofíceas considerado o mais problemático sob o aspecto sanitário. Além disso, as densidades foram consideradas baixas ou seja, variaram entre 600 a 6.000 org./mL (Figura 9). Entretanto, para estes ambientes os resultados de coliformes e fósforo estiveram altos, o que constitui alerta para possíveis eventos que envolvam florações de algas.

A UGRHI 10 (res. Itupararanga e res. Barra Bonita) apresentou condição ruim e regular. O Reservatório Barra Bonita que apresentou condição ruim, em janeiro devido a dominância do grupo das cianofíceas, elevadas concentrações de algas e altos valores de IET (Figura 9).

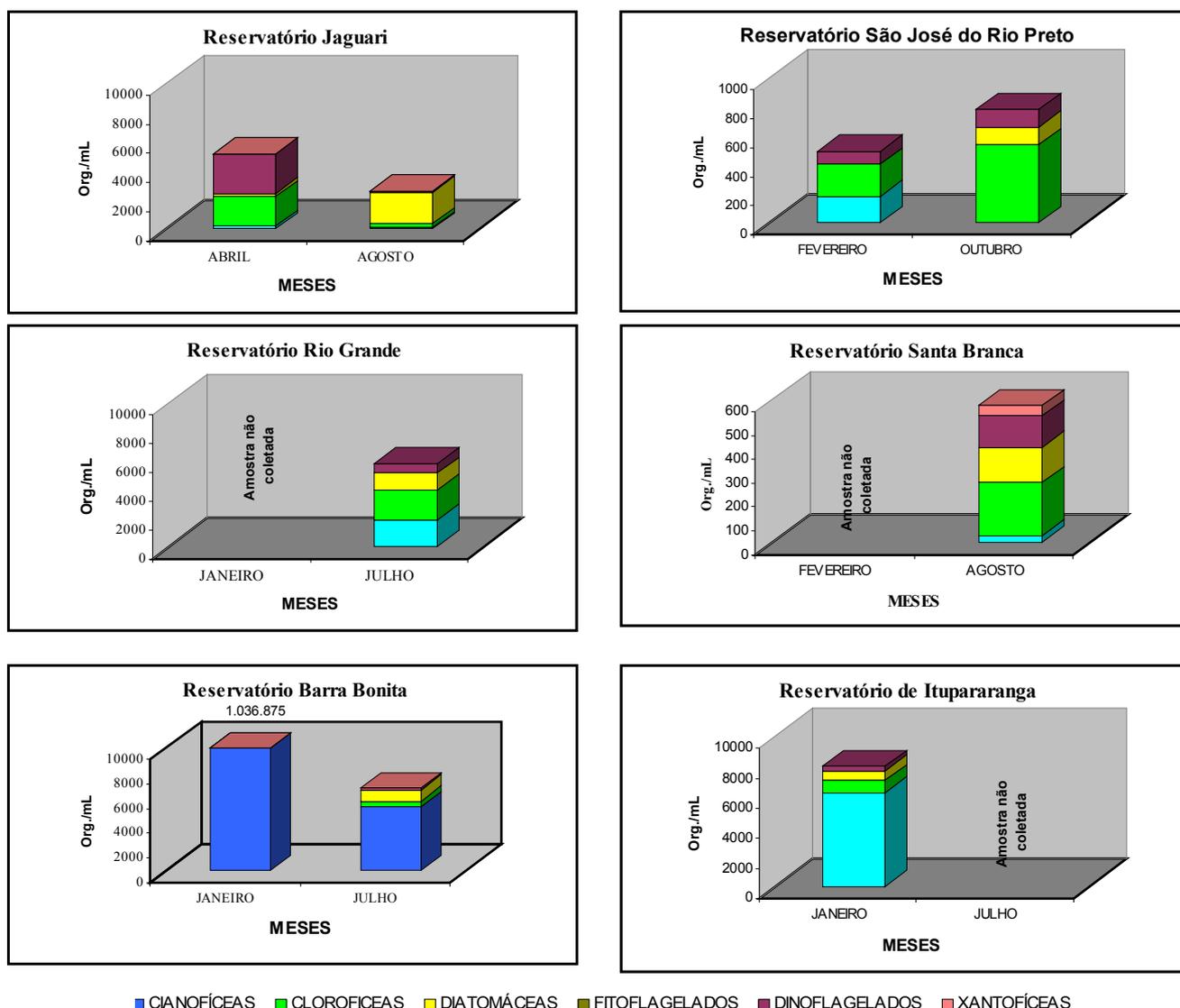


Figura 9 – Densidade dos organismos fitoplancônicos por grupos dominantes das UGRHs 2, 10 e 15.

## 9 Sedimentos

### 9.1 Introdução

O sedimento é um compartimento que tem sido cada vez mais utilizado em estudos de avaliação da qualidade de ecossistemas aquáticos, por ser considerado um sítio integrador, que apresenta a propriedade de estocar nutrientes, metais e substâncias orgânicas, e redistribuir estas espécies químicas à biota aquática ou mesmo à coluna d'água. Dessa forma, em 2002, iniciou-se a operação da rede de monitoramento de sedimentos, selecionando-se 12 locais de amostragem, onde se observa sérios problemas com relação à qualidade dos recursos hídricos. Esses pontos foram distribuídos ao longo das UGRHs 05 (Piracicaba/Jundiaí/Capivari), 06 (Alto Tietê), 07 (Baixada Santista), 09 (Mogi Guaçu) e 11 (Ribeira de Iguape/Litoral Sul). A caracterização dos locais de amostragem, bem como as justificativas de seleção de cada local encontram-se relacionadas no Quadro a seguir.

N.º UGRHI	Nome da UGRHI	PONTOS 2002	N.º pontos 2002	Locais de coleta de Sedimentos	Justificativa	
5	Piracicaba/ Capivari/ Jundiá	ATIB 09605	3	Rio Atibaia, a jusante do lançamento da Societal	Aporte de cargas difusas advindas da Região Metropolitana de Campinas	
		CRUM 09200		Rio Corumbataí, a jusante do Rib. Claro	Influência da atividade ceramista em Sta Gertrudes	
		PCAB 09135		Rio Piracicaba a 300m a jusante do Rio Tatú	Influência das cargas domésticas e industriais dos municípios de Limeira e Americana	
6	Alto Tietê	BILL 09100	6	Res. Billings, em frente ao Braço Bororé	Representa o aporte das cargas diversas dos Rios Tietê e Pinheiros	
		TIET 09800		Rio Tietê, na ETA da Sabesp de Biritiba-Mirim	Aporte de cargas de contribuição urbana difusa em área de manancial	
		GUAR 09100		Res. Guarapiranga, na foz do Rio Parelheiros	Avaliar o comportamento e a influência do Rio Parelheiros e da transposição de águas do braço do Rio Taquacetuba (Res. Billings) na qualidade do compartimento de fundo do Reservatório.	
		PEBA 09200			Res. Taiapuê, na captação da SABESP	Carga difusa com predominância agrícola
		PINH 09100				Rio Pinheiros, a montante de Usina E. Pedreira
		RGDE09900		Rio Grande, na captação da SABESP	Aporte de cargas industriais advindas do município de Ribeirão Pires e a influência da sulfatação.	
7	Baixada Santista	CUBA 09900	1	Rio Cubatão (1000 m a jusante do Rio Piaçaguera)	Aporte de cargas industriais advindas do polo industrial de Cubatão	
9	Mogi-Guaçu	MOGU 09200	1	Rio Mogi-Guaçu, a jusante da International Paper	Aporte de cargas advindas de processos industriais	
11	Ribeira de Iguape/ Litoral Sul	RIBE 09900	1	Rio Ribeira do Iguape - a montante do Valo Grande	Influência das atividades de mineração de chumbo na Bacia	
<b>Total</b>			<b>12</b>			

Contaminantes provenientes de descargas industriais e domésticas quando liberados na água, podem ser adsorvidos ou ligar-se ao material particulado e, dependendo das características do corpo d'água, depositam-se e podem se tornar parte do sedimento de fundo desses ambientes (Viganò *et al*, 2003).

Os sedimentos têm influência direta na qualidade das águas, uma vez que neles há um reprocessamento de materiais, podendo haver liberação de contaminantes e outros compostos para a coluna d'água. Desta forma, os sedimentos são considerados depósitos de contaminantes antropogênicos e também fonte de poluição para os organismos de fundo e para a coluna d'água ( Burgess & Scott, 1992).

Os contaminantes presentes nos sedimentos podem ser avaliados utilizando-se análises químicas ou ensaios ecotoxicológicos. Testes de toxicidade permitem avaliar efeitos interativos de misturas complexas presentes no sedimento sobre os organismos aquáticos. Estes testes medem, portanto, os efeitos tóxicos das frações biodisponíveis presentes nos sedimentos, em condições controladas de laboratório ou através de testes em campo. Desta forma, o resultado do teste de toxicidade é útil para o estabelecimento de concentrações aceitáveis de contaminantes que podem estar presentes no sedimento, isto é concentrações em que não são esperados efeitos para os organismos bentônicos.

O teste de Ames, introduzido no monitoramento da qualidade de sedimentos em 2002, avalia a indução de mutações em linhagens de *Salmonella typhimurium* auxotróficas para histidina por compostos orgânicos, como aminas aromáticas e hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPAs), entre outros, em níveis capazes de alterar o material genético de organismos expostos. Sua aplicação permite detectar, nas amostras de sedimento, a presença de compostos com tais efeitos. Sendo assim, os resultados permitem priorizar locais onde se deva realizar estudos mais detalhados das possíveis fontes de contaminação, podendo ser realizados novos bioensaios, bem como determinações químicas dos compostos orgânicos genotóxicos presentes nestas matrizes.

A comunidade bentônica corresponde ao conjunto de organismos que vive todo ou parte de seu ciclo de vida no substrato de fundo de ambientes aquáticos. Os macroinvertebrados (invertebrados selecionados em rede de 0,5mm) que compõe essa comunidade, têm sido sistematicamente utilizados em redes de biomonitoramento em vários países, porque ocorrem em todo tipo de ecossistema aquático, exibem ampla variedade de tolerâncias a

vários graus e tipos de poluição, têm baixa motilidade e estão continuamente sujeitos às alterações de qualidade do ambiente aquático, inserindo o componente temporal ao diagnóstico e, como monitores contínuos, possibilitam a avaliação a longo prazo dos efeitos de descargas regulares, intermitentes e difusas, de concentrações variáveis de poluentes, de poluição simples ou múltipla e de efeitos sinérgicos e antagônicos de contaminantes. Nos reservatórios, as comunidades de duas zonas de estudo foram consideradas, sub-litoral e profunda. A primeira, mais sensível a degradação recente, ou seja, a contaminantes presentes na coluna d'água, e a segunda ao histórico de degradação local, associada a contaminantes acumulados nos sedimentos. O emprego dessa e de outras comunidades confere caráter ecológico à rede de monitoramento, subsidiando decisões relacionadas à preservação da vida aquática e do ecossistema como um todo.

O emprego de indicadores de causas (dado químico) e efeitos (dados toxicológicos e biológicos) da degradação ambiental gera um diagnóstico mais confiável da qualidade de sedimentos.

## **9.2 Material e métodos**

As amostras de sedimento para análise química, teste de Ames e ensaio ecotoxicológico foram obtidas, nos rios, com pegadores dos tipos Ponar ou Petersen modificado e, nos reservatórios, com pegador Ekman-Birge modificado por Lenz. Foram compostas de triplicatas e, em reservatórios, superficiais (selecionados os 6 cm superiores).

### **9.2.1 Contaminantes Químicos**

#### **9.2.1.1 Análise Granulométrica**

As amostras foram inicialmente tratadas com peróxido de hidrogênio (37%) para a eliminação de todo o seu conteúdo orgânico. Posteriormente procedeu-se à análise granulométrica propriamente dita, realizada por peneiramento a seco para a fração de areia e sedimentação por pipetagem para as frações de silte e argila, segundo Norma Técnica CETESB L6.160 (CETESB, 1995). Na determinação da distribuição granulométrica foi utilizada a escala de Wentworth (CETESB, 1995).

Os sedimentos foram classificados segundo Shepard (*apud* Suguio, 1973), empregando-se o software desenvolvido pelo Prof. Dr. Jorge Yamamoto do Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo.

#### **9.2.1.2 Medidas de pH**

As medidas de pH foram realizadas em campo, a partir da introdução de um eletrodo combinado de pH (Ag/AgCl) não contaminável por íons S<sup>2-</sup>. A calibração do eletrodo foi realizada por tampões, segundo o NBS (4,01; 6,86 e 9,18; a 25 °C).

#### **9.2.1.3 Resíduos e Umidade**

Os valores de resíduo total e umidade foram obtidos gravimetricamente pela secagem de um alíquota de 50,00 g de cada amostra a 105°C até massa constante. A porção de cada amostra remanescente desta determinação foi submetida a calcinação, em temperatura de 550°C por 1 hora e obteve-se os valores de resíduo fixo e fração volátil, também por gravimetria, expressos em unidade percentual em relação à massa seca, segundo Standard Methods (1992).

O grau de enriquecimento orgânico do sedimento foi avaliado através da porcentagem de fração volátil, tendo sido considerados substratos ricos em matéria orgânica os que apresentaram valores acima de 10% de peso seco, conforme sugerido por Ungemach (1960 *apud* Esteves, 1988).

#### **9.2.1.4 Metais**

Os metais (alumínio, cádmio, chumbo, cobre, cromo, níquel, zinco e mercúrio) foram determinados por espectrometria de absorção atômica, após extração em meio aquoso, segundo procedimentos descritos pelo EPA - SW 846 (EPA, 1986).

Para determinação de Al, Cd, Pb, Cu, Cr, Ni e Zn, as amostras foram submetidas a secagem a 105°C, pulverização e peneiramento em malha de 80 *mesh* (175µm). A extração dos metais foi obtida tratando-se uma alíquota de cerca de 0,5000 g de cada amostra peneirada, com porções sucessivas de ácido nítrico, peróxido de hidrogênio e ácido clorídrico, sob aquecimento, por 2 horas. Após filtração em membrana de 0,45 µm os metais foram determinados por espectrometria de absorção atômica em chama.

Para determinação de mercúrio (Hg), uma alíquota de cerca de 0,5000 g de cada amostra, no estado bruto e devidamente homogeneizada, foi submetida a tratamento com mistura 1+ 3 de ácido nítrico + ácido clorídrico, solução de permanganato de potássio a 5% e aquecimento a 100°C por 2 horas. Em seguida, reduziu-se o excesso de oxidantes pela adição de solução de cloreto de hidroxilamônio a 10% e, em sistema fechado, efetuou-se a reação de redução química do Hg (II), pela adição de solução de cloreto estanososo a 5% e o mercúrio reduzido Hg (º), sob a forma de vapor frio, foi determinado por espectrometria de absorção atômica.

### 9.2.1.5 Compostos orgânicos

#### □ Organoclorados

A amostra foi seca e extraída com mistura de hexano-acetona 1:1. O extrato foi purificado por fracionamento em coluna de alumina/silica-gel. O extrato final foi analisado por cromatografia gasosa capilar utilizando detector de captura de elétrons (ECD). O procedimento analítico foi baseado no Método 8080 da EPA (1986).

#### □ Bifenilas Policloradas

A amostra seca foi extraída com mistura de hexano-acetona 1:1 e o extrato purificado em coluna de alumina/silica-gel. O extrato final foi analisado por cromatografia gasosa capilar utilizando detector de captura de elétrons (ECD). A quantificação foi efetuada pelos congêneres, segundo German Standard Methods for the Examination of Water, Wastewater and Sludge - DIN 38414 Part 20 (1993).

### 9.2.1.6 Metodologia de análise dos dados

Para avaliação da qualidade dos sedimentos, com relação aos contaminantes químicos, foram adotados os valores limite estabelecidos pelo “Canadian Council of Ministers of the Environment” (CONSELHO CANADENSE DE MINISTÉRIOS DE MEIO AMBIENTE - CCME, 1999), que preconizam dois níveis de classificação : TEL (“Threshold Effect Level”) e PEL (“Probable Effect Level”). O TEL consiste em uma concentração abaixo da qual não são esperados efeitos adversos sobre organismos aquáticos, enquanto que o PEL representa uma concentração acima da qual são esperados efeitos adversos severos sobre organismos aquáticos. O uso desses critérios exige que a técnica de extração na análise de metais empregue ácidos fracos, conforme procedimento analítico seguido pela CETESB para essas análises.

### 9.2.2 Teste de toxicidade aguda com *Hyalella azteca*

Na avaliação da qualidade do sedimento foi utilizado o teste de toxicidade aguda com o anfípodo *Hyalella azteca*, segundo método descrito no Procedimento Operacional Padronizado nº 062/DAHI. Neste procedimento, indivíduos jovens (7 a 14 dias de idade) são expostos às amostras de sedimento, durante o período dez dias, em sistema semi-estático. Ao final deste período, registra-se a mortalidade dos organismos-teste. A análise estatística dos resultados foi realizada através do teste “t” por biequivalência, contido no Programa TOXSTAT 3.5 (WEST INC. e GULLEY, 1996), verificando se a mortalidade obtida nas amostras apresentou diferença significativa em relação ao ponto de referência (Rio Tietê - Biritiba Mirim).

Foram realizados ensaios com amostras de sedimentos dos pontos ATIB09605, CRUM09200, PCAB09135, TIET09800, MOGU09200 e RIBE09900.

Para efeito de apresentação no mapa de qualidade de sedimentos, a porcentagem de mortalidade (efeito) dos organismos foi expressa em três classes, como segue:

BOM	de 0 a 20% de efeito	
REGULAR	de 20 a 50% de efeito	
RUIM	acima de 50% de efeito	

### 9.2.3 Teste de Ames

O teste de Ames foi realizado nos pontos ATIB09605, PCAB09135, BILL09100, GUAR09100, TIET09800, PINH09100 e CUBA09900, segundo Maron & Ames (1983) e Norma Técnica CETESB L5.620, usando o método de incorporação em placas. Foram empregadas as linhagens TA98 e TA100 de *Salmonella typhimurium* que detectam mutágenos que causam deslocamento do quadro de leitura do DNA e substituição de pares de bases, respectivamente.

#### □ Extração Orgânica das Amostras de Sedimento

As amostras de sedimento foram secas completamente à temperatura de 45°C. Do sedimento seco foram retirados 30g que foram macerados e extraídos por ultrassonicação (10 minutos) em uma mistura de diclorometano:metanol (2:1) (Griffol *et al*, 1990). O processo foi repetido mais 2 vezes. O extrato resultante foi seco em rotavapor até o volume de 10mL. Para a realização dos ensaios de mutagenicidade, alíquotas do extrato foram secas completamente em atmosfera de nitrogênio gasoso e ressuspensas em DMSO.

#### □ Cálculo do Moe (Material Orgânico Extraído) das Amostras de Sedimento

Volumes apropriados dos extratos obtidos em solvente foram pipetados em duplicata em cadinhos de alumínio previamente secos (104°C) e de pesos determinados. Após a completa evaporação do solvente à temperatura ambiente e em dessecador por 24 horas, pesou-se novamente os cadinhos e calculou-se a concentração de MOE pela média das diferenças dos pesos iniciais e finais para cada amostra.

#### □ Expressão e Interpretação dos Resultados

Foram calculadas a média de revertentes por placa em cada dose testada e a razão de mutagenicidade (RM), que é a razão entre o número de revertentes na placa teste (revertentes espontâneos e revertentes induzidos) e o número de revertentes na placa controle (revertentes espontâneos).

Os dados foram submetidos a uma análise estatística que consistiu de uma análise de variância (ANOVA) seguida de regressão linear. As amostras foram consideradas positivas quando a razão de mutagenicidade foi maior ou igual a 2 e os dados mostraram relação dose-resposta estatisticamente comprovada. A mutagenicidade foi expressa em revertentes/g equivalentes de sedimento e revertentes/mg de MOE.

### 9.2.4 Comunidades bentônicas

Amostras de sedimento para análise das comunidades bentônicas, sub-litorânea e profunda em reservatórios (Guarapiranga - Parelheiros e Billings – Bororé) e da margem deposicional em rios (Pinheiros, Corumbataí, Atibaia e Piracicaba) foram coletadas em triplicatas, com pegadores do tipo *Petit Ponar* (232 cm<sup>2</sup>) em substrato duro e/ou sob correnteza (zona litoral de reservatórios e rios), e do tipo Ekman-Birge modificado por Lenz (200 cm<sup>2</sup>) em substrato mole (profunda de reservatórios).

A fixação e o preparo das amostras seguiram a Norma Técnica CETESB L5.309 (CETESB, 2003).

Para amostras dos rios os organismos bentônicos foram identificados até família para a maioria dos taxa, exceto para Chironomidae, em que atingiu-se nível de sub-famílias e tribos. Para reservatórios, Chironomidae e Oligochaeta foram identificados até gênero/espécie. Na identificação dos organismos foram utilizadas as chaves

de Pennak (1989), Thorp & Covich (1991), Lopretto & Tell (1995, tomos II e III) e Merritt & Cummins (1996), Epler (1995), Trivinho-Strixino & Strixino (1995) e Brinkhurst & Marchese (1992).

Foram calculados os seguintes índices descritores da estrutura das comunidades bentônicas:

1. Riqueza (S), sendo a soma das categorias taxonômicas encontradas na amostra.
2. Dominância (DOM), como sendo o maior valor de abundância relativa na amostra.
3. Índice de Diversidade de Shannon-Wiener (H') (Washington, 1984).
4. Índice de Comparação Sequencial (ICS)(Cairns & Dickson, 1971), em cujo cálculo foi empregado software desenvolvido pelo prof. Dr. Aristotelino Monteiro Ferreira para a CETESB (Henrique-Marcelino *et al.*, 1992).
5. Razão Tubificidae sem queta capilar/total de Oligochaeta (T/O) (Parele & Astapenok *apud* Slepukhina, 1984).
6. Razão Tanytarsini/Chironomidae (Tt/Chi) (Ohio EPA, 1987).
7. Riqueza de taxa sensíveis (Ssens), em que foram considerados sensíveis as famílias de Ephemeroptera, Trichoptera e o gênero *Stempellina* de Chironomidae-Tanytarsini.

Além disso, sempre que possível, ou seja, quando ocorreram populações significativas de *Chironomus* nas amostras, foi avaliada a freqüência de deformidade no mento dessas larvas, tendo sido considerado deformidade, "gap", falta e excesso de dentes (Kuhlmann *et al.*, 2000).

Para o diagnóstico, estes descritores foram fundidos em índices multimétricos, adequados a cada tipo de ambiente, ou seja, zona sub-litoral de reservatórios, zona profunda de reservatórios e rios, como se segue:

- A. Índice Multimétrico para zona sub-litoral de reservatórios, que se utiliza dos valores de 1., 2., 4., 5. e 7.

Classe	Ponto	S	DOM	ICS	T/O	Ssens
<b>PÉSSIMA</b>	5			<b>AZÓICO</b>		
<b>RUIM</b>	4	1 – 8	> 50	< 5,00	≥ 0,70	0
<b>REGULAR</b>	3	9 – 16	40 - ≤ 50	5,00 – 15,00	0,40 - < 0,70	1
<b>BOA</b>	2	17 – 24	20 - < 40	15,00 - < 25,00	0,10 - < 0,40	2
<b>ÓTIMA</b>	1	≥ 25	0 - < 20	≥ 25,00	< 0,10	≥ 3

- B. Índice Multimétrico para zona profunda de reservatórios, que se utiliza dos valores de 1., 2., 4., 5. e 6.

Classe	Ponto	S	DOM	ICS	T/O	Tt/Chi
<b>PÉSSIMA</b>	5			<b>AZÓICO</b>		
<b>RUIM</b>	4	1 – 3	> 50	≤ 1,00	≥ 0,80	≤ 0,03
<b>REGULAR</b>	3	4 – 6	40 - ≤ 50	>1,00 - ≤ 3,50	≥ 0,50 - < 0,80	> 0,03 - ≤ 0,06
<b>BOA</b>	2	7 – 9	20 - < 40	>3,50 - ≤ 7,00	≥ 0,20 - < 0,50	> 0,06 - < 0,10
<b>ÓTIMA</b>	1	≥ 10	0 - < 20	> 7,00	< 0,20	≥ 0,10

- C. Índice Multimétrico para rios, que se utiliza dos valores de 1., 2., 3. ou 4., 5. e 7.

Classe	Ponto	S	DOM	H'	T/O	Ssens
<b>PÉSSIMA</b>	5			<b>AZÓICO</b>		
<b>RUIM</b>	4	< 4	> 75	< 1,00	> 0,75	0
<b>REGULAR</b>	3	4 – 8	50 - ≤ 75	1,00 - < 2,25	0,50 - ≤ 0,75	1
<b>BOA</b>	2	9 – 12	> 25 - < 50	2,25 - < 3,50	>0,25 - < 0,50	2
<b>ÓTIMA</b>	1	>12	0 - ≤ 25	≥ 3,50	0 - ≤ 0,25	≥ 3

O índice 4. é preferível ao 3., sendo substituído apenas quando o valor de densidade total da amostra ultrapassar o limite de cálculo do software.

O valor do índice multimétrico será simplesmente a média aritmética do ranking dos índices parciais. O diagnóstico ou a classificação final da qualidade do habitat, será dado por esse valor, exceto nos casos em que a freqüência de deformidade em mento de larvas de *Chironomus* ultrapassar o valor considerado natural da população (3%), quando o diagnóstico final será uma classe acima do resultado final do multimétrico.

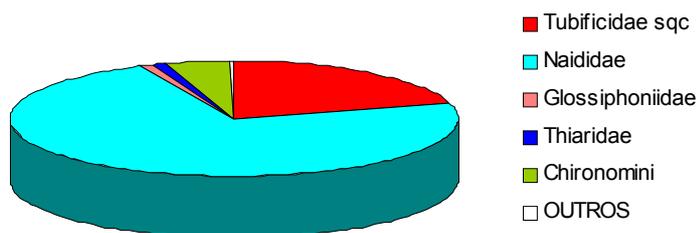
### 9.3 Resultados e Discussão

Na UGHRI 05 foram avaliados os pontos ATIB09605 (Rio Atibaia), PCAB09135 (Rio Piracicaba) e CRUM09200 (Rio Corumbataí).

Os sedimentos coletados no Rio Atibaia apresentaram uma leve predominância da fração areia (43,5%) frente às frações silte (28,7%) e argila (27,7%), que concordam com o teor de umidade (59,7%) e resíduo volátil (9,83%). Esse sedimento é classificado como inorgânico (Ungemach, 1960 *apud* Esteves, 1988).

A comunidade bentônica desse rio compôs-se apenas de organismos tolerantes à poluição por esgoto doméstico e eutrofização, tendo sido dominada (> 50%) por oligoquetos da família Naididae, geralmente associada a bancos de macrófitas. A classificação pelo índice multimétrico foi regular, não tendo ocorrido uma freqüência de deformidade em mento de larvas de *Chironomus* (2,36%; N = 297) superior àquela observável em comunidades de regiões não impactadas (3%). Foi detectada toxicidade para organismo bentônico (*Hyalella azteca*), mas não para organismo da coluna d'água (*Ceriodaphnia dubia*). O efeito tóxico pode também ter sido responsável pelo desaparecimento de organismos sensíveis da comunidade bentônica. Não foi observada atividade mutagênica pelo teste de Ames em sedimento, indicando que substâncias orgânicas como aminas aromáticas e hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPAs), não estão presentes em níveis que possam causar alteração no material genético de organismos expostos.

#### ESTRUTURA DA COMUNIDADE BENTÔNICA DO RIO ATIBAIA ATIB09605



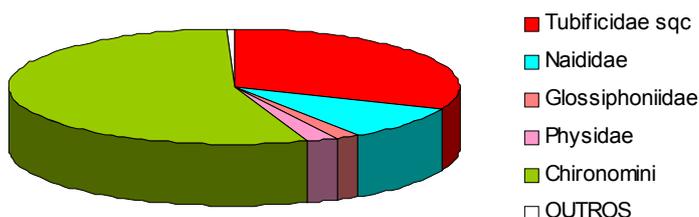
Dados de coliformes fecais na água superficial de fato indicaram entrada de esgoto doméstico em concentração não condizente com o limite estabelecido para classe 2 (Brasil, 1986). Quanto ao grau de trofia, embora a clorofila a coletada na mesma amostragem do sedimento tenha indicado condição mesotrófica, resultados de fósforo total da rede de monitoramento, em local próximo, retrataram condição hipereutrófica no período de estiagem. Foram observados valores elevados de condutividade elétrica, tanto na água superficial quanto de fundo, e a concentração de nitrogênio amoniacal na água de fundo superou valor considerado nocivo aos organismos de água doce que vivem em meio neutro-alcalino (2,5mg/L) (Meier & Takino, 1985), podendo explicar a obtenção de toxicidade aguda para o organismo bentônico. A concentração de oxigênio dissolvido na água de fundo também foi baixa e pode ser considerada restritiva à biota bentônica (Heliövaara & Väisänen, 1993).

Nos sedimentos, embora as concentrações de Cd, Cu, Cr e Zn tenham superado os valores de início de efeito (TEL) pelo critério canadense, presentes em função das contribuições industriais existentes na bacia, esses metais podem não ser responsáveis pelos efeitos negativos sobre a biota (CCME, 1999), que aparentemente está melhor refletindo a degradação por esgoto doméstico e eutrofização, já que também compostos organoclorados não foram detectados.

Os sedimentos coletados no Rio Piracicaba mostraram uma predominância da fração areia (66,1%) frente às frações silte (20,32%) e argila (13,5%), que concordam com o teor de umidade (45,8%) e resíduo volátil (3,23%). Esse sedimento é classificado como inorgânico.

A estrutura da comunidade bentônica do Rio Piracicaba também exibiu apenas componentes considerados resistentes à degradação por esgoto doméstico e eutrofização, tendo sido dominada por *Chironomini* (> 50%). O diagnóstico pelo índice multimétrico indicou qualidade regular, mas a alta incidência de deformidades em mento de larvas de *Chironomus* (35%; N = 300) confere a esse ponto qualidade ruim. Também foi detectada toxicidade para *Hyalella azteca*, mas não para *Ceriodaphnia dubia* e o teste de Ames não acusou atividade mutagênica nos sedimentos.

### ESTRUTURA DA COMUNIDADE BENTÔNICA DO RIO PIRACICABA PCAB09135



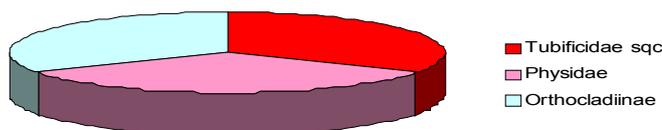
Também nesse ponto a concentração de coliformes fecais na água superficial evidenciam degradação por entrada de esgoto doméstico. Embora os valores de clorofila *a* tenham indicado condição oligotrófica, dados de fósforo total da rede de monitoramento, em local próximo, diagnosticaram condição hipereutrófica na estiagem.

Nos sedimentos, não foram verificadas concentrações de metais, PCBs e pesticidas organoclorados capazes de representarem tóxicos à biota aquática. Da mesma forma, o resultado negativo no teste de Ames também mostra a não existência de substâncias orgânicas como aminas aromáticas e hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPAs), em níveis que possam causar alteração no material genético de organismos expostos. Assim, há a necessidade de uma investigação mais detalhada de compostos não avaliados nesta campanha, que seriam responsáveis pelos efeitos biológicos observados.

Os sedimentos coletados no Rio Corumbataí apresentaram baixo teor de finos, com predominância da fração areia (98,2%) frente às frações silte (0,9%) e argila (0,9%), que concordam com os teores de umidade (16,3%) e resíduo volátil (0,4%) encontrados. Esse sedimento pode ser classificado como inorgânico e, assim, ser caracterizado como de baixo poder de associação com metais pesados e contaminantes orgânicos.

A comunidade bentônica desse rio foi pobre em tipos de organismos e densidade, tendo sido classificado, pelo índice multimétrico como regular. Não foi detectada toxicidade com organismo de fundo, mas o teste com organismo da coluna d'água obteve efeito crônico. O teste de Ames não foi realizado nesse ponto.

### ESTRUTURA DA COMUNIDADE BENTÔNICA DO RIO CORUMBATAÍ CRUM09200



Também nesse ponto os dados de coliformes fecais na água superficial indicaram entrada de esgoto doméstico e, embora a clorofila *a* coletada na mesma data de amostragem tenha resultado em condição oligotrófica, as concentrações de fósforo total da rede de água em local próximo diagnosticaram condição hipereutrófica na estiagem. A concentração de nitrogênio amoniacal esteve pouco superior ao valor considerado estressante para o bentos e como se trata de um local de baixa profundidade, pode explicar o resultado da toxicidade para organismo da coluna d'água.

Uma vez que ocorreram condições para a explosão populacional de tolerantes, pela presença de esgoto doméstico e eutrofização, a estrutura observada indica estresse físico ou químico. Não foram detectados compostos organoclorados e, embora as concentrações de Cr tenha superado o valor de início de efeito pelo critério canadense (TEL), o tipo de sedimento, arenoso, não facilita o acúmulo de contaminantes. Por outro lado, a não existência de região de deposição no ponto de coleta pode indicar estresse físico por lavagem (após enxurrada) ou soterramento. De fato, em maio houveram fortes chuvas que causaram enxurradas nesse local e a comunidade pode não ter tido tempo para recolonizar.

Tais resultados concordam com os estudos realizados anteriormente pela CETESB, de que as atividades cerâmicas, localizadas a montante do ponto de monitoramento, no município de Santa Gertrudes, não estão causando impactos significativos fora da área industrial, onde existem materiais contaminados por metais, como Cd e Pb.

Na UGHRI 06, outros 4 pontos de amostragem foram avaliados com a comunidade bentônica, TIET09800 (Rio Tietê), BILL09100 (Reservatório Billings), RGDE09900 (Reservatório Rio Grande), GUAR09100 (Reservatório Guarapiranga), PEBA09200 (Reservatório Taiaçupeba) e PINH09100 (Rio Pinheiros).

Os sedimentos coletados no Rio Tietê, município de Biritiba Mirim, apresentaram uma predominância da fração areia (94,9%) frente às frações silte (2,6%) e argila (2,5%), que concordam com os valores encontrados para resíduo volátil (1,37%) e teor de umidade (20,7%), indicando tratar-se de uma zona de sedimentação com baixo aporte de matéria orgânica (sedimento inorgânico).

Nesse ponto, o teste de toxicidade com organismo bentônico foi negativo, mas com organismo da coluna foi observada toxicidade crônica. O teste de Ames não detectou atividade mutagênica. Não foi realizada análise de comunidade bentônica.

Na amostragem para a rede de monitoramento, nas 4 campanhas realizadas, o teste com *Ceriodaphnia dubia* não exibiu toxicidade. Os resultados encontrados para os parâmetros químicos de água e sedimento não ultrapassaram limites considerados estressantes à biota aquática.

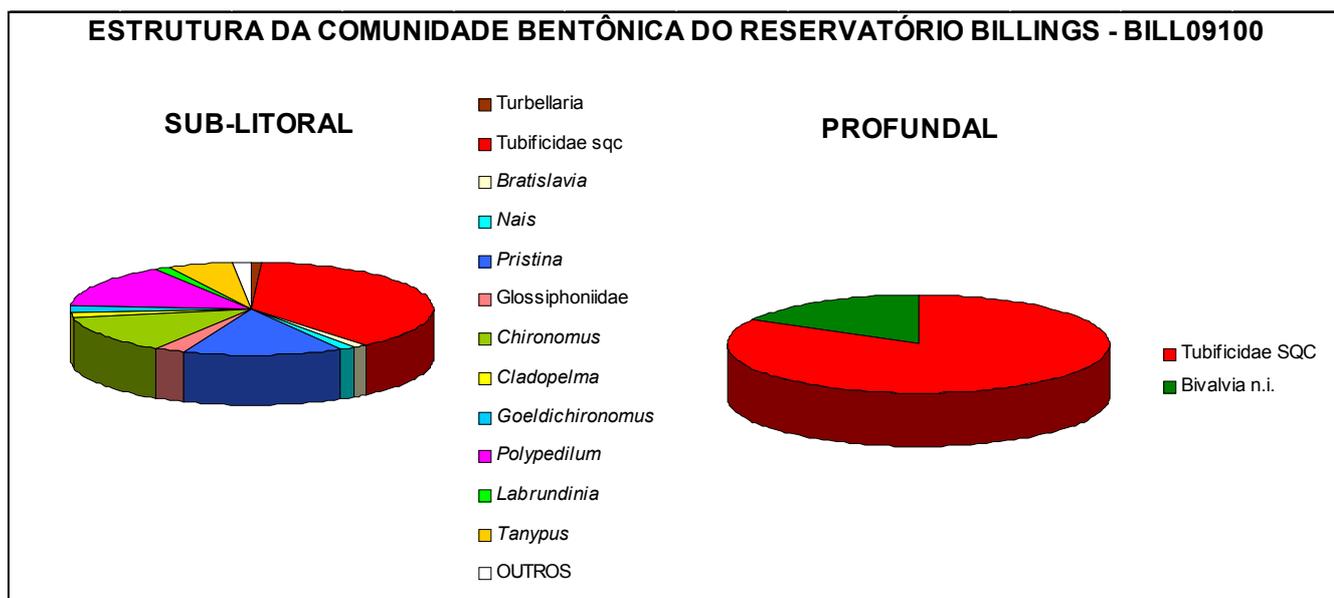
Embora os resultados de fósforo total na rede de monitoramento indiquem condição mesotrófica, esse ponto tem sido freqüentemente adotado como referência em projetos de diagnóstico da qualidade de sedimento, em que mesmo os dados de bentos têm exibido qualidade de boa a ótima (CETESB, 1999).

Nos reservatórios, as comunidades de duas zonas de estudo foram consideradas, sub-litoral e profunda. A primeira, mais sensível a degradação recente, ou seja, a contaminantes presentes na coluna d'água, e a segunda ao histórico de degradação local, associada a contaminantes acumulados nos sedimentos.

Os sedimentos coletados no Reservatório Billings, na direção do braço Bororé, apresentaram um elevado teor de finos, com predominância das frações argila (86,6%) e silte (12,9%), frente à quase inexistente fração areia (0,5%), sendo esses resultados concordantes com o teor de umidade encontrado (85,3%) e com o resíduo volátil (18,3%), possibilitando caracterizar esse sedimento como orgânico.

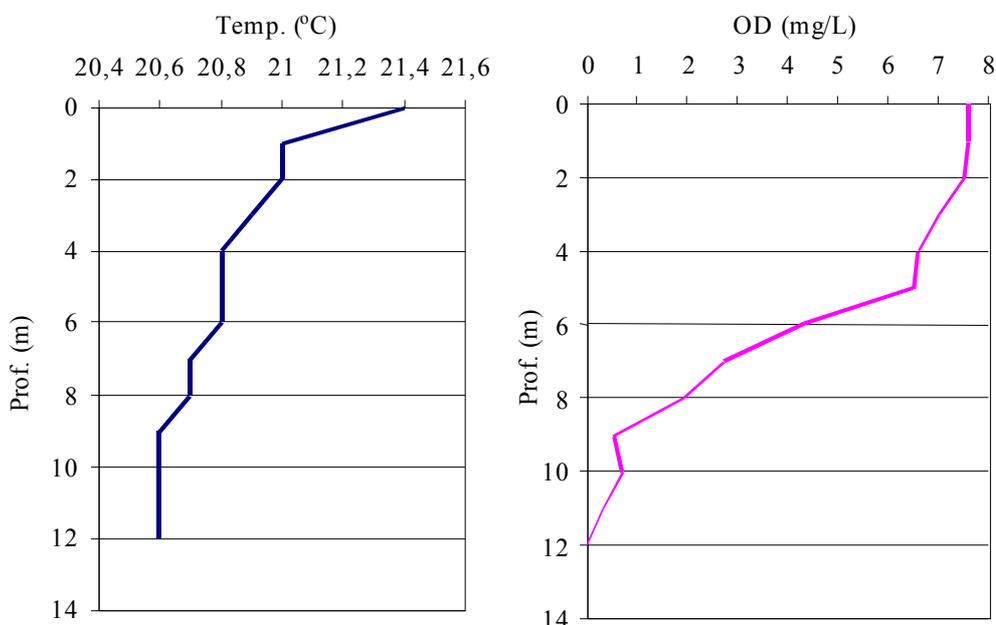
No Reservatório Billings não ocorreram organismos sensíveis, tendo sido observada dominância (> 50%) de *Limnodrilus hoffmeisteri*, oligoquetos da família Tubificidae, considerado o mais tolerante da biota bentônica, tanto a esgoto doméstico e eutrofização quanto a metais pesados. A freqüência de deformidade para a região sub-litoral foi inferior (1,54%; N = 65) a natural (3%), enquanto que na região profunda não ocorreu *Chironomus*. A classificação pelo índice multimétrico foi regular para a região sub-litoral e ruim para a profunda, que confirma a existência de um acúmulo histórico de contaminantes nesse reservatório que, por sua vez, configura um gradiente da entrada em direção a seu eixo principal e braços. Não foi observada atividade mutagênica nos sedimentos da

profundal pelo teste de Ames. Não foram realizados testes de toxicidade com *Hyalella azteca* e *Ceriodaphnia dubia*, e os resultados da rede de monitoramento não indicaram toxicidade para *C. dubia* no período de estiagem.



A avaliação de alguns indicadores de qualidade na coluna d'água mostram problemas de eutrofização. Embora o perfil de temperatura não mostre estratificação, o de oxigênio dissolvido apresenta-se clinogrado, chegando à anóxia na profundal, podendo ser consequência de bombeamento das águas do Rio Pinheiros, no período anterior à amostragem, ou à decomposição do material orgânico acumulado nos sedimentos. A zona de descontinuidade anóxida verificada favorece a liberação de fósforo solúvel reativo, ferro e manganês a retenção de metais pesados pelo sedimento.

**BILLINGS - BORORÉ**



As concentrações de Cd, Pb, Cu, Cr e Zn no sedimento superaram os valores de efeito provável (PEL) pelo critério canadense (CCME, 1999) e dos PCBs de início de efeito (TEL), oriundos do aporte de cargas domésticas e industriais da Região Metropolitana de São Paulo (RMSP).

Os sedimentos coletados no Reservatório Rio Grande, nas imediações da zona de captação da ETA Rio Grande, apresentaram um elevado teor de finos, com predominância das frações silte (44,4%) e argila (16,3%) frente à fração areia (39,3%), sendo tais resultados concordantes com o teor de umidade (64,1%) e resíduo volátil (8,4%), que classifica o sedimento como inorgânico.

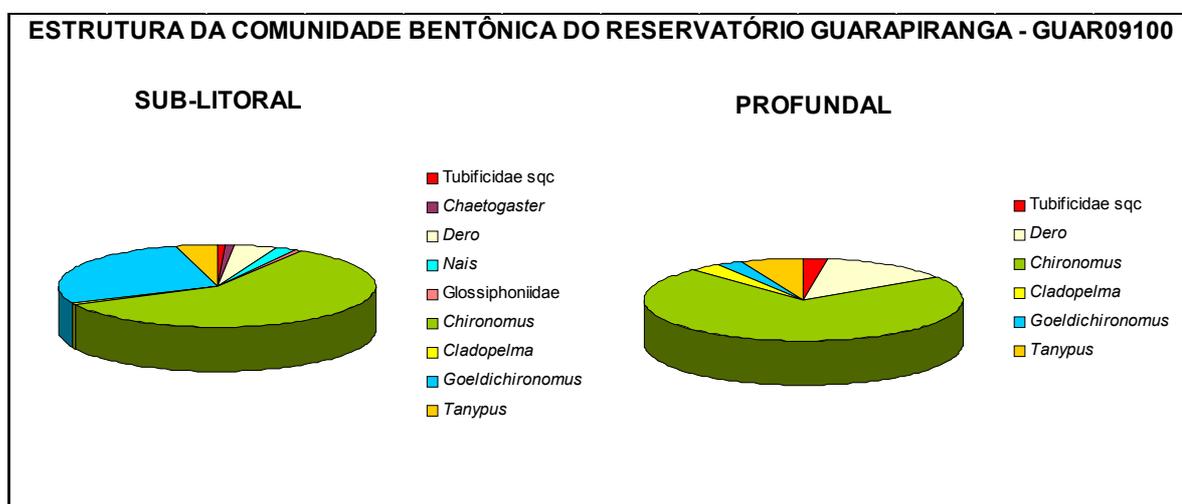
Quanto às concentrações de metais, foram encontrados valores de Hg e Cu de provável efeito aos organismos bentônicos, o que indica a ocorrência de aporte de metais nesses sedimentos. No caso de Hg, tal presença pode ser explicada pelas atividades industriais na bacia do Rio Grande, embora haja indícios de redução do aporte deste metal (SABESP – UFSCar, 1997). Nesse mesmo estudo, ensaios de extração do metal, tanto na matriz sólida, quanto na água intersticial, não obtiveram valores estressantes à biota aquática, devido ao fato dos sedimentos do reservatório terem apresentado potencial redox muito baixo, elevadas concentrações de matéria orgânica e de sulfetos, que desfavoreceram a liberação desse e de outros metais. No caso de Cu, os valores encontrados foram muito elevados, em decorrência da aplicação do algicida  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  por parte da SABESP, nos eventos de florações de algas.

Diante dos resultados encontrados, recomenda-se que não se permita ações físicas que possam gerar oxigenação de fundo, o que aumentaria a possibilidade de ocorrerem processos de remobilização de metais, que podem levar por sua vez à formação de metil mercúrio, espécie química de propriedade bioacumulativa muito elevada, especialmente em peixes.

Com relação a compostos orgânicos, não foram detectados organoclorados e o valor de PCBs, embora presentes, não indicam início de efeito aos organismos. Não foram realizados ensaios de toxicidade com *Hyalella azteca* ou análise da comunidade bentônica neste ponto.

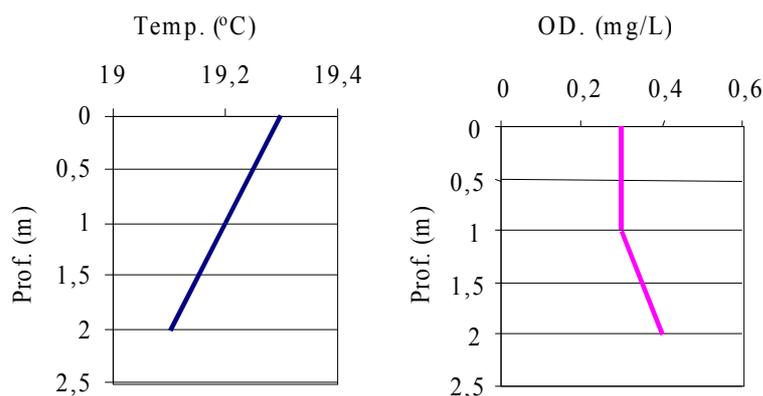
Os sedimentos coletados no Reservatório Guarapiranga, próximo à desembocadura do Rio Parelheiros, apresentaram uma predominância das frações silte (40,3%) e argila (37,8%) frente à fração areia (21,9%), que concordam com os valores verificados para o teor de umidade (70,6%) e resíduo volátil (12,3%), indicando tratar-se de um ambiente com significativa deposição de matéria orgânica (sedimento orgânico), possivelmente associada às contribuições do Rio Parelheiros.

As comunidades bentônicas no trecho avaliado no Reservatório Guarapiranga também não exibiram organismos sensíveis, tendo ocorrido, na região profunda, dominância (> 50%) de *Chironomus*, o mais resistente entre os quironomídeos, a esgoto doméstico e eutrofização. As freqüências de deformidade, tanto na sub-litoral (1,31%; N = 53) quanto na profunda (0%; N = 87), foram inferiores às observadas em ambientes não impactados (3%). O diagnóstico pelo índice multimétrico foi regular para ambas as regiões. Também na Guarapiranga não foi detectada atividade mutagênica nos sedimentos, indicando ausência de substâncias orgânicas como aminas aromáticas e hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPAs), em níveis que possam causar alteração no material genético de organismos expostos. Não foram realizados testes de toxicidade com organismos de fundo ou da coluna d'água, mas resultados da rede de monitoramento não indicaram toxicidade para *Ceriodaphnia dubia* no período de estiagem.



Os parâmetros avaliados na água superficial não diagnosticaram problemas severos de degradação por esgoto doméstico ou de eutrofização (condição mesotrófica, pela clorofila e eutrófica para fósforo), mas a concentração de oxigênio na água de fundo foi baixa, próximo à anoxia, tanto na região sub-litoral quanto na profunda, devendo ser o fator estressor das comunidades. Somado a isso, tais condições são favoráveis à liberação de fósforo acumulado nos sedimentos, resultando, assim, em uma elevada carga interna desse nutriente nas águas do manancial. Os perfis de temperatura e oxigênio dissolvido não exibiram estratificação.

#### GUARAPIRANGA - PARELHEIROS



Nos sedimentos, concentrações de Cu e Cr superaram os valores de início de efeito (TEL) pelo critério canadense (CCME, 1999), mas podem não ser os causadores do efeito observado sobre a comunidade. No caso dos contaminantes orgânicos, não foram detectados organoclorados e as concentrações de PCBs não superaram valores de referência, indicando que o compartimento de fundo não mostra sinais de impacto decorrente dos compostos investigados.

Os sedimentos coletados no Reservatório Taiacupeba mostraram um elevado teor de finos, com predominância das frações argila (20,4%) e silte (78,9%), frente à quase inexistente fração areia (0,7%), sendo esses resultados concordantes com o teor de umidade encontrado (89,6%) e com o resíduo volátil (29,8%) classificando assim o sedimento como sendo orgânico.

Com relação a metais pesados, foram encontrados valores de início de efeito (TEL) para Cd, Pb e Cr e de provável efeito às comunidades (PEL) para Cu e Zn. Tais resultados chamam muito a atenção, como por exemplo, o Zn, cuja concentração superou 13.000 mg/kg, indicando haver uma contribuição externa ao ambiente de sedimentação, provavelmente de resíduos em que metais e matéria orgânica foram pré concentrados. Portanto, este fato merece uma investigação detalhada, por se tratar de uma região de manancial. Quanto aos compostos orgânicos, foram encontrados PCBs, mas em valores inferiores aos de referência, não representando assim potencial de efeito tóxico à biota aquática.

Os sedimentos coletados no Rio Pinheiros, próximo à Estação Elevatória de Pedreira, apresentaram uma predominância da fração areia (82,2%) frente às frações silte (10,6%) e argila (7,2%), que concorda com o baixo valor verificado para o teor de umidade (38,8%), mas não com o resíduo volátil (4,4%) (sedimento classificado como inorgânico), indicando tratar-se de um ambiente de característica não sedimentar.

No Rio Pinheiros não ocorreram organismos da comunidade bentônica, tendo esse local obtido o pior diagnóstico possível, ou seja, condição péssima. Não foi detectada atividade mutagênica, indicando ausência de substâncias orgânicas como amins aromáticas e hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPAs), em níveis que possam causar alteração no genético de organismos expostos. Os testes de toxicidade com *Ceriodaphnia dubia* e *Hyalella azteca* não foram realizados.

Baixo OD na água de fundo (0,8mg/L), alta concentração de nitrogênio amoniacal, contaminantes superando o valor de início de efeito (Cu, Cr, Zn e PCBs) oriundos de fontes industriais e de cargas difusas da RMSP, esgoto doméstico, poluição térmica e eutrofização (condição hipereutrófica para clorofila *a* e fósforo) podem ser causadores do efeito observado na comunidade bentônica.

Os sedimentos coletados no Rio Cubatão (UGHRI 7), a jusante do Rio Piaçaguera, apresentaram uma predominância da fração areia (68,9) frente às frações silte (20,2%) e argila (10,8%), que concordam com o teor de umidade (44,5%) e resíduo volátil (3,93%)(sedimento classificado como inorgânico) encontrados.

No Rio Cubatão não foi detectada atividade mutagênica no sedimento, indicando ausência de substâncias orgânicas como aminas aromáticas e hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPAs), em níveis que possam causar alteração no material genético de organismos expostos. Não foram realizados testes de toxicidade e análise da comunidade bentônica nesse ponto.

As concentrações de Cu, Cr e Hg estiveram entre TEL e PEL (CCME, 1999), podendo ser explicadas em função das atividades industriais na bacia. No caso dos contaminantes orgânicos, não foram detectados compostos organoclorados e os valores de PCBs foram baixos, não indicando probabilidade de efeitos à biota aquática

Os sedimentos coletados no Rio Mogi Guaçu (UGHRI 9) apresentaram baixo teor de finos, com predominância da fração areia (96,6%) frente às frações silte (1,65%) e argila (1,73%), que concordam com o teor de umidade (21,1%) e resíduo volátil (0,9%), (sedimento classificado como inorgânico). Esses sedimentos podem, assim, serem caracterizados como de baixo poder de associação tanto com metais pesados quanto com contaminantes orgânicos.

Nesse rio, apenas os testes de toxicidade com *Hyalella azteca* e *Ceriodaphnia dubia* foram realizados para avaliação de efeito biológico, não tendo sido observado efeito para nenhum dos dois organismos.

Não foram encontrados valores de metais pesados e de contaminantes orgânicos superiores a TEL, indicando que o compartimento de fundo não mostra sinais de impacto decorrente dos compostos investigados.

Os sedimentos coletados no Rio Ribeira do Iguape (UGHRI 11), a montante do Valo Grande, apresentaram baixo teor de finos, com predominância da fração areia (64,9%) frente às frações silte (23,2%) e argila (11,9%), que concordam com o teor de umidade (36,8%) e resíduo volátil (3,4%), (sedimento classificado como inorgânico). Esses sedimentos podem, assim, serem caracterizados como de baixo poder de associação com metais pesados e contaminantes orgânicos.

Nesse rio, apenas os testes de toxicidade com *Hyalella azteca* e *Ceriodaphnia dubia* foram realizados para avaliação de efeito biológico, não tendo sido observado efeito para nenhum dos dois pontos e organismos.

Não foram encontrados valores de metais pesados e de contaminantes orgânicos superiores a TEL, indicando que o compartimento do fundo não mostra sinais de impacto decorrente dos compostos investigados. É importante ressaltar que, com relação a Pb, estudos anteriores da CETESB, indicavam impacto por esse metal, decorrente de atividades mineradoras já encerradas na bacia do Rio Ribeira de Iguape.

## 10 Síntese dos Resultados

### 10.1 Resultados dos Índices de Qualidade das Águas – IAP, IVA e IB

A fim de se ter uma visão geral comparativa da qualidade das águas, nas 22 UGRHIs em que se subdivide o Estado de São Paulo, é apresentada uma tabela contendo os setogramas, com a distribuição percentual das classes de qualidade dos índices IAP, IVA e IB, de cada uma das UGRHIs, bem como os respectivos mapas dos níveis atuais da qualidade dos principais rios e reservatórios do Estado. Tais informações foram obtidas a partir das médias anuais dos 151 pontos de amostragem, que compuseram a Rede de Monitoramento em 2002. É

também apresentado o mapa dos níveis atuais da qualidade química, toxicológica e da comunidade bentônica dos sedimentos do Estado.

### **10.1.1 Distribuição percentual dos Índices de Qualidade das Águas**

Para visualizar a situação da qualidade das águas nas diferentes regiões do Estado de São Paulo, a seguir é apresentada a distribuição percentual dos Índices de Qualidade de Águas (IAP, IVA e IB), durante o ano de 2002, para cada uma das Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHI) e para o Estado de São Paulo.

UGRHI	IAP	IVA	IB
1 MANTIQUEIRA	100 % 	100 % 	--
2 PARAÍBA DO SUL	54% Regular (yellow), 38% Boa (green), 8% Ótima (cyan) 	23% Regular (yellow), 38% Boa (green), 31% Ruim (red), 8% Ótima (cyan) 	--
3 LITORAL NORTE	100 % 	33% Regular (yellow), 34% Ótima (cyan), 33% Boa (green) 	--
4 PARDO	25% Regular (yellow), 75% Boa (green) 	25% Regular (yellow), 25% Boa (green), 50% Ruim (red) 	--
5 PIRACICABA / CAPIVARI / JUNDIAÍ	9% Ótima (cyan), 14% Boa (green), 36% Ruim (red), 41% Regular (yellow) 	15% Ótima (cyan), 50% Regular (yellow), 35% Ruim (red) 	--
6 ALTO TIETÊ	5% Ótima (cyan), 32% Péssima (purple), 30% Boa (green), 19% Ruim (red), 14% Regular (yellow) 	18% Ótima (cyan), 12% Boa (green), 29% Regular (yellow), 41% Ruim (red) 	19% Ruim (red), 10% Ótima (cyan), 10% Boa (green), 61% Regular (yellow) 
7 BAIXADA SANTISTA	17% Ruim (red), 33% Boa (green), 50% Regular (yellow) 	17% Boa (green), 33% Regular (yellow), 50% Ruim (red) 	--

Legenda:

IAP e IVA:

IB:

QUALIDADE:

ÓTIMA

BOA

REGULAR

RUIM

PÉSSIMA



UGRHI	IAP	IVA	IB
8 SAPUCAÍ / GRANDE			--
9 MOGI-GUAÇU			--
10 SOROCABA / MÉDIO TIETÊ			--
11 RIBEIRA DO IGUAPE/ LITORAL SUL			--
12 BAIXO PARDO / GRANDE			--
13 TIETÊ / JACARÉ			--
14 ALTO PARANAPANEMA			--
15 TURVO / GRANDE			--

Legenda:

IAP e IVA:  
IB:

QUALIDADE:

ÓTIMA

BOA

REGULAR

RUIM

PÉSSIMA

UGRHI	IAP	IVA	IB
16 TIETÊ / BATALHA			--
17 MÉDIO PARANAPANEMA			--
18 SÃO JOSÉ DOS DOURADOS			--
19 BAIXO TIETÊ			--
20 AGUAPEÍ			--
21 PEIXE			--
22 PONTAL DO PARANAPANEMA			--
ESTADO			--

Legenda:

IAP e IVA:

IB:

QUALIDADE:

ÓTIMA

BOA

REGULAR

RUI

PÉSSIMA



□ **IAP - Índice de Qualidade de Água Bruta para fins de Abastecimento Público**

A qualidade dos corpos d'água do Estado de São Paulo, em 2002, com vistas ao abastecimento público, apresentou um predomínio das classes Boa e Regular sobre as demais. As classes Ruim e Péssima, por outro lado, foram as de menor predominância, totalizando 27% do total.

A condição Péssima foi encontrada apenas em alguns dos corpos d'água inseridos nas UGRHIs 5 (Jundiaí/Capivari/Piracicaba), 6 (Alto Tietê), 10 (Sorocaba/Médio Tietê) e 15 (Turvo/Grande). Essa pior condição de qualidade das águas dessas UGRHIs pode ser explicada em função da forte ocupação urbana e da intensa industrialização.

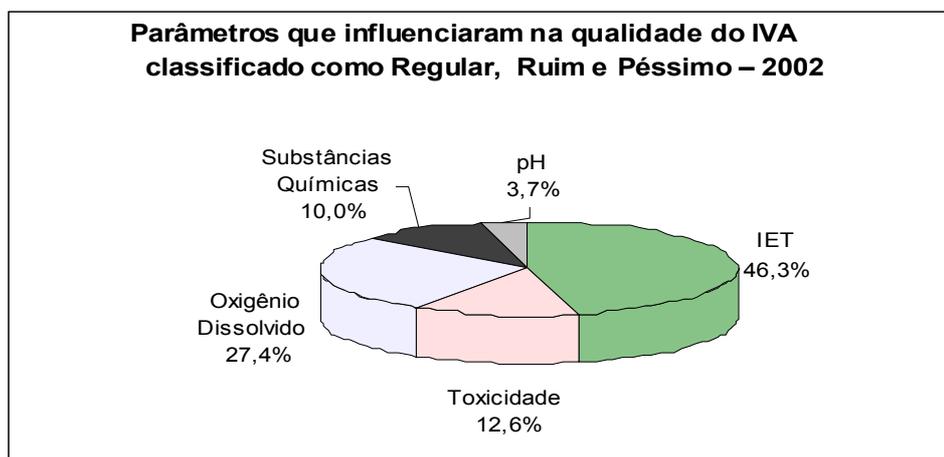
Em 2002, as UGRHIs 3 (Litoral Norte), 14 (Alto Paranapanema), 16 (Tietê Batalha), 18 (São José dos Dourados), 19 (Baixo Tietê) e 20 (Aguapeí) só apresentaram qualidade Boa ou Ótima para os corpos d'água monitorados em 2002. As UGRHIs 16 e 19, que abrangem o trecho final do Rio Tietê, permitem constatar que existe uma recuperação muito boa da qualidade de suas águas, após a passagem pelas Regiões Metropolitanas de São Paulo, Campinas e Sorocaba.

□ **IVA - Índice de Proteção da Vida Aquática**

As faixas de qualidade, para a proteção da vida aquática, Ótima, Boa e Regular totalizaram um percentual igual a 54. Também se constatou um percentual elevado para a classe Ruim, registrando-se tal condição em 36% dos pontos avaliados no Estado de São Paulo.

Da mesma forma que o IAP, também se registrou as piores condições de qualidade para a proteção da vida aquática nas UGRHIs mais populosas e industrializadas. As únicas exceções foram as UGRHIs 18 (São José dos Dourados) e 21 (Peixe), que apresentaram percentuais de qualidade Péssima, respectivamente, iguais a 100% e 50%.

Na Figura a seguir são apresentadas as porcentagens dos grupos de parâmetros que influenciaram nos IVAs classificados como Regular, Ruim e Péssimo em todos os corpos d'água monitorados pela CETESB no Estado de São Paulo.



Verifica-se que o estado trófico e o oxigênio dissolvido foram os principais indicadores que afetaram negativamente o cálculo do IVA no Estado de São Paulo. Ambos os indicadores estão intimamente associados com o lançamento de esgotos domésticos sem tratamento adequado nos corpos d'água.

□ ***IB - Índice de Balneabilidade***

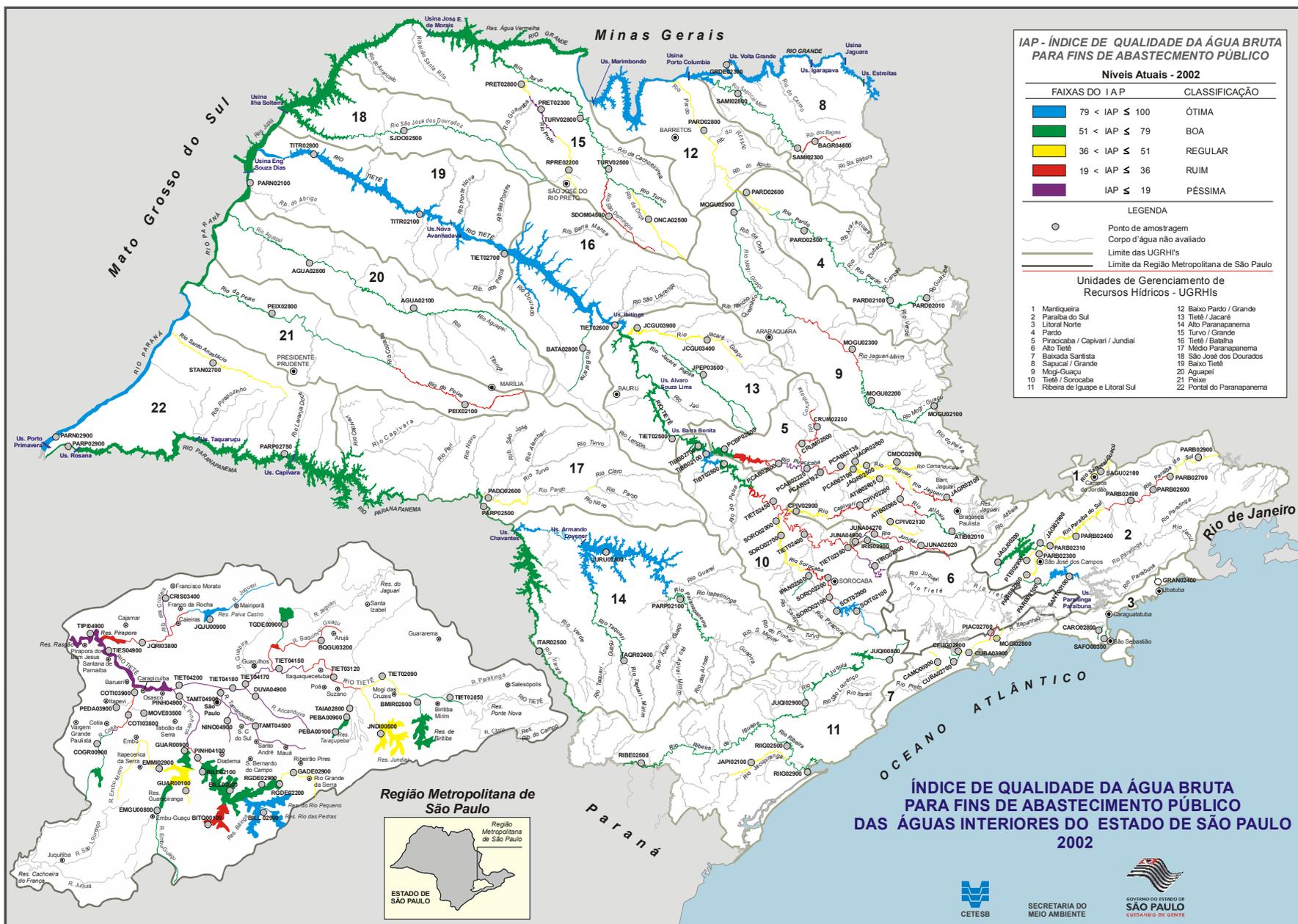
Observando-se a distribuição das qualificações anuais das praias em reservatórios com monitoramento semanal, nota-se que 10% obtiveram a classificação Ótima, 10% a classificação Boa, 61% foram classificadas como Regular e 19% como Má.

**10.1.2. Mapa dos Níveis Atuais da Qualidade das Águas Interiores do Estado de São Paulo – 2002**

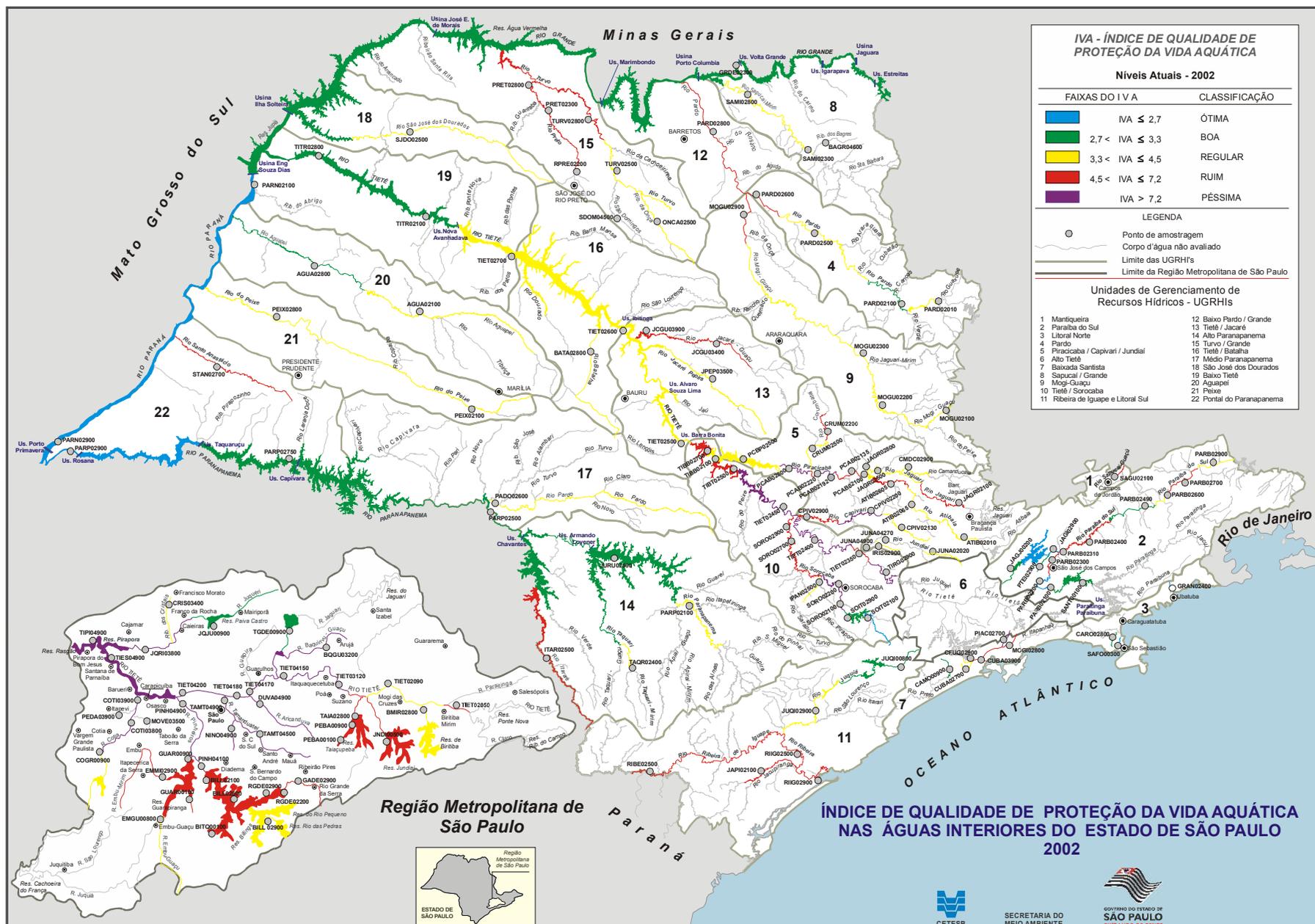
São apresentados os mapas do Estado de São Paulo, com a divisão das UGRHIs, bem como a rede hidrográfica dos principais cursos d'água, com as informações da qualidade das águas obtidas nos pontos que constituem a Rede de Monitoramento da Qualidade das Águas Interiores do Estado de São Paulo, no ano de 2002.

Para classificar os corpos d'água nos mapas do IAP e do IVA, foram utilizadas as médias anuais do IAP e do IVA obtidas para cada ponto de amostragem ao longo do ano de 2002. Foi utilizado um código de cores para a elaboração dos mapas, onde os trechos dos corpos de água representados com a cor azul, designam qualidade Ótima; cor verde, qualidade Boa; cor amarela, qualidade Regular; cor vermelha, qualidade Ruim e cor roxa, qualidade Péssima.

No caso do mapa do IB, foram utilizadas as porcentagens de cada classe para classificar as praias de reservatório. Foi utilizado um código de cores para a elaboração do mapa, onde as praias representadas com a cor azul, designam qualidade Ótima; cor verde, qualidade Boa; cor amarela, qualidade Regular e cor vermelha, qualidade Má.





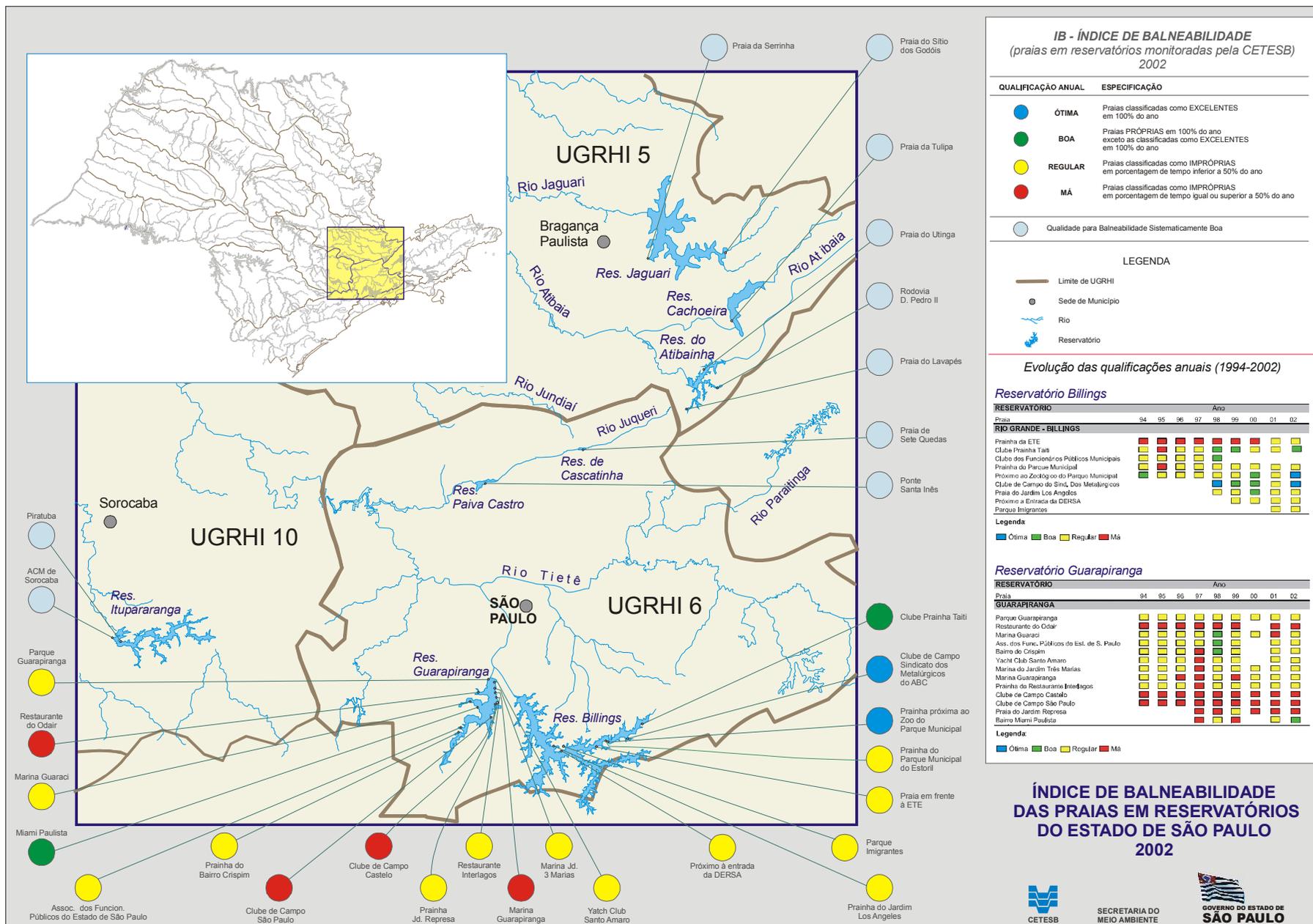


SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE



GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO CUIDANDO DE CADA UM







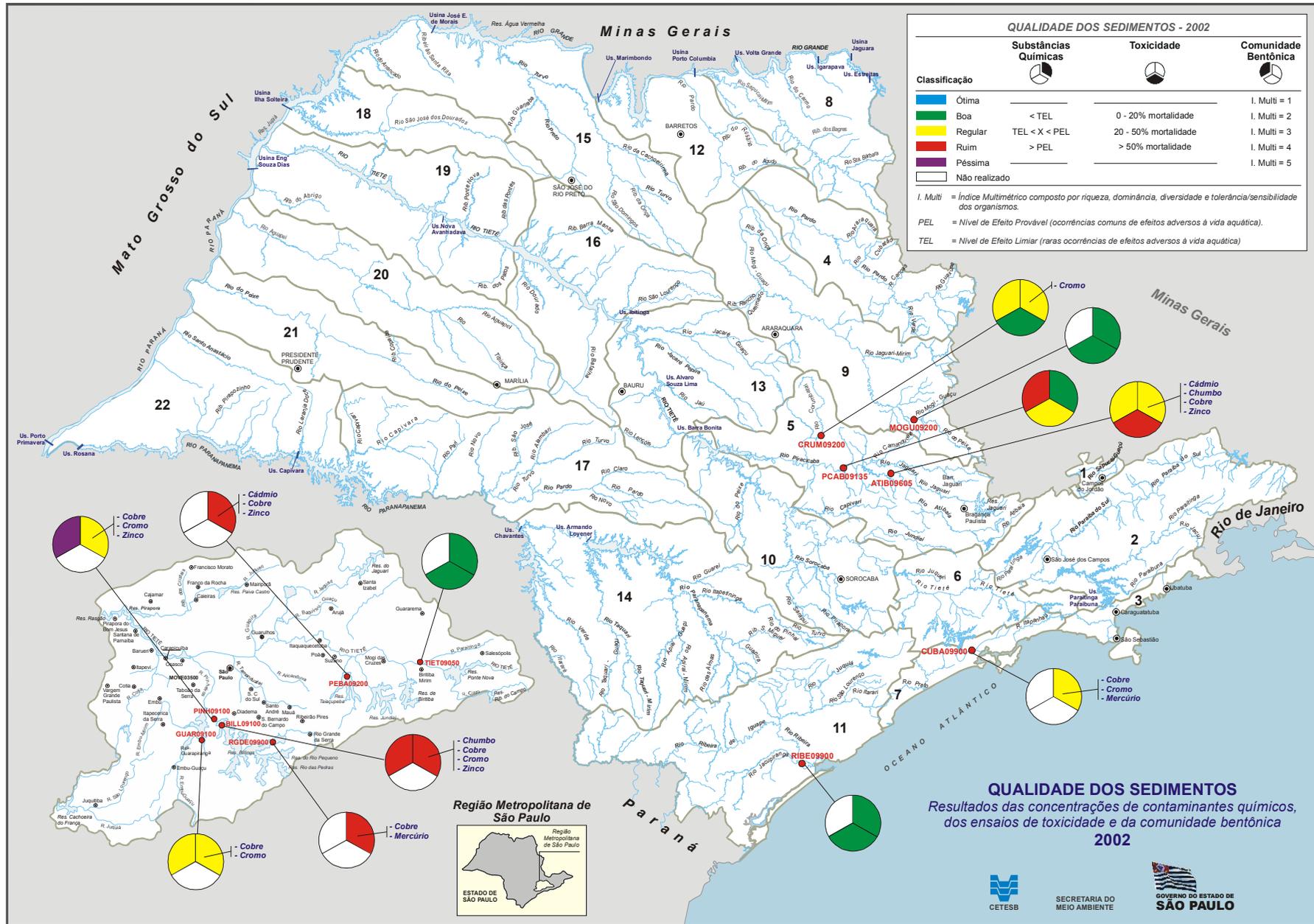
### **10.1.3 Mapa dos Níveis Atuais da Qualidade dos Sedimentos dos Corpos D'Água do Estado de São Paulo – 2002**

É apresentado o mapa do Estado de São Paulo, com a divisão das UGRHIs, bem como a rede hidrográfica dos principais cursos d'água, com as informações da qualidade dos sedimentos segundo os resultados das concentrações de contaminantes químicos, dos ensaios de toxicidade e da comunidade bentônica, obtidos nos pontos que constituem a Rede de Monitoramento da Qualidade dos Sedimentos do Estado de São Paulo, no ano de 2002.

Para classificar os sedimentos segundo os resultados das concentrações de contaminantes químicos, foi aplicado o critério do PEL e TEL para cada ponto de amostragem. Foi utilizado um código de cores para a elaboração do mapa, onde o setor do gráfico, referente às substâncias químicas, representado com a cor verde designa qualidade Boa; cor amarela, qualidade Regular e cor vermelha, qualidade Ruim.

Com relação aos ensaios de toxicidade, foram utilizadas as porcentagens de mortalidade dos organismos-teste para cada ponto de amostragem. O setor do gráfico, referente à toxicidade, representado com a cor verde designa qualidade Boa; cor amarela, qualidade Regular e cor vermelha, qualidade Ruim.

A comunidade bentônica foi classificada por meio do Índice Multimétrico para cada ponto de amostragem, sendo que o setor do gráfico, referente a esse indicador, representado com a cor azul designa qualidade Ótima; cor verde, qualidade Boa; cor amarela, qualidade Regular; cor vermelha, qualidade Ruim e cor violeta, qualidade Péssima.



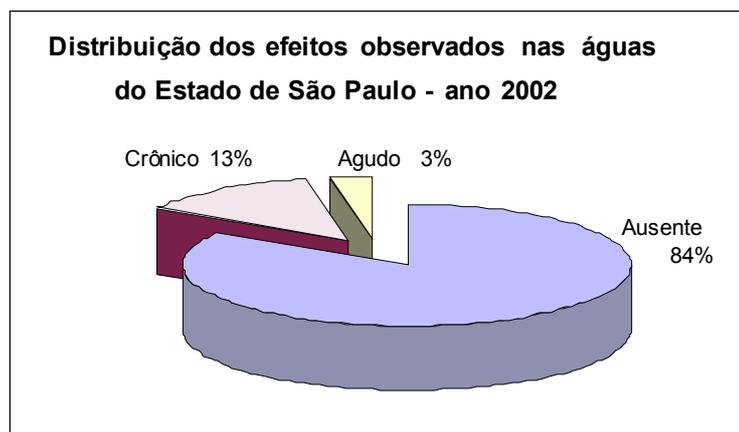
## 10.2 Resultados dos testes de toxicidade com organismos aquáticos Estado de São Paulo - ano 2002

O ensaio ecotoxicológico com organismos aquáticos é um indicador biológico utilizado, pela CETESB, para complementar a avaliação da qualidade das águas de rios e reservatórios, especialmente no que se refere à proteção das comunidades aquáticas. Durante o ano de 2002, foram realizados ensaios ecotoxicológicos com o organismo *Ceriodaphnia dubia* em 128 pontos da Rede de Monitoramento da Qualidade das Águas Interiores do Estado de São Paulo. Uma síntese dos resultados obtidos é apresentada na tabela a seguir, na qual consta a distribuição percentual de cada efeito observado nos ensaios, em cada UGRHI.

UGRHI	Efeitos observados (em % das amostras)		
	Ausente	Crônico	Agudo
1	100%	-	-
2	94%	6%	-
3	67%	33%	-
4	88%	12%	-
5	99%	1%	-
6	71%	21%	8%
7	72%	17%	11%
8	78%	22%	-
9	83%	17%	-
10	87%	12%	1%
11	94%	6%	-
12	50%	33%	17%
13	96%	4%	-
14	92%	4%	4%
15	90%	5%	5%
16	92%	8%	-
17	75%	17%	8%
18	100%	-	-
19	46%	54%	-
20	92%	8%	-
21	83%	17%	-
22	81%	19%	-

Pela tabela observa-se que apenas as UGRHIs 1 e 18 não apresentaram toxicidade durante o ano de 2002. Nas UGRHIs 2, 5, 11, 13, 16 e 20 a maioria dos resultados obtidos indicou ausência de toxicidade, sendo que foi evidenciada toxicidade crônica em até 10% das amostras de água. As UGRHIs 4, 9, 21 e 22 apresentaram percentuais de ocorrência de toxicidade crônica entre 12 e 19%. Elevados percentuais de ocorrência de toxicidade crônica e/ou toxicidade aguda foram observados nas UGRHIs 3, 6, 7, 8, 10, 12, 14, 15, 17 e 19. Neste ano, as UGRHIs 7 e 12 foram as que apresentaram maior número de amostras com toxicidade aguda, evidenciando qualidade desfavorável à manutenção da vida aquática. Em relação aos dados de 2001, em termos ecotoxicológicos, a UGRHI 6 apresentou uma pequena melhora, a UGRHI 7 permaneceu inalterada e a UGRHI 12 apresentou uma piora na qualidade para a proteção da vida aquática.

No gráfico apresentado a seguir, demonstra-se a distribuição percentual de cada efeito observado nos ensaios ecotoxicológicos com *Ceriodaphnia dubia* para o total de amostras analisadas (750) no Estado de São Paulo.



Os resultados permitem verificar que cerca de 84% das amostras testadas não foram tóxicas, 13% apresentaram toxicidade crônica e 3% apresentaram toxicidade aguda. Assim, verifica-se que houve uma pequena redução na porcentagem de ocorrência de efeitos tóxicos agudos em relação ao ano de 2001. Esses dados demonstram que em muitos corpos d'água do Estado ocorrem efeitos adversos à vida aquática causados pelo lançamento de substâncias químicas.

### 10.3 Resultados quanto ao grau de eutrofização

O grau de eutrofização de um corpo hídrico é considerado um importante indicador hidrobiológico. De acordo com Golterman (1975 apud Toledo *et al.*, 1983) deve-se fazer uma clara distinção no processo de eutrofização, entre o aumento do suprimento de nutrientes (causa) e o resultante aumento do crescimento fitoplanctônico (efeito). Neste caso, das duas variáveis relacionadas com o processo de eutrofização, o fósforo total está relacionado com a causa e a clorofila *a* com o efeito. Deste modo, esta última variável tem sido utilizada pela CETESB para a avaliação da qualidade das águas dos rios e reservatórios do Estado de São Paulo.

A avaliação do grau de eutrofização dos corpos de água pertencentes à Rede de Monitoramento foi efetuada a partir de dados bimestrais das concentrações de fósforo total e clorofila *a* em 52 pontos de amostragem. Estes estão distribuídos entre 17 rios e 16 reservatórios do Estado de São Paulo. Para cada ponto apresentado na Tabela de Índices, o Índice de Estado Trófico (IET) é calculado a partir da média dos índices anuais, calculado separadamente, para as concentrações de clorofila *a* e fósforo total.

As médias anuais dos índices de fósforo total e de clorofila *a* também são apresentados separadamente com o objetivo de se comparar as cargas potenciais existente no sistema e a assimilada, respectivamente.

Na tabela de Índices também são apresentados os resultados do grau de limitação do processo da eutrofização dos corpos de água da Rede de Monitoramento da CETESB.

Tabela 10 – Tabela dos Índices de Estado Trófico

UGRHI	Corpo d' Água	IET CLOROFILA-A	IET FÓSFORO	IET (CL,F)	Grau de Limitação
2	Res. do Jaguari	39,91	38,56	39,23	N
	Rio Paraíba - captação Jacareí	27,32	33,28	30,30	N
	Rio Paraíba	31,51	54,48	43,00	A
	Rio Paraíba - captação Tremembé	27,35	50,98	39,16	A
	Rio Paraíba - captação Aparecida	31,94	58,52	45,23	A
	Res. Santa Branca	39,33	33,28	36,30	N
4	Rio Pardo	28,69	45,44	37,06	A
5	Rio Capivari - captação Campinas	29,01	79,70	54,35	A
	Res. do Ribeirão Pirai - captação Salto e Indaiatuba	35,02	70,77	52,89	A
	Rio Atibaia - captação Atibaia	30,60	70,75	50,67	A
	Rio Atibaia - captação Campinas	25,31	77,24	51,27	A
	Rio Corumbataí - captação Piracicaba	40,05	80,17	60,11	A
	Rio Jaguari - captação Paulínia e Hortolândia	29,15	75,17	52,16	A
	Rio Jaguari - captação Limeira	15,54	76,67	46,11	A
	Rio Piracicaba - captação Americana	35,91	73,16	54,54	A
	Rio Piracicaba - captação Piracicaba	47,91	73,64	60,78	A
	Res. Barra Bonita - PCBP02500	54,17	54,75	54,46	N
6	Res. Billings - Corpo Central - Bororé	66,58	58,11	62,35	N
	Res. Billings - Ponte da Rod. dos Imigrantes	63,50	56,35	59,93	N
	Res. Billings - Br. do Taquac. - Transposição	68,42	61,12	64,77	N
	Res. do Rio Grande - captação da SABESP	61,64	52,93	57,29	B
	Res. Guarapiranga	60,60	69,20	64,90	N
	Res. Guarapiranga - captação da SABESP	61,91	53,40	57,66	B
	Res. das Graças	49,10	49,37	49,24	N
	Rio Cotia	39,01	81,50	60,25	A
	Rio Jundiáí	67,19	52,81	60,00	B
	Res. Taiaçupeba	62,28	48,63	55,45	B
	Ribeirão dos Cristais - captação Cajamar	29,89	68,80	49,34	A
	Res. do Juquerí	41,75	42,28	42,02	N
	Res. Tanque Grande	37,94	41,89	39,92	N
	Rio Tietê - Captação Mogi das Cruzes	32,36	60,42	46,39	A
7	Res. Capivari - Monos	38,94	45,07	42,00	A
	Canal de Fuga 2	60,36	43,40	51,88	B
	Rio Cubatão	22,32	47,95	35,14	A
8	Rio Grande	29,37	40,69	35,03	N
9	Rio Mogi - Guaçu - captação Pirassununga	12,37	68,45	40,41	A
10	Res. de Itupararanga - SOIT02100	45,05	43,76	44,41	B
	Res. de Itupararanga - SOIT02900	40,14	43,07	41,60	N
	Rio Sorocaba - captação Cerquilha	36,82	77,04	56,93	A
	Res. Barra Bonita - TIBB02100	58,00	59,71	58,86	N
	Res. Barra Bonita - TIBB02700	61,44	59,27	60,35	N
	Res. Barra Bonita - TIBT02500	72,89	75,98	74,43	A
Rio Tietê - TIET02400	49,90	93,89	71,89	A	
12	Rio Pardo	26,06	60,27	43,17	A
14	Res. Jurumirim	37,29	55,63	46,46	A
15	Res. do Rio Preto - capt. S. J. do Rio Preto	43,75	57,10	50,43	A
16	Rio Tietê - TIET02600	52,45	47,09	49,77	N
17	Rio Pardo	22,48	58,68	40,58	A
19	Rio Paraná	38,67	41,71	40,19	N
	Res. Três Irmãos	45,39	41,97	43,68	B
21	Rio do Peixe	43,84	67,43	55,63	A
22	Rio Paranapanema	34,27	41,91	38,09	N

LEGENDA: OLIGOTRÓFICO MESOTRÓFICO EUTRÓFICO HIPEREUTRÓFICO

A = Alto

N = Normal

B = Baixo

No tocante ao índice calculado com os valores de fósforo total, o exame da tabela mostra que, nas UGRHIs 5, 6, 9, 10, 12, 14, 15, 17 e 21, os corpos hídricos, em sua maioria, apresentaram condições eutróficas.

Destas, as UGRHIs 5 (Piracicaba, Capivari e Jundiáí), 6 (Alto Tietê) e 10 ( Sorocaba/Médio Tietê) apresentaram as condições mais altas de trofia (**Hipereutrófico**) nos pontos localizados no Rio Capivari – captação Campinas,

no Rio Atibaia – captação Campinas, Rio Corumbataí – captação Piracicaba, Rio Jaguari – nas captações de Paulínia e de Limeira, no Rio Cotia, no Rio Sorocaba – captação Cerquilha, no Reservatório de Barra Bonita (TIBT02500) e no Rio Tietê (TIET02400).

A elevada concentração de fósforo total deveu-se, pelo menos em parte, ao aporte de esgoto doméstico, já que os valores de coliformes fecais, na maioria das campanhas realizadas, superaram o limite estipulado pela resolução CONAMA, para aqueles corpos d'água; com exceção do ponto no Reservatório de Barra Bonita (TIBT02500). O Rio Cotia além dos elevados valores de coliformes fecais, também apresentou, na maioria das campanhas realizadas, valores altos de surfactantes.

Nas UGRHIs 2 (Paraíba do Sul), 8 (Sapucaí/Grande), 16 (Tietê/Batalha), 19 (Baixo Tietê) e 22 (Pontal do Paranapanema) ocorreram condições oligotróficas, ou seja, ambientes com baixo grau de eutrofização, destacando-se o Rio Paraíba – captação Jacareí e o Reservatório Santa Branca, com os menores índices de fósforo total registrado.

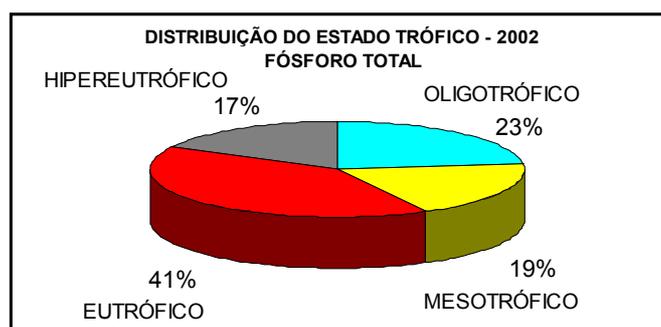
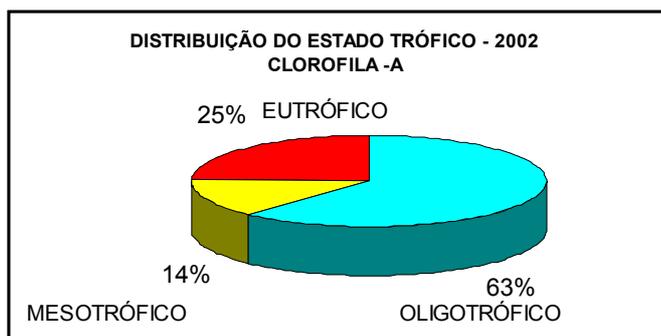
No tocante aos resultados do índice relativo aos valores encontrados de clorofila *a*, as condições são diferentes das verificadas por aqueles obtidos através das concentrações de fósforo total. Pode-se notar, nesse caso, uma predominância de ocorrência, nos corpos de água, do nível oligotrófico, principalmente em ambientes lóticos. Estes resultados mostram a existência de limitação do desenvolvimento algal devido à dinâmica desses ambientes, já que as concentrações de fósforo total não seriam limitantes. Nas UGRHIs 6, 7, 10 e 19 em alguns pontos, o inverso foi observado, ou seja, os valores de clorofila *a* indicaram estado trófico superior ao obtido para fósforo total. Esse fato está associado à altas densidades fitoplanctônicas, nos Reservatórios do Rio Grande, Guarapiranga, Taiapuê, Itapararanga e Três Irmãos, no Rio Jundiá e no Canal de Fuga 2.

Com relação aos valores médios de IET para clorofila *a*, não foi observado indicações de nível hipereutrófico em nenhum dos pontos analisados. A incidência de níveis eutróficos ocorreu nas UGRHIs 5, 6, 7 e 10, correspondentes às regiões do Piracicaba, Capivari e Jundiá, Alto Tietê, Baixada Santista e Sorocaba/Médio Tietê. O menor grau de trofia pode ser observado para as UGRHIs 2, 4, 5, 8, 9, 12, 14, 15, 17, 21 e 22, que apresentaram a maioria dos valores do índice de clorofila *a* correspondentes à condição oligotrófica, sendo que, no Rio Mogi-Guaçu – captação Pirassununga, foi registrada a menor média anual do IET clorofila *a*.

Os corpos d'água com baixo estado de trofia, portanto oligotróficos, tanto para o IET fósforo e como para o IET clorofila *a*, foram: na UGRHI 2, o Reservatório do Jaguari, o Rio Paraíba – captação Jacareí e o Reservatório Santa Branca; na UGRHI 6, o Reservatório Juquerí e o Reservatório Tanque Grande; na UGRHI 8 o Rio Grande; na UGRHI 10, o Reservatório de Itapararanga – SOIT02900; na UGRHI 19, o Rio Paraná e na UGRHI 22, o Rio Paranapanema.

Os corpos d'água com o mesmo estado de trofia, tanto para o IET fósforo e como para o IET clorofila *a*, que indicam eutrofização (eutrófico/hipereutrófico), com grau de limitação normal, foram: na UGRHI 5, o Reservatório de Barra Bonita – PCBP02500; na UGRHI 06, o Reservatório Billings nos pontos Bororé, Imigrantes e braço do Taquacetuba, e o Reservatório Guarapiranga; na UGRHI 10, o Reservatório de Barra Bonita nos pontos TIBB02100 e TIBB02700 (Tabela 10).

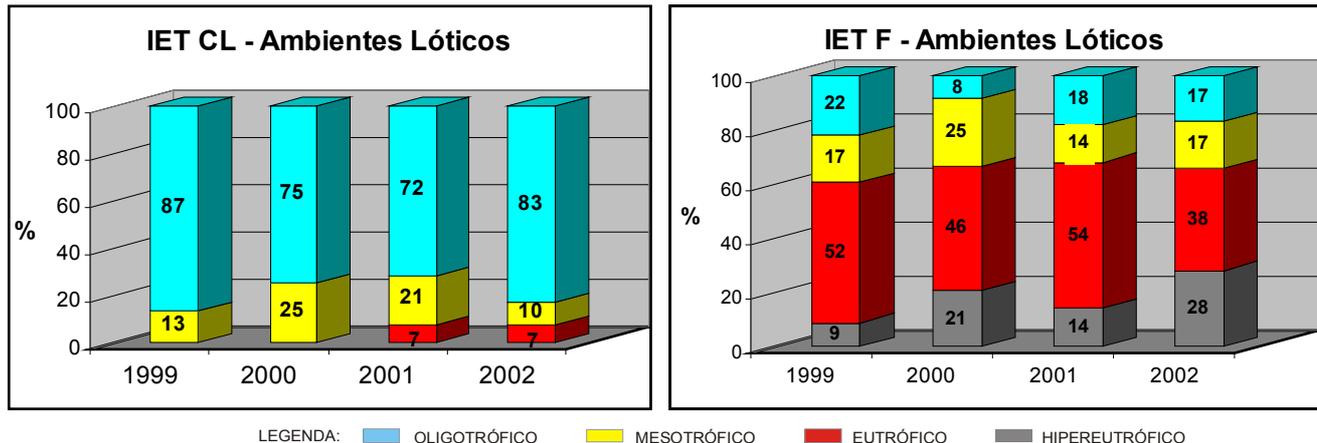
Os gráficos a seguir, representam a distribuição dos resultados das médias anuais dos índices de clorofila *a* e fósforo total.



LEGENDA: OLIGOTRÓFICO MESOTRÓFICO EUTRÓFICO HIPEREUTRÓFICO

Observa-se que a carga de fósforo total é alta, sendo 41% dos pontos avaliados enquadrados como eutróficos e 17% como hipereutróficos, totalizando 58% com alto grau de eutrofização. No que se refere ao índice relativo à clorofila *a*, nota-se uma predominância de ocorrência de pontos de amostragem classificados como oligotróficos (63%), mostrando que os resultados obtidos com cada índice em separado levam, em geral, a diferentes classificações tróficas. Essas discrepâncias devem-se, pelo menos em parte, ao regime de circulação nos corpos d'água, indicando a importância de distinguir na análise dos resultados o tipo de corpos d'água (lênticos e lóticos).

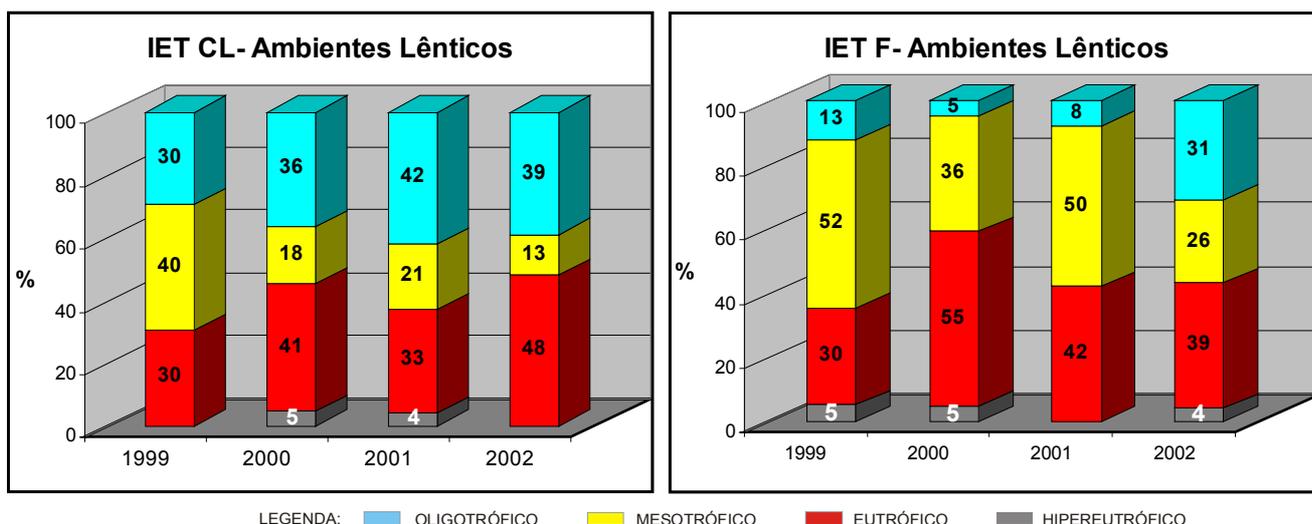
Para rios, ambientes lóticos, a carga de fósforo total, no ano de 2002, foi alta, sendo que 28% dos valores médios do índice com o fósforo indicaram ambiente hipereutrótico e 38% eutrótico, ou seja, 66% dos pontos foram considerados eutrofizados. Para o estado hipereutrótico, o ano de 2002, foi o de maior porcentagem.



Embora não se trate exatamente dos mesmos pontos, verificou-se que com relação ao de índice com clorofila *a*, em ambientes lóticos, houve aumento na frequência da situação oligotrófica de 2001 a 2002 e uma baixa na indicação do estado mesotrófico neste último ano. No entanto, nos dois últimos anos (2001 e 2002), passaram a ser registrados 7% de pontos na categoria “eutróficos”.

Nota-se que para ambientes lóticos, o “efeito”, avaliado através do IET- clorofila *a* é inferior à “causa” IET - fósforo total. Este comportamento foi verificado para a maioria dos rios avaliados, provavelmente devido às características próprias de ambiente lóticos, como correnteza e menor transparência, que dificultam o desenvolvimento de populações fitoplanctônicas.

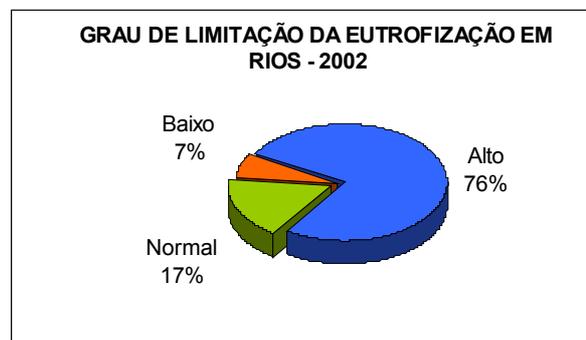
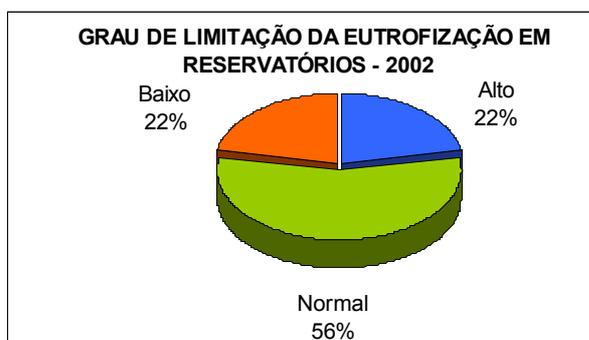
O gráfico a seguir corresponde à distribuição dos níveis tróficos nos Reservatórios (ambientes lênticos). No ano de 2002, 4% dos valores médios do índice com o fósforo indicaram ambiente hipereutrótico e 39% eutrótico, ou seja, 43% dos pontos foram considerados eutrofizados. Em comparação com as concentrações de fósforo total de 2001, houve leve aumento de 1% na ocorrência de pontos eutrofizados e hipereutróticos, mas com um peso maior; pois 4% da carga de fósforo representa uma hipereutrofização .



Nos ambientes lênticos houve uma maior similaridade entre os índices com clorofila *a* e fósforo total. Em 2002 o índice calculado com clorofila *a*, para ambientes lênticos, indicou 48% estado eutrófico. Em comparação ao ano anterior, houve um aumento da eutrofização em 11% dos pontos analisados.

O exame do gráfico do Grau de Limitação da Eutrofização em reservatórios mostra que existe uma razoável concordância entre os resultados obtidos com cada índice em separado. Esta concordância corresponde à classificação “Normal” apresentada por 56% dos casos. No entanto, em alguns Reservatórios como os de Ribeirão Pirai (UGRHI 05), Capivari-Monos (UGRHI 07), Barra Bonita (UGRHI 10), Jurumirim (UGRHI 14) e Rio Preto (UGRHI 15), a carga de fósforo indica uma classificação maior que o índice apresentado pela clorofila *a*, portanto com menor desenvolvimento de biomassa algal (Tabela 10).

O grau de limitação “Baixo” ocorreu em 22% dos casos, tendo sido observado no Reservatório Rio Grande, Guarapiranga e do Taiapuê (UGRHI 06), no Reservatório Itapararanga (UGRHI 10), e no Reservatório Três Irmão (UGRHI 19) (Tabela 10).



Para os rios pode-se verificar que, na maioria dos casos, a disponibilidade de fósforo total não corresponde à presença de algas. A classificação “Alto”, representada por 79% dos casos, corresponde ao esperado para este tipo de ambiente, pelas características anteriormente discutidas e pelo fato do Índice de Estado Trófico ter sido desenvolvido originalmente para reservatórios. Os pontos com classificação correspondente a “Baixo”, para fósforo total e clorofila *a* estão localizados no Canal de Fuga 2 (UGRHI 07) e no Rio Tietê (UGRHI 16 - Tietê/Batalha), Influenciados, respectivamente, a montante pelo Reservatório Billings e pelo Reservatório de Ibitinga.

Esses resultados permitem concluir que embora de 1999 para 2002 tenha ocorrido uma aparente piora da qualidade ambiental dos corpos hídricos do Estado de São Paulo, em 2001, com relação a 2002, não se verificou de modo geral, maior comprometimento da qualidade da água, no que se refere ao grau de trofia.

## 10.4 IAP e Vazões nas captações para abastecimento público

A Tabela 11 a seguir apresenta, para os pontos da Rede de Monitoramento coincidentes com captações utilizadas para abastecimento público, um resumo das principais informações compiladas em 2001: qualidade (IQA médio) e quantidade (vazão média captada).

Tabela 11 – Captações para abastecimento público – vazões aduzidas e IAP - 2002

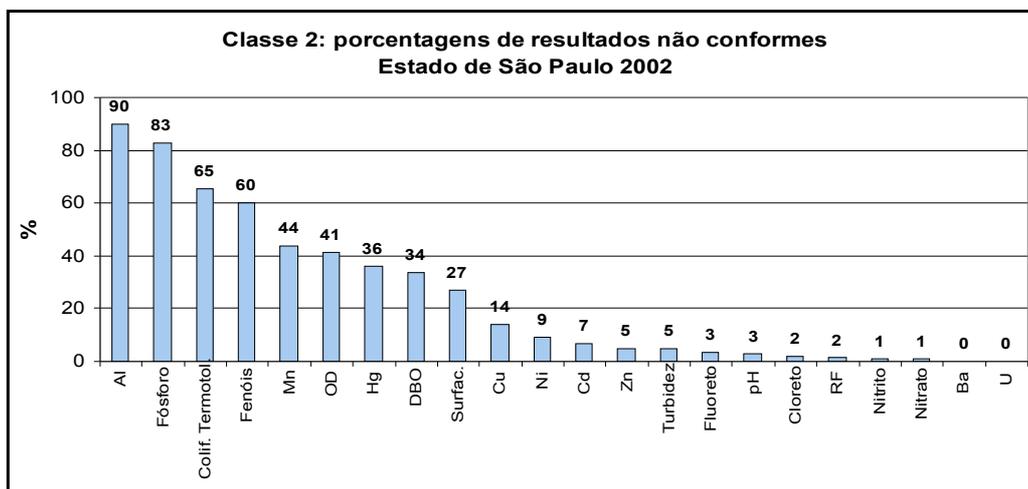
UGRHI	Código do Ponto	Manancial	Sistema	Município	Captação Média Anual 2002 (m³/s)	IAP Média Anual
2	JAGJ00200	Res. do Jaguari	NOVACOM	Santa Isabel	0,045	51
	PARB02200	Rio Paraíba	SAAE - Jacareí	Jacareí	0,042	30
	PARB02310	Rio Paraíba	SABESP	São José dos Campos	1,250	34
	PARB02490	Rio Paraíba	SABESP	Tremembé		35
	PARB02600	Rio Paraíba	SAAE - Aparecida	Aparecida		24
3	CARO02800	Rio Claro	SABESP	Caraguatatuba	0,460	49
	GRAN02400	Rio Grande	SABESP	Ubatuba		66
	SAFO00300	Rio São Francisco	SABESP	São Sebastião	0,074	48
5	ATIB02010	Rio Atibaia	SAAE - Atibaia	Atibaia	0,259	41
	ATIB02030	Rio Atibaia	Sabesp	Itatiba	0,300	
	ATIB02065	Rio Atibaia	SANASA	Campinas		30
	CMDC02300	Rio Camanducaia	DAE	Amparo	0,202	
	CPIV02130	Rio Capivari	SANASA	Campinas		33
	CRUM02500	Rio Corumbataí	SAE - Piracicaba	Piracicaba	0,001	28
	IRIS02100	Rio Pirai	SABESP	Cabreuva	0,070	
	IRIS02900	Res. do Ribeirão Pirai	SAAE - Indaiatuba	Indaiatuba / Salto	0,272 / 0,258	43
	JAGR02500	Rio Jaguari	SABESP	Hortolândia		33
	JAGR02800	Rio Jaguari	DAE - Paulínia	Paulínia	0,676	32
	JUMI00800	Rib. Jundiá Mirim	DAE	Jundiá	1,350	
	JUNA02010	Rio Jundiá	DAE	Campo Limpo Paulista	0,420	
	PCAB02100	Rio Piracicaba	DAE - Americana	Americana	0,842	33
	PCAB02220	Rio Piracicaba	SEMAE de Piracicaba	Piracicaba		13
6	BITQ00100	Res. Billings	SABESP	São Paulo	2,515	26
	COGR00900	Res. das Graças	SABESP	Cotia	1,960	38
	COTI03900	Rio Cotia	SABESP	Carapicuíba	0,914	15
	CRIS03400	Rib. dos Cristais	SABESP	Cajamar	0,094	3
	GUAR00900	Res. Guarapiranga	SABESP	São Paulo	13,600	41
	JNDI00500	Res. Jundiá	SABESP	Mogi das Cruzes	5,636	33
	JQUJ00900	Res. do Juqueri	SABESP	Mairiporã	31,983	80
	PEBA00900	Res. Taiapuê	SABESP	Suzano	9,296	
	RGDE02900	Res. Rio Grande	SABESP	S. B. do Campo	4,473	49
	TGDE00900	Res. Tanque Grande	SAEE - Guarulhos	Guarulhos	0,119	63
	7	CAMO00900	Res. Capivari Monos	SABESP	Mogi Guaçu	1,081
CFUG02900		Canal de Fuga II	SABESP	CUBATÃO	0,117	54
CUBA02700		Rio Cubatão	SABESP	Cubatão	3,656	51
10	SOIT02900	Res. de Itupararanga	SAEE - Votorantim	Votorantim	1,942	69
	SORO02700	Rio Sorocaba	SAAE - Cerquilha	Cerquilha	0,103	26
13	LENS02500	Rio Lençóis	SAE	Lençóis Paulista	0,220	
15	RPRE02200	Res. Rio Preto	DAE - S. J. Rio Preto	S. J. do Rio Preto	0,450	37
16	BATA02050	Rio Batalha	DAE	Bauru	0,535	
17	PADO02500	Rio Pardo	Sabesp	Santa Cruz do Rio Pardo	0,110	
	PADO02600	Rio Pardo – UGRHI 17	SAE - Ourinhos	Ourinhos	0,387	33
19	BAGU02700	Rib. Bagaçu	DAEA	Araçatuba	1,000	
	LAGE02500	Rib. Lageado	DAE	Penápolis	0,300	
	XOTE02500	Córrego do Baixote	SAEB	Birigui	0,296	
20	CASC02050	Res. Cascata	DAE	Marília	5,307	
21	ARPE02800	Res. Do Arrependido	DAE	Marília	0,397	
	PEIX02100	Rio do Peixe	DAE - Marília	Marília	0,397	20

## 10.5 Porcentagem de Resultados não conformes aos Padrões de Qualidade Classe 2 – CONAMA 20/86

O gráfico a seguir apresenta as porcentagens de resultados não conformes aos padrões de qualidade Classe 2 da Resolução CONAMA 20/86 para as características físicas, químicas e biológicas avaliadas pela Rede de Monitoramento de Águas Superficiais do Estado de São Paulo.

Para critério de comparação, foram utilizados os padrões da Classe 2 uma vez que a maioria dos corpos de água estão enquadrados nesta classe, além da mesma ser adequada para usos nobres dos recursos hídricos. No entanto, alguns corpos de água estão enquadrados em outras Classes: 1, 3 e 4.

O parâmetro chumbo não foi incluído nesta análise, pois o limite de detecção do método analítico foi superior ao do padrão de qualidade no ano 2002, impossibilitando assim o cálculo da referida porcentagem.



As porcentagens elevadas constatadas para alumínio e manganês estão inquestionavelmente associadas a fenômenos de erosão, quando da ocorrência de chuvas, uma vez que tais substâncias são constituintes essenciais do solo.

Os indicadores coliformes termotolerantes e fósforo total também se mostraram superiores ao padrão de qualidade, numa porcentagem bastante expressiva. Neste caso, tais poluentes estão associados aos lançamentos de esgotos domésticos, indicando que, mesmo com tratamento de parte significativa desses esgotos, há necessidade de ser introduzido o tratamento a nível terciário para remoção de fósforo e coliformes. Para o fósforo total, dados recentes, levantados pela CETESB, mostram que sua contribuição nos esgotos domésticos oriunda dos detergentes em pó representa cerca de 40% da carga total que aporta nos recursos hídricos da Região Metropolitana de São Paulo.

O oxigênio dissolvido e a DBO<sub>5,20</sub> também mostraram um comprometimento de aproximadamente 35% dos recursos hídricos do Estado de São Paulo. A presença desses indicadores em número representativo mostram que, muito embora grande parte dos corpos de água apresentem capacidade assimilativa de cargas orgânicas, há que se considerar a questão dos lançamentos de esgotos e efluentes de ETEs, capazes de causar efeitos deletérios aos múltiplos usos dos recursos hídricos do Estado de São Paulo.

A poluição por metais pesados, que geralmente se associa a lançamentos industriais, não afetou de maneira significativa a qualidade dos recursos hídricos do Estado de São Paulo em 2002, uma vez que todos os metais avaliados, exceção ao mercúrio, apresentaram-se acima dos padrões de qualidade em menos de 15% do tempo. A porcentagem de valores não conformes para o mercúrio mostrou-se bastante expressiva em 2002, diferindo da série histórica. Ocorre que, dentre os metais pesados, o parâmetro mercúrio apresenta um padrão de qualidade muito baixo (0,0002 mg/L) e, no monitoramento realizado em 2001, o laboratório da CETESB utilizou um limite de detecção para o mercúrio (0,001 mg/L), superior a esse padrão, impedindo o cálculo da porcentagem de não conformidade. No ano de 2002, melhorou-se a precisão do método analítico, atingindo-se o limite de detecção de 0,0002 mg/L, acarretando uma quantidade expressiva de resultados não conformes, mas ainda muito próximos (<0,0004 mg/L) ao padrão de qualidade para corpos d'água classe 2. Tais resultados poderiam ser classificados como atendendo ao padrão, uma vez que poderiam estar dentro da faixa de variação do método analítico.

## 11 Conclusões

Os dados obtidos no monitoramento da qualidade das águas e dos sedimentos dos rios e reservatórios do Estado de São Paulo serão sintetizados utilizando-se a metodologia de Pressão-Estado-Resposta, desenvolvido pela primeira vez por Frien e Rapport (1979). Esta metodologia, utilizada na Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) e recentemente pelo Ministério do Meio Ambiente do Brasil, se baseia no conceito dinâmico de causalidade e quantidade dos recursos naturais. A percepção do problema pela sociedade leva à formulação e implementação de políticas públicas para reverter os problemas e à criação de processos de avaliação para acompanhar a eficácia e eficiência desta política.

As informações do Relatório estão, portanto, organizadas em:

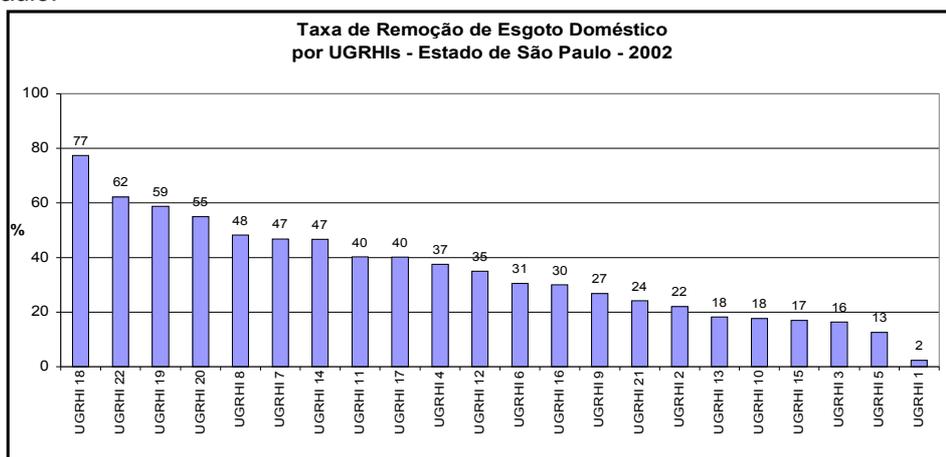
- **Pressão:** agressão sofrida pelo meio ambiente, resultante das atividades humanas nos diferentes setores da economia, tais como a indústria, a agricultura, a produção de energia, o transporte, etc.
- **Estado:** situação do ambiente (ar, água, solo, biodiversidade, fauna/flora e ecossistemas), decorrente das pressões antrópicas.
- **Resposta:** ações preventivas e mitigadoras desenvolvidas pelos cidadãos, pelas empresas e pelos governos.

Esta avaliação identifica o grau e a extensão da poluição dos recursos hídricos no Estado de São Paulo, indicando as medidas corretivas para mitigar tais problemas.

Em função das considerações apresentadas em todas as 22 UGRHIs analisadas, pode-se concluir que a principal **pressão** dos rios e reservatórios do Estado de São Paulo são os lançamentos domésticos “in natura”. Os lançamentos domésticos são ricos em matéria orgânica biodegradável, micronutrientes, microorganismos e sólidos em suspensão. O **estado** dos rios e reservatórios mostra-se comprometido pela ausência de oxigênio dissolvido, eutrofização e contaminação bacteriológica, entre outros.

Como **resposta**, os agentes envolvidos na solução desse problema devem direcionar seu trabalho, em conjunto, no sentido de exigir das empresas de saneamento e municípios a implantação de estações de tratamento de esgotos.

A Figura a seguir apresenta a situação atual da remoção de esgoto doméstico nas 22 UGRHIs em que se divide o Estado de São Paulo.



Essa figura confirma o fato de que ainda existe uma carência muito grande com relação ao tratamento de esgotos no Estado de São Paulo, uma vez que nenhuma UGRHI atingiu uma taxa de remoção superior a 80% da carga potencial gerada. Por outro lado, algumas UGRHIs, tais como a 18 (São José dos Dourados), a 19 (Baixo Tietê), a 20 (Aguapeí) e a 22 (Pontal do Paranapanema) apresentaram uma taxa de remoção superior a 50%.

Outros fatores de **pressão**, tais como os lançamentos de efluentes industriais, que ocorrem principalmente nos rios enquadrados na classe 4, bem como as cargas de natureza difusa decorrentes da drenagem de solos urbanos e agrícolas, são apresentados no quadro a seguir. O **estado** e a **resposta** também se encontram relacionados.

UGRHI	PRESSÃO	ESTADO / SITUAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS	RESPOSTA
02	Lançamento doméstico (excesso de nutrientes)	<p><b>Biológico</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><b>Água:</b> Reservatório de Santa Branca : Toxicidade Crônica Rio Paraíba: Presença de <i>Giardia</i> na captação de Aparecida</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Realizar um estudo para identificar um novo local de captação</li> </ul>
05	Lançamentos industriais e domésticos	<p><b>Químico</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><b>Água:</b> presença de substâncias tóxicas em concentrações superiores aos padrões de qualidade da Classe 2 da CONAMA 20/86: <i>Rio Atibaia: Fenóis</i> <i>Rio Piracicaba: Cu e Hg</i></li> <li><b>Sedimento:</b> qualidade Regular para as substâncias químicas: <i>Rio Atibaia: Cd, Pb, Cu e Zn em níveis superiores ao início de efeito, segundo critério internacionais*</i> <i>Rio Corumbataí: Cr e Ni em níveis superiores ao início de efeito, segundo critério internacionais*</i></li> </ul> <p><b>Biológico</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><b>Água:</b> presença de <i>Giardia</i> nas captações de Atibaia (Rio Atibaia) e Piracicaba (Rio Piracicaba) em mais do que 50% das amostras.</li> <li><b>Sedimento:</b> qualidade Ruim para comunidade bentônica no Rio Piracicaba e Ruim para toxicidade no Rio Atibaia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Para as substâncias tóxicas, realizar levantamento das eventuais fontes e minimizar seu lançamento no corpo receptor, aperfeiçoando o tratamento</li> <li>Aprimorar o processo de filtração, mantendo o padrão de potabilidade da Portaria 1469 para turbidez</li> <li>Realizar levantamento das eventuais causas</li> </ul>
06	Carga difusa de insumos agrícolas, lançamentos industriais e aplicação de algicida	<p><b>Químico</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><b>Água:</b> presença de substâncias tóxicas em concentrações superiores aos padrões de qualidade da Classe 2 da CONAMA 20/86: Reservatórios Guarapiranga e Rio Grande: Cu Rio Baquirivu Guaçu: Cu e Ni Rios Tamanduateí e Aricanduva e Rib. dos Meninos: Cu, Cd, Zn, Hg, fenóis e Ni Rio Tietê – RMSP: Cu e Ni Rio Pinheiros: Cu</li> <li><b>Sedimento:</b> qualidade Ruim para substâncias químicas: Res. Taiapuêba (Cd, Cu e Zn); Res. Billings (Pb, Cu, Cr e Zn) e Res. Rio Grande (Cu e Hg);</li> </ul> <p><b>Biológico</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><b>Água:</b> Rio Tietê: presença de <i>Giardia</i> na captação de Mogi das Cruzes Reservatórios Jundiá e Taiapuêba: Toxicidade Aguda Rio Baquirivu Guaçu: Toxicidade Aguda Rib. dos Cristais: presença de mutagenicidade na captação de Cajamar</li> <li><b>Sedimento:</b> qualidade Ruim para comunidade bentônica no Res. Billings e Péssima no Rio Pinheiros</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Dar continuidade ao Projeto de Despoluição do Rio Tietê – Fase 2 – ampliando a coleta de despejos industriais e minimizando o lançamento de substâncias tóxicas nos corpos receptores</li> <li>Investigar a contaminação do sedimentos no Res. Taiapuêba</li> <li>Realizar estudos para avaliar o impacto do uso de defensivos agrícolas no cinturão verde do Alto Tietê – Cabeceiras</li> <li>Implementar planos de saneamento básico nas áreas de manancial, além de evitar ocupações clandestinas</li> <li>Atender a Portaria 1469, no que tange ao uso de algicidas, tal como o sulfato de cobre, de forma a vetar seu uso quando a densidade de cianobactérias exceder 20.000 células por mL</li> <li>Aprimorar o processo de filtração, mantendo o padrão de potabilidade da Portaria 1469 para turbidez</li> </ul>
UGRHI	PRESSÃO	ESTADO / SITUAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS	RESPOSTA

07	Lançamentos industriais	<p><b>Químico</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Água:</b> presença de substâncias tóxicas em concentrações superiores aos padrões de qualidade da Classe 2 da CONAMA 20/86: Rio Piaçaguera: nitrogênio amoniacal, fósforo total, Cu e Hg e Rio Mogi: acidez elevada.</li> <li>• <b>Sedimento:</b> qualidade Regular para substâncias químicas: Rio Cubatão (Cu, Cr e Hg);</li> </ul> <p><b>Biológico</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Água:</b> Rio Mogi: Toxicidade Aguda e Rio Cubatão: presença de <i>Giardia</i> na captação da SABESP.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ênfase no controle corretivo das empresas de fertilizantes</li> <li>• Atualizar o levantamento das fontes de substâncias tóxicas nas bacias do Mogi e Piaçaguera</li> <li>• Aprimorar o processo de filtração, mantendo o padrão de potabilidade da Portaria 1469 para turbidez</li> </ul>
09	Lançamentos industriais e carga difusa de insumos agrícolas	<p><b>Químico</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Água:</b> presença de substâncias tóxicas em concentrações superiores aos padrões de qualidade da Classe 2 da CONAMA 20/86: Rio Mogi Guaçu: Hg</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizar levantamento das eventuais fontes, aperfeiçoando os sistemas de tratamento ou as técnicas de aplicação de defensivos agrícolas</li> </ul>
10	Lançamentos industriais e carga difusa de insumos agrícolas	<p><b>Químico</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Água:</b> presença de substâncias tóxicas em concentrações superiores aos padrões de qualidade da Classe 2 da CONAMA 20/86: Rio Tietê - Médio: Cu, Ni e Hg Rio Sorocaba: Fenóis e Hg</li> </ul> <p><b>Biológico</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Água:</b> Rio Tietê: Toxicidade Crônica Res. de Barra Bonita: Toxicidade Crônica Res. de Itupararanga: Toxicidade Crônica Rio Sorocaba: presença de <i>Giardia</i> na captação de Cerquilha</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizar levantamento das eventuais fontes, aperfeiçoando os sistemas de tratamento ou as técnicas de aplicação de defensivos agrícolas</li> <li>• Minimizar a exportação de substâncias tóxicas da UGRHI 06 - Alto Tietê</li> <li>• Aprimorar o processo de filtração, mantendo o padrão de potabilidade da Portaria 1469 para turbidez</li> </ul>
11	Agricultura	<p><b>Químico</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Água:</b> presença de substâncias tóxicas em concentrações superiores aos padrões de qualidade da Classe 2 da CONAMA 20/86: Rio Ribeira: Cu e Hg Rio Juquiá: Fenóis e Cu</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizar estudos para avaliar o impacto do uso de defensivos agrícolas</li> </ul>
14	Lançamentos industriais e agricultura	<p><b>Químico</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Água:</b> presença de substâncias tóxicas em concentrações superiores aos padrões de qualidade da Classe 2 da CONAMA 20/86: Rio Paranapanema: Cu e Hg Rio Itararé: Cu e Hg</li> </ul> <p><b>Biológico</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Água:</b> Rio Itararé: Toxicidade Crônica e Aguda</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizar levantamento das eventuais fontes, aperfeiçoando os sistemas de tratamento ou as técnicas de aplicação de defensivos agrícolas</li> </ul>

UGRHI	PRESSÃO	ESTADO / SITUAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS	RESPOSTA
17	Lançamento doméstico	<p><b>Biológico</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Água:</b> Rio Pardo: presença de <i>Giardia</i> na captação de Ourinhos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aprimorar o processo de filtração, mantendo o padrão de potabilidade da Portaria 1469 para turbidez</li> </ul>
19	Agricultura	<p><b>Biológico</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Água:</b> Res. de Três Irmãos: Toxicidade Crônica</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizar estudos para avaliar o impacto do uso de defensivos agrícolas</li> </ul>
20, 21 e 22	Porto de Areia	<p><b>Químico</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Água:</b> presença de substâncias tóxicas em concentrações superiores aos padrões de qualidade da Classe 2 da CONAMA 20/86: Rio Aguapeí: Fe, Mn, Al e sólidos em suspensão Rio do Peixe: Fe, Mn, Al e sólidos em suspensão Rio Santo Anastácio: Fe, Mn, Al e sólidos em suspensão</li> </ul> <p><b>Biológico</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Água:</b> Rio Peixe: presença de <i>Giardia</i> na captação de Marília Rio Paranapanema: Toxicidade Crônica</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Intensificar as ações de controle nas atividades de extração de areia do leito dos rios</li> <li>• Otimizar o processo de filtração, mantendo o padrão de potabilidade da Portaria 1469 para turbidez</li> <li>• Realizar estudos para avaliar o impacto do uso de defensivos agrícolas</li> </ul>

(\*)CCEM - Canadian Council of Ministers of the Environment.

## **Anexo 1**

### **Legislação: Controle de Poluição das Águas**

## DECRETO N.º 10.755 - DE 22 DE NOVEMBRO DE 1977

Dispõe sobre o enquadramento dos corpos de água receptores na classificação prevista no Decreto n.º 8.468 (1), de 8 de setembro de 1976, e dá providências correlatas.

### 1. Corpos de Água Pertencentes à Classe 1

#### 1.1. Da Bacia da Baixada Santista:

- a) Córrego da Moenda e todos os seus afluentes até o ponto de captação de água de abastecimento para o Município de Mongaguá;
- b) Ribeirão das Furnas e todos os seus afluentes até a confluência com o Rio Itapanhaú em Bertiooga, no Município de Santos;
- c) Rio Bichoró e todos os seus afluentes até a barragem projetada no Município de Mongaguá;
- d) Rio Branco e todos os seus afluentes até a confluência com o Rio Preto, no Município de Praia Grande;
- e) Rio Cubatão e todos os seus afluentes até a confluência com o Rio Pilões no Município de Cubatão;
- f) Rio Itapanhaú e todos os seus afluentes até a cota 10, no Município de Santos;
- g) Rio Itatinga e todos os seus afluentes até a cota 10, no Município de Santos;
- h) Rio Jaguareguava e todos os seus afluentes até a cota 20, no Município de Santos;
- i) todos os cursos d'água do litoral desde a divisa dos Municípios de Santos com São Sebastião até a divisa dos Municípios de Mongaguá e Itanhaém até a cota 50;
- j) Rio Mineiro e todos os seus afluentes até a confluência com o Rio Aguapeú, no Município de Mongaguá;
- k) Rio Moji e todos os seus afluentes até a confluência com o Córrego do Bugre, no Município de Cubatão;
- l) Rio Pilões e todos os seus afluentes até a confluência com o Rio Cubatão, no Município de Cubatão;
- m) Rio Quilombo e todos os seus afluentes até a cota 20, no Município de Santos.

#### 1.2. Da Bacia da Billings:

- a) Represa Billings, braço dos Rios Bororé, Taquacetuba, Pedra Branca e Capivari e todos os seus afluentes a montante do primeiro cruzamento com a linha de alta tensão da Light, nos Municípios de São Paulo e São Bernardo do Campo;
- b) Represa Billings, braço do Rio Pequeno e todos os seus afluentes a montante do cruzamento com a Via Anchieta, no Município de São Bernardo do Campo.

#### 1.3. Da Bacia do Rio Cotia:

Rio Cotia e todos os seus afluentes até a Barragem das Graças, no Município de Cotia.

#### 1.4. Da Bacia do Guarapiranga:

- a) Represa do Guarapiranga e todos os seus afluentes com exceção do Rio Embu-Mirim e seus afluentes até a barragem no Município de São Paulo;
- b) sistema Capivari e Monos e todos os seus afluentes até a barragem da SABESP - Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo, no Município de São Paulo.

#### \*1.4.A. Da Bacia do Rio Jundiá:

- Rio Jundiá-Mirim e todos os seus afluentes até o ponto de captação de água de abastecimento para o Município de Jundiá.  
\* Item acrescentado pelo Decreto Estadual n.º 24839 , de 06.03.86

#### 1.5. Da Bacia do Litoral Norte:

- a) todos os cursos d'água do Litoral Norte, desde a divisa dos Municípios de Santos e São Sebastião até a divisa do Município de Ubatuba com o Estado do Rio de Janeiro, até a cota 50;
- b) todos os cursos d'água do Município de Ilha Bela, até a cota 50.

#### 1.6. Da Bacia do Litoral Sul:

- a) Córrego do Matão e todos os seus afluentes até o ponto de captação de água de abastecimento para o Município de Itanhaém;
- b) Rio Branco e todos os seus afluentes até a confluência com o Rio Mambu, no Município de Itanhaém;
- c) Rio Mambu e todos os seus afluentes até a confluência com o Rio Branco, no Município de Itanhaém;
- d) todos os cursos d'água do litoral desde a divisa dos Municípios de Itanhaém e Mongaguá até a divisa do Município de Cananéia com o Estado do Paraná, até a cota 50.

#### 1.7. Da Bacia do Rio Paraíba:

- a) Córrego da Tabuleta e todos os seus afluentes até a confluência com o Ribeirão Benfca, no Município de Piquete;
- b) Ribeirão da Água Limpa e todos os seus afluentes até a confluência com o Ribeirão da Saudade, inclusive, no Município de Cruzeiro;
- c) Ribeirão Benfca e todos os seus afluentes até a confluência com o Córrego da Tabuleta, no Município de Piquete;
- d) Ribeirão dos Buenos ou dos Moreiras e todos os seus afluentes até a confluência com o Ribeirão dos Guarulhos, no Município de Pindamonhangaba;
- e) Ribeirão Grande e todos os seus afluentes até a confluência com o Córrego do Cachoeirão, no Município de Pindamonhangaba;
- f) Ribeirão da Limeira e todos os seus afluentes até a confluência com o Ribeirão do Ronco, na divisa dos Municípios de Piquete e Lorena;
- g) Ribeirão dos Lopes e todos os seus afluentes da margem esquerda até a confluência com o Córrego do Goiabal, inclusive, no Município de Cruzeiro;
- h) Ribeirão do Ronco e todos os seus afluentes até a confluência com o Ribeirão da Limeira, na divisa dos Municípios de Piquete e Lorena;
- i) Ribeirão do Sertão e todos os seus afluentes até a cota 760, no Município de Piquete;
- j) Ribeirão do Taquaral ou do Peixe e todos os seus afluentes até a confluência com o Rio Guaratinguetá, no Município de Guaratinguetá;
- l) Rio Buquira ou Ferrão e todos os seus afluentes até o Córrego Bengala, inclusive, no Município de São José dos Campos;

- m) Rio Claro e todos os seus afluentes até a confluência com o Córrego Curape, inclusive, na divisa dos Municípios de Lavrinhas e Queluz;
- n) Rio das Cruzes e todos os seus afluentes até a confluência com o Córrego da Cascata, inclusive, no Município de Queluz;
- o) Rio Entupido e todos os seus afluentes até a confluência com o Córrego Bela Aurora, inclusive, no Município de Queluz;
- p) Rio Guaratinguetá e todos os seus afluentes até a confluência com o Ribeirão do Taquaral ou do Peixe, no Município de Guaratinguetá;
- q) Rio Jacu e todos os seus afluentes até a confluência com o Ribeirão do Braço, inclusive, no Município de Lavrinhas;
- r) Rio Jaguari e todos os seus afluentes, exceto o Ribeirão Araquara, até a sua barragem no Município de Igaratá;
- s) Rio Paraíba, inclusive seus formadores Paraitinga e Paraibuna e todos os seus respectivos afluentes, até a barragem de Santa Branca, no Município de Santa Branca;
- t) Rio Piagui e todos os seus afluentes da margem direita até a confluência com o Córrego Caracol, inclusive, no Município de Guaratinguetá;
- u) todos os afluentes da margem esquerda do Rio Piagui até a confluência com o Rio Batista, inclusive, no Município de Guaratinguetá;
- v) todos os afluentes da margem esquerda do Rio Piquete até a confluência com o Ribeirão Passa Vinte, na divisa dos Municípios de Cachoeira Paulista e Cruzeiro;
- x) Rio Piracuama e todos os seus afluentes até a confluência com o Ribeirão do Machado, no Município de Tremembé.

1.8. Da Bacia do Rio Piracicaba:

- a) Rio Atibainha e todos os seus afluentes até a barragem da SABESP - Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo, no Município de Nazaré Paulista;
- b) Rio Cachoeira e todos os seus afluentes até a barragem da SABESP - Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo, no Município de Piracaia;
- c) Rio Jaguari e todos os seus afluentes até a confluência com o Rio Jacareí, no Município de Bragança Paulista.

1.9. Da Bacia do Rio Ribeira de Iguape:

Rio Juquiá e todos os seus afluentes até a divisa dos Municípios de Juquitiba e Miracatu.

1.10. Da Bacia do Rio Tietê-Alto Cabeceiras:

- a) Rio Biritiba-Mirim e todos os seus afluentes até a barragem prevista da Represa de Biritiba-Mirim, no Município de Biritiba-Mirim;
- b) Rio Jundiá e todos os seus afluentes até a barragem prevista do Reservatório do Jundiá, no Município de Moji das Cruzes;
- c) Rio Paraitinga e todos os seus afluentes até a barragem do Reservatório Paraitinga I, no Município de Salesópolis;
- d) Rio Taiapuê e todos os seus afluentes até a barragem do Reservatório do Taiapuê, na divisa dos Municípios de Suzano e Moji das Cruzes;
- e) Rio Tietê e todos os seus afluentes até a barragem de Ponte Nova, na divisa dos Municípios de Salesópolis e Biritiba-Mirim.

1.11. Da Bacia do Rio Tietê-Alto Zona Metropolitana:

- a) Reservatório do Cabuçu e todos os seus afluentes no Rio Cabuçu de Cima até a barragem, no Município de Guarulhos;
- b) Reservatórios da Cantareira e todos os seus afluentes no Rio Cabuçu de Baixo até as barragens, no Município de São Paulo;
- c) Reservatório do Engordador e todos os seus afluentes até a barragem, no Município de São Paulo;
- d) Reservatório do Tanque Grande e todos os seus afluentes até a barragem, no Município de Guarulhos;
- e) Rio Juqueri e todos os seus afluentes até a barragem da SABESP - Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo, no Município de Franco da Rocha.

1.12. Das Reservas Florestais:

Todos os cursos d'água cujas nascentes situam-se dentro de áreas destinadas a Reservas Florestais do Estado, nos trechos de seus cursos, nelas compreendidos.

**2. Corpos de Água Pertencentes à Classe 2**

Pertencem à Classe 2 todos os corpos de água, exceto os alhures classificados.

**3. Corpos de Água Pertencentes à Classe 3**

Pertencem à Classe 3 os seguintes corpos de água, excluídos os respectivos afluentes e fornecedores, salvo quando expressamente indicados nas alíneas.

3.1. Da Bacia do Rio Aguapeí:

- a) Córrego da Figueira até a confluência com o Córrego do Fundão, no Município de Valparaíso;
- b) Córrego Ipiranga até a confluência com o Córrego Ipiranguinha, no Município de Vera Cruz;
- c) Córrego Lajeado ou Aguapeí-Mirim desde sua confluência com o Córrego Boa Esperança até a confluência com o Rio Aguapeí, na divisa dos Municípios de Lucélia e Adamantina;
- d) Córrego Pacaembu até a confluência com o Ribeirão da Iracema, no Município de Pacaembu;
- e) Ribeirão Claro até a confluência com o Córrego da Saudade, no Município de Mirandópolis;
- f) Ribeirão Iacri desde a confluência com o Córrego Afonso XIII até a confluência com o Rio Aguapeí, no Município de Tupã;
- g) Ribeirão Tibiriçá desde a confluência com o Ribeirão Cincinatina até a confluência com o Ribeirão Pádua Sales, no Município de Marília;
- h) Ribeirão Tibiriçá até a confluência com o Ribeirão Ipiranga, no Município de Marília;

3.2. Da Bacia da Baixada Santista:

Rio Cubatão desde o ponto de captação de água para abastecimento até a foz, no Município de Cubatão.

3.3. Da Bacia do Rio Cotia:

Rio Cotia e todos os seus afluentes desde a barragem das Graças, no Município de Cotia, até a barragem de Isolina, na divisa dos Municípios de Barueri e Carapicuíba.

3.4. Da Bacia do Rio Grande - Vertente Parcial:

- a) Córrego Pedregulho até a confluência com o Ribeirão Bom Jesus, no Município de Pedregulho;
- b) Ribeirão Marinheiro desde a confluência com o Córrego Macaúba até a confluência com o Ribeirão Barra das Pedras, na divisa dos Municípios de Votuporanga e Pedranópolis;
- c) Ribeirão Santa Rita desde a confluência com o Córrego Macaco até a confluência com o Córrego do Desengano, na divisa dos Municípios de Guarani d'Oeste e Turmalina.

3.5. Da Bacia do Rio Moji-Guaçu:

- a) Córrego Constantino até a confluência com o Ribeirão do Meio, no Município de Leme;
- b) Córrego Rico desde a confluência com o Ribeirão Jabuticabal ou Cerradinho até a confluência com o Rio Moji-Guaçu, no Município de Jabuticabal;
- c) Rio das Araras até a confluência com o Córrego Água Branca, no Município de Araras;
- d) Ribeirão do Cruzeiro desde a confluência com o Córrego Xavier até a confluência com o Ribeirão das Anhumas, no Município de Américo Brasiliense;
- e) Ribeirão das Furnas a jusante da captação de água de abastecimento para Araras até a confluência com o Rio das Araras, no Município de Araras;
- f) Ribeirão Laranja Azeda até a confluência com o Rio Moji-Guaçu, no Município de Piraçununga;
- g) Ribeirão do Meio até a confluência com o Ribeirão Invernada, no Município de Leme;
- h) Ribeirão dos Porcos até a confluência com o Rio Moji-Guaçu, no Município de Pinhal;
- i) Ribeirão da Prata até a confluência com o Ribeirão dos Cocais, no município de Santa Cruz das Palmeiras;
- j) Ribeirão do Rancho Queimado desde a confluência com o Córrego dos Moisés até sua confluência com o Rio Moji-Guaçu, no Município de Rincão;
- k) Ribeirão Triste ou do Açude até a confluência com o Moji-Guaçu, no Município de Pradópolis;
- l) Rio Bonito desde a confluência com o Córrego Rosário até a confluência com o Rio Moji-Guaçu, no Município de Porto Ferreira;
- m) Rio Claro desde a confluência com o Córrego Marinho até a confluência com o Rio Moji-Guaçu, no Município de Santa Rita do Passa Quatro;
- n) Rio Moji-Mirim desde a confluência com o córrego da Bela Vista até sua foz do Rio Moji-Guaçu, no Município de Moji-Mirim.

3.6. Da Bacia do Rio Pardo:

- a) Córrego Lambari a partir do cruzamento com a Rodovia SP-340 até a confluência com o Rio Canoas, no Município de Mococa;
- b) Córrego das Pedras desde a confluência com o Córrego Jaborandi até a confluência com o Rio Pardo, no Município de Jaborandi;
- c) Córrego Santa Elisa a partir da confluência com o Rio do Meio até a confluência com o Rio Canoas, no Município de Mococa;
- d) Ribeirão do Cervo desde a confluência com o Córrego de Mato Grosso até a confluência com o Rio Araraquara, no Município de Altinópolis;
- e) Ribeirão das Congonhas até a confluência com o Córrego da Estiva, no Município de Casa Branca;
- f) Ribeirão do Meio até a confluência com o Córrego Santa Elisa, no Município de Mococa;
- g) Ribeirão das Palmeiras desde a confluência com o Córrego Cachoeira até a confluência com o Rio Pardo, na divisa dos Municípios de Jaborandi e Terra Roxa;
- h) Ribeirão Santa Branca até a confluência com o Rio Pardo, no Município de Sales de Oliveira;
- i) Ribeirão do Silva desde a sua confluência com o Córrego da Barra até sua confluência com o Ribeirão da Prata, no Município de Brodosqui;
- j) Ribeirão do Tamanduá desde a confluência com o Córrego São Simão até a confluência com o Ribeirão Tamanduazinho, na divisa dos Municípios de Serra Azul e Cravinhos;
- k) Ribeirão Vermelho desde a confluência com o Córrego Cajuru até a confluência com o Rio Cubatão, no Município de Cajuru.

3.7. Da Bacia do Rio Paraná - Vertente Parcial:

- a) Córrego Primavera afluente do Ribeirão Abrigo a partir da sua confluência com o Córrego São Francisco, no Município de Andradina;
- b) Ribeirão do Veado a jusante do ponto de captação da água de abastecimento para Presidente Venceslau até a confluência como Córrego Água da Colônia, no Município de Presidente Venceslau;
- c) Córrego Jacu Queimado até a confluência com o Rio Paraná, no Município de Santa Fé do Sul;
- d) Córrego da Mula até a confluência com o Córrego Cabeceira Comprida, no Município de Santa Fé do Sul.

3.8. Da Bacia do Alto Paranapanema:

- a) Ribeirão do Lageado a jusante da captação de água de abastecimento para Taquarituba até a confluência com o Ribeirão Vitória, no Município de Taquarituba;
- b) Ribeirão Pilão d'Água a jusante da captação de água de abastecimento para Itapeva até a confluência com o Rio Taquari, no Município de Itapeva;
- c) Ribeirão do Poço até a confluência com o Rio das Almas, no Município de Capão Bonito;
- d) Ribeirão do Taboãozinho, afluente do Ribeirão Ponte Alta, no Município de Itapetininga.

3.9. Da Bacia do Baixo Paranapanema:

- a) Ribeirão Alegre a jusante do ponto de captação de água para abastecimento de Paraguaçu Paulista até a confluência com o Rio Capivara, no Município de Paraguaçu Paulista.
  - \*b) Córrego do Jacu, desde a divisa dos Municípios de Assis e Cândido Mota até sua foz no Ribeirão Piratininga, no Município de Cândido Mota;
  - \*c) Córrego Água da Fortuninha, desde a nascente até 700 (setecentos) metros a jusante da confluência com o Córrego do Freire, no Município de Assis.
- (\* Itens incluídos pelo Decreto n.º 39173 de 8 de Setembro de 1994.

3.10. Da Bacia do Rio do Peixe:

Córrego São Luis até a confluência como Ribeirão do Futuro, no Município de Pompéia.

3.11. Da Bacia do Rio Piracicaba:

- a) Ribeirão Claro a jusante da captação de água de abastecimento para o Rio Claro até a confluência com o Córrego Santa Gertrudes, no Município de Rio Claro;
- b) Ribeirão Pinheiros, afluente do Rio Atibaia, no Município de Valinhos;
- c) Ribeirão Quilombo até a confluência com o Rio Piracicaba, no Município de Americana;
- d) Ribeirão Tijuco Preto até a confluência com o Rio Piracicaba, no Município de Piracicaba;
- e) Ribeirão dos Toledos a jusante da captação de água de abastecimento para Santa Bárbara D'Oeste até a confluência com o Rio Piracicaba, no Município de Santa Bárbara D'Oeste.

3.12. Da Bacia do Rio Santo Anastácio:

Rio Santo Anastácio a partir da confluência com o Ribeirão Vai e Vem até a confluência com o Ribeirão Claro, no Município de Santo Anastácio.

3.13. Da Bacia do Rio São José dos Dourados:

- a) Córrego da Água Limpa a jusante do ponto de captação de água de abastecimento de Monte Aprazível até a confluência com o Rio São José dos Dourados, no Município de Monte Aprazível;
- b) Córrego Cabeceira Comprida até a confluência com o Ribeirão Bonsucesso, no Município de Nhandeara.

3.14. Da Bacia do Rio Sapucaí-Mirim:

- a) Ribeirão dos Batatais desde a confluência com o Córrego Araras até a confluência com o Rio Sapucaí, no Município de Batatais;
- b) Ribeirão da Estiva desde a confluência com o Córrego Sant'Ana até a confluência com o Rio Sapucaí, no Município de Ipuã;
- c) Ribeirão da Estiva desde a confluência com o Rio Verde até a confluência com o Rio Sapucaí-Mirim, no Município de Guará;
- d) Ribeirão do Pinheirinho desde a confluência com o Córrego da Pimenta até a confluência com o Ribeirão Tomba-Perna, no Município de Santo Antônio da Alegria;
- e) Rio Santa Bárbara desde a confluência com o Rio Capanema até a confluência com o Rio Sapucaí, na divisa dos Municípios de Patrocínio Paulista e Franca.

3.15. Da Bacia do Rio Sorocaba:

Ribeirão do Varjão, afluente do Ribeirão Pirajibu, no Município de Mairinque.

3.16. Da Bacia do Rio Tietê-Alto Cabeceiras:

- a) Ribeirão do Botujuru e todos os seus afluentes até a confluência com o Rio Tietê, no Município de Moji das Cruzes;
- b) Rio Tietê e todos os seus afluentes da margem direita, desde a confluência com o Ribeirão Botujuru até a confluência com o Rio Itaquera, no Município de São Paulo;
- c) todos os afluentes da margem esquerda do Rio Tietê compreendidos entre a confluência com o Rio Botujuru até a confluência com o Rio Itaquera, com exceção dos Rios: Jundiá até a confluência com o Ribeirão Oropó, Taiaçupeba até a barragem do Reservatório de Taiaçupeba, Guaió, Córrego Três Pontes, Ribeirão Itaim e Ribeirão do Lajeado.

3.17. Da Bacia do Rio Tietê-Alto Zona Metropolitana:

- a) Ribeirão Itapevi e todos os seus afluentes até a confluência com o Ribeirão Sapiatá, no Município de Itapevi;
- b) Ribeirão do Sapiatá e todos os seus afluentes até a confluência com o Ribeirão Itapevi, no Município de Itapevi;
- c) Rio Baquirivu-Guaçu e todos os seus afluentes, com exceção do Reservatório do Tanque Grande e seus afluentes até a confluência com o Rio Tietê, no Município de Guarulhos;
- d) Rio Guarará e todos os seus afluentes até o ponto de captação de água de abastecimento para o Município de Santo André;
- e) Rio Juqueri e todos os seus afluentes desde a barragem da SABESP - Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo até a entrada no Reservatório de Pirapora, com exceção do Ribeirão Borda da Mata ou Botucaia até a confluência com o Ribeirão Euzébio, no Município de Franco da Rocha;
- f) Rio Juqueri-Mirim e todos os seus afluentes até a entrada no Reservatório de Pirapora, no Município de Cajamar.

3.18. Da Bacia do Baixo Tietê:

- a) Córrego dos Baixotes a jusante da captação de água para Birigüi até a confluência com o Rio Tietê, no Município de Birigüi;
- b) Ribeirão do Lajeado a jusante da captação de água para Penápolis até a confluência com o Ribeirão Bonito, no Município de Penápolis.

3.19. Da Bacia do Médio Tietê Inferior:

- a) Ribeirão Grande desde a confluência com o Rio Campo Novo até a confluência com o Rio Bauru, no Município de Pederneiras;
- b) Ribeirão Paraíso desde a confluência com o Córrego Santo Antonio até a confluência com o Rio Lençóis, no Município de São Manoel;
- c) Ribeirão dos Porcos desde a confluência com o Córrego Santa Maria até a confluência com o Rio Tietê, na divisa dos Municípios de Ibitinga e Borborema;
- d) Rio Bauru desde a confluência com o Ribeirão Grande até a confluência com o Rio Tietê, no Município de Pederneiras;
- e) Rio Chibarro até a confluência com o Rio Jacaré-Guaçu, no Município de Araraquara;
- f) Rio Jaú desde a confluência com o Ribeirão Pouso Alegre até o Rio Tietê, no Município de Jaú;
- g) Rio Jacaré-Guaçu desde a confluência com o Rio Monjolinho até sua foz no Represa de Ibitinga, no Município de Ibitinga;
- h) Rio Jacaré-Pepira desde a confluência com o Ribeirão do Dourado até sua foz no Represa de Ibitinga, na divisa dos Municípios de Itaju e Ibitinga;
- i) Rio Lençóis a jusante da captação de água de abastecimento para Lençóis Paulista até a confluência com o Rio Tietê, na divisa dos Municípios de Igarapu do Tietê e Barra Bonita;
- j) Rio São Lourenço desde a confluência com o Córrego Cascavel até a confluência com o Rio dos Porcos, na divisa dos Municípios de Ibitinga e Itápolis.

3.20. Da Bacia do Médio Tietê Superior:

- a) Ribeirão do Marmeleiro até a confluência com o Rio Aracaí, no Município de São Roque;
- b) Rio Carambeí a jusante da captação de água de abastecimento para São Roque até a confluência com o Ribeirão do Marmeleiro, no Município de São Roque.

3.21. Da Bacia do Rio Turvo:

- a) Córrego da Lagoa até a confluência com o Ribeirão da Onça, no Município de Cândido Rodrigues;
- b) Córrego Mata Negra a jusante da captação de água de abastecimento para Nova Granada até a confluência com o Rio Turvo, no Município de Nova Granada;
- c) Ribeirão Grande desde a confluência com o Córrego da Colônia Nova até a confluência com o Rio São Domingos, no Município de Uchoa;
- d) Ribeirão Jatai desde a confluência com o Córrego da Goiaba até a confluência com o Córrego Peroba, no Município de Tanabi;
- e) Ribeirão da Onça até o ponto da divisa da 6ª com a 8ª Região Administrativa do Estado de São Paulo;
- f) Ribeirão São Domingos desde a confluência com o Ribeirão Grande até a confluência com o Rio Turvo na divisa dos Municípios de Uchoa e Tabapuã;
- g) Rio Preto desde a confluência com o Ribeirão Barra Grande até a confluência com o Ribeirão Cachoeira, no Município de Tanabi;
- h) Rio Turvo desde a confluência com o Córrego da Divisa até a confluência com o Córrego de Água Limpa, no Município de Bebedouro.

**4. Corpos de Água Pertencentes à Classe 4:**

Pertencem à Classe 4 os seguintes corpos de água, excluídos os respectivos afluentes e formadores, salvo quando expressamente indicados nas alíneas.

4.1. Da Bacia do Rio Aguapeí:

- a) Córrego Afonso XIII, afluente do Ribeirão Iacri, no Município de Tupã;
- b) Córrego Boa Esperança, afluente do Córrego Lajeado ou Aguapeí-Mirim, na divisa dos Municípios de Lucélia e Adamantina;
- c) Córrego Palmital, afluente do Ribeirão Cincinatina, no Município de Marília;
- d) Ribeirão Cincinatina, afluente do Ribeirão Tibiriçá, a partir de sua confluência com o Córrego Palmital, no Município de Marília.

4.2. Da Bacia do Rio Capivari:

Ribeirão do Piçarrão, no Município de Campinas.

4.3. Da Bacia do Rio Grande - Vertente Parcial:

- a) Córrego da Aldeia até a confluência com o Córrego das Pedras, no Município de Fernandópolis;
- b) Córrego Boa Vista, afluente do Córrego Marinheirinho, no Município de Votuporanga;
- c) Córrego Marinheirinho desde sua confluência com o Córrego Barro Preto até a confluência com o Ribeirão Marinheiro, no Município de Votuporanga;
- d) Córrego Rodrigues até sua confluência com o Córrego Pedregulho, no Município de Pedregulho;
- e) Córrego Santa Rita até sua confluência com o Rio Grande, no Município de Igarapava;
- f) Ribeirão Marinheiro até sua confluência com o Córrego Macaúba, na divisa dos Municípios de Votuporanga e Pedranópolis;
- g) Ribeirão Santa Rita até sua confluência com o Córrego Macaco, na divisa dos Municípios de Fernandópolis e Estrada D'Oeste;
- h) Rio do Carmo a jusante da captação de água de abastecimento para Ituverava até sua confluência com o Rio Grande, na divisa dos Municípios de Aramina e Miguelópolis.

4.4. Da Bacia do Rio Jundiá:

- a) Córrego Castanho a partir da confluência com o Córrego Japiguacu até a confluência com o Rio Jundiá;
- b) trecho do Rio Jundiá a partir da confluência com o Córrego Pinheirinho até a confluência com o Rio Tietê, no Município de Salto.

4.5. Da Bacia do Rio Moji-Guaçu:

- a) Córrego do Cascalho até a confluência com o Ribeirão do Sertãozinho, no Município de Pontal;
- b) Córrego do Guariba até a confluência com o Rio Moji-Guaçu, no Município de Guariba;
- c) Córrego do Jatobá até a confluência com o Rio Moji-Guaçu, no Município de Barrinha;
- d) Córrego Marinho até a confluência com o Rio Claro, no Município de Santa Rita do Passa Quatro;
- e) Córrego do Moisés até a confluência com o Ribeirão Rancho Queimado, no Município de Santa Lúcia;
- f) Córrego do Monjolinho até a confluência com o Ribeirão do Cruzeiro, no Município de Santa Lúcia;
- g) Córrego do Paciente até a confluência com o Ribeirão do Rancho Queimado, no Município de Rincão;
- h) Córrego das Pitangueiras a jusante da captação de água de abastecimento para Pitangueiras até a confluência com o Rio Moji-Guaçu, no Município de Pitangueiras;
- i) Córrego do Rosário a jusante da captação da água de abastecimento para Descalvado até a confluência com o Rio Bonito, no Município de Descalvado;
- j) Córrego do Cerradinho ou Jaboticabal até a confluência com o Córrego Rico, no Município de Jaboticabal;
- k) Córrego do Xavier até a confluência com o Ribeirão do Cruzeiro, no Município de Américo Brasiliense;
- l) Ribeirão Sertãozinho até o Rio Moji-Guaçu, no Município de Pontal.

4.6. Da Bacia do Rio Pardo:

- a) Córrego da Barra até a confluência com o Ribeirão do Silva, no Município de Brodosqui;
- b) Córrego da Boa Fé até a confluência com o Ribeirão Santa Bárbara, no Município de Sales Oliveira;
- c) Córrego da Cachoeira até a confluência com o Ribeirão das Palmeiras, na divisa dos Municípios de Terra Roxa e Bebedouro;
- d) Córrego Cajuru até a confluência com o Ribeirão Vermelho, no Município de Cajuru;
- e) Córrego do Jaborandi até a confluência com o Córrego das Pedras, no Município de Jaborandi;
- f) Córrego do Matadouro até a confluência com o Rio Pardo, no Município de Jardinópolis;
- g) Córrego Mato Grosso até a confluência com o Ribeirão do Cervo, no Município de Altinópolis;
- h) Córrego Monte Alegre até a confluência com o Ribeirão Preto, no Município de Ribeirão Preto;

- i) Córrego do Palmito a jusante da captação de água de abastecimento para Orlandia até a confluência com o Ribeirão do Agudo, no Município de Orlandia;
- j) Córrego das Pitangueiras desde a confluência com o Córrego do Aleixo até a confluência com o Rio Pardo, no Município de Barretos;
- k) Córrego do Retiro Saudoso até a confluência com o Ribeirão Preto, no Município de Ribeirão Preto;
- l) Córrego São Simão até a confluência com o Ribeirão Tamanduá, no Município de São Simão;
- m) Córrego da Serra Azul até a confluência com o Rio Pardo, no Município de Serra Azul;
- n) Córrego Serrinha ou do Matadouro até a confluência com o Rio Pardo, no Município de Serrana;
- o) Córrego do Viradouro até a confluência com o Rio Pardo, na divisa dos municípios de Terra Roxa e Viradouro;
- p) Ribeirão do Agudo até a confluência com o Rio Pardo, no Município de Morro Agudo;
- q) Ribeirão do Banharão desde a confluência com o Córrego do Jardim até a confluência com o Rio Pardo, no Município de Terra Roxa;
- r) Ribeirão Preto até a confluência com o Rio Pardo, no Município de Ribeirão Preto;
- s) Ribeirão do Retirinho até a confluência com o Ribeirão das Palmeiras, no Município de Jaborandi.

4.7. Da Bacia do Rio Paraíba:

- a) Córrego da Aguada até a confluência com o Rio Paraíba, no Município de Cachoeira Paulista;
- b) Córrego da Minhoca a partir do cruzamento com a rodovia Presidente Dutra até a confluência com o Rio Paraíba, no Município de Cachoeira Paulista;
- c) Córrego do Pontilhão até a confluência com o Rio Paraíba, no Município de Cruzeiro;
- d) Córrego Serimbura até sua confluência com o Ribeirão Vidoca, no Município de São José dos Campos;
- e) Ribeirão da Chácara até sua confluência com o Rio Paraíba, no Município de Aparecida;
- f) Ribeirão da Colônia até sua confluência com o Rio Paraíba, no Município de Jacareí;
- g) Ribeirão Lava-Pés, afluente do Rio Paraíba, no Município de São José dos Campos;
- h) Ribeirão dos Lopes desde a confluência com o Córrego do Goiabal até a confluência com o Rio Paraíba, no Município de Cruzeiro;
- i) Ribeirão de Manuel Lito desde a confluência com o Córrego Tijuco até a confluência com o Rio Paraíba, no Município de Caçapava;
- j) Ribeirão Matadouro até a confluência com o Rio Paraíba, no Município de Taubaté;
- k) Ribeirão dos Moraes até sua confluência com o Rio Paraíba, no Município de Aparecida;
- l) Ribeirão dos Motas desde a confluência com o Córrego dos Bicudos até a confluência com o Rio Paraíba, no Município de Guaratinguetá;
- m) Ribeirão Pinhão ou José Raimundo até a confluência com o Rio Paraíba, no Município de Taubaté;
- n) Ribeirão Pitas a partir do cruzamento com a rodovia Presidente Dutra até sua confluência com o Rio Paraíba, no Município de Cachoeira Paulista;
- o) Ribeirão dos Putins até a confluência com o Rio Paraíba, no Município de Aparecida;
- p) Ribeirão do Sá até sua confluência com o Rio Paraíba, no Município de São José dos Campos;
- q) Ribeirão São Gonçalo desde a confluência com o Rio das Pedras até a confluência com o Rio Paraíba, no Município de Guaratinguetá;
- r) Ribeirão Tabuão desde a confluência com o Córrego Três Barras até a confluência com o Rio Paraíba, no Município de Lorena;
- s) Ribeirão Vidoca desde a confluência com o Córrego das Águas Claras até a confluência com o Rio Paraíba, no Município de São José dos Campos.

4.8. Da Bacia do Rio Paraná - Vertente Parcial:

- a) Córrego Pereira Jordão, afluente do Córrego São Francisco, no Município de Andradina;
- b) Córrego São Francisco, afluente do Córrego Primavera, no Município de Andradina.

4.9. Da Bacia do Alto Paranapanema:

- a) Córrego do Aranha a jusante da captação de água, no Município de Itapeva até sua confluência com o Rio Pilão D'Água;
- b) Córrego do Mata Fome, afluente do Córrego do Aranha, no Município de Itapeva;
- c) Ribeirão da Água Branca, afluente do Ribeirão do Lajeado, no Município de Avaré;
- d) Córrego do Lajeado, afluente do Rio Novo, no Município de Avaré, desde a ETE de Avaré até a desembocadura no Rio Novo;
- e) Ribeirão Ponte Alta, afluente do Rio Itapetininga, no Município de Itapetininga.

4.10. Da Bacia do Baixo Paranapanema:

- \*a) Ribeirão da Fortuna, desde 700 (setecentos) metros a jusante da confluência com o Córrego do Freire até sua foz no Ribeirão do Cervo, no Município de Assis.

(\*) Item incluído pelo Decreto Estadual nº 39173, de 08 de Setembro de 1994.

4.11. Da Bacia do Rio Peixe:

- a) Córrego Água do Castelo, afluente do Rio do Peixe, no Município de Garça;
- b) Córrego Colônia, afluente do Ribeirão da Sede, no Município de Bastos;
- c) Córrego Grande ou da Pomba, no Município de Marília;
- d) Córrego Tocantins, afluente do Ribeirão dos Ranchos, no Município de Adamantina;
- e) Ribeirão Barbosa até a confluência com o Rio do Peixe, no Município de Marília;
- f) Ribeirão das Garças, afluente do Córrego Água do Castelo, no Município de Garça;
- g) Ribeirão dos Ranchos desde a confluência com o Córrego Tocantins até a confluência com o Rio do Peixe, no Município de Mariápolis;
- h) Ribeirão da Sede, afluente do Rio do Peixe, no Município de Bastos;
- i) Rio do Peixe até a confluência com o Ribeirão do Alegre, no Município de Marília.

4.12. Da Bacia do Rio Piracicaba:

- a) Córrego da Servidão até a confluência com o Rio Corumbataí, no Município de Rio Claro;
- b) Ribeirão Anhumas, afluente do Rio Atibaia, no Município de Campinas;
- c) Ribeirão Lava-Pés, afluente do Rio Jaguari, no Município de Bragança Paulista;
- d) Ribeirão Tatu, afluente do Rio Piracicaba, no trecho do Município de Limeira.

4.13. Da Bacia do Rio Santo Anastácio:

- a) Córrego Guaraiuvira até sua confluência com o Córrego do Veado, no Município de Presidente Prudente;
- b) Córrego Limoeiro desde a confluência com o Córrego do Veado até a confluência com o Ribeirão Santo Anastácio, no Município de Álvares Machado;
- c) Córrego Sete de Setembro até a confluência com o Ribeirão do Vai e Vem, no Município de Santo Anastácio;
- d) Córrego do Veado até a confluência com o Córrego Limoeiro, no Município de Presidente Prudente;
- e) Ribeirão Santo Anastácio desde a confluência com o Córrego Limoeiro até a confluência com o Ribeirão do Vai e Vem, no Município de Santo Anastácio;
- f) Ribeirão do Vai e Vem até a confluência com o Ribeirão Santo Anastácio, no Município de Santo Anastácio.

4.14. Da Bacia do Rio Sapucaí-Mirim:

- a) Córrego das Araras até a confluência com o Córrego da Cachoeira, no Município de Batatais;
- b) Córrego da Cachoeira desde a confluência com o Córrego das Araras até a confluência com o Ribeirão dos Batatais, no Município de Batatais;
- c) Córrego das Corredeiras até a confluência com o Rio Sapucaí, no Município de Nuporanga;
- d) Córrego do Espraído até a confluência com o Ribeirão dos Bagres;
- e) Córrego do Pinheirinho a partir da confluência com o Córrego Alegre até a confluência com o Córrego da Pimenta, no Município de Santo Antônio da Alegria;
- f) Córrego Sant'Ana desde a confluência com o primeiro afluente da margem direita, até a confluência com o Ribeirão da Estiva, no Município de Ipuã;
- g) Ribeirão dos Bagres até a confluência com o Rio Sapucaí, no Município de Restinga;
- h) Ribeirão do Buriti desde a confluência com o Córrego Fazenda Santa Alcina até a confluência com o Rio Sapucaí, no Município de São José da Bela Vista;
- i) Ribeirão Capanema desde a confluência com o Córrego FAZENDA da Barra até a confluência com o Rio Santa Bárbara, no Município de Itirapuã;
- j) Ribeirão Cubatão até a confluência com o Córrego Espraído, no Município de Franca;
- k) Ribeirão do Jardim a jusante da captação de água de abastecimento para Guaíra até a confluência com o Rio Sapucaí, no Município de Guaíra;
- l) Ribeirão São Joaquim a jusante da captação de água de abastecimento para São Joaquim até a confluência com o Rio Sapucaí-Mirim, no Município de São Joaquim da Barra;
- m) Ribeirão Verde desde a confluência com o Córrego Fazenda Guareí até a confluência com o Córrego da Laje, no Município de Guaíra;
- n) Rio Sapucaizinho desde a confluência com o Ribeirão Cubatão até a confluência com o Rio Santa Bárbara, no Município de Patrocínio Paulista.

4.15. Da Bacia do Rio Sorocaba:

- a) Córrego do Matadouro Velho até a confluência com o Rio Tatuí, no Município de Tatuí;
- b) Rio Tatuí a jusante da captação de água de abastecimento de Tatuí até a confluência com o Rio Sorocaba, no Município de Tatuí.

4.16. Da Bacia do Rio Tietê - Alto Cabeceiras:

- a) Ribeirão Itaim e todos os seus afluentes até a confluência com o Rio Tietê, no Município de São Paulo;
- b) Ribeirão do Lajeado e todos os seus afluentes até a confluência com o Rio Tietê, no Município de São Paulo;
- c) Ribeirão Três Pontes e todos os seus afluentes até a confluência com o Rio Tietê, na divisa dos Municípios de São Paulo e Itaquaquecetuba.

4.17. Da Bacia do Rio Tietê - Alto (Zona Metropolitana):

- a) canal de Pinheiros e todos os seus afluentes, no Município de São Paulo;
- b) Rio Itaquera e todos os seus afluentes até a confluência com o Rio Tietê, no Município de São Paulo;
- c) Rio Juqueri e todos os seus afluentes, com exceção do Rio Juqueri-Mirim, no seu trecho integrante do Reservatório de Pirapora, nos Municípios de Santana de Parnaíba e Pirapora do Bom Jesus;
- d) Rio Tamanduateí e todos os seus afluentes, com exceção do Rio Guarará, até a confluência com o Rio Tietê, no Município de São Paulo;
- e) Rio Tietê e todos os seus afluentes desde a confluência com o Rio Itaquera até a barragem de Pirapora, no Município de Pirapora do Bom Jesus, com exceção dos trechos de afluentes já classificados.

4.18. Da Bacia do Baixo Tietê:

- a) Córrego dos Patinhos até a confluência com o Ribeirão dos Patos, no Município de Promissão;
- b) Ribeirão Bagaçu desde a confluência com o Córrego Machadinho até a confluência com o Rio Tietê, no Município de Araçatuba;
- c) Ribeirão dos Patos a jusante da captação de água para Promissão até a confluência com o Ribeirão Barra Mansa, no Município de Promissão.

4.19. Da Bacia do Médio Tête Inferior:

- a) Córrego do Brejão desde a confluência com o córrego da Baixada até a confluência com o Córrego do Viradouro, no Município de Itápolis;
- b) Córrego do Gregório até a confluência com o Rio Monjolinho, no Município de São Carlos;
- c) Córrego da Paixão até a confluência com o Ribeirão da Dobrada, no Município de Dobrada;
- d) Córrego Santo Antônio até a confluência com o Ribeirão Paraíso, no Município de São Manoel;
- e) Córrego São Joaquim desde a confluência com o Córrego da Água Quente até a confluência com o Represa de Ibitinga, no Município de Ibitinga;
- f) Córrego do Viradouro desde a confluência com o Córrego das Areias até a confluência com o Rio São Lourenço, no Município de Itápolis;
- g) Ribeirão dos Agudos até a confluência com o Ribeirão Grande, no Município de Agudos;
- h) Ribeirão Bonito a jusante da captação de água e abastecimento de Ribeirão Bonito até a confluência com o Rio Jacaré-Guaçu, no Município de Ribeirão Bonito;

- i) Ribeirão Campestre desde a confluência com o Córrego Barbosa até a confluência com o Rio Dourado, no Município de Guaíçara;
- j) Ribeirão das Cruzes a jusante da captação de água de abastecimento para Araraquara até a confluência com o Rio Jacaré-Guaçu, no Município de Araraquara;
- k) Ribeirão da Dobrada até a confluência com o Ribeirão dos Porcos, no Município de Taquaritinga;
- l) Ribeirão do Dourado até a confluência com o Rio Jacaré-Pepira, no Município de Dourado;
- m) Ribeirão Grande desde a confluência com o Ribeirão dos Agudos até a confluência com o Rio Campo Novo, no Município de Agudos;
- n) Ribeirão do Ouro até a confluência com o Rio Chibarro, no Município de Araraquara;
- o) Ribeirão Pederneiras desde a confluência com o Córrego Paciência até a confluência com o Rio Tietê, no Município de Pederneiras;
- p) Ribeirão dos Porcos até a confluência com o Córrego Santa Maria, no Município de Taquaritinga;
- q) Ribeirão São João desde a confluência com o Córrego do Monjolo até a confluência com o Rio Jacaré-Guaçu, no Município de Ibitinga;
- r) ribeirãozinho até a confluência com o Ribeirão dos Porcos, no Município de Taquaritinga;
- s) Rio Bauru até a confluência com o Ribeirão Grande, no Município de Pederneiras;
- t) Rio Boa Esperança desde a confluência com o Córrego da Limeira até a confluência com o Rio Jacaré-Guaçu, no Município de Boa Esperança do Sul;
- u) Rio Itaquerê desde a confluência com o Córrego Nova Europa até a confluência com o Rio Jacaré-Guaçu, na divisa dos Municípios de Tabatinga e Nova Europa;
- v) Rio Jaú desde a confluência com o Córrego do Pires até a confluência com o Ribeirão Pouso Alegre, no Município de Jaú;
- x) Rio Monjolinho desde a confluência com o Córrego do Gregório até a confluência com o Ribeirão Jacaré-Guaçu, no Município de São Carlos;
- y) Rio São Lourenço até a confluência com o Córrego Cascavel, no Município de Matão.

4.20. Da Bacia do Médio Tietê Superior:

- a) Córrego do Ajudante até sua confluência com o Rio Tietê, no Município de Salto;
- b) Córrego do Guaraú até sua confluência com o Rio Tietê, no município de Salto;
- c) Córrego Tanquinho até a confluência com o Rio Lavapés, no Município de Botucatu;
- d) Rio Lavapés até a confluência com o Rio Capivara, no Município de Botucatu.

4.21. Da Bacia do Rio Turvo:

- a) Córrego Bela Vista até sua confluência com o Ribeirão Tabarana, no Município de Pirangi;
- b) Córrego dos Meios até a confluência com o Córrego do Barreiro, no Município de Taiúva;
- c) Córrego Olhos D'Água desde sua confluência com o Córrego Matadouro até sua confluência com o Rio Cachoeirinha, no Município de Olímpia;
- d) Córrego Piedade, afluente do Rio Turvo, no Município de São José do Rio Preto;
- e) Córrego São José do Taiaçu a partir da confluência com o Córrego Santana até a confluência com o Rio Turvo, no Município de Taiaçu;
- f) Córregos dos Simões até a confluência com o Córrego Barreiro, no Município de Taiúva;
- g) Córrego Taquaral até sua confluência com o Córrego Bela Vista, no Município de Pirangi;
- h) Ribeirão dos Mendes desde a confluência com o Córrego São Pedro, na altura da cota 530, até sua confluência com o Ribeirão da Onça, no Município de Fernando Prestes;
- i) Rio Cachoeirinha até a divisa da 6ª com a 8ª Região Administrativa do Estado de São Paulo;
- j) Rio Preto desde sua confluência com o Córrego Piedade até a confluência com o Ribeirão Barra Grande, na divisa dos Municípios de São José do Rio Preto e Mirassolândia;
- k) Rio São Domingos até sua confluência com o Ribeirão Grande, no Município de Uchôa;
- l) Rio Turvo da sua nascente até a confluência com o Córrego da Divisa, no Município de Monte Alto.

## RESOLUÇÃO Nº 274 DE 29 DE NOVEMBRO 2000 – BALNEABILIDADE

O Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA, no uso das competências que lhe são conferidas pela lei nº 6938, de 31 de agosto 1981, regulamentada pelo Decreto nº 99.274, de 6 de junho de 1990, e tendo em vista o disposto pela Resolução CONAMA no 20, de 18 de junho de 1986 e em seu Regimento Interno, e considerando que a saúde e o bem-estar humano podem ser afetados pelas condições de balneabilidade;

considerando a necessidade de serem criados instrumentos para avaliar a evolução da qualidade das águas, em relação aos níveis estabelecidos para a balneabilidade, de forma a assegurar as condições necessárias à recreação de contato primário;

considerando que a Política Nacional do Meio Ambiente, a Política Nacional de Recursos Hídricos e o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro (PNGC) recomendam a adoção de sistemáticas de avaliação da qualidade ambiental das águas, resolve:

Art. 1º Para efeito desta Resolução são adotadas as seguintes definições:

- a) águas doces: águas com salinidade igual ou inferior a 0,50º/00;
- b) águas salobras: águas com salinidade compreendida entre 0,50º/00 e 30º/00;
- c) águas salinas: águas com salinidade igual ou superior a 30º/00;
- d) coliformes termotolerantes: bactérias pertencentes ao grupo dos coliformes totais caracterizadas pela presença da enzima  $\beta$ -galactosidase e pela capacidade de fermentar a lactose com produção de gás em 24 horas à temperatura de 44-45°C em meios contendo sais biliares ou outros agentes tenso-ativos com propriedades inibidoras semelhantes. Além de presentes em fezes humanas e de animais podem, também, ser encontradas em solos, plantas ou quaisquer efluentes contendo matéria orgânica;
- e) *Escherichia coli*: bactéria pertencente à família Enterobacteriaceae, caracterizada pela presença das enzimas  $\beta$ -galactosidase e  $\beta$ -glicuronidase. Cresce em meio complexo a 44-45°C, fermenta lactose e manitol com produção de ácido e gás e produz indol a partir do aminoácido triptofano. A *Escherichia coli* é abundante em fezes humanas e de animais, tendo, somente, sido encontrada em esgotos, efluentes, águas naturais e solos que tenham recebido contaminação fecal recente;
- f) Enterococos: bactérias do grupo dos estreptococos fecais, pertencentes ao gênero *Enterococcus* (previamente considerado estreptococos do grupo D), o qual se caracteriza pela alta tolerância às condições adversas de crescimento, tais como: capacidade de crescer na presença de 6,5% de cloreto de sódio, a pH 9,6 e nas temperaturas de 10° e 45°C. A maioria das espécies dos *Enterococcus* são de origem fecal humana, embora possam ser isolados de fezes de animais;
- g) floração: proliferação excessiva de microorganismos aquáticos, principalmente algas, com predominância de uma espécie, decorrente do aparecimento de condições ambientais favoráveis, podendo causar mudança na coloração da água e/ou formação de uma camada espessa na superfície;
- h) isóbata: linha que une pontos de igual profundidade;
- i) recreação de contato primário: quando existir o contato direto do usuário com os corpos de água como, por exemplo, as atividades de natação, esqui aquático e mergulho.

Art. 2º As águas doces, salobras e salinas destinadas à balneabilidade (recreação de contato primário) terão sua condição avaliada nas categorias própria e imprópria.

§ 1º As águas consideradas próprias poderão ser subdivididas nas seguintes categorias:

- a) Excelente: quando em 80% ou mais de um conjunto de amostras obtidas em cada uma das cinco semanas anteriores, colhidas no mesmo local, houver, no máximo, 250 coliformes termotolerantes (termotolerantes) ou 200 *Escherichia coli* ou 25 enterococos por 100 mililitros;
- b) Muito Boa: quando em 80% ou mais de um conjunto de amostras obtidas em cada uma das cinco semanas anteriores, colhidas no mesmo local, houver, no máximo, 500 coliformes termotolerantes (termotolerantes) ou 400 *Escherichia coli* ou 50 enterococos por 100 mililitros;
- c) Satisfatória: quando em 80% ou mais de um conjunto de amostras obtidas em cada uma das cinco semanas anteriores, colhidas no mesmo local, houver, no máximo 1.000 coliformes termotolerantes (termotolerantes) ou 800 *Escherichia coli* ou 100 enterococos por 100 mililitros.

§ 2º Quando for utilizado mais de um indicador microbiológico, as águas terão as suas condições avaliadas, de acordo com o critério mais restritivo.

§ 3º Os padrões referentes aos enterococos aplicam-se, somente, às águas marinhas.

§ 4º As águas serão consideradas impróprias quando no trecho avaliado, for verificada uma das seguintes ocorrências:

- a) não atendimento aos critérios estabelecidos para as águas próprias;
- b) valor obtido na última amostragem for superior a 2500 coliformes termotolerantes (termotolerantes) ou 2000 *Escherichia coli* ou 400 enterococos por 100 mililitros;
- c) incidência elevada ou anormal, na Região, de enfermidades transmissíveis por via hídrica, indicada pelas autoridades sanitárias;
- d) presença de resíduos ou despejos, sólidos ou líquidos, inclusive esgotos sanitários, óleos, graxas e outras substâncias, capazes de oferecer riscos à saúde ou tornar desagradável a recreação;
- e) pH < 6,0 ou pH > 9,0 (águas doces), à exceção das condições naturais;

- f) floração de algas ou outros organismos, até que se comprove que não oferecem riscos à saúde humana;
  - g) outros fatores que contra-indiquem, temporária ou permanentemente, o exercício da recreação de contato primário.
- § 5º Nas praias ou balneários sistematicamente impróprios, recomenda-se a pesquisa de organismos patogênicos.

Art. 3º Os trechos das praias e dos balneários serão interditados se o órgão de controle ambiental, em quaisquer das suas instâncias (municipal, estadual ou federal), constatar que a má qualidade das águas de recreação de contato primário justifica a medida.

§ 1º Consideram-se ainda, como passíveis de interdição os trechos em que ocorram acidentes de médio e grande porte, tais como: derramamento de óleo e extravasamento de esgoto, a ocorrência de toxicidade ou formação de nata decorrente de floração de algas ou outros organismos e, no caso de águas doces, a presença de moluscos transmissores potenciais de esquistossomose e outras doenças de veiculação hídrica.

§ 2º A interdição e a sinalização, por qualquer um dos motivos mencionados no caput e no § 1o deste artigo, devem ser efetivadas, pelo órgão de controle ambiental competente.

Art. 4º Quando a deterioração da qualidade das praias ou balneários ficar caracterizada como decorrência da lavagem de vias públicas pelas águas da chuva, ou em consequência de outra causa qualquer, essa circunstância deverá ser mencionada no boletim de condição das praias e balneários, assim como qualquer outra que o órgão de controle ambiental julgar relevante.

Art. 5º A amostragem será feita, preferencialmente, nos dias de maior afluência do público às praias ou balneários, a critério do órgão de controle ambiental competente.

Parágrafo único. A amostragem deverá ser efetuada em local que apresentar a isóbata de um metro e onde houver maior concentração de banhistas.

Art. 6º Os resultados dos exames poderão, também, abranger períodos menores que cinco semanas, desde que cada um desses períodos seja especificado e tenham sido colhidas e examinadas, pelo menos, cinco amostras durante o tempo mencionado, com intervalo mínimo de 24 horas entre as amostragens.

Art. 7º Os métodos de amostragem e análise das águas devem ser os especificados nas normas aprovadas pelo Instituto Nacional de Metrologia, Normatização e Qualidade Industrial-INMETRO ou, na ausência destas, no Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater-APHA-AWWA-WPCF, última edição.

Art. 8º Recomenda-se aos órgãos ambientais a avaliação das condições parasitológicas e microbiológicas da areia, para futuras padronizações.

Art. 9º Aos órgãos de controle ambiental compete a aplicação desta Resolução, cabendo-lhes a divulgação das condições de balneabilidade das praias e dos balneários e a fiscalização para o cumprimento da legislação pertinente.

Art. 10. Na ausência ou omissão do órgão de controle ambiental, o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis-IBAMA atuará, diretamente, em caráter supletivo.

Art. 11. Os órgãos de controle ambiental manterão o IBAMA informado sobre as condições de balneabilidade dos corpos de água.

Art. 12. A União, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios articular-se-ão entre si e com a sociedade, para definir e implementar as ações decorrentes desta Resolução.

Art. 13. O não cumprimento do disposto nesta Resolução sujeitará os infratores às sanções previstas nas Leis nos 6.938, de 31 de agosto de 1981; 9.605, de 12 de fevereiro de 1998 e no Decreto no 3.179, de 21 de setembro de 1999.

Art. 14. Esta Resolução entra em vigor na data de sua publicação.

Art. 15. Ficam revogados os arts. nos 26 a 34, da Resolução do CONAMA no 20, de 18 de junho de 1986.

JOSÉ SARNEY FILHO  
Presidente do CONAMA

JOSÉ CARLOS CARVALHO  
Secretário-Executivo

## Referências Bibliográficas

- American Public Health Association Microbiological examination of water. In: Standard methods for the examination of water and wastewater. 20 ed. Washington: APHA, AWWA, WEF, 1998.
- BEYRUTH, Z. – Comunidade Fitoplanctônica da Represa Guarapiranga: 1991-92. Aspectos Ecológicos, Sanitários e Subsídios para realização da Qualidade Ambiental. Tese de Doutorado – Faculdade de Saúde Pública – USP, 1996.
- BIESINGER, K.E. & CHRISTENSEN, G.M. 1972 Effects of various metals on survival, growth, reproduction, and metabolism of *Daphnia magna*. Journal Fisheries Research Board of Canada. 29(12):1691-1700.
- BRANCO, S. M.; Hidrobiologia Aplicada à Engenharia Sanitária. São Paulo: CETESB / ASCET.
- BRASIL. Resolução CONAMA nº 20, de 18 de junho de 1986. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 30 jul. 1986. P. 72-89.
- BRINKHURST, R.O.; MARCHESE, M.R. Guia para la identificación de oligoquetos acuáticos continentales de sud y centroamerica. 2a ed. Santo Tomé, Colección CLIMAX nº. 6. 207p. 1992.
- BURGESS, R.M; SCOTT, KJ. The significance of in-place contaminated marine sediments on the water column: processes and effects. In: Sediment toxicity assessment, BURTON JR, G.A. (ed.), Boca Raton: Lewis Publ., 1992, p.129-163.
- CAIRNS, JR., J.; DICKSON, K.L. A simple method for biological assesment on the effects of the most discharges on aquatic bottom- dwelling organisms. J. Water Pollut. Control Fed., v. 43, n. 5, p. 755-762. 1971.
- CCME (Canadian Council of Ministers of the Environment) Canadian sediment quality guidelines for the protection of aquatic life: Summary tables. In: Canadian environmental quality guidelines. Winnipeg: Canadian Council of Ministers of the Environment, 1999. Disponível em: [http://www.ec.gc.ca/ceqg-rcqe/English/Pdf/sediment\\_summary\\_table.htm](http://www.ec.gc.ca/ceqg-rcqe/English/Pdf/sediment_summary_table.htm) . Acesso em 28 set. 2001.
- CETESB, Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. São Paulo. Actinomicetos – contagem em placas – método de ensaio (Norma Técnica L5.201), 1986.
- CETESB, Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. São Paulo. Fitoplâncton de água doce: Métodos Quantitativo e Qualitativo – Método de Ensaio. São Paulo, CETESB Norma Técnica L5.303. 1990.
- CETESB, Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. São Paulo. Determinação de pigmentos fotossintetizantes. Clorofila a, b e c e feofitina a. S. Paulo, CETESB, Norma Técnica L5. 306, 1990. 19p.
- CETESB, Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. São Paulo. Eutrofização e Contaminação por Metais no Reservatório do Guarapiranga – Dados Preliminares – Relatório Técnico, 1992
- CETESB, Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. São Paulo. Eutrofização e Contaminação por Metais no Reservatório do Guarapiranga. Relatório Técnico – São Paulo, 1992.
- CETESB, Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. São Paulo. Mutação gênica reversa em *Salmonella typhimurium* - Teste de Ames. Método de Ensaio. Norma Técnica CETESB L5.620, p. 38, 1993.
- CETESB, Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. São Paulo. Alguns Aspectos da Recuperação da Qualidade das Águas do Reservatório Billings na Vigência do Artigo 46 – Relatório – EQQA – São Paulo, junho 1995.
- CETESB, Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. São Paulo. Avaliação Ecotoxicológica do Reservatório do Guarapiranga, com Ênfase ao Problema de Algas Tóxicas e Algicidas – São Paulo, 1995.
- CETESB, Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. São Paulo. Sedimentos - Determinação da distribuição granulométrica. São Paulo, CETESB, Norma Técnica L6. 160. 15 p. 1995.
- CETESB, Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. São Paulo. Avaliação do Complexo Billings: Comunidades Aquáticas, Água e Sedimento – (OUT/92 a OUT/93). Relatório Técnico, São Paulo, CETESB, 1996.
- CETESB, Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. São Paulo. Monitoramento Integrado – Bacias do Alto e Médio Tietê. Avaliação da Qualidade – Água, Sedimento e Peixes. Aditamento ao contrato 020/97. Relatório Final. São Paulo: CETESB/SABESP, 1999. 138p.
- CETESB, Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. São Paulo. Levantamento da Contaminação Ambiental do Sistema Estuarino de Santos e São Vicente. Relatório preliminar (em publicação), 2001.

- CETESB, Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. São Paulo. Determinação de bentos de Água Doce – Macroinvertebrados. Método Qualitativo e Quantitativo. São Paulo, CETESB, Norma Técnica L5.309, 14p. 2003.
- CETESB/DAEE. Vazões Mínimas de Referência para a Bacia do Rio Piracicaba, 1992.
- CNEC – CONSÓRCIO NACIONAL DE ENGENHARIA, JNS – ENGENHARIA, CONSULTORIA E GERENCIAMENTO, Plano de Desenvolvimento e Proteção Ambiental da Bacia do Guarapiranga – Projeto Guarapiranga, 1997
- COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO ALTO TIETÊ. Seminário: Uso Múltiplo da Represa Billings. São Paulo, outubro 1997.
- CONSÓRCIO DOS MUNICÍPIOS DO ABC. Plano Emergencial de Recuperação dos Mananciais da Região do ABC. 1998.
- DAEE, Departamento de Águas e Energia Elétrica. São Paulo. Levantamento, Análise e Processamento de Dados Fluviométricos da Bacia do Rio Piracicaba. São Paulo, 1978.
- DAEE, Departamento de Águas e Energia Elétrica. São Paulo. Vazões Médias, Mínimas, Volumes de Regularização e Curvas de Permanência no Estado de São Paulo. São Paulo, 1988.
- EPLER, J.H. Identification manual for the larval Chironomidae (Diptera) of Florida. Tallahassee, Florida Dept. Environ. Protection. 1995.
- ESTEVES, F.A. Fundamentos de Limnologia. Rio de Janeiro. Ed. Interciência/FINEP, 575p, 1988.
- FEAM, Minas Gerais – Monitoramento da Qualidade das Águas Superficiais do Estado de Minas Gerais – Agosto de 2000.
- GRIFOLL, M.; SOLANAS, A. M.; BAYONA, J. M. Characterization of genotoxic compounds in the sediments by mass spectrometric techniques combined with Salmonella/microsome test. Arch. Environ. Contam. Toxicol., v. 19, p. 175-184, 1990.
- HELIÖVAARA, K.; VÄISÄNEN, R. Insects and pollution. Boca Raton: CRC Press, Inc., 1993. 363p.
- HENRIQUE-MARCELINO, R. M.; LOPES, C.F.; MILANELLI, J.C.C.; JOHNSCHER-FORNASARO, G.; MORAES, A.C.; BRUNI, A.C.; CUTRUPI, S. Macrofauna bentônica de água doce: avanços metodológicos. São Paulo, CETESB, Relatório Técnico, 16p + anexos. 1992.
- II CONCURSO DAS ÁGUAS: CONCURSO PÚBLICO NACIONAL DE IDÉIAS PARA MELHOR APROVEITAMENTO DAS ÁGUAS DA REGIÃO METROPOLITANA DE SÃO PAULO. São Paulo: Prefeitura do Município de São Paulo: Consórcio Intermunicipal das Bacias do Alto Tamanduateí e Billings: Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência, 1992.
- KUHLMANN, M.L.; HAYASHIDA, C.Y.; ARAÚJO, R.P.A. Using Chironomus (Chironomidae: Diptera) mentum deformities in environmental assessment. Acta Limnol. Bras., v. 12, n. 2, p. 55-61. 2000.
- LAMPERT, W. 1981. Inhibitory and toxic effects of blue-green algae on Daphnia. Int. Revue ges. Hydrobiol. 66(3):285-298.
- LOPRETTO, E.C.; TELL, G. (eds) Ecosistemas d'aguas continentales: metodologias para su estudio. Tomo II. La Plata, Ed. SUR. 895p. 1995.
- LOPRETTO, E.C.; TELL, G. (eds) Ecosistemas d'aguas continentales: metodologias para su estudio. Tomo III. La Plata, Ed. SUR. 1401p. 1995.
- MAIER, M.H. & TAKINO, M. Limnologia de reservatórios do sudoeste do Estado de São Paulo, Brasil. IV – Nutrientes e Clorofila a. São Paulo: B. Inst. Pesca, v. 12, n.1, p. 75-102, 1985.
- MARON, D. M.; AMES, B. N. Revised methods for the Salmonella mutagenicity test. Mutat. Res., v.113, p.173-215, 1983.
- MERRITT, R.W.; CUMMINS, K.W. (eds) An introduction to the aquatic insects of North America. 3rd ed. Dubuque, Kendall/Hunt Publ. Co. 862p. 1996.
- MME/DNAEE. Inventário das Estações Fluviométricas. Brasília, 1995
- OHIO - EPA. Biological criteria for the protection of aquatic life: Volume II: Users manual for biological field assessment of Ohio surface waters. Surface Water Section, Division of Water Quality Monitoring and assessment, Columbus. 1987.
- PENNAK, R.W. Fresh-water invertebrates of the United States: Protozoa to Mollusca. 3rd ed. New York, John Wiley & Sons, Inc. 628p. 1989.
- PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO. Diagnóstico Cartográfico Ambiental do Município de São Paulo, 1992. 33 p.
- RAND, G.M & PETROCCELLI, S.R. (Eds). Ed. McGraw Hill, USA, 1985 (666 pp).
- SABESP, Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo. Data Oper – Sistema Cantareira. São Paulo, 1989.

- SECRETARIA DE SERVIÇOS E OBRAS PÚBLICAS – DEPARTAMENTO DE ÁGUA E ENERGIA ELÉTRICA – São Paulo, 1972.
- SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE DO ESTADO DE SÃO PAULO, COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL, PRIME ENGENHARIA. Avaliação da Poluição por Fontes Difusas Afluente ao Reservatório Guarapiranga – Relatório Técnico. São Paulo, 1998.
- SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE DO ESTADO DE SÃO PAULO, SECRETARIA DE RECURSOS HÍDRICOS, SANEAMENTO E OBRAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. Relatório de Situação dos Recursos Hídricos - 1995. Gestão das Águas: 6 anos de percurso. São Paulo, 1997. 128p.
- SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE DO ESTADO DE SÃO PAULO. Lei Estadual nº 9.866/97 – Uma Nova Política de Mananciais. Novembro, 1997.
- SLEPUKHINA, T.D. Comparison of different methods of water quality evaluation by means of oligochaetes. *Hydrobiologia*, v. 115, p. 183-186. 1984.
- SUGUIO, K. Introdução à Sedimentologia. São Paulo. Edgard Blücher/EDUSP. 317p. 1973.
- TERMOS DE REFERÊNCIA – SECRETARIA MUNICIPAL DE SAÚDE – 1995. / Coord. Câmara Técnica de Planejamento e Gerenciamento dos Recursos Hídricos [e] Secretaria Executiva do Comitê da Bacia Hidrográfica dos Rios Sorocaba e Médio Tietê, CETESB: Universidade de Sorocaba – São Paulo, 1997, 231p.
- THORP, J.H.; COVICH, A.P. (eds) Ecology and classification of North American freshwater invertebrates. San Diego, Academic Press, Inc. 911p. 1991.
- TOLEDO, JR. A. P.- Informe preliminar sobre os estudos para a obtenção de um índice para a avaliação do estado trófico de Reservatórios de regiões quentes tropicais – Outubro de 1990.
- TOLEDO, JR. A. P.; TALARICO, M.; CHINEZ, S. J.; AGUDO, E. G. – A aplicação de modelos simplificados para a avaliação do processo da eutrofização em lagoas e Reservatórios tropicais. CBES, 12, 1983 Camboriú.
- TRIVINHO-STRIXINO, S.; STRIXINO, G. Larvas de Chironomidae do Estado de São Paulo: Guia de identificação e diagnose dos gêneros. São Carlos, UFSCar/PPG - Ecologia e Recursos Naturais. 229p. 1995.
- UMBUZEIRO, G.A. (comunicação pessoal)
- VIGANÒ, L.; ARILLO, A.; BUFFAGNI, A.; CAMUSSO, M.; CIANNARELLA, R.; CROSA, G.; FALUGI, C.; GALASSI, S.; GUZZELLA, L.; LOPEZ, A.; MINGAZZINI, M.; PAGNOTTA, R.; PATROLECCO, L.; TARTARI, G.; VALSECCHI, S. Quality assessment of bed sediments of the Po river (Italy). *Water Res.*, v. 37, p.501-518, 2003.
- WASHINGTON, H.G. Diversity, biotic and similarity indices. A review with special relevance to aquatic ecosystems. *Water Res.*, v. 18, n. 6, p. 653-694. 1984.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION Guidelines for drinking water quality, vol. 1 – Recommendations, 2. ed., Geneva: WHO, 1993.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION Guidelines for drinking water quality, vol. 2 – Health criteria and other supporting information, 2. ed., Geneva: WHO, 1996.
- ZAGATTO, P.A; LORENZETTI, M.L.; LAMPARELLI, M.C.; SALVADOR, M.E.P.; MENEGON JR., N & BERTOLETTI, E. Aperfeiçoamento de um Índice de Qualidade de Águas. 1999. *Acta Limnologia Brasileira*, vol. 11(2) 111-126.