



**GOVERNO DO ESTADO
DE SÃO PAULO**

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO

Geraldo Alckmin *Governador*

SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE

José Goldemberg *Secretário*

CETESB - COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL

Rubens Lara *Diretor Presidente*



CETESB

Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental

Relatório de Qualidade das Águas Interiores do Estado de São Paulo 2004

SÃO PAULO
2005

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
2004 / CETESB. – - São Paulo : CETESB, 2005.

2 v. : il. ; 30 cm. – - (Série Relatórios / Secretaria de Estado do Meio
Ambiente, ISSN 0103-4103)

Conteúdo: v.1 : 307p.; v.2 : CD ROM Resultados dos variáveis e
indicadores de qualidade das águas; Legislação Controle Poluição das Águas
(Anexos 1 a 4).

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.)
CDU (ed. 99 port.)

628.168.681.6
628.515(815.6)

Edição

DIRETORIA DE ENGENHARIA, TECNOLOGIA E QUALIDADE AMBIENTAL

Eng. Lineu José Bassoi
Diretor

Coordenação Geral

Eng. Quím. Eduardo Mazzolenis de Oliveira
Gerente do Departamento de Tecnologia de Águas Superficiais e Efluentes Líquidos

Coordenação Executiva

Quím. José Eduardo Bevilacqua
Gerente da Divisão de Qualidade das Águas

Eng. Nelson Menegon Jr.
Gerente do Setor de Águas Interiores

Biól. Claudio Roberto Palombo
Setor de Águas Interiores

Equipe Técnica

Adm. Maria de Fátima Gomes de Azevedo
Quím. Niels Thomas Nadruz
Eng. Uladyr Ormino Nayme
Biól. Sergio Roberto
Téc. Márcia Cecília de Castro Niglio
Adm. Antonio Carlos B. Barreiros Jr.
Farm. Bioq. Ana Tereza Galvani
Biól. Eduardo Bertolotti
Farm. Bioq. Elayse Maria Hachich
Aux. Lab. Emerson Alves de Araújo
Eng. Flavio de Miranda Ribeiro
Biól. Gisela de Aragão Umbuzeiro
Biól. Guiomar Johnscher Fornasaro
Biól. Helena Mitiko Watanabe
Biól. Liliana Inês Werner
Biól. Livia Fernanda Aguijaro
Biól. Mara E. Pereira Salvador
Biól. Márcia Ap. Aragão
Biól. Márcia J. Coelho Botelho

Coordenações Temáticas

Hidrologia: Eng. Hélio Bressan Jr.
Biologia: Biól. Marta C. Lamparelli
Geografia: Geog. Carmen L. V. Midaglia
Uso do Solo: Geog. Cleide Poletto
Saneamento: Eng. Paulo T. Katayama

Biom. Maria Cristina L.S. Coelho
Biól. Maria do Carmo Carvalho
Biól. Maria Helena Roquetti Humayta
Biól. Mônica Luisa Kuhlmann
Biól. Paulo Fernando Rodrigues
Farm. Bioq. Rosalina Pereira de Almeida Araújo
Biól. Sandra Valéria Buratini
Biól. Valéria Aparecida Prósperi

Estagiários:

Alexandre Tiltscher
Aude France Charbonneau
Flavio Fortes Camargo
Pedro Paulo Gonçalves Barbieri
Renato Diniz Amarilha Lobo
Renan de Freitas Poli
Julia de Lima Krahenbuhl

Informações de Acidentes Ambientais

CADAC – Cadastro de Acidentes Ambientais, de responsabilidade do Setor de Operações de Emergência (CETESB)

Informações Hidrológicas

CESP – Companhia Energética de São Paulo
CETESB – Setor de Hidrologia
CBA – Companhia Brasileira de Alumínio S/A
EMAE – Empresa Metropolitana de Água e Energia
FCTH – Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica
FURNAS Centrais Elétricas S/A (RJ)
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 Piracicaba II
Regional da Bacia do Paraná
Regional da Bacia do Grande e Turvo
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

Agradecimentos às Regionais e Agências Ambientais da Diretoria de Controle de Poluição Ambiental da CETESB, pela participação técnica na elaboração deste Relatório.

Produção Editorial, Fotolito e Impressão

CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental

Impresso em março, 2005.

Fotografias: Setor de Águas Interiores

Fotos da Capa: Clayton F. Lino (SMA/CNRBMA) e Arquivo SMA – Secretaria do Meio Ambiente

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

Apresentação

“A água doce é um recurso finito e vulnerável, essencial para garantir a vida, o desenvolvimento e o meio ambiente” (1992)

“Gerenciamento e desenvolvimento da água deverá ser baseado numa abordagem participativa, envolvendo usuários, planejadores legisladores em todos os níveis” (1992)

“Água Fonte de Vida: uma década voltada para ação” (2005)

A Declaração de Dublin em 1992, pouco antes da Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (Rio-92), registrava, de forma inovadora, que *“a água doce é um recurso finito e vulnerável, essencial para garantir a vida, o desenvolvimento e o meio ambiente”* e que o *“gerenciamento e desenvolvimento da água deverá ser baseado numa abordagem participativa, envolvendo usuários, planejadores legisladores em todos os níveis”* (Princípios nº 1 e 2 da Declaração de Dublin – Conferência Internacional sobre Água e Meio Ambiente, ONU, Irlanda, Janeiro de 1992).

Estes princípios ecoaram nos debates da Rio 92 e tiveram influência marcante nas políticas de meio ambiente e recursos hídricos de muitos países, incluindo o Brasil. Outra desdobramento importante foi a declaração da Assembléia Geral da ONU, determinando que o dia 22 de março de cada ano seja declarado Dia Mundial da Água, a celebrar-se a partir de 1993, tendo por base as recomendações da Rio-92.

Este 22 de março de 2005 será ainda mais especial, pois a ONU concordou em proclamar o período 2005-2015 como a Década de Ação Internacional “Água Fonte de Vida”. A Assembléia Geral das Nações Unidas solicitou aos principais organismos, governos, organizações não-governamentais, setor privado, agências especializadas, comissões regionais e outras organizações das Nações Unidas para coordenar esforços e recursos existentes e voluntários sobre a importância da conservação, preservação e proteção da água, bem como da importância da implantação e aperfeiçoamento de sistemas participativos e descentralizados de gestão de recursos hídricos.

A Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental - CETESB, que tem dentre suas atribuições, realizar o diagnóstico ambiental dos recursos hídricos das bacias hidrográficas do Estado, pretende, por meio do lançamento de seu Relatório de Qualidade das Águas Interiores, contribuir nos debates e ações para que a Década que ora se inicia seja um período de ação efetiva em prol da água para a vida.

O relatório de qualidade das águas interiores publicado anualmente desde 1978, tem por objetivo divulgar os resultados da avaliação do monitoramento dos corpos d'água do Estado de São Paulo para subsidiar as ações de controle de poluição, os Comitês de Bacia e os setores competentes das administrações municipal, estadual e federal, nas ações de recuperação da qualidade das águas dos

rios e reservatórios existentes no território paulista, além de fornecer também o suporte necessário para a tomada de decisões no âmbito da implantação das demais políticas públicas no Estado de São Paulo.

A rede de monitoramento da CETESB, completando 30 anos de atividade em 2004, iniciou com a implantação de 47 pontos de amostragem. Hoje conta com 316 estações manuais de monitoramento das águas, 26 a mais do que 2003, e 14 estações automáticas, sendo 5 novas estações implantadas em 2004 (gerando dados em tempo real).

A CETESB em 2004, também acompanhou a qualidade das águas brutas de 61 captações utilizadas para o abastecimento público de, aproximadamente, 20 milhões de habitantes, representando uma vazão total captada de 85 m³/s.

Toda a rede de monitoramento da CETESB gera um volume de dados anual correspondente a cerca de 60.000 análises químicas, físicas e biológicas, realizadas por seus laboratórios sediados em São Paulo e aqueles localizados nas agências regionais distribuídas no Estado.

Ao longo da existência da rede de monitoramento, o aumento das variáveis de qualidade medidas é bastante significativo, mas ressalta-se que novos métodos e procedimentos também foram adotados. Nesse sentido, vale citar a inclusão dos índices que avaliam as comunidades biológicas e a inserção da contagem de cianobactérias na análise das comunidades fitoplanctônicas, o que aprimora significativamente a avaliação da qualidade do ambiente com relação à proteção da vida aquática, além de ampliar sobremaneira o conhecimento dos corpos d'água paulistas.

Este relatório apresenta ainda os percentuais de coleta e tratamento de esgotos domésticos, dados sobre cargas orgânicas potencial e remanescente domésticas, além dos respectivos corpos de água receptores desses lançamentos em cada um dos 645 municípios do Estado de São Paulo.

A CETESB, no cumprimento do seu papel institucional de disponibilizar esses dados à sociedade, inclusive pela Internet no endereço www.cetesb.sp.gov.br, cumpre seu papel social e busca contribuir para o aprimoramento das políticas públicas com o objetivo de proporcionar uma melhor qualidade de vida para a população.

Rubens Lara

Diretor Presidente da CETESB

Este trabalho é especialmente dedicado à memória do nosso companheiro Paulo Loubeira Filho, que sempre acreditou que mesmo a mais difícil das tarefas torna-se fácil quando há união e prazer no trabalho em equipe.

Como ele dizia: *“Isso é mole para nós!”*

Sumário

1	Introdução.....	1
2	Pontos de Amostragem.....	2
3	Variáveis de qualidade	10
3.1	Variáveis de qualidade das águas	10
3.2	Variáveis de qualidade dos sedimentos	11
3.3	Significado Ambiental das Variáveis.....	11
3.4	Metodologia	35
4	Balneabilidade das praias em reservatórios.....	37
4.1	Critérios para avaliação da balneabilidade	38
4.2	Classificação da balneabilidade das praias	39
4.3	Fatores que influem na balneabilidade	39
4.4	Aspectos de saúde pública.....	40
5	Índices de qualidade das águas	40
5.1	Índice de Qualidade das Águas Brutas para fins de Abastecimento Público.....	42
5.2	Índices de Qualidade de Água para Proteção da Vida Aquática e de Comunidades Aquáticas.....	46
5.3	Índice de Balneabilidade.....	53
6	Critérios para avaliação da qualidade de sedimento	53
7	Aspectos legais – recursos hídricos	55
8	Metodologia utilizada para a estimativa das cargas orgânicas provenientes de esgotos sanitários urbanos	57
9	Avaliação da qualidade das águas.....	58
9.1	UGRHI 1 – Mantiqueira	62
9.2	UGRHI 2 – Paraíba do Sul	65
9.3	UGRHI 3 – Litoral Norte.....	75
9.4	UGRHI 4 – Pardo.....	79
9.5	UGRHI 5 – Piracicaba, Capivari e Jundiaí.....	84
9.6	UGRHI 6 – ALTO TIETÊ	110
9.7	UGRHI 7 – Baixada Santista	170
9.8	UGRHI 8 – Sapucaí/Grande	177
9.9	UGRHI 9 – Mogi-Guaçu.....	181
9.10	UGRHI 10 – Sorocaba/Médio Tietê	191
9.11	UGRHI 11 – Ribeira de Iguape/Litoral Sul	204
9.12	UGRHI 12 – Baixo Pardo/Grande.....	211
9.13	UGRHI 13 – Tietê – Jacaré	214
9.14	UGRHI 14 – Alto Paranapanema.....	219
9.15	UGRHI 15 – Turvo/Grande	224
9.16	UGRHI 16 – Tietê/Batalha	231
9.17	UGRHI 17 – Médio Paranapanema	235
9.18	UGRHI 18 – São José dos Dourados	240
9.19	UGRHI 19 – Baixo Tietê	244
9.20	UGRHI 20 – Aguapeí.....	249
9.21	UGRHI 21 – Peixe	254
9.22	UGRHI 22 – Pontal do Paranapanema.....	260
10	Síntese das informações de qualidade das águas no Estado de São Paulo	265
10.1	IAP e IVA	265
10.2	Qualidade das águas brutas captadas para abastecimento público monitoradas pela CETESB	268
10.3	Grau de Eutrofização.....	270
10.4	Porcentagem de Resultados não conformes aos Padrões de Qualidade Classe 2 – CONAMA 20/86	276
10.5	Carga orgânica poluidora doméstica	277

10.6	Acidentes ambientais envolvendo os recursos hídricos.....	279
10.7	Compilação das considerações e recomendações.....	281
11	Referências Bibliográficas.....	293

ANEXOS (constantes no CD ROM parte integrante do relatório)

ANEXO 1 – LEGISLAÇÃO – CONTROLE DE POLUIÇÃO DAS ÁGUAS

ANEXO 2 – DADOS BRUTOS DE QUALIDADE DAS ÁGUAS

ANEXO 3 – DADOS BRUTOS DE QUALIDADE DOS SEDIMENTOS

ANEXO 4 – DADOS DE VAZÕES E VOLUMES

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 (Anexo 1 contido no CD integrante deste relatório). A Portaria 518, do Ministério da Saúde, de 2004 (Anexo 1), 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 como 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 níveis 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 estações de tratamento de esgotos (ETEs) 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, bem como em busca de um melhor diagnóstico dos mananciais utilizados para o abastecimento público, várias modificações foram introduzidas, tendo sido alterados o número de pontos de amostragem, as frequências das coletas e as variáveis de qualidade avaliadas. Dessa forma, a CETESB complementa a sua rede básica de monitoramento com o monitoramento regional, que objetiva identificar os problemas locais; com a rede de sedimento, para aperfeiçoamento do diagnóstico da coluna d'água; com o programa de balneabilidade dos reservatórios, para informar a população sobre as condições de banho de suas praias; e com o monitoramento automático, para o controle da qualidade com vistas ao abastecimento público e recepção de efluentes domésticos e industriais.

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.

A avaliação da qualidade das águas, neste relatório, está estruturada pela divisão das UGRHIs e também pelos três usos preponderantes dos recursos hídricos: abastecimento público, proteção da vida aquática e balneabilidade. Assim, para cada um desses usos, além das variáveis específicas de qualidade de água e sedimento, foram também utilizados os diversos índices de qualidade da água.

Em 2004, a rede básica de monitoramento de qualidade das águas interiores da CETESB contemplou 158 pontos de monitoramento, sendo um deles localizado no Estado de Minas Gerais.

Com relação ao ano anterior, foram incluídos 4 novos pontos de amostragem na rede básica: dois pontos no Rio Paraíba - UGRHI 2, nas captações dos municípios de Santa Branca e Pindamonhangaba, um ponto no Rio Perequê - UGRHI 7, na captação da Carbocloro e um ponto no Rio Santo Anastácio - UGRHI 22, a jusante de Presidente Prudente. O monitoramento regional da Agência de Pirassununga ampliou de 12 para 29 o número de pontos de amostragem, situados nos principais tributários ao longo do trecho crítico do Rio Mogi Guaçu. Com relação à rede de sedimento, houve uma expansão para duas novas Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos: UGRHI 2 (trecho crítico do Rio Paraíba) e UGRHI 22 (Rio do Peixe).

As porcentagens de coleta e de tratamento dos esgotos domésticos no Estado de São Paulo, bem como as cargas poluidoras potencial e remanescente e o corpo receptor foram atualizados através das informações vindas da Diretoria de Controle da Poluição Ambiental da CETESB e da SABESP – Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo, relativos ao ano de 2004.

Quanto à Gestão dos Recursos Hídricos, em 2004, teve início um programa de reuniões técnicas envolvendo as Diretorias de Engenharia, Tecnologia e Qualidade Ambiental e de Controle da Poluição Ambiental da CETESB, para aperfeiçoar o diagnóstico dos recursos hídricos em cada UGRHI.

De forma a identificar as UGRHIs, onde ocorreram acidentes ambientais com reflexo nos recursos hídricos em 2004, estão disponibilizadas, neste relatório, as informações presentes no banco de dados de acidentes ambientais da CETESB.

Os dados brutos de qualidade das águas e dos sedimentos podem ser acessados por meio dos Anexos 2 e 3, respectivamente, contidos no CD integrante deste relatório, com as tabelas dos resultados das amostragens realizadas ao longo do ano de 2004.

2 Pontos de Amostragem

Nos países membros da União Européia, é adotada uma densidade média de 1 estação de monitoramento de água para cada 1.000 km². Por exemplo, a França (Réseau National des Données sur l'Eau - SEQ-Eau, 2004), com 551.100 km², possui uma Rede Nacional de Bacias (RNB), contendo 1.700 pontos de observação, o que corresponde a uma densidade de 3,08 pontos para cada 1.000 km². Esta rede de monitoramento tem como vocação o conhecimento geral da qualidade das águas superficiais, considerando a escala de tempo. Além desta, possuem outras redes de apoio:

- Redes Complementares de Bacias (RCB): com a mesma vocação geral da RNB, mas realizadas em parcerias com os departamentos dos rios localmente importantes;
- Redes de Uso: trata-se do monitoramento da qualidade de água dos mananciais destinados a produção de água potável (a água superficial representa 40% do volume destinado ao consumo humano na França);
- Redes Locais: são organizadas por iniciativas locais, quando rios ou situação geográfica necessita de monitoramento especial (água do litoral, água de banho, ...) e
- Redes Dedicadas: são específicas para algumas variáveis, seguindo as circunstâncias locais, como por exemplo as estações especializadas em micro poluentes orgânicos, pesticidas, metais sobre sedimentos, e o monitoramento da qualidade é obrigatório a montante e a jusante das centrais nucleares.

Segundo o IBGE, a área do Estado de São Paulo corresponde a 248.209,4 km², assim a Rede de Monitoramento da CETESB com 158 pontos perfaz uma densidade média de 0,64 pontos para cada 1.000 km². Considerando os 106 pontos adicionais de amostragem do monitoramento regional (antigo Perfil Sanitário) das Regionais das Bacias do Paraná, Baixada Santista, Litoral Norte, Piracicaba e de Pirassununga, este índice atinge 1,06. Somando os 31 pontos do programa de balneabilidade de praias em lagos, obtém-se um total de 295 pontos. Acrescentando-se ainda os 21 pontos de sedimento de água doce, atinge-se uma densidade de 1,27.

Ressalta-se ainda que, com relação à rede de sedimento, tomou-se, em 2004, as seguintes medidas:

- inclusão: Rio Paraíba, Rio Peixe, Reservatório de Pirapora, Ribeirão Quilombo e Ribeirão Tatu;
- exclusão: Rio Corumbataí e Reservatório Água Vermelha (Braço do Tomazinho) e
- alteração: Rio Ribeira de Iguape e Reservatório do Rio Grande.

Portanto, a CETESB operou, em 2004, uma rede de 316 pontos de monitoramento dos compartimentos água e sedimento, conforme pode ser visualizado na figura 1.

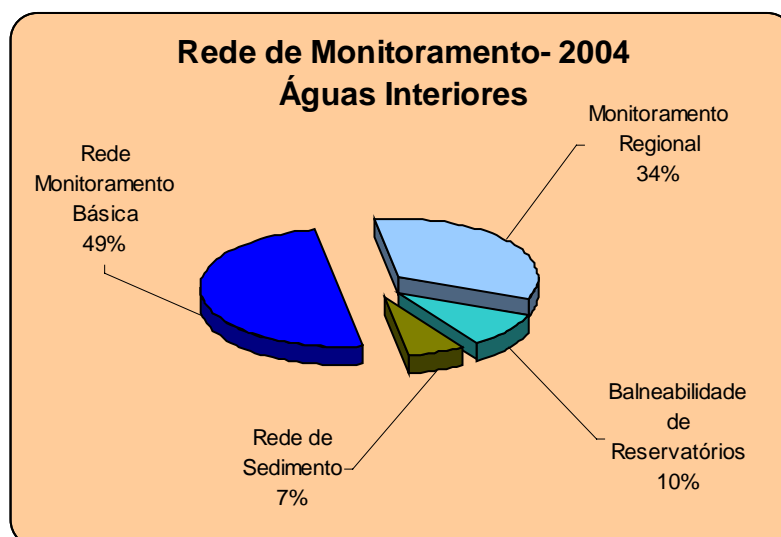


Figura 1 - Pontos de Amostragem de Água e Sedimento – 2004

Os atuais 316 pontos geram um volume de dados anual correspondente a, aproximadamente, 60.000 análises químicas, físicas e biológicas. Mensalmente, boletins de não conformidades são emitidos e encaminhados às Unidades Regionais competentes.

A figura 2 mostra a classificação das 22 Unidades de Gerenciamento dos Recursos Hídricos (UGRHs) designadas pelo Anexo III da Lei Estadual N°. 9034, de 1994 – Plano Estadual de Recursos Hídricos.

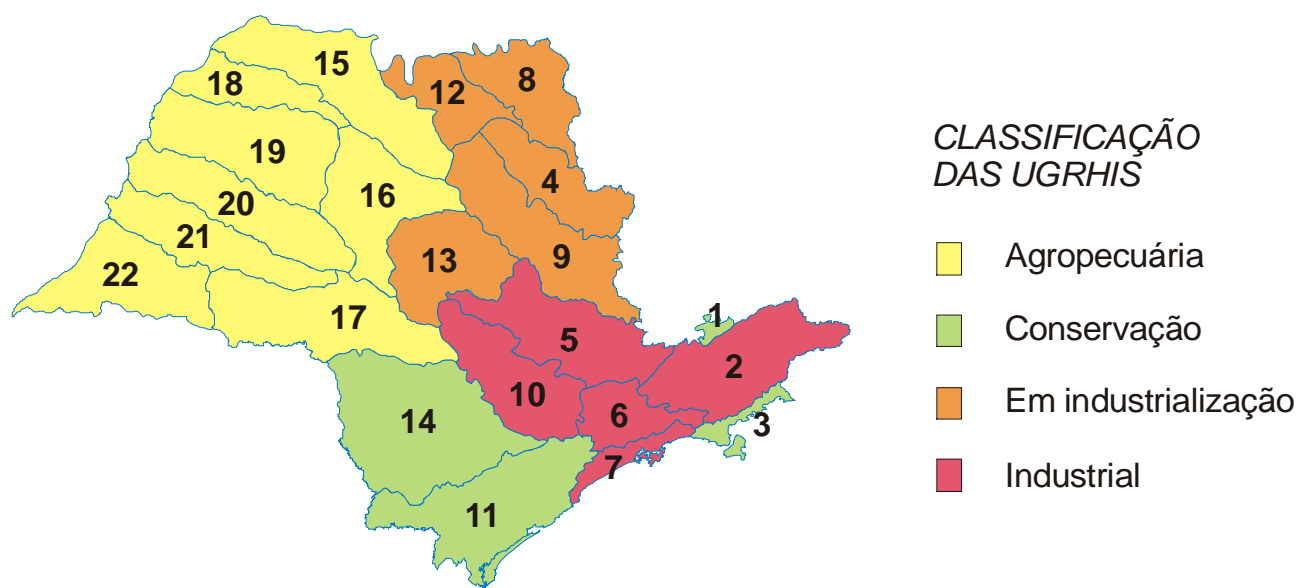


Figura 2 - Classificação das 22 Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo

A tabela 1 mostra um quadro resumo das UGRHs, sua classificação e área de drenagem da bacia em território paulista (km²), conforme o Plano Estadual de Recursos Hídricos (Relatório de Situação dos Recursos Hídricos do Estado de São Paulo, 2002). Informa-se, também, a população (IBGE, 2000), a densidade de população por UGRHI, o total de pontos por tipo de monitoramento e densidade de pontos de monitoramento.

Tabela 1- Quadro resumo das UGRHIs

UGRHI	Unidade de Gerenciamento de Recurso Hídrico/Tipo	ÁREA em Km²	POP. TOTAL 2000 IBGE	Dens. Pop. 2000	Rede Básica	Monit. Reg.	Baln. Águas Doces	Mon. Total Água	Rede Sedim.	Monit. Total	Pontos Água / Km²	Dens. Mon. Total
17	Médio Paranapanema	16.829	619.330	36,80	2	1	0	3	0	3	0,18	0,18
15	Turvo / Grande	16.037	1.116.288	69,61	8	0	0	8	0	8	0,50	0,50
19	Baixo Tietê	15.787	684.641	43,37	4	3	0	7	0	7	0,44	0,44
16	Tietê / Batalha	13.151	465.139	35,37	2	1	0	3	0	3	0,23	0,23
20	Aguapeí	13.068	347.435	26,59	2	3	0	5	0	5	0,38	0,38
21	Peixe	10.780	417.726	38,75	2	1	0	3	1	4	0,28	0,37
22	Pontal do Paranapanema	12.493	452.131	36,19	5	0	0	5	0	5	0,40	0,40
18	São José dos Dourado	6.732	214.597	31,88	1	0	0	1	0	1	0,15	0,15
UGHRIs Agropecuárias (08)		104.877	4.317.287	41,17	26	9	0	35	1	36	0,33	0,34
14	Alto Paranapanema	22.795	678.607	29,77	5	0	0	5	0	5	0,22	0,22
11	Ribeira de Iguape/Litoral Sul	16.607	358.565	21,59	6	1	0	7	1	8	0,42	0,48
3	Litoral Norte	1.987	223.914	112,69	4	3	0	7	0	7	3,52	3,52
1	Mantiqueira	679	60.904	89,70	1	0	0	1	0	1	1,47	1,47
UGHRIs Conservação (04)		42.068	1.321.990	31,43	16	4	0	20	1	21	0,48	0,50
9	Mogi-Guaçu	15.218	1.292.883	84,96	4	29	0	33	1	34	2,17	2,23
13	Tietê / Jacaré	11.749	1.324.270	112,71	4	1	0	5	0	5	0,43	0,43
8	Sapucaí / Grande	9.170	609.635	66,48	4		0	4	0	4	0,44	0,44
4	Pardo	9.038	971.011	107,44	4	0	0	4	0	4	0,44	0,44
12	Baixo Pardo / Grande	7.249	311.896	43,03	1		0	1	0	1	0,14	0,14
UGHRIs em Industrialização (05)		52.424	4.509.695	86,02	17	30	0	47	1	48	0,90	0,92
10	Sorocaba / Médio Tietê	11.708	1.561.475	133,37	14		2	16	2	18	1,37	1,54
2	Paraíba do Sul	14.547	1.770.227	121,69	14	0	0	14	1	15	0,96	1,03
5	Piracicaba, Capivari e Jundiaí	14.314	4.314.242	301,40	22	56	6	84	4	88	5,87	6,15
6	Alto Tietê	5.985	17.696.946	2956,88	42		23	65	9	74	10,86	12,36
7	Baixada Santista	2.886	1.474.665	510,97	7	7	0	14	2	16	4,85	5,54
UGHRIs Industrial (05)		49.440	26.817.555	542,43	99	63	31	193	18	211	3,90	4,27
22 UGRHIs		248.209	37.032.403	149,2	158	106	31	295	21	316	1,19	1,27

As UGRHIs com processo de industrialização já consolidado, denominadas UGRHIs **industriais**, possuem agora 211 pontos, apresentando uma densidade de pontos de monitoramento acima do recomendado. Além da elevada atividade industrial nas UGRHIs 2, 5, 6, 7 e 10, concentram-se as três regiões metropolitanas do Estado de São Paulo. A UGRHI 6, com uma população, em 2000, de 26.817.555 habitantes, onde está localizada a cidade de São Paulo, possui uma densidade populacional de 3.128 habitantes por km², contendo 12 vezes mais de monitoramento do que o índice proposto pela UE. Também nestas UGRHIs estão concentrados 72% dos 61 pontos de captações monitorados em todo o Estado.

As UGRHIs classificadas como **agropecuárias**, quando somadas suas áreas, são as maiores em termos de extensão territorial. A Bacia Hidrográfica do Médio Paranapanema com 16.829 km² e, juntamente com as demais UGRHIs agropecuárias, ocupam uma área equivalente a 42 % da área do Estado. A UGRHI 18 – São José dos Dourados, por exemplo, apresenta um índice de apenas 0,15 pontos/1000 km². Na UGRHI 22, incluíram-se dois novos pontos, sendo um na rede básica e um na rede de sedimento, perfazendo uma densidade de 0,40 pontos/1000 km². As demais UGRHIs também necessitam de um maior número de pontos, pois possuem em média 1/3 do índice da UE.

Na classe **de conservação**, estão os dois extremos em termos de tamanho: a maior de todas, a UGRHI 14 (Alto Paranapanema), com 22.795 km² e apenas 5 pontos, e a menor delas, a UGRHI 1 (Mantiqueira), com 679 km² e 1 ponto de monitoramento. Apenas as UGRHIs 1 e 3 desta categoria atendem ao índice. Considerando-se a rede básica de monitoramento e o monitoramento regional, esta classe de UGRHIs possui um índice médio de 0,50 pontos/1000 km². Apesar da baixa densidade populacional, torna-se necessário um estudo para a expansão do monitoramento nas áreas de preservação e conservação.

As UGRHIs 4, 8, 9, 12 e 13, distribuídas geograficamente na região nordeste do estado, ocupam 1/5 de sua área são e classificadas como em processo de industrialização. Neste grupo, está a cidade de Ribeirão Preto, que possui 505.012 habitantes dos 4,5 milhões distribuídos nesta UGRHI. Este grupo de UGRHIs totaliza 47 pontos de água e um de sedimento. Portanto, a maioria das UGRHIs desse grupo possuem menos de 1 ponto por 1.000 km², (UGRHIs 4, 8 e 13) e, especialmente, a UGRHI 12, tem o maior déficit do estado, com um índice de 0,14. Já a UGRHI 9, que engloba cidades como Mogi-Guaçu, Araras e Pirassununga, com importante atividade industrial, conseguiu elevar o índice em 2004 para 2,23, por meio da ampliação do monitoramento regional, que incluiu os principais tributários do trecho crítico do Rio Mogi Guaçu.

O monitoramento regional ainda confere à UGRHI 5 a segunda melhor representatividade com 6,15 pontos por km². A UGRHI 2, também industrial, com a inserção de novos 3 pontos, atinge a média.

• Distribuição dos Pontos por Município e Corpo d'Água

Na tabela 2 é apresentado o número de pontos por município. Os 316 pontos de amostragem estão distribuídos em 149 dos 645 municípios paulista, contabilizando 23% de cobertura. As concentrações mais expressivas estão nos municípios industriais, tais como São Paulo e São Bernardo do Campo, na RMSP, bem como Pirassununga, Cubatão, Mogi-Guaçu, Piracicaba, Americana e Paulínia.

Tabela 2 - Número e tipo de pontos de amostragem por município

MUNICÍPIO	Rede + Monitoram. Regional	Rede de Sedimento	Praias interiores	Total de pontos	MUNICÍPIO	Rede + Monitoram. Regional	Rede de Sedimento	Praias interiores	Total de pontos
ALVARES MACHADO	1			1	MOCOCA	1			1
AMERICANA	4	2		6	MOGI DAS CRUZES	2			2
AMPARO	2			2	MOGI-GUAÇU	8			8
ANALÂNDIA	1			1	MOGI-MIRIM	2			2
ANGATUBA	2			2	MOMBUCA	1			1
APARECIDA	1			1	MONTE ALEGRE DO SUL	2			2
ARAÇATUBA	2			2	MONTE MOR	1			1
ARARAQUARA	1			1	NAZARE PAULISTA			3	3
ARARAS	2			2	NOVA GRANADA	1			1
ARUJA	1			1	OURINHOS	2			2
ATIBAIA	1			1	PALESTINA	1			1
AVARE	1			1	PALMARES PAULISTA	1			1
BARRA BONITA	1			1	PAULÍNIA	5	1		6
BAURU	1			1	PEDREIRA	1			1
BERTIOGA	3			3	PENAPOLIS	1			1
BIRIGUI	1			1	PEREIRA BARRETO	1			1
BIRITIBA MIRIM	2	1		3	PERUIBE	1			1
BOM JESUS DOS PERDOES	2			2	PIEDADE			1	1
BOTUCATU	2	1		3	PINDAMONHANGABA	1			1
BRAGANÇA PAULISTA	4		2	6	PIQUEROBI	1			1
CABREÚVA	5			5	PIRACAIA			1	1
CACAPAVA	1	1		2	PIRACICABA	7			7
CAJAMAR	2	1		3	PIRAPORA DO BOM JESUS	2	1		3
CAMPINAS	3			3	PIRASSUNUNGA	9	1		10
CAMPO LIMPO PAULISTA	3			3	PITANGUEIRAS	1			1
CAMPOS DO JORDÃO	1			1	PONTAL	1			1
CARAGUATATUBA	1			1	PORTO FERREIRA	1			1
CARAPICUIBA	1			1	PROMISSÃO	1			1
CASTILHO	1			1	QUELUZ	1			1
CATIGUA	1			1	RAFARD	1			1
CERQUILHO	1	1		2	REGINÓPOLIS	1			1
CHARQUEADA	1			1	REGISTRO	1			1
CONCHAL	2			2	RESTINGA	1			1
COSMÓPOLIS	1			1	RIBEIRÃO PIRES	2		1	3
COTIA	4			4	RIBEIRÃO PRETO	1			1
CUBATÃO	6	2		8	RIO CLARO	2			2
DOURADO	1			1	RIO GRANDE DA SERRA	1			1
DRACENA	1			1	ROSANA	1			1
EMBU-GUAÇU	2			2	SALESÓPOLIS		1		1
ENGENHEIRO COELHO	1			1	SALTO	3			3
GENERAL SALGADO	1			1	SANTA BARBARA D OESTE	1			1
GUAIRÁ	2			2	SANTA BRANCA	2			2
GUAPIACU	1			1	SANTA CRUZ DAS PALMEIRAS	1			1
GUARANTA	1			1	SANTA CRUZ DO RIO PARDO	1			1
GUARULHOS	2			2	SANTA GERTRUDES	2			2
IBITINGA	2			2	SANTA ISABEL	1			1
IBIUNA	1		1	2	SANTA MARIA DA SERRA	1			1
IGUAPE	2			2	SANTA RITA DO PASSA QUATRO	1			1
ILHABELA	1			1	SANTANA DO PARNAÍBA	1			1
INDAÍATUBA	2			2	SANTOPOLIS DO AGUAPEI	1			1
IPORANGA		1		1	SÃO BERNARDO DO CAMPO	3	2	7	12
ITANHAEIM	1			1	SÃO CAETANO DO SUL	1			1
ITAOCA	1			1	SÃO JOSÉ DA BELA VISTA	1			1
ITAPEVA	1			1	SÃO JOSÉ DO RIO PARDO	1			1
ITAPORANGA	1			1	SÃO JOSÉ DO RIO PRETO	2			2
ITATIBA	1			1	SÃO JOSÉ DOS CAMPOS	3			3
ITUPEVA	2			2	SÃO MANUEL	1			1
JACAREÍ	2			2	SÃO PAULO	13	2	13	28
JACUPIRANGA	1			1	SÃO SEBASTIAO	3			3
JAGUARIUNA	3			3	SÃO VICENTE	2			2
JAMBÊIRO	1			1	SOROCABA	3			3
JARINU	1			1	SUMARÉ	2			2
JUNDIAÍ	4			4	SUZANO	4	1		5
JUNQUEIROPOLIS	1			1	TACIBA	1			1
JUQUÍIA	1			1	TEODORO SAMPAIO	1			1
JUQUITIBA	1			1	TIETÊ	1			1
LARANJAL PAULISTA	2			2	TREMÊMBÉ	1			1
LEMÊ	4			4	UBATUBA	2			2
LENÇÓIS PAULISTA	1			1	VALINHOS	2			2
LIMEIRA	3	1		4	VARGEM	1			1
LORENA	1			1	VARZEA PAULISTA	1			1
LOUVEIRA	1			1	VINHEDO	2			2
MAIRIPORA	1		2	3	VOTORANTIM	1			1
MARILIA	4	1		5	Est. Minas Gerais	1			1
MIGUELÓPOLIS	1			1	TOTAL	264	21	31	316

Na tabela 3 está contido o número de pontos por corpo d'água. O Rio Tietê, enquanto rio mais importante do Estado, possui, ao longo de seus 1.100 km de extensão, o maior número de pontos de monitoramento. São 26 pontos desde a sua cabeceira, na região de Salesópolis, até o último, localizado próximo a Pereira Barreto. Esse rio atravessa 6 UGRHIs.

O Rio Mogi-Guaçu manteve os 17 pontos de monitoramento, devido ao monitoramento regional da Agência Ambiental de Pirassununga. No Reservatório do Guarapiranga também foram mantidos os 16 pontos de monitoramento.

O Rio Paraíba do Sul 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 12 pontos ao longo do Rio Paraíba do Sul, servindo para monitorar as captações dos municípios que se desenvolveram às suas margens, bem como as fontes de poluição de origem doméstica e industrial.

Os Rios Atibaia, Jundiaí, Capivari e Piracicaba, que cruzam a Região Metropolitana de Campinas, apresentam também uma quantidade expressiva de pontos de monitoramento, possuindo cada um desses rios em torno de 8 pontos de amostragem.

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

Corpo D' Água	Rio	Sed.	Baln.	Total
Rio Tietê	13	1		14
Reservatório da Ponte Nova		1		1
Reservatório Edgard de Souza	1			1
Reservatório de Pirapora	1	1		2
Braço do Rio Tietê em Barra Bonita	1			1
Reservatório de Rasgão	1			1
Braço do Rio Tietê em Barra Bonita	1			1
Reservatório de Barra Bonita	2	1		3
Reservatório de Três Irmãos	2			2
Rio Tietê+Braços+Reservatórios	22	4	0	26
Rio Mogi-Guaçu	16	1		17
Reservatório do Guarapiranga	2	1	13	16
Rio Paraíba	11	1		12
Rio Jaguari - UGRHI 05	9			9
Reservatório Jaguari - UGRHI 05			2	2
Rio Jaguari+Braços+Reservatórios	9		2	11
Rio Jundiá - UGRHI 05	9			9
Rio Atibaia	8	1		9
Reservatório Billings	3	1	4	8
Braço do Taquacetuba	1			1
Reservatório Billings + Braço	4	2	4	9
Rio Grande ou Jurubatuba	1			1
Reservatório do Rio Grande	2	2	4	8
Rio Grande+Reservatório	3	2	4	9
Rio Sorocaba	4	1		5
Reservatório Itaparanga	2		2	4
Rio Sorocaba+Reservatório	6	1	2	9
Rio Capivari	8			8
Rio Piracicaba	6	1		7
Braço do Rio Piracicaba	1			1
Rio Piracicaba+Braços	7	1		8
Rio Corumbataí	6			6
Rio Pirai	6			6
Rio Camanducaia	5			5
Rio Pardo - UGRHs 4 e 12	5			5
Rio Paranapanema	4			4
Reservatório Jurumirim	1			1
Rio Paranapanema+Reservatório	5			5
Ribeirão Jundiá-Mirim	4			4
Rio Ribeira de Iguaçu	3	1		4
Rio Atibainha	1			1
Represa do Rio Atibainha			3	3
Rio Atibainha+Reservatório	1		3	4
Rio Preto	3			3
Reservatório do Rio Preto	1			1
Rio Preto+Reservatório	4	0	0	4
Rio Juqueri	1			1
Reservatório do Cascatinha			1	1
Reservatório do Juqueri ou Paiva Castro	1		1	2
Rio Juqueri+Reservatórios	2	0	2	4
Rio Taiaçupeba	1			1
Reservatório Taiaçupeba	2	1		3
Rio Taiaçupeba+Reservatório	3	1	0	4
Rio Aguapeí	3			3
Rio Cubatão	2	1		3
Rio do Peixe	2	1		3
Ribeirão Quilombo	2	1		3
Rio Cotia	2			2
Reservatório das Graças	1			1
Rio Cotia+Reservatório	3	0	0	3
Córrego Batistela	2			2
Córrego Santa Gertrudes	2			2
Ribeirão Ferraz	2			2
Ribeirão Pinheiros	2			2
Rio Batalha	2			2
Rio das Araras	2			2
Rio Grande - UGRHI 03	2			2
Rio Itapanhaú	2			2
Rio Jacaré-Guaçu	2			2
Rio Juquiá	2			2
Rio Mogi Mirim	2			2
Rio Paraná	2			2
Rio Pardo	2			2

Corpo D' Água	Rio	Sed.	Baln.	Total
Rio Pinheiros	2			2
Rio Santo Anastácio	2			2
Rio Sapucaí-Mirim	2			2
Rio Tamanduateí	2			2
Rio Turvo	2			2
Ribeirão dos Cristais	1	1		2
Ribeirão Tatu	1	1		2
Rio Moji-UGRHI 7	1	1		2
Rio Cachoeira - UGRHI 5	1			1
Reservatório do Rio Cachoeira - UGRHI 5			1	1
Rio Cachoeira - UGRHI 5+Reservatório	1	0	1	2
Rio Jaguari - UGRHI 02	1			1
Reservatório do Jaguari - UGRHI 02	1			1
Rio Jaguari - UGRHI 2+Reservatório	2	0	0	2
Córrego Constantino	1			1
Córrego das Tocas	1			1
Córrego do Xadrez	1			1
Córrego do Baixote	1			1
Córrego do Ipê	1			1
Córrego Ipanema	1			1
Canal de Fuga II da UHE Henry Borden	1			1
Reservatório Capivari-Monos	1			1
Reservatório Cascata - UGRHI 21	1			1
Reservatório de Tanque Grande	1			1
Reservatório do Arrendido	1			1
Reservatório Santa Branca	1			1
Ribeirão Anhumas	1			1
Ribeirão Bagaçu	1			1
Ribeirão da Onça	1			1
Ribeirão das Pedras	1			1
Ribeirão do Meio	1			1
Ribeirão do Moquem	1			1
Ribeirão do Pinhal	1			1
Ribeirão do Roque	1			1
Ribeirão dos Bagres	1			1
Ribeirão dos Meninos	1			1
Ribeirão dos Toledos	1			1
Ribeirão Lageado	1			1
Ribeirão Lavapés	1			1
Ribeirão Moínho Velho	1			1
Ribeirão Piracicamirim	1			1
Ribeirão Pires	1			1
Ribeirão São Domingos	1			1
Ribeirão Tijucu Preto	1			1
Ribeirão Três Barras	1			1
Rio Aricanduva	1			1
Rio Baquirivu-Guaçu	1			1
Rio Biritiba-Mirim	1			1
Rio Branco	1			1
Rio Canal Barreiros	1			1
Rio Claro	1			1
Rio da Itupeva	1			1
Rio Embu-Guaçu	1			1
Rio Embu-Mirim	1			1
Rio Grande - UGRHI 08	1			1
Rio Itaguaré	1			1
Rio Itanhaém	1			1
Rio Itapetininga	1			1
Rio Itararé	1			1
Rio Jacaré-Pepira	1			1
Rio Jacupiranga	1			1
Rio Jaguari-Mirim	1			1
Rio Jundiá - UGRHI 06	1			1
Rio Lençóis	1			1
Rio Oriçanga	1			1
Rio Parateí	1			1
Rio Perequê	1			1
Rio Piaçaguera	1			1
Rio Ribeira	1			1
Rio São Francisco	1			1
Rio São José dos Dourados	1			1
Rio Sapucaí Guaçu	1			1
Rio Taquari	1			1
Rio Tibiriçá	1			1
Vala de Escoamento à dir. na Praia da Baleia	1			1
Vala de Esc.à esquerda na Praia da Baleia	1			1

• Georeferenciamento dos pontos de amostragem

O gerenciamento dos pontos de amostragem da rede básica de monitoramento e dos monitoramentos regionais é realizado por meio do banco de dados desenvolvido para o armazenamento dos dados de qualidade dos recursos hídricos do Estado de São Paulo – INTERÁGUAS, CETESB. Em 2005, o banco de dados INTERÁGUAS deverá ser disponibilizado na Internet, com recursos provenientes do FEHIDRO – Fundo Estadual de Recursos Hídricos. Nos últimos anos, o módulo referente à caracterização geográfica dos pontos de amostragem vem sendo intensamente aprimorada, com a atualização dos croquis de acesso e fotos do local. A mapoteca USEMAPAS foi reorganizada, contemplando todas as cartas que recobrem o Estado de São Paulo em escala 1:50.000, sendo 90% destas, originais. Após esta reconstituição, realizou-se a plotagem dos pontos de amostragem da rede básica de monitoramento, do monitoramento regional, dos pontos de sedimentos e de balneabilidade nestas cartas, permitindo, inclusive, que as mesmas servissem de parâmetro para auditar a localização dos pontos de monitoramento no sistema de INTRANET da Secretaria do Meio Ambiente, denominado Janela Eletrônica.

A figura 3 apresenta um exemplo do croqui e do registro fotográfico de um ponto de amostragem da rede situado no Rio Atibaia, na captação da SANASA.

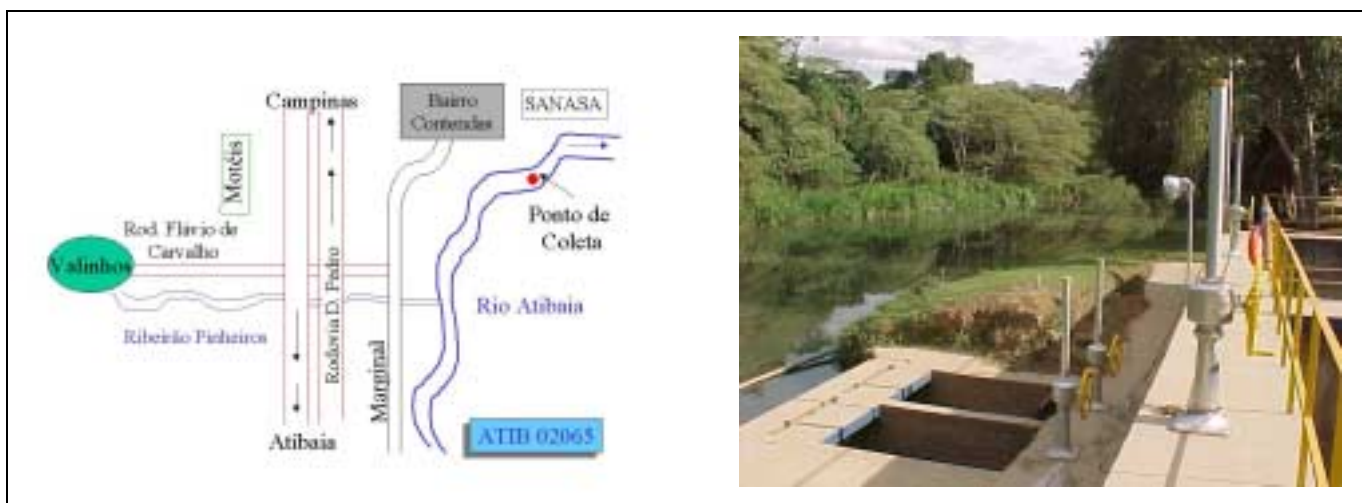


Figura 3 - Croqui e Registro Fotográfico do ponto ATIB 02065 – Rio Atibaia.

Desde 2000, os pontos de amostragem vêm sendo georeferenciados com a utilização de aparelhos GPS. Estes aparelhos registram as coordenadas geográficas, latitude e longitude, necessárias para localizar um ponto na superfície, e também a altitude. A partir deste trabalho, estes dados foram transpostos para as nossas cartas topográficas em escalas 1:50.000, 1:250.000 e 1:1.000.000, conforme figura 4.



Figura 4 - Localização de pontos de amostragem em mapa 1:50.000

3 Variáveis de qualidade

3.1 Variáveis de qualidade das águas

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). A grande diversidade de indústrias existentes no Estado de São Paulo faz com que haja uma grande variedade de contaminantes lançados nos corpos de água, incluindo-se os já citados e muitos outros 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. Os seus efeitos dependem muito das práticas agrícolas utilizadas em cada região e da época do ano em que se realizam a preparação do solo para o plantio, a aplicação de fertilizantes, defensivos agrícolas e a colheita. A contribuição representada pelo material proveniente da erosão intensifica-se quando da ocorrência de chuvas em áreas rurais.

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

- **Variáveis Físicas:** absorvância no ultravioleta, coloração da água, série de resíduos (filtrável, não filtrável, fixo e volátil), temperatura da água e do ar e turbidez.
- **Variáveis Químicas:** alumínio, bário, cádmio, carbono orgânico dissolvido, chumbo, cloreto, cobre, condutividade específica, cromo total, demanda bioquímica de oxigênio (DBO_{5,20}), 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.
- **Variáveis Microbiológicas:** Coliformes termotolerantes, *Cryptosporidium* sp e *Giardia* sp.
- **Variáveis Hidrobiológicas:** Clorofila *a*, fitoplâncton, zooplâncton e bentos.
- **Variáveis Toxicológicas:** microcistinas, ensaio de toxicidade aguda com a bactéria luminescente – *V. fischeri* (Sistema Microtox); ensaio de toxicidade aguda/crônica com o microcrustáceo *Ceriodaphnia dubia*; e ensaio de mutação reversa (conhecido como teste de Ames).

Quando da necessidade de estudos específicos de qualidade de água em determinados trechos de rios ou reservatórios, com vistas a diagnósticos mais detalhados, outras variáveis podem vir a ser determinadas, 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 Variáveis de qualidade dos sedimentos

O sedimento tem sido cada vez mais utilizado em estudos de avaliação da qualidade de ecossistemas aquáticos, por retratar condições históricas da influência de atividades antropogênicas sobre esses ambientes, nem sempre detectáveis pelo uso de variáveis da água.

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 tornar-se parte do sedimento de fundo desses ambientes (Viganò *et al*, 2003).

Dependendo das características físicas e químicas do ambiente, contaminantes e nutrientes acumulados nos sedimentos podem ser disponibilizados para a coluna d'água, influenciando diretamente a qualidade desse compartimento.

Desta forma, os sedimentos são depósito e fonte de contaminantes antropogênicos, que agem negativamente sobre a biota aquática e prejudicam muitos dos usos potenciais do recurso hídrico.

A CETESB faz uso de 34 indicadores (variáveis) de qualidade de sedimento (físicos, químicos, hidrobiológicos e toxicológicos), considerando-se aqueles mais representativos. São eles:

- **Variáveis Físicas:** granulometria; pH e umidade.
- **Variáveis Químicas:** resíduos; alumínio, arsênio, cádmio, chumbo, cobre, cromo, ferro, manganês, mercúrio, níquel e zinco; pesticidas organoclorados (aldrin, BHC, clordano, DDE, DDT, dieldrin, endosulfan, endrin, heptaclor, heptacloro epóxido, lindano, metoxiclor, mirex, TDE e toxafeno) e bifenilas policloradas.
- **Variáveis Hidrobiológicas:** bentos.
- **Variáveis Toxicológicas:** ensaio de toxicidade aguda/sub-letal com o anfípodo *Hyalella azteca* e ensaio de mutação reversa (conhecido como teste de Ames).

3.3 Significado Ambiental das Variáveis

- **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, 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 leitos 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 canaveiras, por exemplo) e usinas termoeletricas.

A temperatura desempenha um papel principal de controle no meio aquático, condicionando as influências de uma série de variáveis físico-químicas. 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. 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 (esta redução dá-se 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/m³ sobre a Antártica a mais de 1000 ng/m³ 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 sangüíneos, 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 apresenta-se 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, fígado, pâncreas e 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

Estas duas variáveis 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^- que se apresenta nas águas subterrâneas, oriundo da percolação da água 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 cunha 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 g/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 ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$), 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 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 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 $\mu\text{g}/\text{L}$. 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 ($\text{DBO}_{5,20}$)

A $\text{DBO}_{5,20}$ de uma água é a quantidade de oxigênio necessária para oxidar a matéria orgânica por decomposição microbiana aeróbia para uma forma inorgânica estável. A $\text{DBO}_{5,20}$ 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 $\text{DBO}_{5,20}$.

Na figura 5 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 $\text{DBO}_{5,20}$.

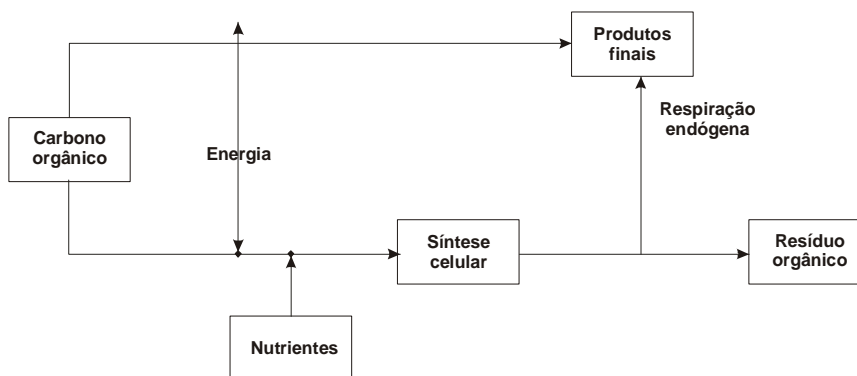


Figura 5 - Metabolismo de microrganismos heterotróficos

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 quimiossíntese. 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 $DBO_{5,20}$ 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 $DBO_{5,20}$, num corpo d'água, são provocados por despejos de origem predominantemente orgânica. A presença de um alto teor de matéria orgânica pode induzir ao completo esgotamento do oxigênio na água, provocando o desaparecimento de peixes e outras formas de vida aquática.

Um elevado valor da $DBO_{5,20}$ 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 $DBO_{5,20}$ 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 $DBO_{5,20}$ de cinco dias é padrão de emissão de esgotos diretamente nos corpos d'água, sendo exigidos ou uma $DBO_{5,20}$ máxima de 60 mg/L ou uma eficiência global mínima do processo de tratamento na remoção de $DBO_{5,20}$ igual a 80%. Este último critério favorece aos efluentes industriais concentrados, que podem ser lançados com valores de $DBO_{5,20}$ ainda altos, mesmo removida acima de 80%.

A carga de $DBO_{5,20}$, 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 $DBO_{5,20}$ pode ser obtida do produto da vazão pela concentração de $DBO_{5,20}$. 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 $DBO_{5,20}$,

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 $DBO_{5,20}$ de $54 \text{ g.hab}^{-1}.\text{dia}^{-1}$. Porém, há a necessidade de melhor definição deste parâmetro através de determinações de cargas de $DBO_{5,20}$ em bacias de esgotamento com população conhecida. No caso dos efluentes industriais, também costuma-se estabelecer contribuições unitárias de $DBO_{5,20}$ 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 $DBO_{5,20}$.

Tabela 4 - Concentrações e contribuições unitárias típicas de $DBO_{5,20}$ de efluentes industriais.

TIPO DE EFLUENTE	CONCENTRAÇÃO $DBO_{5,20}$ (mg/L)		CONTRIBUIÇÃO UNITÁRIA DE $DBO_{5,20}$ (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 ³ 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 ³ cerveja
Refrigerante	940-1.335	1.188		4,8 kg/m ³ refrigerante
suco cítrico concentrado	2.100-3.000			2,0 kg/1000 kg laranja
açúcar e álcool		25.000		

Fontes: Braille & 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 $DBO_{5,20}$, sendo o teste realizado num prazo menor. O aumento da concentração de DQO num corpo d'água deve-se 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 $DBO_{5,20}$ 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 $DBO_{5,20}$. Como na $DBO_{5,20}$ mede-se apenas a fração biodegradável, quanto mais este valor se aproximar da DQO significa que mais biodegradável será o efluente. É comum aplicar-se tratamentos biológicos para efluentes com relações DQO/ $DBO_{5,20}$ 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 demonstrado ser 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 altera-se 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, colas e adesivos, resinas impregnantes, componentes elétricos (plásticos) e as siderúrgicas, entre outras, são responsáveis pela presença de fenóis nas águas naturais.

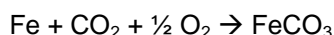
Os fenóis são tóxicos ao homem, aos organismos aquáticos e microrganismos que tomam parte dos sistemas de tratamento de esgotos sanitários e de efluentes industriais. Em sistemas de lodos ativados, concentrações de fenóis na faixa de 50 a 200 mg/L trazem inibição, sendo que 40 mg/L são suficientes para 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 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 carreamento 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, denominada de 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 (CaF_2), fluoroapatita ($\text{F}_{10}(\text{PO}_4)_6$) e criolita (Na_3AlF_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, tais como as 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 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 nos dentes. O fluoreto pode ser excretado pela urina e sua eliminação 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*.

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 reconhecidos. 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. 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 são representados pelos radicais, que se combinam com cátions formando sais inorgânicos nas águas e os polifosfatos, ou fosfatos condensados, polímeros de ortofosfatos. Esta terceira forma não é muito importante nos estudos de controle de qualidade das águas, porque sofre hidrólise, convertendo-se 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 $DBO_5:N:P$ 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 tratamentos 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 conduz a processos de eutrofização das águas naturais.

▫ Manganês

O comportamento do manganês nas águas é muito semelhante ao do ferro em seus mais diversos aspectos, sendo que a sua ocorrência é mais rara. O manganês desenvolve coloração negra na água, podendo se apresentar nos estados de oxidação Mn^{+2} (mais solúvel) e Mn^{+4} (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 no Pantanal, ao norte brasileiro e em outras regiões. O mercúrio é também utilizado em células eletrolíticas para a produção de cloro e soda e em certos praguicidas denominados de 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, mais tóxico que o 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 elemento. 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 transferência de mercúrio para o homem, sendo que este 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 utilizado em galvanoplastias, sendo que em 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, este elemento pode precipitar a secreção da mucosa produzida pelas brânquias dos peixes. Assim, o espaço inter-lamelar é obstruído e o movimento normal dos filamentos branquiais é bloqueado. O peixe, impedido de realizar as trocas gasosas entre a água e os tecidos das brânquias, 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 tem-se também os processos de mineração e fundição do metal, fusão e modelagem de ligas, indústrias de eletrodeposição e, como fontes secundárias, a fabricação de alimentos, artigos de panificadoras, refrigerantes e sorvetes aromatizados. Doses elevadas de níquel podem causar dermatites nos indivíduos mais sensíveis e afetar nervos cardíacos e respiratórios.

▫ Óleos e Graxas

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

Óleos e graxas, de acordo com o procedimento analítico empregado, consiste no conjunto de substâncias que em determinado solvente consegue-se extrair da amostra e que não se volatiliza durante a evaporação do solvente a 100°C. Essas substâncias, 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 despejos de origem industrial são os que mais contribuem para o aumento de matérias graxas no corpos d'água. Dentre os despejos pode-se 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 hídricos, 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 e uma vez assimilados, são convertidos em fosfato orgânico e em fosfatos condensados. Após a morte de um organismo, os fosfatos condensados são liberados na água; entretanto, não estão disponíveis para absorção biológica até que sejam hidrolizados para ortofosfatos por bactérias.

▫ Oxigênio Dissolvido (OD)

O oxigênio proveniente da atmosfera dissolve-se 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 α 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 e pela lei de Dalton, exerce uma pressão de 0,21 atm. Para 20°C, por exemplo, α 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, cuja velocidade normalmente é bastante baixa.

Outra fonte importante de oxigênio nas águas é a fotossíntese de algas. Este fenômeno ocorre em maior proporção 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 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, durante o período diurno, 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, matéria-prima para o processo fotossintético. Esta simbiose pode ser representada pelo esquema da figura 6.

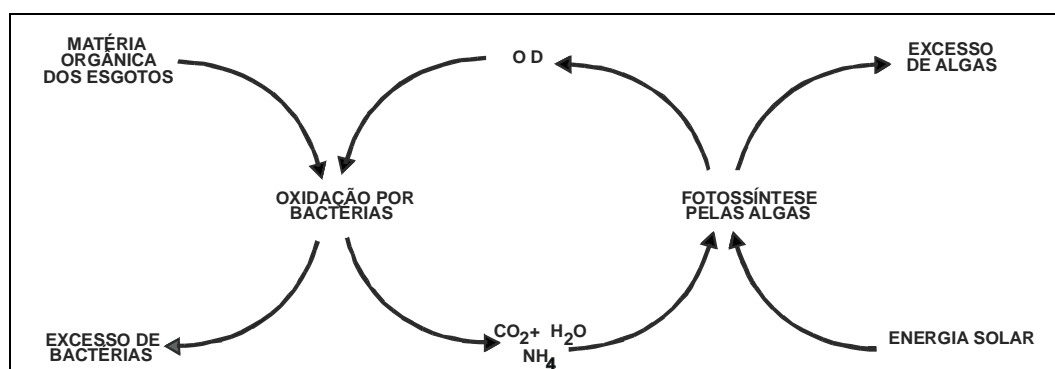


Figura 6 - Simbiose entre bactérias e algas em lagoas de estabilização.

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 Hidrogeniônico (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, em 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 sistemas biológicos formados nos tratamentos 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, a 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 dá-se 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, entrando nas águas doces através das 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. As concentrações em águas naturais são usualmente menores que 10 mg/L. Valores 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 variáveis não específicas 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. Outras variáveis deste tipo utilizadas comumente são a cor e a densidade de coliformes termotolerantes. Estas variáveis não específicas 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 α e β

Os raios alfa são núcleos de hélio, dotados de carga positiva (4He^{2+}); originam-se 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 (3H) 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)

As fontes de nitrogênio nas águas naturais são diversas. Os esgotos sanitários constituem em geral a principal fonte, lançando nas águas nitrogênio orgânico devido à presença de proteínas e nitrogênio amoniacal, pela hidrólise da uréia na água, etc. Alguns efluentes industriais também concorrem para as descargas de nitrogênio orgânico e amoniacal nas águas, como algumas indústrias químicas, petroquímicas, siderúrgicas, farmacêuticas, conservas alimentícias, matadouros, frigoríficos e curtumes. A atmosfera é outra fonte importante devido a diversos mecanismos como a biofixação 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 e 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, a drenagem das 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, oxidadas. Pode-se associar a idade da poluição com 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 denota 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 caracterizados 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 múltiplos usos 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 o fósforo, têm que se apresentar 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 encontram-se 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 produtores 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 N° 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 reduz-se a nitrito na corrente sangüínea, 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 é um dos elementos mais abundantes na Terra e seus sais são altamente solúveis em água, encontrando-o na forma iônica (Na^+), e nas plantas e animais, já que é um elemento ativo para os organismos vivos. O 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 elevados.

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.

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

▫ Surfactantes

Analiticamente, 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 o 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 espalha-se sobre a cidade, contaminada biologicamente e impregnando-se 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 a serem 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.

▫ 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.

▫ DDT (Dicloro Difenil Tricloroetano)

O DDT é uma mistura de três formas: p,p'-DDT (85%), o,p'-DDT (15%) e o,o'-DDT (em valores-traço). Inseticida persistente que tem seu uso restrito ou banido em vários países, exceto para campanhas de saúde pública no controle de doenças transmitidas por insetos.

O DDT e seus metabólitos podem ser transportados de um meio para outro, no ambiente, por processos de solubilização, adsorção, bioacumulação ou volatilização. Na superfície do solo ocorre a foto-oxidação do DDT, sendo a fotodesclorinação a principal reação, que acontece em dois estágios: rápida redução do cloro alifático e lenta redução do cloro aromático. A reação tem como produtos primários o DDE (Dicloro Difenil Dicloro Etileno), o DDD (Dicloro Difenil Dicloro Etano) e o ácido clorídrico. Na água, a maior parte do DDT encontra-se firmemente ligada a partículas e assim permanece, indo depositar-se no leito de rios e mares.

O DDT, DDE e DDD são altamente lipossolúveis. Esta propriedade, aliada à meia-vida extremamente longa, tem resultado em bioacumulação, onde os níveis presentes nos organismos excedem aqueles encontrados no ambiente circundante. O grau de acumulação varia com a espécie, duração da exposição, concentração da substância no meio e as condições ambientais. Quando presente na água, o DDT é bioconcentrado no plâncton marinho e de água doce, em insetos, moluscos, outros invertebrados e peixes.

Tipicamente, a exposição humana e animal não ocorre apenas ao DDT mas sim a uma mistura dos três compostos. Isto porque DDE e DDD aparecem como impurezas do DDT, são produtos de degradação ambiental e são produzidos no processo de biotransformação do DDT. A via digestiva é considerada a mais significativa via de entrada do DDT no organismo humano, devido ao consumo de alimentos ou uso de utensílios contaminados. Os principais efeitos do DDT são: neurotoxicidade, hepatotoxicidade, efeitos metabólicos e alterações reprodutivas e câncer. Nos seres humanos, como em outras espécies, o DDT se biotransforma em DDE, que é acumulado mais facilmente que o DDT.

• **Variáveis Microbiológicas**

▫ 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 carboidratos. 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 paratifóide, 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 100 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.

- **Variáveis Hidrobiológicas**

- **Clorofila *a***

A clorofila é um dos pigmentos, além dos carotenóides e ficobilinas, responsáveis pelo processo fotossintético. A clorofila *a* é a mais universal das clorofilas (*a*, *b*, *c*, e *d*) e representa, aproximadamente, de 1 a 2% do peso seco do material orgânico em todas as algas planctônicas e é, por isso, um indicador da biomassa algal. Assim a clorofila *a* é considerada a principal variável indicadora de estado trófico dos ambientes aquáticos.

A feofitina *a* é um produto da degradação da clorofila *a*, que pode interferir grandemente nas medidas deste pigmento, por absorver luz na mesma região do espectro que a clorofila *a*. Assim o resultado de clorofila *a* apresentado foi corrigido e não inclui a concentração de feofitina *a*.

- **Comunidades**

O emprego de comunidades biológicas contribui para o caráter ecológico da rede de monitoramento, subsidiando decisões relacionadas à preservação da vida aquática e do ecossistema como um todo.

- **Comunidade fitoplanctônica**

A comunidade fitoplanctônica pode ser utilizada como indicadora da qualidade da água, principalmente em reservatórios e, a análise da 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.

Os organismos fitoplanctônicos respondem rapidamente (em dias) às alterações ambientais decorrentes da interferência antrópica ou natural. É uma comunidade indicadora do estado trófico, podendo ainda ser utilizada como indicador de poluição por pesticidas ou metais pesados (presença de espécies resistentes ao cobre) em reservatórios utilizados para abastecimento (CETESB, 1992; CETESB, 1996).

A presença de algumas espécies em altas densidades pode comprometer a qualidade das águas, causando restrições ao seu tratamento e distribuição. Atenção especial é dada às Cianobactérias (grupo das Cianofíceas), que possui espécies potencialmente tóxicas. A ocorrência destas algas tem sido relacionada a eventos de mortandade de animais e com danos à saúde humana (Chorus & Bartran, 1999).

- **Comunidade zooplanctônica**

A comunidade zooplanctônica é formada por animais microscópicos que vivem em suspensão, sendo protozoários, rotíferos, cladóceros e copépodes os grupos dominantes no ambiente de água doce. São importantes na manutenção do equilíbrio do ambiente aquático, podendo atuar como reguladores da comunidade fitoplanctônica (utilizando-a como alimento) e na reciclagem de nutrientes, além de servirem de alimento para diversas espécies de peixes.

Além da sua importância na cadeia alimentar, o zooplâncton vem sendo avaliado como indicador da qualidade da água de lagos e reservatórios em diversos países, especialmente no monitoramento do

processo de eutrofização (Andronikova, 1996) através da relação entre as diversas alterações na comunidade zooplancônica e o grau de trofia.

Uma das alterações da comunidade zooplancônica associada ao aumento da poluição aquática, é a simplificação da cadeia alimentar e conseqüente redução do número de espécies, sendo as mais resistentes geralmente presentes em números elevados. Sabe-se atualmente que a riqueza planctônica é uma variável que sofre interferência de diversos fatores e o aumento do estado trófico muitas vezes promove a presença de um maior número de espécies, devido a redução da competição por recursos alimentares entre elas (Matsumura-Tundisi *et al.*, 2002). Outro fator que interfere na riqueza é a influência de várzeas, matas ciliares, macrófitas, lagos e lagoas marginais e da descarga de rios nas proximidades do ponto de coleta, que carregam fauna oriunda destes ambientes (Shiel *et al.*, 1998; Neves *et al.*, 2003) e aumentam consideravelmente a diversidade da comunidade planctônica, não estando necessariamente relacionados com grau de trofia do ambiente.

A dominância de rotíferos foi durante muito tempo associada com o aumento de estado trófico, devido ao curto ciclo de vida e rápida reprodução que favorecem este grupo em ambientes mais dinâmicos, competitivos e seletivos. Entretanto, estudos posteriores demonstraram que a dominância de rotíferos ocorre também em diversos outros ambientes aquáticos, independente do estado trófico (Rocha *et al.*, 1995). Além dos rotíferos, é também freqüente a ocorrência de elevados números e dominância de copépodes ciclopoídes em corpos d'água eutróficos (Silva & Matsumura-Tundisi, 2002; CETESB, 2004). O grupo dos copépodes calanóides tem sido mais freqüentemente associado com condições oligo-mesotróficas e, como todos os demais grupos, apresenta também um gradiente de sensibilidade em função da espécie. Dos diversos trabalhos realizados no Estado de São Paulo, os resultados sugerem que as espécies do gênero *Argyrodiaptomus* e *Notodiptomus* provavelmente assinalem condições oligo-mesotróficas e meso-eutróficas, respectivamente. Independente da espécie de calanóide considerada, a presença deste grupo tem indicado a existência de condições menos limitantes pois mesmo *Notodiptomus iheringi* parece não tolerar por muito tempo o avanço do processo de eutrofização, não sendo registrado números significativos desta espécie nesta condição (CETESB, 2004).

Existem ainda outras propostas para os reservatórios tropicais, citadas em Coelho-Botelho (2004), que relacionam principalmente a presença e/ou dominância de diferentes espécies zooplancônicas com graus de trofia (Sampaio *et al.*, 2002; Silva & Matsumura-Tundisi, 2002). Entretanto, a identificação da comunidade zooplancônica ao nível específico envolve um processo de treinamento longo e, conseqüentemente, de alto custo. A proposta que vem sendo empregada pela CETESB desde 2003 (CETESB, 2004) - o Índice da Comunidade Zooplancônica para Reservatórios (ICZ_{RES}) - exige um treinamento mais rápido pois requer a identificação somente a nível de grupos (copépodes calanóides e ciclopoídes) e agrega informações sobre 2 eventos biológicos, de diferentes níveis tróficos - fitoplâncton (clorofila *a*) e zooplâncton (razão entre o número total de calanóides e ciclopoídes) - em um diagrama de qualidade de água.

▫ Comunidade bentônica

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 0,5 mm) que compõem 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, sublitoral 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.

- **Variáveis Ecotoxicológicas**

- **Ensaio Ecotoxicológicos**

Com vistas ao aprimoramento das informações referentes à qualidade das águas, a CETESB realiza, desde 1992, ensaios ecotoxicológicos com organismos aquáticos. Esses ensaios consistem na determinação de efeitos tóxicos causados por um ou por uma mistura de agentes químicos, sendo tais efeitos detectados por respostas fisiológicas de organismos aquáticos. Portanto, os ensaios ecotoxicológicos expressam os efeitos adversos, a organismos aquáticos, resultantes da interação das substâncias presentes na amostra analisada.

A CETESB avalia os efeitos tóxicos agudos e crônicos no monitoramento da qualidade das águas, bem como no dos sedimentos. Os efeitos agudos caracterizam-se por serem mais drásticos, causados por elevadas concentrações de agentes químicos e, em geral, manifestam-se em um curto período de exposição dos organismos. Os efeitos crônicos são mais sutis, causados por baixas concentrações de agentes químicos dissolvidos e são detectados em prolongados períodos de exposição ou por respostas fisiológicas adversas na reprodução e crescimento dos organismos vivos.

Os ensaios ecotoxicológicos utilizados, bem como suas características, são descritos a seguir.

- **Ensaio de toxicidade aguda com a bactéria luminescente – *Vibrio fischeri* (Sistema Microtox)**

Esse ensaio é utilizado para avaliar a ocorrência de efeitos agudos em corpos d'água onde o oxigênio dissolvido apresenta-se muito baixo, como é o caso de trechos de rios localizados na zona metropolitana de São Paulo. O resultado do ensaio é expresso em CE20, que é a concentração da amostra que causa inibição de 20% da emissão de luz emitida pelo microrganismo. Assim, quanto menor o valor da CE20, mais tóxica é a amostra analisada.

- **Ensaio de toxicidade aguda/crônica com o microcrustáceo *Ceriodaphnia dubia***

Esse ensaio é utilizado para avaliar a ocorrência de efeitos tóxicos, agudos e crônicos, em corpos d'água para os quais está prevista a preservação da vida aquática. O resultado do ensaio é expresso como agudo (quando ocorre letalidade de número significativo de organismos, dentro do período de 48 horas) e crônico (quando ocorre inibição na reprodução dos organismos, dentro do período de sete dias). A amostra é considerada não tóxica caso não haja detecção de qualquer dos efeitos tóxicos.

- **Ensaio de toxicidade aguda/crônica com o anfípodo *Hyalomma azteca***

Esse ensaio é utilizado para avaliar a ocorrência de efeitos tóxicos, agudos e subletais, em sedimentos coletados em recursos hídricos para os quais está prevista a preservação da vida aquática. O resultado do ensaio é expresso como agudo (quando ocorre letalidade de número significativo de organismos, dentro do período de 10 dias) e subletal (quando ocorre inibição do crescimento de um número significativo de organismos, dentro do período de 10 dias). A amostra é considerada não tóxica caso não haja detecção de qualquer dos efeitos tóxicos.

- **Ensaio de Genotoxicidade**

Estes ensaios medem a capacidade de um composto ou mistura de causar dano ao material genético. Danos genéticos não reparados geram mutações nos organismos expostos que podem causar doenças como câncer, anemia, distúrbios cardiovasculares e neurocomportamentais, além de doenças hereditárias.

A CETESB utiliza o ensaio de mutação reversa (conhecido como teste de Ames ou ensaio Salmonella/microsoma), o qual é eficiente para detectar uma grande variedade de compostos mutagênicos. As linhagens bacterianas utilizadas no teste apresentam características que as tornam mais sensíveis para detecção de mutações e o uso de diferentes linhagens na presença e ausência de sistema de metabolização *in vitro* pode fornecer informações importantes sobre a classe de compostos que estão presentes nas amostras avaliadas. No que diz respeito aos compostos carcinogênicos, a tabela 5 apresenta alguns compostos orgânicos cancerígenos que são detectados pelo teste de Ames.

Para amostras ambientais, os resultados do teste de Ames são expressos em número de revertentes (bactérias que sofreram mutações) por litro ou grama equivalente de amostra e, quanto maior esse número, maior a quantidade ou a potência de compostos mutagênicos na amostra analisada. Considera-se amostras de corpos d'água com 0 a 500 revertentes/litro com atividade mutagênica baixa; de 500 a 2500 – moderada; de 2500 a 5000 – alta e valores maiores que 5000 – extrema.

Amostras de mananciais utilizados para abastecimento público, que apresentam atividade mutagênica, sugerem a necessidade de níveis de tratamento diferenciados, bem como requerem a redução das fontes de contaminação nas ETAs.

Tabela 5 - Alguns compostos orgânicos cancerígenos detectados pelo teste de Ames

Composto orgânico	Classificação de acordo com a IARC (International Agency for Research on Cancer)
4-Aminobifenila Benzidina 2-Naftilamina Aflatoxina	Grupo 1 (composto comprovadamente cancerígeno para humanos)
Benzo[a]antraceno Benzo[a]pireno 4-cloro-o-toluidina Dibenzo[a,h]antraceno Metilmetano sulfonato N-nitrosodimetilamina N-etil-N-nitrosouréia N-metil-N-nitrosouréia N-nitrosodietilamina	Grupo 2A (composto provavelmente cancerígeno para humanos)
Benzo[b]fluoranteno 3,3'-Dimetoxibenzidina 4-Cloro-o-fenilenediamina CI Acid Red 114 CI Basic Red 9 Citrus Red N.º 2 Disperse Blue 1 3,3'-Dimetilbenzidina HC Blue N.º 1 2-Nitrofluoreno 2-Nitroanisole	Grupo 2B (composto provavelmente cancerígeno para humanos)

3.4 Metodologia

3.4.1 Analítica

Na tabela 6 são apresentadas as metodologias analíticas das variáveis de água e sedimento avaliadas no monitoramento da CETESB.

Tabela 6 - Metodologias analíticas das variáveis avaliadas no monitoramento

Variáveis	Metodologias analíticas
1,2 Dicloroetano	Método de análise segundo EPA – método 8260 A/B volatile organics by gas chromatography / mass spectrometry (CG/MS)
Alumínio total	Espectrometria de absorção atômica chama óxido nitroso / acetileno (método 3030)
Bário total	Espectrometria de absorção atômica chama óxido nitroso / acetileno (método 3030)
Bifenilas Policloradas (PCBs)	Método de Análise segundo EPA - 8082
Cádmio total	Espectrometria de absorção atômica chama Ar / acetileno (método 3030)
Carbono orgânico dissolvido	Método de combustão infra-vermelho 5310
Chumbo total	Espectrometria de absorção atômica chama Ar / acetileno (método 3030)
Cloreto total	Colorimetria automática com tiocianato de mercúrio – Método 4500-CL
Clorofila a	Conforme norma técnica CETESB L5.306 – Determinação de pigmentos fotossintetizantes Clorofila a – A, B, C e Feofitina a.
Clorofórmio	Método de análise segundo EPA – método 8260 A/B volatile organics by gas chromatography / mass spectrometry (CG/MS)
Cobre total	Espectrometria de absorção atômica chama Ar / acetileno (método 3030)
Coliformes termotolerantes	Métodos de análises baseados na 20.a edição do “Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater”
Comunidade Bentônica	Conforme norma técnica CETESB L5.309 – Determinação de bentos de água doce – Macroinvertebrados. Método qualitativo e quantitativo
Comunidade Fitoplancônica	Conforme norma técnica CETESB L5.303 – Fitoplâncton de água doce. Método qualitativo e quantitativo
Comunidade Zooplancônica	Conforme norma técnica CETESB L5.304 – Zooplâncton de água doce. Métodos qualitativo e quantitativo
Cromo total	Espectrometria de absorção atômica – chama óxido nitroso / acetileno – Método 3030
Cryptosporidium sp	Normas CETESB L.5.212, L5.403 e método 1623.
DBO _{5,20}	20.a Edição do “Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA – AWWA – WEF”
Deformidade em mento de Chironomus	Avaliação de frequência em pelo menos 100 larvas de 4º instar, sendo considerado deformidade: falta ou excesso de dentes e “gap”.
Demais variáveis	Métodos de análises baseados na 20.a edição do “Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater – APHA – AWWA – WPCF –1998”
DQO	20.a Edição do “Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA – AWWA – WEF”
Ensaio de toxicidade aguda com <i>Vibrio fischeri</i>	Norma Técnica CETESB L5.227
Ensaio de toxicidade com sedimento e <i>Hyalella azteca</i>	Conforme ASTM, 2000, modificado segundo procedimento interno SQ PR/LB-085
Ensaio de toxicidade crônica com <i>Ceriodaphnia dubia</i>	Conforme ABNT-NBR 13373/1995, segundo procedimento SQ PR/LB-088
Fenóis totais	Colometria com 4 amino-antipirina (método 5530)
Ferro total	Espectrometria de absorção atômica chama Ar / acetileno (método 3030)
Fluoreto Total	Potenciometria com eletrodo íon-seletivo (Método 4500-F, item C)
Fósforo total	Colorimetria automática com molibdato de amônio e ácido ascórbico – Método 4500-P
<i>Giardia</i> sp	<i>Giardia</i> e <i>Cryptosporidium</i> in Water by Filtration / ims / fa / 1999.
Granulometria	Norma CETESB LC 160 (1995)
Hidrocarbonetos Poliaromáticos	Método de Análise segundo EPA 8310
Manganês total	Espectrometria de absorção atômica chama Ar / acetileno (método 3030)
Mercúrio total	Espectrometria de absorção atômica com geração de vapor frio (3112)
Metais em sedimento	Procedimentos de Análise baseados nos Métodos 3051 (Microwave Assisted Acid Digestion Of Soils, Sediments, Sludges, and Oil), Sept 1994 - US - EPA - SW 846 e 3000 (Metals) do Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA – AWWA – WEF - 1998 - 20th ed.
Microcistina	Técnica de ELISA - Ensaio Imunoenzimático (EnviroLogix Inc. - Microcystins Plate Kit (EP022))
Níquel total	Espectrometria de absorção atômica chama Ar / acetileno (método 3030)
Nitrogênio amoniacal total	Colorimetria automática com salicilato de sódio
Nitrogênio Kjeldahl total	Colorimetria automática com salicilato de sódio, após digestão ácida em meio sulfúrico
Nitrogênio Nitrato Total	Colorimetria automática com N (1-naftil) etilenodiamina e sulfanilamida, após redução em coluna de Cádmio – Método 4500-NO3
Óleos e Graxas	Métodos de análise, coleta e preservação das amostras baseados na 20.a Edição do “Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA – AWWA – WEF”
Pesticidas Organoclorados	Método de Análise segundo EPA - Método 8081B
Potássio total	Espectrometria de emissão atômica – chama ar/acetileno – Método 3500-K, item D
Potencial de Formação de Trihalometanos	Método de análise segundo EPA – método 8260 A / B Volatile organics by chromatography / mass spectrometry – Standard Methods.

continua...

Variáveis	Metodologias analíticas
Sódio Total	Espectrometria de emissão atômica – chama ar/acetileno – Método 3500-Na, item D
Sólido e Umidade no Sedimento	Métodos de análise, coleta e preservação das amostras baseados na 20.a Edição do “Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA – AWWA – WEF”
Teste de Ames em água	Extração orgânica de 10 L de amostra com resina XAD4, em pH neutro e ácido seguido de teste de Ames em micro suspensão com as linhagens de <i>S. typhimurium</i> TA98 e YG1042 na presença e ausência de S9, utilizando-se 4 doses, sendo a máxima de 50 à 100ml equivalentes de amostras por placa, baseado na Norma Técnica CETESB L5.241.
Teste de Ames em sedimento	As amostras de sedimento foram extraídas por ultrassonicação com diclorometano e metanol e testadas com as linhagens TA98 e TA100 ou YG1042 na presença e ausência de S9. A dose máxima testada foi de 500 mg equivalentes de sedimento por placa, baseado na Norma Técnica CETESB L5.620.
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)
Turbidez	Método turbidimétrico – Método 2130
Zinco total	Espectrometria de absorção atômica chama Ar / acetileno (método 3030)

3.4.2 Amostragem

3.4.2.1 ÁGUA

A amostragem da água foi realizada seguindo o Guia de Coleta e Preservação de Amostras de Águas da CETESB (1988).

▫ Clorofila *a*

As amostras para determinação das concentrações de clorofila *a* foram coletadas na superfície, em duplicata, acondicionadas em frascos âmbar de 1L, preservadas com 1mL de carbonato de magnésio (MgCO₃) 1% e mantidas refrigeradas até a entrada no laboratório. No laboratório, esse material foi filtrado em membrana AP 20 em prazo máximo de 24 horas. O material retido no filtro foi extraído em acetona 90%, com maceração e extração por 12 horas, sendo determinadas as concentrações de clorofila *a* e feofitina *a*, com acidificação, por método espectrofotométrico descrito na Norma Técnica CETESB L5.306 (CETESB, 1990).

▫ Comunidade fitoplânctônica

As amostras de fitoplâncton foram coletadas a cada dois meses, entretanto, para alguns pontos a coleta foi apenas em duas épocas do ano, período de chuva e período de seca. As amostras de água para as análises de fitoplâncton total, foram coletadas 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 L5.303 (CETESB, 1990). Em laboratório, foram examinadas subamostras, utilizando-se o método de sedimentação, 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. Foi realizada contagem de células de cianofíceas, ou cianobactérias, baseada nas orientações descritas em Lawton *et al.* (1999) & Jardim *et al.* (2002) .

▫ Comunidade zooplânctônica

O zooplâncton foi coletado em dois pontos do reservatório Billings (BILL02100 e BITQ00100) e dois pontos do reservatório Guarapiranga (GUAR00100 e GUAR00900), a cada dois meses. As amostras foram obtidas ao longo de toda a coluna d'água, em duas réplicas de 240 a 300L em cada uma delas (dependendo da profundidade local), com Trampa de Schindler-Patalas (malha de 63µm). Os organismos coletados foram anestesiados com água gaseificada, fixados e conservados em formaldeído 4% com adição de sacarose e neutralização com bicarbonato de sódio. Em laboratório, foram examinadas 3 subamostras em câmaras de

Sedgwick-Rafter de 1mL, contendo pelo menos 100 organismos em cada subamostra. Os organismos que não foram registrados na subamostragem foram contados e identificados na amostra total, sob microscópios estereoscópico e composto, utilizando aumentos entre 63 e 640x.

3.4.2.2 SEDIMENTOS

▫ Físicas

As frações areia, silte e argila foram tomadas como sendo as faixas absolutas, ou seja, sem contemplar subdivisões nessas frações. A soma das frações silte e argila serviu como base para conhecer a porção que tem maior associação com os contaminantes, inorgânicos e orgânicos, em função de sua grande relação de área por superfície, dos sítios de sorção e complexação existentes nos sedimentos.

▫ Química e Toxicidade

Amostras de sedimento para as análises químicas e de toxicidade foram coletadas na margem deposicional de rios e na zona profunda nos reservatórios, com pegadores do tipo Petit Ponar (232 cm²), em rios e Ekman-Birge, modificado por Lenz (200 cm²), na profunda de reservatórios. Foram tomadas amostras em triplicatas, compostas a partir de volumes iguais de cada réplica, em campo. Nos reservatórios foram considerados apenas os 6 cm superiores da coluna de sedimento.

As determinações na água intersticial foram obtidas por duas metodologias: No caso das medidas de oxigênio dissolvido, essas foram obtidas pela inserção de eletrodo de OD diretamente na camada superficial dos sedimentos no instante da coleta; as demais determinações foram realizadas na porção aquosa dos sedimentos coletados, por congelamento seguido por filtração e procedimentos específicos para metais e nutrientes.

▫ Comunidade bentônica

Amostras de sedimento para análise das comunidades bentônicas foram coletadas em triplicata, com pegadores do tipo Petit Ponar (232 cm²) na margem deposicional de rios, van Veen (272 cm²) na região sublitoral de reservatórios e Ekman-Birge, modificado por Lenz (200 cm²), na 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), Merritt & Cummins (1996), Epler (1995), Trivinho-Strixino & Strixino (1995) e Brinkhurst & Marchese (1992).

4 Balneabilidade das praias em reservatórios

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: Billings e Guarapiranga (UGRHI 6), 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 pela 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: Paiva Castro e Barragem Cascatinha (UGRHI 6), Cachoeira, Jaguari e Atibainha (UGRHI 5), além do Reservatório de Itupararanga no município de Ibiúna (UGRHI 10).

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 subgrupo 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 consequências 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 sua balneabilidade, 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 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 baseia-se 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 condição poderá se repetir na semana seguinte. Adota-se, assim, uma postura preventiva, considerando-se o risco de se contrair uma doença.

4.3 Fatores que influem na balneabilidade

Conforme mencionado, 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 e 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 responsáveis pela 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 sua balneabilidade.

As chuvas constituem-se em uma das principais causas da deterioração da qualidade das praias. Os 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.

4.4 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. Esta 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 que requer um número elevado 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-se como um desafio

permanente de gerar indicadores e índices que tratem um número cada vez maior de informações, de forma sistemática 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 Unidades de Gerenciamento dos Recursos Hídricos do Estado de São Paulo.

As principais vantagens do índice são a facilidade de comunicação com o público leigo, o *status* maior do que as variáveis isoladas 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 sua interação. O índice, apesar de fornecer uma avaliação integrada, jamais substituirá uma avaliação detalhada da qualidade das águas de uma determinada bacia hidrográfica.

As variáveis 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 consequência 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. 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 outras variáveis, 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.

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.

Desde 2002, a CETESB utiliza índices específicos para cada uso do recurso hídrico: IAP - Índice de Qualidade de Águas Brutas para Fins de Abastecimento Público e o IVA - Índice de Preservação da Vida Aquática.

O IAP, comparado com o IQA, é um índice mais fidedigno da qualidade da água bruta a ser captada, que 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, variáveis mais representativas, 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 variáveis de interesse.

Para refletir a qualidade das águas para seus múltiplos usos, tem-se, ainda o índice de Balneabilidade, que avalia as condições da água para fins de recreação de contato primário.

Assim, a avaliação da qualidade das águas é composta pelos Índices:

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

5.1 Índice de Qualidade das Águas Brutas para fins de Abastecimento Público

O IAP é 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 variáveis:

IQA – grupo de variáveis básicas (temperatura da água, pH, oxigênio dissolvido, demanda bioquímica de oxigênio, coliformes termotolerantes, nitrogênio total, fósforo total, resíduo total e turbidez);

ISTO – a) Variáveis 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 variáveis 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 variáveis consideradas relevantes para a avaliação da qualidade das águas, tendo como determinante principal a sua utilização para abastecimento público.

A criação do IQA baseou-se numa pesquisa de opinião junto a especialistas em qualidade de águas, que indicaram as variáveis a serem avaliadas, o peso relativo e a condição com que se apresenta cada parâmetro, segundo uma escala de valores “rating”. Das 35 variáveis indicadoras 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 7.

O IQA é calculado pelo produtório ponderado das qualidades de água correspondentes às variáveis: 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 variáveis que entram no cálculo do IQA.

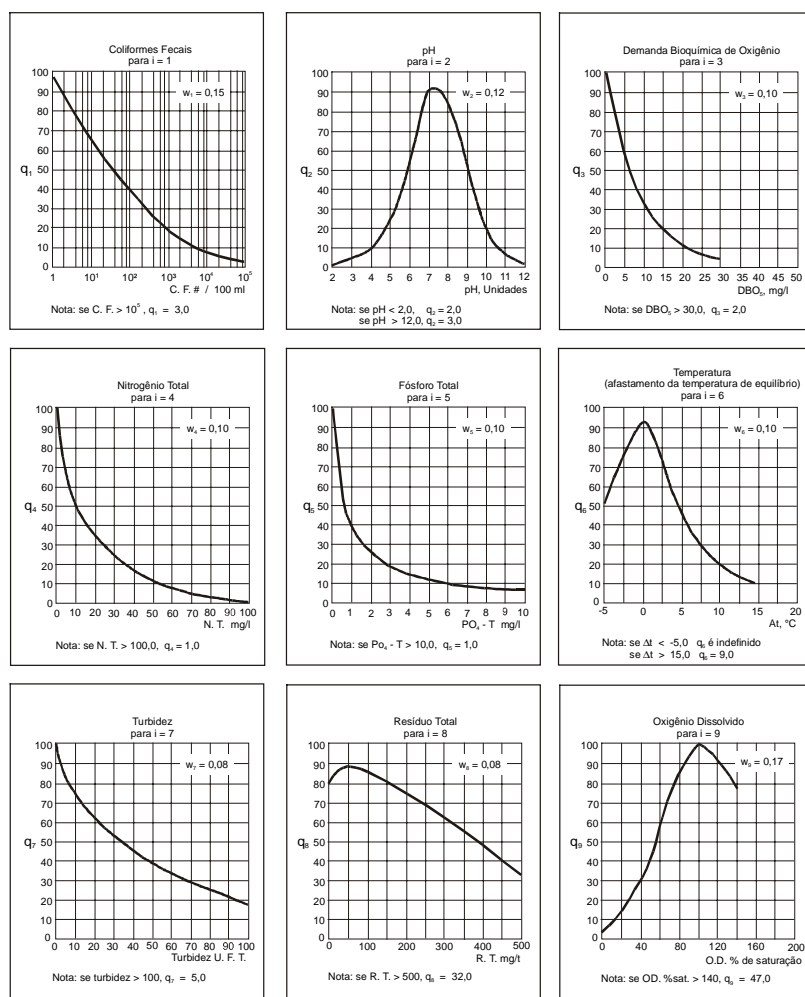


Figura 7 - Curvas Médias de Variação de Qualidade das Águas

No caso de não se dispor do valor de alguma das 9 variáveis, o cálculo do IQA é inviabilizado.

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

• ISTO – Índice de Substâncias Tóxicas e Organolépticas

As variáveis que indicam a presença de substâncias tóxicas e que afetam a qualidade organoléptica são agrupadas de maneira a fornecer o Índice de Substâncias Tóxicas e Organolépticas (ISTO), 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 das variáveis potencial de formação de trihalometanos, metais e fenóis (figura 8) 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).

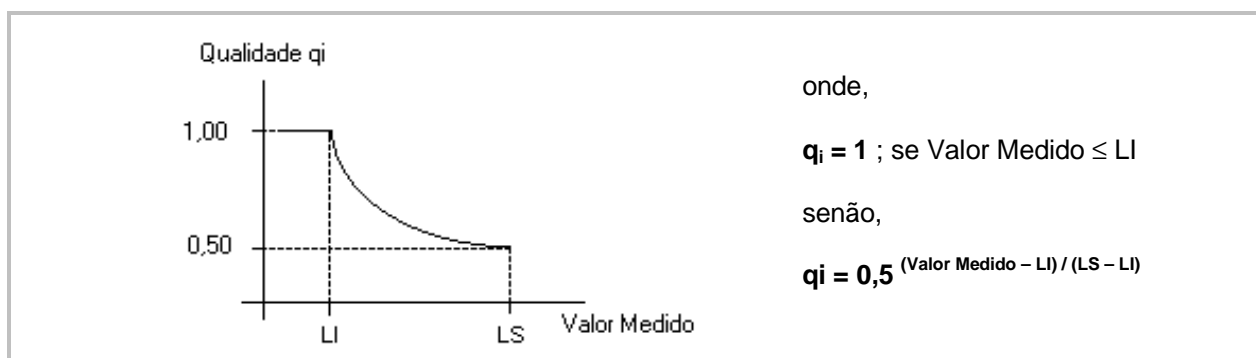


Figura 8 - Curva de qualidade padrão para as variáveis incluídas no ISTO, com exceção feita à variável teste de Ames.

As faixas de variação de qualidade (q_i), 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:

$q_i = 1$: águas adequadas para o consumo humano. Atendem aos padrões de potabilidade da Portaria 1469 do Ministério da Saúde em relação às variáveis avaliadas.

$0,5 \leq q_i < 1$: águas adequadas para tratamento convencional. Atendem aos padrões de qualidade da classe 3 da Resolução CONAMA 20/86 em relação às variáveis determinadas.

$q_i < 0,5$: 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 às variáveis avaliadas.

Desta forma, o limite inferior para cada uma dessas variáveis foi considerado como sendo os padrões de potabilidade estabelecidos na Portaria 518 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 as variáveis não reguladas 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), verifica-se que as taxas de remoção destes metais, obtidas na etapa de coagulação química, correspondem a 30% para o níquel e o zinco, 75% para o cobre e 90% para o alumínio, representando uma remoção significativa para os níveis normalmente verificados na água bruta.

Na tabela 7 são apresentados os limites inferiores e superiores adotados para as variáveis metais pesados e fenóis.

Tabela 7 - Limites Superiores e Inferiores – metais pesados e fenóis.

Grupo	Variáveis	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
	Mercúrio	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 determinar-se o valor numérico referente ao teste de Ames (q_{TA}), na forma normalizada, utiliza-se uma curva de qualidade diferenciada das demais variáveis, segundo a seguinte formulação apresentada:

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

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

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

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 equação de regressão, bem com o coeficiente de regressão apresenta-se como (figura 9):

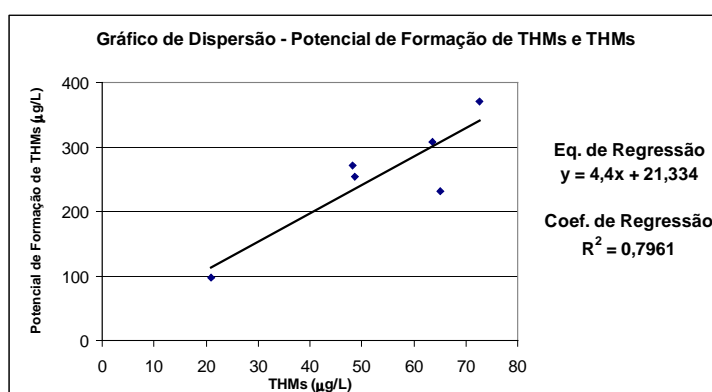


Figura 9 - Gráfico de dispersão e equação de regressão para as variáveis potencial de formação de THMs

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, de 100 µg/L, enquanto que o inferior, foi estimado a partir do nível de THMs estabelecido na legislação norte americana, de 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_i (número variando entre 0 e 1), para cada uma das variáveis do ISTO, que estão incluídas 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 variáveis 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 das variáveis 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 a seguir:

$$\text{ISTO} = \text{ST} \times \text{SO}$$

▫ Cálculo do IAP

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

$$\text{IAP} = \text{IQA} \times \text{ISTO}$$

O índice descreverá cinco classificações, relacionadas a seguir:

Qualidade Ótima	$79 < \text{IAP} \leq 100$
Qualidade Boa	$51 < \text{IAP} \leq 79$
Qualidade Regular	$36 < \text{IAP} \leq 51$
Qualidade Ruim	$19 < \text{IAP} \leq 36$
Qualidade Péssima	$\text{IAP} < 19$

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 variáveis.

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

5.2 Índices de Qualidade de Água para Proteção da Vida Aquática e de Comunidades Aquáticas

5.2.1 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 duas das variáveis consideradas essenciais para a biota (pH e oxigênio dissolvido), variáveis essas agrupadas no IPMCA – Índice de Variáveis Mínimas para a Preservação da Vida Aquática, bem como o IET – Índice do Estado Trófico de Carlson modificado por Toledo (1990). 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 Variáveis Mínimas para a Preservação da Vida Aquática.

O IPMCA é composto por dois grupos de variáveis:

- grupo de substâncias tóxicas (cobre, zinco, chumbo, cromo, mercúrio, níquel, cádmio, surfactantes e fenóis). Neste grupo foram incluídas as variáveis que são atualmente avaliadas 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 incluídas novas variáveis que venham a ser consideradas importantes para a avaliação da qualidade das águas, mesmo em nível regional.

- grupo de variáveis essenciais (oxigênio dissolvido, pH e toxicidade).

Para cada variável incluída no IPMCA, são estabelecidos três diferentes níveis de qualidade, com ponderações numéricas de 1 a 3 (tabela 8) 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), que 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 8 - Variáveis componentes do IPMCA e suas ponderações, de acordo com os três níveis de qualidade.

Grupos	Variáveis	Níveis	Faixa de variação	Ponderação
Variáveis Essenciais (PE)	OD (mg/L)	A	$\geq 5,0$	1
		B	3,0 a 5,0	2
		C	$< 3,0$	3
	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
Substâncias Tóxicas (ST)	Toxicidade	A	Não Tóxico	1
		B	Efeito Crônico	2
		C	Efeito Agudo	3
	Cádmio (mg/L)	A	$\leq 0,001$	1
		B	$> 0,001$ a 0,005	2
		C	$> 0,005$	3
	Cromo (mg/L)	A	$\leq 0,05$	1
		B	$> 0,05$ a 1,00	2
		C	$> 1,00$	3
	Cobre (mg/L)	A	$\leq 0,02$	1
		B	$> 0,02$ a 0,05	2
		C	$> 0,05$	3
	Chumbo (mg/L)	A	$\leq 0,03$	1
		B	$> 0,03$ a 0,08	2
		C	$> 0,08$	3
	Mercúrio (mg/L)	A	$\leq 0,0002$	1
		B	$> 0,0002$ a 0,001	2
		C	$> 0,001$	3
	Níquel (mg/L)	A	$\leq 0,025$	1
		B	$> 0,025$ a 0,160	2
		C	$> 0,160$	3
	Fenóis (mg/L)	A	$\leq 0,001$	1
		B	$> 0,001$ a 0,050	2
		C	$> 0,050$	3
	Surfactantes (mg/L)	A	$\leq 0,5$	1
		B	$> 0,5$ a 1,0	2
		C	$> 1,0$	3
	Zinco (mg/L)	A	$\leq 0,18$	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 as variáveis 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 variáveis 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 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 a tabela 9:

Tabela 9 - Faixas de variação do IPMCA

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 ou ao aumento da infestação de macrófitas aquáticas.

O Índice do Estado Trófico adotado será o índice clássico introduzido por Carlson modificado por Toledo *et al.* (1983) e Toledo (1990) que, por meio 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 variáveis: transparência (disco de Secchi), clorofila *a* e fósforo total.

Das três variáveis citadas para o cálculo Índice do Estado Trófico, foram aplicadas apenas duas: clorofila *a* e fósforo total, uma vez que os valores de transparência muitas vezes não são representativos do estado de trofia, pois esta pode ser afetada pela elevada turbidez decorrente de material mineral em suspensão e não apenas pela densidade de organismos planctônicos, além de muitas vezes não se dispõe desses dados. Dessa forma, não será considerado o cálculo do índice de transparência em reservatórios e rios do Estado de São Paulo.

Nesse índice, os resultados correspondentes ao fósforo, IET(P), devem ser entendidos como uma medida do potencial de eutrofização, já que este nutriente atua como o agente causador do processo. A avaliação 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. Além disso, caso 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 apresentado e 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 (1990), sendo:

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

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

onde:

P = concentração de fósforo total medida à superfície da água, em $\mu\text{g.L}^{-1}$

CL = concentração de clorofila *a* medida à superfície da água, em $\mu\text{g.L}^{-1}$

ln = logaritmo natural

Nos meses em que estejam disponíveis dados de ambas variáveis, o resultado apresentado nas tabelas de IET será a média aritmética simples dos índices relativos ao fósforo total e à clorofila *a*, segundo a equação:

$$\text{IET} = [\text{IET} (P) + \text{IET} (CL)] / 2$$

Na interpretação dos resultados, os pontos serão classificados conforme os resultados obtidos para o IET anual. Assim, para cada ponto, serão utilizadas as médias geométricas das concentrações de fósforo total e clorofila *a* para cálculo do IET(P) e IET(CL) anual, sendo o IET final resultante da média aritmética simples dos índices anuais 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 a variável disponível e considerado equivalente ao IET, devendo, apenas, constar uma observação junto ao resultado, informando que apenas uma das variáveis foi utilizada.

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 se mostrava menos intenso. Nesse sentido, a determinação do grau de eutrofização médio anual de um corpo hídrico pode não identificar, de forma explícita, as variações que ocorreram ao longo do período anual, assim também serão apresentados os resultados mensais para cada ponto amostral.

Para a classificação deste índice, foram adotados os seguintes estados de trofia: oligotrófico, mesotrófico, eutrófico e hipereutrófico, cujos limites e características estão descritos nas tabelas 10 e 11, respectivamente.

Tabela 10 - Classificação do Estado Trófico, segundo o Índice de Carlson Modificado

Estado Trófico	Critério	Secchi –S (m)	P-total – P (mg.m ⁻³)	Clorofila <i>a</i> (mg.m ⁻³)
Oligotrófico	IET = 44	S = 1,6	P = 26,5	CL = 3,8
Mesotrófico	44 < IET = 54	1,6 > S = 0,8	26,5 < P = 53,0	3,8 < C = 10,3
Eutrófico	54 < IET = 74	0,8 > S = 0,2	53,0 < P = 211,9	10,3 < CL = 76,1
Hipereutrófico	IET > 74	0,2 > S	211,9 < P	76,1 < CL

Tabela 11 - Especificações e Classes do Índice de Estado Trófico, segundo o Índice de Carlson Modificado

Estado Trófico	Especificação	Classes do IET
Oligotrófico	Corpos de água limpos, de baixa produtividade, em que não ocorrem interferências indesejáveis sobre os usos da água.	1
Mesotrófico	Corpos de água com produtividade intermediária, com possíveis implicações sobre a qualidade da água, mas em níveis aceitáveis, na maioria dos casos.	2
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
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 consequências indesejáveis sobre as atividades pecuárias nas regiões ribeirinhas.	4

▫ 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:

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

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

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

Qualidade Ótima	IVA = 2,2
Qualidade Boa	IVA = 3,2
Qualidade Regular	$3,4 \leq \text{IVA} \leq 4,4$
Qualidade Ruim	$4,6 \leq \text{IVA} \leq 6,8$
Qualidade Péssima	$\text{IVA} > 7,6$

De acordo com as legislações estadual (Regulamento da Lei 997/76, aprovado pelo Decreto Estadual 8468/76) e federal (Resolução CONAMA 20/86 e 3), 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 calculados 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 implicará na inviabilidade do cálculo do IVA.

5.2.2 Índice da Comunidade Fitoplanctônica – ICF_{RES}

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.

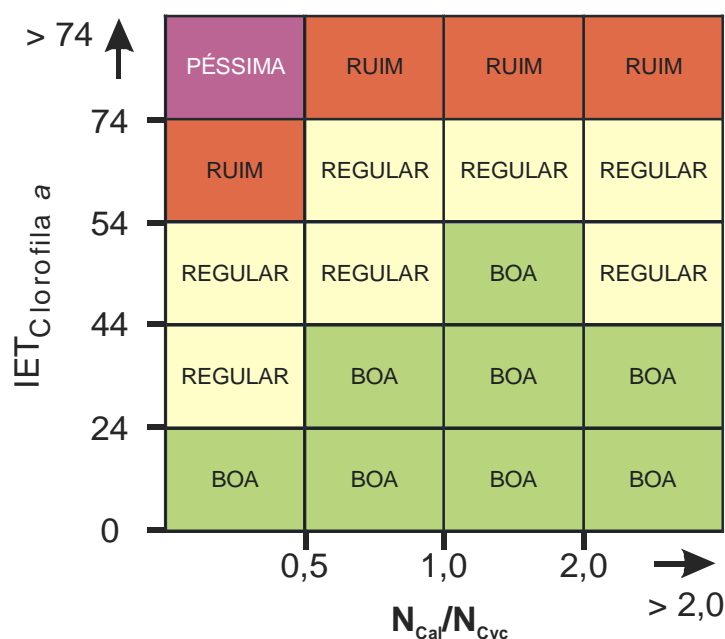
Este índice visa separar em categorias a qualidade da água em ótima, boa, regular e ruim, por meio da proporção dos grandes grupos que compõem o fitoplâncton, da densidade dos organismos e do Índice de Estado Trófico (IET). Assim, estabeleceu-se uma ponderações destas variáveis, que se encontram representadas na tabela 12.

Tabela 12: Classificação do Índice da Comunidade Fitoplanctônica – ICF_{RES}

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

5.2.3 Índice da Comunidade Zooplantônica para Reservatórios – ICZ_{RES}

O ICZ_{RES} leva em consideração a presença ou ausência dos grupos principais e relaciona a razão entre o número total de calanóides - indicador de melhor qualidade da água (Matsumura-Tundisi, 1999; Rietzler *et al.*, 2002) - e o número total de ciclopóides - indicador de ambientes altamente eutróficos (Sampaio *et al.*, 2002) - com o respectivo Índice de Estado Trófico (IET), calculado com os dados de clorofila *a*. Estes dois resultados (razão N_{Cal}/N_{Cyc} e IET) encontram-se associados com categorias Boa, Regular, Ruim e Péssima, obtidas a partir do quadro apresentado a seguir.



Para a utilização direta da matriz ICZ_{RES}, há necessidade da presença dos 3 principais grupos zooplantônicos (Rotíferos, Copépodes e Cladóceros). Na ausência de Calanóides, empregar $N_{Cal}/N_{Cyc} < 0,5$; na ausência de Rotíferos ou Cladóceros, atribuir RUIM e, na ausência de Ciclopóides, atribuir PÉSSIMA.

Índice da Comunidade Zooplantônica (ICZ_{RES})

5.2.4 Índice da Comunidade Bentônica – ICB

Foram calculados os seguintes índices descritores da estrutura das comunidades bentônicas:

1. **Riqueza (S)**, sendo a soma das categorias taxonômicas encontradas na amostra.
2. **Índice de Diversidade de Shannon-Wiener (H')** (Washington, 1984).
3. **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).
4. **Razão Tanytarsini/Chironomidae (Tt/Chi)** (EPA/OHIO, 1987).
5. **Riqueza de taxa sensíveis (Ssens)**, em que foram considerados sensíveis as famílias de Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera e o gênero *Stempellina* de Chironomidae-Tanytarsini em rios e as famílias de Ephemeroptera, Odonata, Trichoptera e o gênero *Stempellina* de Chironomidae-Tanytarsini em reservatórios.
6. **Dominância de grupos tolerantes (T/DT)**, tendo sido considerados tolerantes, Tubificinae sem queta capilar, Naidinae e Chironomini, em rios e *Limnodrilus hoffmeisteri*, *Dero*, *Pristina*, *Pristinella* e *Chironomus*, em reservatórios.

Além disso, sempre que possível, ou seja, quando ocorreram populações significativas ($N \geq 100$) de *Chironomus* nas amostras, foi avaliada a frequência 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 sublitoral de reservatórios, zona profunda de reservatórios e rios, como se segue:

A. Índice da Comunidade Bentônica para zona sublitoral de reservatórios (ICB_{RES-SL})

CLASSE	PONTO	S	ICS	H'	T/DT	Ssens
PÉSSIMA	5	AZÓICO				
RUIM	4	1 – 8	< 5,00	$\leq 1,50$	$\geq 0,70$	0
REGULAR	3	9 – 16	5,00 - < 15,00	$> 1,50 - \leq 2,25$	$0,40 - < 0,70$	1
BOA	2	17 – 24	15,00 - < 25,00	$> 2,25 - \leq 3,50$	$0,10 - < 0,40$	2
ÓTIMA	1	≥ 25	$\geq 25,00$	$> 3,50$	$< 0,10$	≥ 3

B. Índice da Comunidade Bentônica para zona profunda de reservatórios (ICB_{RES-P})

CLASSE	PONTO	S	ICS	H'	T/DT	Tt/Chi
PÉSSIMA	5	AZÓICO				
RUIM	4	1 – 3	$\leq 1,00$	$\leq 0,50$	$\geq 0,80$	$\leq 0,03$
REGULAR	3	4 – 6	$> 1,00 - \leq 3,50$	$> 0,50 - \leq 1,50$	$\geq 0,50 - < 0,80$	$> 0,03 - \leq 0,06$
BOA	2	7 – 9	$> 3,50 - \leq 7,00$	$> 1,50 - \leq 2,00$	$\geq 0,20 - < 0,50$	$> 0,06 - < 0,10$
ÓTIMA	1	≥ 10	$\geq 7,00$	$> 2,00$	$< 0,20$	$\geq 0,10$

C. Índice da Comunidade Bentônica para rios (ICB_{RIO})

CLASSE	PONTO	S	ICS	H'	T/DT	Ssens
PÉSSIMA	5	AZÓICO				
RUIM	4	≤ 5	$\leq 3,00$	$\leq 1,00$	$> 0,75$	0
REGULAR	3	6 – 13	$> 3,00 - \leq 9,50$	$> 1,00 - \leq 1,50$	$\geq 0,50 - \leq 0,75$	1
BOA	2	14 – 20	$> 9,50 - \leq 20,00$	$> 1,50 - \leq 2,50$	$> 0,25 - < 0,50$	2
ÓTIMA	1	≥ 21	$> 20,00$	$> 2,50$	$\leq 0,25$	≥ 3

Para o cálculo do Índice da Comunidade Bentônica apenas um dos índices de diversidade (H' ou ICS) é considerado, dando-se preferência ao ICS. O valor final, que gera o diagnóstico ou a classificação final da qualidade do habitat, será simplesmente a média aritmética do ranking dos índices parciais.

Com relação à frequência de deformidade em mento de larvas de *Chironomus*, foi considerada incidência natural da população valores de até 3%, como citado em literatura (Burt *et al.*, 2003). Assim, foi considerada ótima a condição de frequências de deformidade inferiores ou iguais a 3% e péssima aquelas superiores a 6%. Foram considerados regulares os sedimentos com frequências de deformidade entre 3 e 6% e aqueles em que, embora o número de larvas analisado tivesse sido inferior ao ideal, a frequência obtida superou 6%.

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 ou 12 meses do ano. Baseada em critérios estatísticos simplificados, a Qualificação Anual expressa não apenas a qualidade mais recente apresentada pelas praias, mas aquela que apresenta com mais constância ao longo do tempo.

Apresentam-se, na tabela 13, as especificações que determinam a Qualificação Anual:

Tabela 13: Índice de Balneabilidade

QUALIFICAÇÃO ANUAL	ESPECIFICAÇÃO
ÓTIMA	Praias classificadas como EXCELENTES em 100% do ano
BOA	Praias PRÓPRIAS em 100% do ano, exceto as classificadas como EXCELENTES em 100% do ano
REGULAR	Praias classificadas como IMPRÓPRIAS em porcentagem de tempo inferior a 50% do ano
MÁ	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 Critérios para avaliação da qualidade de sedimento

Os sedimentos foram avaliados e classificados por meio de diferentes linhas de evidência: concentração de substâncias químicas, ecotoxicidade, mutagenicidade e comunidade bentônica.

O grau de contaminação química do sedimento, com vistas a proteção da vida aquática, foi classificado segundo os valores guias estabelecidos pelo “Canadian Council of Ministers of the Environment” (CCME, 2001) para arsênio, metais pesados e compostos orgânicos, conforme demonstra a tabela 14.

Baseados em concentrações totais e na probabilidade de ocorrência de efeito deletério sobre a biota, o menor limite- TEL (Threshold Effect Level) - representa a concentração abaixo da qual raramente são esperados efeitos adversos para os organismos. O maior limite- PEL (Probable Effect Level) representa a concentração acima da qual é frequentemente esperado o citado efeito adverso para os organismos. Na faixa entre TEL e PEL situam-se os valores onde ocasionalmente espera-se tais efeitos. A adoção desses valores teve caráter meramente orientativo na busca de evidências da presença de contaminantes em concentrações capazes de causar efeitos deletérios, sobretudo com relação à toxicidade para a biota.

Tabela 14 - Valores-guias estabelecidos pelo "Canadian Council of Ministers of the Environment"

Variáveis ^a	unidade	TEL ^b	PEL ^c
Metais e Metalóide			
Arsênio	µg/g	5,9	17
Cádmio	µg/g	0,6	3,5
Chumbo	µg/g	35	91,3
Cobre	µg/g	35,7	197
Cromo	µg/g	37,3	90
Mercúrio	µg/g	0,17	0,486
Níquel	µg/g	18,0 ^d	35,9 ^d
Zinco	µg/g	123	315
Pesticidas Organoclorados			
BHC, gama (Lindane)	µg/kg	0,94	1,38
Clordano	µg/kg	4,5	8,9
DDD, p,p'-	µg/kg	3,54	8,51
DDE, p,p'-	µg/kg	1,42	6,75
DDT, p,p'-	µg/kg	1,19	4,77
Dieldrin	µg/kg	2,85	6,67
Endrin	µg/kg	2,67	62,4
Heptacloro epóxido	µg/kg	0,6	2,74
Compostos clorados			
PCB s totais	µg/kg	34,1	277

a = Parâmetros legislados pela resolução CONAMA 344/04 com exceção do Heptacloro epóxido e Clordano

b = TEL "Threshold Effect Level", ou seja concentrações abaixo deste valor são raramente associadas a efeitos biológicos adversos

c = PEL "Probable Effect Level", ou seja concentrações acima deste valor são frequentemente associadas a efeitos biológicos adversos

d = Critério do Environment Canadá (1995)

Com relação ao seu potencial de ecotoxicidade, os sedimentos foram avaliados de acordo com tipos e intensidades de efeitos observados em testes realizados com *Hyalella azteca*. Quanto ao seu grau de mutagenicidade, pelo número de revertentes/g seca de amostra obtidos no testes de AMES. E, pela estrutura da comunidade bentônica, pela aplicação de índices multimétricos, para rios e reservatórios (ver item 5.2.4). Nas amostras em que foram encontradas populações significativas de larvas de *Chironomus*, foi ainda considerada a frequência de ocorrência de deformidade no mento destes organismos, conforme descrito no item 5.2.4.

Desta forma, os sedimentos foram avaliados em até 5 classes quanto a sua qualidade, variando de ótima a péssima, para cada variável analisada, segundo os critérios apresentados na tabela 15. Na avaliação geral de qualidade dos sedimentos foram também considerados os resultados de granulometria, séries de resíduos (com ênfase ao resíduo volátil, que propicia se ter uma idéia da quantidade de matéria orgânica), umidade e concentrações de OD, fósforo, ferro e manganês na água intersticial.

Tabela 15 - Critérios para o diagnóstico da qualidade dos sedimentos, baseados em concentrações químicas, nos resultados do teste de Ames, nos efeitos observados nos testes de toxicidade com *Hyalella azteca*, na frequência de deformidade no mento de *Chironomus* e na estrutura da comunidade bentônica.

Diagnóstico	Substância química ^a	Mutagenicidade Teste de AMES revertentes/g base seca	Toxicidade <i>Hyalella azteca</i>	Deformidade (%)	Comunidade bentônica ^b
Ótimo	<TEL	não detectado	Não tóxico	≤3	ICB = 1
Bom		<50			ICB = 2
Regular	≥TEL e ≤PEL	>50 e <500	Efeito subletal, redução no crescimento	>3 e ≤6 ^c	ICB = 3
Ruim		>500 e 5000	Efeito agudo, mortalidade <50%		ICB = 4
Péssimo	>PEL	>5000	Efeito agudo, mortalidade ≥50%	>6	ICB = 5

<TEL concentrações abaixo da qual raramente é esperado efeitos biológicos adversos

≥ TEL e ≤ PEL nessa faixa de concentrações ocasionalmente são observados efeitos biológicos adversos

> PEL concentrações acima desse valor frequentemente são esperados efeitos biológicos adversos

b= expressa pelo Índice da Comunidade Bentônica (ICB)

c= considerou-se regular também quando o número de larvas analisado foi menor que o ideal (maior ou igual a 100), mas a frequência de efeito superou 6%

Os critérios adotados para classificar os sedimentos não são definitivos. A geração de um maior número de dados irá permitir o aperfeiçoamento e implementação das variáveis adotadas, o que potencialmente possibilitará o estabelecimento de um índice da qualidade do sedimento adaptado para o Estado de São Paulo.

7 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, que subsidia a ação da prevenção e do controle da poluição no meio ambiente. Esse Decreto, que se encontra no Anexo 1, 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 (Anexo 1). Em 1986, a Portaria GM 0013 foi substituída pela Resolução n.º 20 do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA, que 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:
 - a) ao abastecimento doméstico sem prévia ou com simples desinfecção;
 - b) à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas.
- II - Classe 1 – águas destinadas:
 - a) ao abastecimento doméstico após tratamento simplificado;
 - b) à proteção das comunidades aquáticas;
 - c) à recreação de contato primário (natação, esqui aquático e mergulho);
 - d) à irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película;
 - e) à criação natural e/ou intensiva (aquicultura) de espécies destinadas à alimentação humana.
- III - Classe 2 – águas destinadas:
 - a) ao abastecimento doméstico, após tratamento convencional;
 - b) à proteção das comunidades aquáticas;
 - c) à recreação de contato primário (esqui aquático, natação e mergulho);
 - d) à irrigação de hortaliças e plantas frutíferas;
 - f) à criação natural e/ou intensiva (aquicultura) de espécies destinadas à alimentação humana.
- IV - Classe 3 – águas destinadas:
 - a) ao abastecimento doméstico, após tratamento convencional;
 - b) à irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras;
 - c) à dessedentação de animais.
- V - Classe 4 – águas destinadas:
 - a) à navegação;
 - b) à harmonia paisagística;
 - c) aos usos menos exigentes.

O fato de um trecho de rio estar enquadrado em determinada classe não significa, necessariamente, que este 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 é apresentada na tabela 16:

Tabela 16 - Correlação entre as classes do Decreto Estadual e a Resolução Federal

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 (Anexo 1). Esse enquadramento deve basear-se em diagnósticos regionais, considerando dados sócio-econômicos, uso do solo e aqueles pretendidos para os 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.

• 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, como 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 e 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 (ou cianobactérias), clorofíceas, diatomáceas e fitoflagelados. As

cianofíceas, ou cianobactérias, são consideradas as mais problemáticas devido ao seu potencial tóxico e riscos à saúde pública. A tabela 17 indica os limites, por categoria, utilizados para a classificação.

Tabela 17 - 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.

8 Metodologia utilizada para a estimativa das cargas orgânicas provenientes de esgotos sanitários urbanos

Para avaliar a carga de esgoto doméstica, é apresentada a situação sanitária dos municípios que formam cada UGRHI. A situação de cada município é retratada por meio das porcentagens de coleta e tratamento e das cargas orgânicas potencial e remanescente; os detalhes de cálculo para cada município estarão contidos nas respectivas UGRHIs.

A porcentagem de coleta é definida como aquela da população urbana atendida por rede coletora de esgoto. A porcentagem de tratamento é aquela da população urbana atendida por rede coletora e que tem seu esgoto tratado.

Por meio dos índices de coleta e tratamento é possível estimar as cargas orgânicas poluidoras potencial e remanescente.

A carga orgânica potencial é a quantidade de matéria orgânica gerada pela população urbana por dia. É estimada pela multiplicação da população urbana e a quantidade de matéria orgânica gerada por pessoa por dia. Adota-se o valor de 0,054 kg DBO/dia como a quantidade de matéria orgânica gerada / habitante / dia.

A carga orgânica removida no sistema de tratamento é calculada multiplicando-se a carga potencial pela porcentagens coletada vezes a de tratamento vezes a da eficiência esperada do tratamento. Adota-se 80% de eficiência, desde que a média de todos os sistema de tratamentos existentes estejam atendendo aos padrões de emissão preconizado no artigo 18 do Regulamento da Lei nº 997/76, aprovado pelo Decreto Estadual nº 8468/76. Para os municípios onde a CETESB dispõe dos dados de vazão e DBO_{5,20}, antes e após o tratamento, a carga remanescente é calculada com base na eficiência real do sistema.

A carga orgânica remanescente é aquela efetivamente lançada em corpos d'água após redução ocorrida nos sistemas de tratamento, sendo calculada como a carga orgânica gerada pela população urbana menos a carga orgânica removida no sistema de tratamento de esgoto.

A SABESP, por meio do Departamento de Informações Empresariais (PGI) e Departamento de Controle Sanitário e Ambiental (ROA), forneceu as porcentagens de coleta e tratamento para os municípios atendidos por esta

empresa. Para os demais, tais informações foram levantadas pela CETESB. A CETESB também procedeu à validação dos dados apresentados pela SABESP.

9 Avaliação da qualidade das águas

O Estado de São Paulo está dividido, de acordo com a Lei Estadual nº 9034/94, de 27/12/1994, em 22 Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos – UGRHIs, reunidas em 11 Grupos, conforme figura 11.

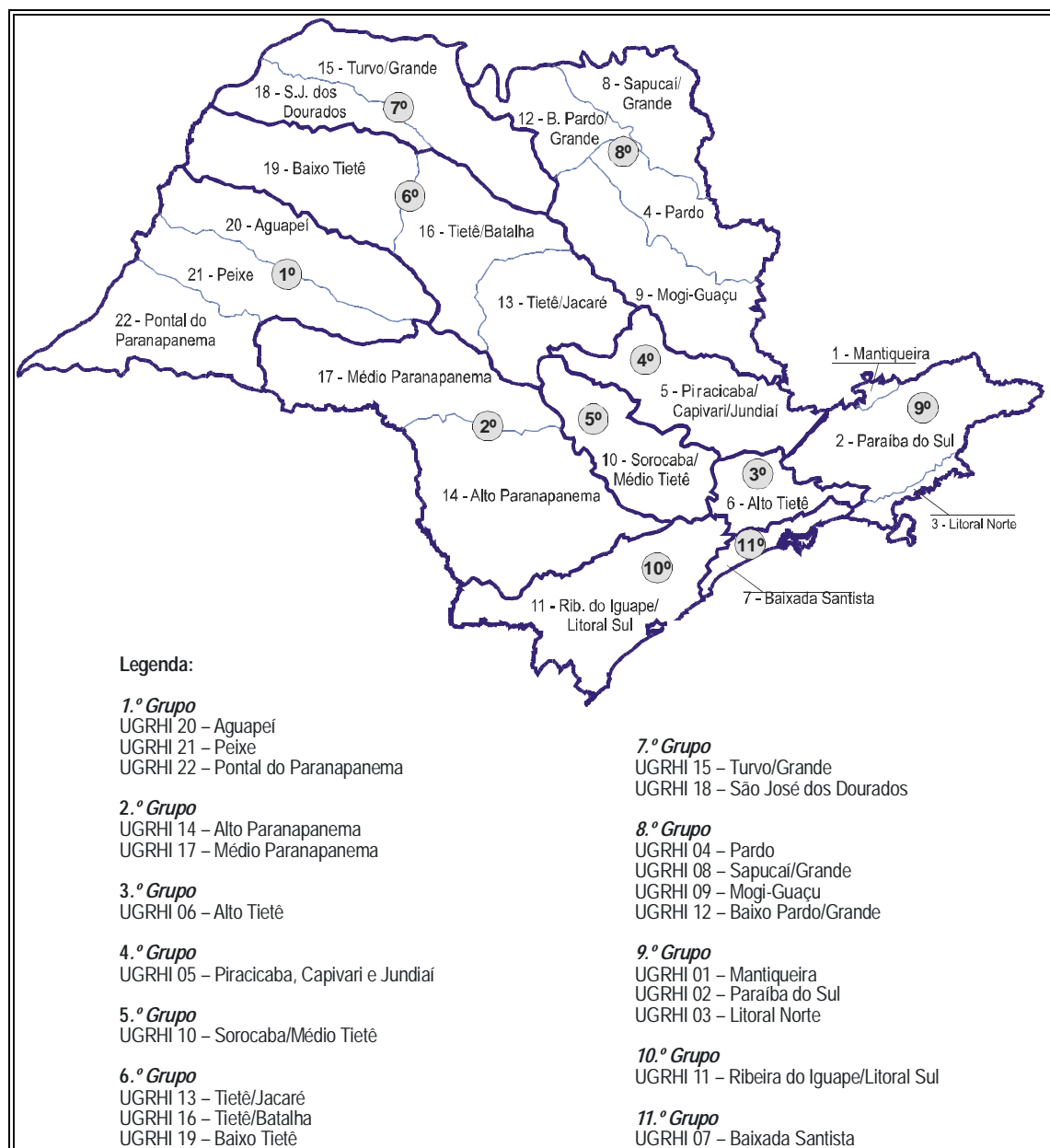


Figura 11 - Mapa esquemático do Estado de São Paulo contendo as 22 UGRHIs

A UGRHI - 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, Paranapanema e Pardo estão incluídos em mais de uma UGRHI; dessa forma, considera-se a análise dos resultados, os acontecimentos do trecho de rio inserido na respectiva UGRHI.

Não é realizado o tratamento integrado dos dados de qualidade e quantidade, uma vez que a CETESB depende de outras instituições para obter as informações de quantidade. Na UGRHI 6, é realizada uma avaliação da disponibilidade hídrica, pois a CETESB dispõe, em tempo real, das informações de quantidade.

A localização das estações, bem como os dados hidrométricos obtidos em 2004 – vazões ou volumes médios diários correspondentes ao dia da amostragem e vazões ou volumes médios mensais – constam no Anexo 4 contido no CD integrante deste relatório.

• Monitoramento Automático

A CETESB possui uma rede com 14 estações automáticas de monitoramento de qualidade de água, mantendo em operação 12 unidades em 2004. As estações de Laranjal Paulista (Rio Tietê) e Salto (Rio Jundiá) não geraram dados em 2004, por motivos operacionais.

Essas estações encontram-se instaladas nos principais rios e reservatórios das UGRHIs 5 (2 estações), 6 (10 estações) e 10 (2 estações). Dessas 14, cinco foram instaladas em 2004, de acordo com as seguintes datas de início de operação:

- Taquacetuba - Res. Billings: março de 2004;
- Summit Control - Res. Billings: maio de 2004;
- Pedreira - Rio Pinheiros: março de 2004;
- São Miguel Paulista - Rio Tietê: maio de 2004 e
- Retiro - Rio Pinheiros: maio de 2004.

Os principais objetivos desse monitoramento são:

- acompanhar o processo de recuperação da qualidade das águas do Rio Tietê, decorrente do seu programa de despoluição;
- fiscalizar lançamentos de efluentes de origens doméstica e industrial;
- avaliar a tendência de evolução da qualidade das águas dos corpos d'água que formam o Rio Tietê e
- subsidiar o diagnóstico da qualidade das águas utilizadas para o abastecimento público e outros usos.

Além de permitir o acompanhamento on-line de dados referentes a temperatura, turbidez, condutividade, pH, oxigênio dissolvido em todos os pontos, as estações também estão equipadas para, automaticamente, coletar e armazenar amostras. Estas servirão para análises mais detalhadas em laboratório, em situações em que as variáveis medidas ininterruptamente indicarem alguma alteração significativa. Em alguns locais, as estações estão equipadas também com indicadores relativos a amônia e fosfato solúvel (estação do Baixo Cotia) e demanda bioquímica de oxigênio - DBO (estações de Salto, Laranjal Paulista e Rasgão).

Em cada estação, os dados de qualidade obtidos são armazenados em médias horárias, permitindo uma avaliação mais acurada da qualidade das águas dos rios e reservatórios.

A fim de visualizar o período de funcionamento das 12 estações de monitoramento automático em 2004, foi adotado o seguinte delineamento metodológico:

- validação dos dados minutários, obtendo-se valores que após depuração, resultam em médias horárias;
- descarte dos dias com médias horárias, para condutividade, oxigênio dissolvido e pH, inferior a 12 dados e
- apresentação gráfica da porcentagem do tempo de operação de cada sensor de medida.

Para comparar as 12 estações de monitoramento automático, apresenta-se a porcentagem do tempo de funcionamento, considerando para cada estação a relação entre a soma dos dias de operação da condutividade, oxigênio dissolvido e pH, dividido pelo ano, conforme pode ser visualizado na figura 15.

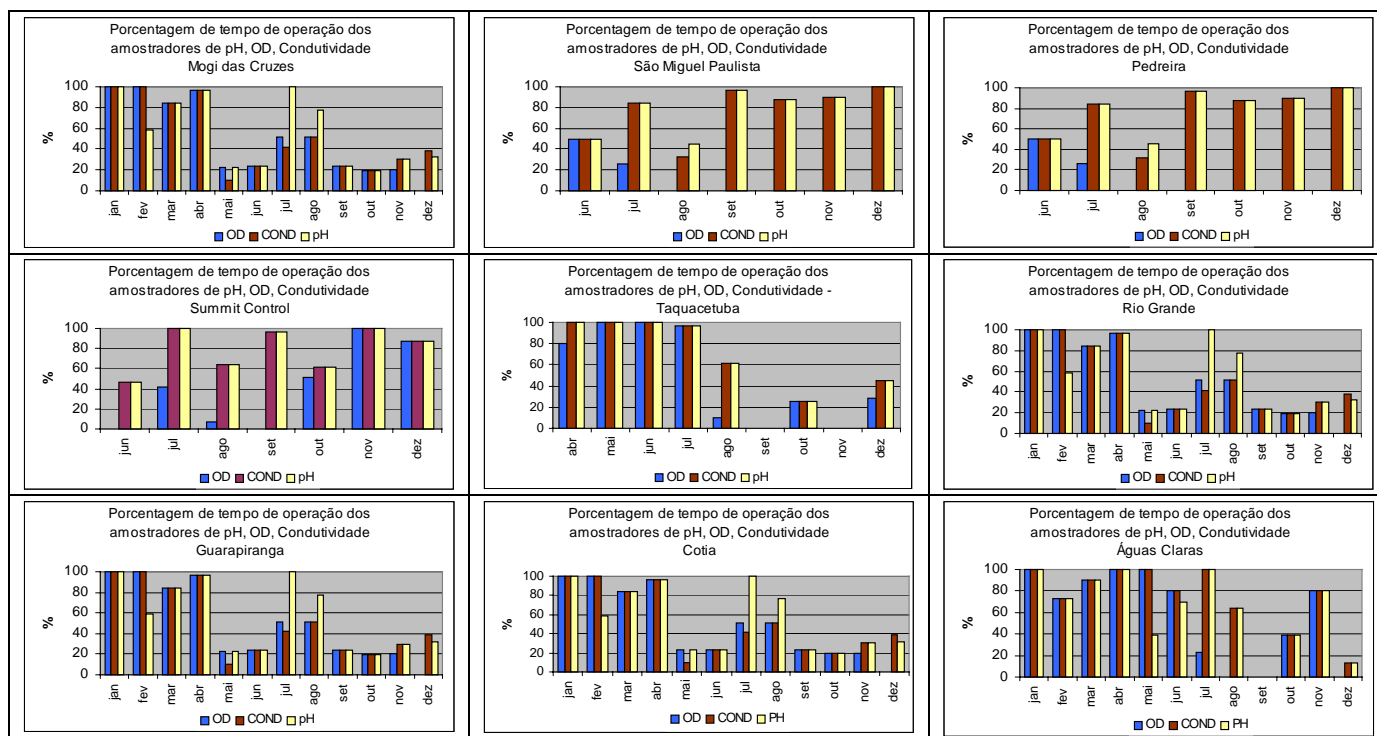


Figura 12 - Porcentagem do tempo de funcionamento das estações de monitoramento automático.

• Estrutura do tratamento dos dados de qualidade por UGRHIs

Para cada UGRHI - Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos são apresentadas as seguintes informações:

1. Características da UGRHI: área de drenagem, principais corpos de água, principais atividades industriais e agrícolas, usos do solo, usos da água e cargas orgânicas poluidoras domésticas e industriais.
2. Resultados de variáveis de qualidade das águas:

▫ Variáveis Sanitárias das Águas:

- Dados do monitoramento manual - quadro comparativo das médias de 2004 com a média dos últimos dez anos (1994 a 2003) para as variáveis condutividade, turbidez, carbono orgânico dissolvido, potencial de formação de THMs, nitrogênio nitrato, nitrogênio amoniacal, oxigênio dissolvido, DBO_{5,20}, fósforo total, coliformes termotolerantes e clorofila *a*.
- Dados do monitoramento automático – gráfico da variação anual da condutividade e oxigênio dissolvido.
- Perfis de temperatura e oxigênio dissolvido – são apresentados gráficos do comportamento dessas variáveis ao longo da coluna d'água, para os lagos onde a amostragem é realizada por embarcação.

Os dados brutos das variáveis de qualidade de água para cada ponto de amostragem da rede básica de monitoramento e dos monitoramentos regionais da CETESB, constam nas tabelas do Anexo 1, com os resultados das variáveis físicas, químicas, bacteriológicas, hidrobiológicas (apenas os dados de clorofila *a*) e ecotoxicológicas para as campanhas realizadas durante o ano de 2004. Uma comparação dos valores com os respectivos padrões de referência é realizada (por meio de um asterisco), ressaltando os resultados cujas concentrações não atenderam aos limites estabelecidos pela Resolução CONAMA 20/86.

- Variáveis Organolépticas, Tóxicas e pH
 - Quadro-resumo com o número de não conformidades aos padrões de qualidade das variáveis pH, alumínio, manganês, níquel, cobre, zinco e mercúrio ao longo de 2004. Também é realizada uma comparação entre as porcentagens de não conformidade de 2004 com as dos últimos dez anos (1994 a 2003). Como essas substâncias são determinadas em concentrações de ordem de grandeza de ppm (partes por milhão), a comparação com os padrões de qualidade torna-se uma metodologia de avaliação adequada.
- 3. Qualidade das águas e dos sedimentos dos rios e reservatórios monitorados, com vistas ao abastecimento público, à proteção da vida aquática e à balneabilidade. Foram utilizados os seguintes procedimentos:
 - Índices de Qualidade das Águas – compilação dos valores do IAP, IQA, IVA e IET, bem como das respectivas médias anuais. Para os pontos onde foi realizada a avaliação relativa às comunidades hidrobiológicas, também foram considerados os resultados dos índices ICF, ICZ_{RES} e ICB (dados do período de seca).
 - Classificação das Praias de Reservatórios – resultado das análises de *E. coli* para os reservatórios com amostragem mensal (UGRHIs 5 e 10). Para os reservatórios com amostragem semanal (UGRHI 6), são apresentados a classificação semanal (Própria/Imprópria), gráficos com porcentagem de classificação PRÓPRIA nos últimos 10 anos e o Índice de Balneabilidade – IB, para o ano de 2004.
 - Para a avaliação da qualidade dos sedimentos, foram considerados o grau de contaminação química, o potencial de ecotoxicidade, o grau de mutagenicidade e a estrutura da comunidade bentônica, para rios e reservatórios e pela deformidade no mento de *Chironomus* (Diptera). Os dados brutos das variáveis de qualidade de sedimentos para as campanhas realizadas durante o ano de 2004, constam na tabela do Anexo 2 do CD, que é parte integrante deste relatório.
- 4. Considerações e Recomendações.

9.1 UGRHI 1 – Mantiqueira

9.1.1 Característica da UGRHI

A Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos 1 situa-se a leste do Estado de São Paulo, sendo composta por 3 municípios, cujas principais características encontram-se na tabela 1.1.

Tabela 1.1 – Características da UGRHI 1.

Área de drenagem	679 km ²
Constituintes principais	Rio Sapucaí-Guaçu e ribeirões da Cachoeira, do Paiol Velho e do Paiol Grande.
Usos do solo	Urbano e rural. Predominância de pastagens e de vegetação natural. Totalmente contida em Unidades de Conservação
Usos da água	Abastecimento público e afastamento de efluentes domésticos e industriais.
Principais atividades	Turismo, indústrias alimentícias e pecuária.

Na tabela 1.2 pode-se visualizar a carga orgânica doméstica.

Tabela 1.2 – Carga orgânica poluidora doméstica

Município	Concessão	População Censo 2000		Atendimento (%)		Carga Poluidora		Corpo Receptor
		Total	Urbana	Coleta	Tratam.	Potencial	Remanesc.	
Campos do Jordão	Sabesp	44.238	43.809	100	0	2366	2366	Rio Capivari
Santo Antônio do Pinhal	Sabesp	6.311	3.031	100	100	164	33	Rio da Prata
São Bento do Sapucaí	Sabesp	10.355	4.627	100	0	250	250	Rio Sapucaí
TOTAL GERAL		60.904	51.467	100	6	2.779	2.648	

Na tabela 1.3 esta a descrição do ponto de amostragem.

Tabela 1.3 – Descrição do ponto de amostragem

Código do Ponto	Latitude	Longitude	Projetos	Descrição	Local
SAGU02100	22 42 30	45 32 33	RB	Rio Sapucaí Guaçu	Estrada do Horto. Ponte de madeira a jusante da futura ETE de Campos de Jordão.

RB = Rede Básica de Monitoramento

O mapa esquemático, contendo os seus principais corpos de água, municípios e pontos de amostragem, encontram-se apresentados conjuntamente com o mapa da UGRHI 2 – Paraíba do Sul (figura 2.1).

9.1.2 Resultados de variáveis de qualidade das águas

A tabela 1.4 contém os dados comparativos da média de 2004 com a dos últimos dez anos para as principais variáveis sanitárias.

Tabela 1.4 – Médias das principais variáveis sanitárias

Código do ponto	Condutividade		Turbidez		COD		PFTHM		Nitrato		Nitrog. Amon.		OD		DBO _(5,20)		FT		Coliforme Termot.	
	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004
SAGU02100	77	73	42	50					0,18	0,14	3,97	1,21	6,5	6,6	5	5	0,273	0,152	103.353	19.880

Observação: os dados brutos destas e das demais variáveis de qualidade das águas constam nas tabelas do Anexo 2.

Na tabela 1.5 são descritas as porcentagens de resultados não conformes de 2004 em relação aos padrões de qualidade estabelecidos pela Resolução CONAMA 20/86, bem como a comparação com as porcentagens de não conformidade dos últimos dez anos para pH e metais.

Tabela 1.5 – Resultados não conformes para pH e metais

Código do ponto	pH				Alumínio				Manganês			
	NC 2004	NT 2004	%NC 2004	%NC 1994-2003	NC 2004	NT 2004	%NC 2004	%NC 1994-2003	NC 2004	NT 2004	%NC 2004	%NC 1994-2003
SAGU02100	0	6	0	11	6	6	100	100	5	6	83	67

NC: Número de Resultados Não Conformes

NT: Número Total de Resultados Considerados

Observação: os dados brutos destas e das demais variáveis de qualidade das águas constam nas tabelas do Anexo 2.

9.1.3 Qualidade das águas

9.1.3.1 ABASTECIMENTO PÚBLICO

As tabelas 1.6 e 1.7 contêm os resultados do IAP – Índice de qualidade das águas para fins de abastecimento público e do IQA – Índice de qualidade das águas, cujos dados são utilizados no cálculo do IAP, respectivamente.

Tabela 1.6 – Resultados mensais e média anual do IAP – 2004

CÓDIGO DO PONTO	CORPO D'ÁGUA	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA
SAGU02100	Rio Sapucaí Guaçu	53		50		43		44		51		32		45

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

Tabela 1.7 – Resultados mensais e média anual do IQA – 2004

CÓDIGO DO PONTO	CORPO D'ÁGUA	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA
SAGU02100	Rio Sapucaí Guaçu	56		56		49		48		56		44		52

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

O IAP mostrou-se, na maior parte do ano de 2004, com qualidade Regular, atingindo no mês de novembro qualidade Ruim. As variáveis sanitárias e as substâncias organolépticas, principalmente alumínio e manganês, que tiveram porcentagens elevadas de resultados não conformes, foram os indicadores responsáveis pela classificação média anual Regular do IAP.

9.1.3.2 PROTEÇÃO DA VIDA AQUÁTICA

As tabelas 1.8 e 1.9 mostram os resultados do IVA – Índice de qualidade das águas para proteção da vida aquática e do IET – Índice de estado trófico, cujos dados são utilizados para o cálculo do IVA, respectivamente.

Tabela 1.8 – Resultados mensais e média anual do IVA – 2004

CÓDIGO DO PONTO	CORPO D'ÁGUA	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA
SAGU02100	Rio Sapucaí-Guaçu	4,2		4,2		4,2		4,2				2,2		3,8

QUALIDADE: PÉSSIMA RUIM REGULAR BOA ÓTIMA

Tabela 1.9 – Resultados mensais e média anual do IET – 2004

CÓDIGO DO PONTO	CORPO D'ÁGUA	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA
SAGU02100	Rio Sapucaí-Guaçu	59,94		55,79		70,82		70,82		83,87		29,94		61,86

ESTADO: HIPEREUTRÓFICO EUTRÓFICO MESOTRÓFICO OLIGOTRÓFICO

A partir das análises dos dados obtidos nos meses ímpares para amostras do Rio Sapucaí-Guaçu, pode-se constatar altas concentrações de fósforo total de janeiro a setembro, com variações do índice de estado trófico de oligotrófico a hipereutrófico, indicando uma elevada carga orgânica nesse sistema. A média anual do IET(FT) classifica este ambiente como eutrófico. Em todos os meses de amostragem, os coliformes termotolerantes encontram-se acima do limite (valores até 79000 NMP/100mL), estabelecido pelo CONAMA 20/86 (BRASIL, 1986) para classe 2 de 1000NMP/100mL. Essa situação demonstrou a grande carga poluidora, provavelmente oriunda de esgoto doméstico. No trecho monitorado, o Rio Sapucaí-Guaçu já recebeu toda a contribuição dos esgotos domésticos gerados no município de Campos do Jordão.

Na figura 1.1 é apresentado o gráfico do percentual de ocorrência das variáveis que influenciaram o IVA, quando classificado nas categorias Regular, Ruim ou Péssima.

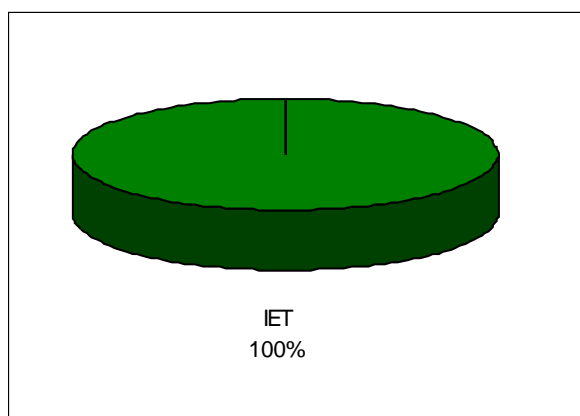


Figura 1.1 - Gráfico do percentual de ocorrência das variáveis que influenciam o IVA.

9.1.4 Considerações e Recomendações

O esgoto doméstico consiste num dos problema que afeta a qualidade dos recursos hídricos desta UGRHI. A conclusão das obras de implantação da Estação de Tratamento de Esgotos, segundo a SABESP, está prevista para o ano de 2008.

9.2 UGRHI 2 – Paraíba do Sul

9.2.1 Características da UGRHI

A Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos 2 situa-se a leste do Estado de São Paulo, sendo composta por 34 municípios, cujas principais características se encontram descritas na tabela 2.1.

Tabela 2.1 – Características da UGRHI 2

Área de drenagem	14.547 km ²
Constituintes principais	Rios Paraibuna e Paraitinga, formadores do Rio Paraíba do Sul e Rios Parateí, Jaguari e Una.
Reservatórios	Paraibuna, Paraitinga, Santa Branca e Jaguari.
Usos do solo	Urbano-industrial e rural. Presença significativa de atividade mineral nas áreas de várzea. Incidência de Unidades de Conservação.
Usos da água	Abastecimento público e industrial; geração de energia elétrica; afastamento de efluentes domésticos e industriais; irrigação de plantações.
Principais atividades	Indústrias de papel e celulose, automobilística, química, mecânica e eletroeletrônica.
Outras informações	Cerca de 7% da área paulista do Vale do Paraíba (1.032 km ²) 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.

A carga orgânica poluidora de origem doméstica está contida na tabela 2.2.

Tabela 2.2 – Carga orgânica poluidora – Origem Doméstica

Município	Concessão	População Censo 2000		Atendimento (%)		Carga Poluidora		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	70	0	102	102	Rib. Capitão Mor
Areias	PM	3.598	2.452	90	0	132	132	Rib. Vermelho
Bananal	Sabesp	9.710	7.184	100	100	388	78	Rio Bananal
Caçapava	Sabesp	75.813	68.606	100	90	3705	1037	Rio Paraíba e Cór. Boçoroca
Cachoeira Paulista	Sabesp	27.201	21.671	100	0	1170	1170	Rio Paraíba, Rib. das Pitas, Minhocas e Aguada
Canas	Sabesp	3.605	3.032	56	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	52	0	955	955	Rio Paraíba
Guaratinguetá	SAAE	104.022	98.964	90	18	5344	4651	R Paraíba, Rib. Guaratinguetá, São Gonçalo e Motas
Igaratá	Sabesp	8.288	5.875	50	50	317	254	Res. do Jaguari e Rib. Palmeiras
Jacareí	SAAE	191.358	183.444	94	2	9906	9757	Rio Paraíba do Sul e Rib. Turi
Jambeiro	Sabesp	3.993	2.463	100	100	133	27	Rib. Capivari
Lagoinha	Sabesp	4.958	2.986	100	100	161	32	Rib. Botucatu
Lavrinhas	Sabesp	6.008	5.309	59	0	287	287	Rio Paraíba do Sul
Lorena	Sabesp	77.843	74.948	100	91	4047	1101	Rio Paraíba do Sul e Ribeirão Taboão
Monteiro Lobato	Sabesp	3.592	1.864	100	100	101	20	Rio Buquira
Natividade da Serra	PM	6.944	2.851	90	96	154	48	Res. Paraibuna
Paraibuna	PM	16.992	5.298	85	9	286	269	Rio Paraibuna
Pindamonhangaba	Sabesp	125.722	120.272	100	100	6495	1299	Rio Paraíba e Rib. Curuputuba
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

continua...

Queluz	Sabesp	9.112	7.846	77	0	424	424	Rio Verde e Rio Paraíba
Redenção da Serra	Sabesp	4.046	4.046	88	86	218	86	Res. Paraibuna
Roseira	Sabesp	8.576	8.576	100	100	463	93	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 Araraquara e Res. Jaguari
São José do Barreiro	PM	4.139	2.468	50	100	133	80	Rib. do Barreiro e Cór. da Estância
São José dos Campos	Sabesp	538.909	458.634	86	45	24766	17099	R. Paraíba do Sul, Cambuí, Peixe, Alambari e Parara
São Luís do Paraitinga	Sabesp	10.417	5.804	88	7	313	298	Rio Paraitinga e Chapéu
Silveiras	Sabesp	5.372	2.448	100	100	132	26	Rib. Silveiras
Taubaté	Sabesp	244.107	228.698	100	1	12350	12251	Cór. Judeu, Piracangagua e José Raimundo
Tremembé	Sabesp	34.807	25.153	84	0	1358	1358	Rio Paraíba do Sul
TOTAL GERAL		1.770.26	1.558.78	91	33	84.174	63.213	

A tabela 2.3 contém a descrição dos pontos de amostragem.

Tabela 2.3 – Descrição dos pontos de amostragem.

Código do Ponto	Latitude	Longitude	Projetos	Descrição	Local
JAGI02900	23 10 21	45 54 49	RB	Rio Jaguari	Próximo à foz no rio Paraíba, no município de São José dos Campos.
JAGJ00200	23 17 38	46 14 02	RB	Reservatório do Jaguari	Ponte na rodovia SP 056 que liga Santa Isabel a Igaratá, no município de Santa Isabel.
PARB02050	23 22 32	45 53 12	RB	Rio Paraíba	Captação de Santa Branca, no bairro Angola de Cima.
PARB02100	23 22 05	45 53 59	RB	Rio Paraíba	Ponte na rodovia SP-77, no trecho que liga Jacareí a Santa Branca.
PARB02200	23 18 48	45 58 20	RB	Rio Paraíba	Junto à captação do município de Jacareí
PARB02300	23 11 42	45 55 48	RB	Rio Paraíba	Ponte de acesso ao loteamento Urbanova, em São José dos Campos.
PARB02310	23 11 16	45 55 04	RB	Rio Paraíba	Na captação de São José dos Campos.
PARB02390	23 04 59	45 43 08	SED	Rio Paraíba	Rio Paraíba, na futura régua do DAEE, em Caçapava
PARB02400	23 04 54	45 42 40	RB	Rio Paraíba	Ponte na rua do Porto, no trecho que liga Caçapava ao bairro Menino Jesus.
PARB02490	22 57 40	45 33 10	RB	Rio Paraíba	Na captação da SABESP em Tremembé.
PARB02530	22 54 42	45 28 13	RB	Rio Paraíba	Na captação da SABESP de Pindamonhangaba
PARB02600	22 50 40	45 14 04	RB	Rio Paraíba	Na captação de Aparecida
PARB02700	22 42 12	45 07 10	RB	Rio Paraíba	Ponte na rodovia BR-459, no trecho que liga Lorena a Piquete.
PARB02900	22 32 32	44 46 26	RB	Rio Paraíba	Ponte na cidade de Queluz.
PTEI02900	23 12 14	46 00 50	RB	Rio Paratei	Ponte na estrada de acesso ao Res. Jaguari, próximo à cervejaria Brahma, em Jacareí.
SANT00100	23 20 05	45 47 43	RB	Reservatório Santa Branca	No meio do corpo central, na junção dos braços Capivari e Paraibuna.

RB = Rede Básica de Monitoramento

SED = Rede de Sedimento

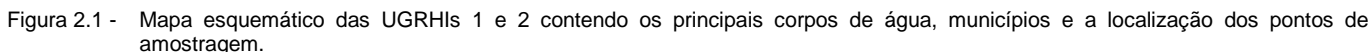


Tabela 2.4 – Médias das principais variáveis sanitárias

Código do ponto	Condutividade		Turbidez		COD		PFTHM		Nitrato		Nitrog. Amon.		OD		DBO _(5,20)		FT		Coliforme Termot.		Clorofila a	
	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004
JAGI02900	35	56	28	26					0,17	0,27	0,09	0,17	5,8	5,4	2	2	0,051	0,087	14.604	7.467		
JAGJ00200	42	44	17	7	5,48	50,01	196	211	0,13	0,11	0,09	0,06	6,2	3,6	2	4	0,021	0,040	156	56	8,87	0,94
PARB02050		32		4		2,46		199		0,17		0,04		4,3		1		0,020		85		0,27
PARB02100	27	35	17	11					0,13	0,17	0,06	0,02	7,5	5,3	1	1	0,019	0,030	139	150		
PARB02200	72	123	32	33	5,62	5,43	264	370	0,14	0,20	0,06	0,16	6,1	5,3	2	1	0,025	0,039	4.198	2.171	1,06	0,37
PARB02300	61	145	26	23					0,18	0,33	0,14	0,18	4,7	2,1	2	1	0,075	0,082	10.681	13.927		
PARB02310	91	134	28	21	5,48	4,68	224	318	0,20	0,32	0,13	0,17	4,0	2,8	2	1	0,048	0,077	12.397	1.877	1,70	0,88
PARB02400	59	123	37	24					0,26	0,51	0,18	0,24	3,7	1,6	2	2	0,076	0,070	9.218	1.792		
PARB02490	59	123	36	21	6,25	6,38	252	356	0,32	0,55	0,15	0,13	5,7	4,3	2	1	0,071	0,063	8.573	2.390	1,12	0,43
PARB02530		109		49		4,47		300		0,41		0,13		4,3		1		0,085		4.021		0,27
PARB02600	61	117	49	42	10,69	6,15	321	373	0,32	0,50	0,15	0,24	5,2	4,0	2	2	0,084	0,125	14.084	47.686	1,22	0,64
PARB02700	62	114	49	52					0,37	0,53	0,18	0,20	5,2	4,3	2	2	0,072	0,075	15.782	9.521		
PARB02900	59	101	58	82					0,40	0,60	0,10	0,12	6,9	6,9	2	2	0,079	0,072	8.954	6.242		
PTEI02900	105	136	64	102					0,77	0,71	0,46	0,90	6,0	5,8	3	8	0,038	0,033	12.819	11.293		
SANT00100	33	34	8	5					0,04	0,07	0,05	0,04	7,6	7,4	1	1	0,014	0,012	58	71	2,64	2,58

Observação: os dados brutos destas e das demais variáveis de qualidade das águas constam nas tabelas do Anexo 2.

Na tabela 2.5 estão assinaladas as porcentagens de resultados não conformes de 2004 em relação aos padrões de qualidade estabelecidos pela Resolução CONAMA 20/86, bem como a comparação com as porcentagens de não conformidade dos últimos dez anos para pH e metais.

Tabela 2.5 – Resultados não conformes para pH e metais

Código do ponto	pH				Alumínio				Manganês				Níquel				Cobre				Zinco				Mercúrio			
	NC 2004	NT 2004	%NC 2004	%NC 1994-2003	NC 2004	NT 2004	%NC 2004	%NC 1994-2003	NC 2004	NT 2004	%NC 2004	%NC 1994-2003	NC 2004	NT 2004	%NC 2004	%NC 1994-2003	NC 2004	NT 2004	%NC 2004	%NC 1994-2003	NC 2004	NT 2004	%NC 2004	%NC 1994-2003	NC 2004	NT 2004	%NC 2004	%NC 1994-2003
JAGI02900	0	6	0	4	6	6	100	94	3	6	50	35	0	6	0	3	0	6	0	0	0	6	0	0	0	6	0	5
JAGJ00200	0	6	0	3	2	6	33	85	0	6	0	30	0	6	0	3	0	6	0	3	0	6	0	0	0	6	0	22
PARB02050	0	2	0		0	2	0		1	2	50		0	2	0		0	2	0		0	2	0		0	2	0	
PARB02100	0	6	0	1	4	6	67	96	1	6	17	22	0	6	0	5	0	6	0	0	0	6	0	0	0	6	0	9
PARB02200	0	6	0	0	6	6	100	100	2	6	33	17	0	6	0	0	0	6	0	0	0	6	0	0	0	6	0	25
PARB02300	0	6	0	2	6	6	100	100	1	6	17	30	0	6	0	7	0	6	0	0	0	6	0	0	0	6	0	7
PARB02310	0	6	0	6	5	6	83	100	0	6	0	0	1	6	17	0	0	6	0	0	0	6	0	0	0	6	0	25
PARB02400	0	6	0	0	6	6	100	100	3	6	50	21	0	6	0	5	0	6	0	2	0	6	0	0	0	6	0	13
PARB02490	2	6	33	0	6	6	100	100	0	6	0	16	0	6	0	4	0	6	0	0	0	6	0	0	0	6	0	8
PARB02530	0	2	0		2	2	100		0	2	0		0	2	0		0	2	0		0	2	0		0	2	0	
PARB02600	2	6	33	0	6	6	100	100	0	6	0	19	0	6	0	5	0	6	0	2	0	6	0	0	0	6	0	14
PARB02700	2	6	33	0	6	6	100	100	1	6	17	19	0	6	0	4	1	6	17	2	0	6	0	2	0	6	0	11
PARB02900	1	6	17	0	6	6	100	100	2	6	33	21	0	6	0	3	1	6	17	0	0	6	0	2	0	6	0	12
PTEI02900	0	6	0	0	6	6	100	100	3	6	50	43	0	6	0	0	1	6	17	0	0	6	0	0	0	6	0	33
SANT00100	0	6	0	0	4	6	67	100	0	6	0	0	0	6	0	0	0	6	0	0	0	6	0	0	0	6	0	8

NC: Número de Resultados Não Conformes

NT: Número Total de Resultados Considerados

Observação: os dados brutos destas e das demais variáveis de qualidade das águas constam nas tabelas do Anexo 2.

9.2.3 Qualidade das águas

9.2.3.1 ABASTECIMENTO PÚBLICO

As tabelas 2.6 e 2.7 contêm os resultados do IAP – Índice de qualidade das águas para fins de abastecimento público e do IQA – Índice de qualidade das águas, cujos dados são utilizados no cálculo do IAP, respectivamente.

Tabela 2.6 - Resultados mensais e média anual do IAP – 2004

CÓDIGO DO PONTO	CORPO D'ÁGUA	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA
JAGI02900	Rio Jaguari - UGRHI 02		37		45		58		61		49		53	50
JAGJ00200	Reservatório do Jaguari - UGRHI 02		59				72		65				69	66
PARB02050	Rio Paraíba												60	60
PARB02100	Rio Paraíba		50		62		71		74		78		73	68
PARB02200	Rio Paraíba		5				55		63				45	42
PARB02300	Rio Paraíba		32		35		41		41		47		39	39
PARB02310	Rio Paraíba		0				37		56				43	34
PARB02400	Rio Paraíba		36		40		34		48		42		44	41
PARB02490	Rio Paraíba		2				48		61				61	43
PARB02530	Rio Paraíba												52	52
PARB02600	Rio Paraíba		5				42		41				41	32
PARB02700	Rio Paraíba		29		41		46		46		49		48	43
PARB02900	Rio Paraíba		29		43		55		52		58		56	49
PTEI02900	Rio Paratei		35		43		33		54		50		23	40
SANT00100	Reservatório Santa Branca		76		82		84		68		75		94	80

QUALIDADE: PÉSSIMA RUIM REGULAR BOA ÓTIMA

Tabela 2.7 – Resultados mensais e média anual do IQA – 2004

CÓDIGO DO PONTO	CORPO D'ÁGUA	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA
JAGI02900	Rio Jaguari - UGRHI 02		49		52		66		62		52		54	56
JAGJ00200	Reservatório do Jaguari - UGRHI 02		67		53		72		65		66		69	65
PARB02050	Rio Paraíba										82		61	71
PARB02100	Rio Paraíba		55		66		76		74		78		75	71
PARB02200	Rio Paraíba		58		57		62		64		67		57	61
PARB02300	Rio Paraíba		42		39		45		41		49		42	43
PARB02310	Rio Paraíba		44		41		42		56		76		44	51
PARB02400	Rio Paraíba		44		45		41		49		48		46	45
PARB02490	Rio Paraíba		46		53		52		62		66		63	57
PARB02530	Rio Paraíba										52		56	54
PARB02600	Rio Paraíba		35		43		47		43		43		45	43
PARB02700	Rio Paraíba		38		51		52		50		53		54	49
PARB02900	Rio Paraíba		41		54		63		55		62		64	57
PTEI02900	Rio Paratei		44		53		56		56		54		34	49
SANT00100	Reservatório Santa Branca		78		85		87		70		75		94	81

QUALIDADE: PÉSSIMA RUIM REGULAR BOA ÓTIMA

Em 2004, o Reservatório de Santa Branca apresentou qualidade Ótima, de acordo com o IAP, e o do Jaguari, qualidade Boa. Já, o Rio Paraíba do Sul apresentou qualidade Ruim nas captações de São José dos Campos e de Aparecida. Esta classificação foi influenciada, principalmente, pelo potencial de formação de THMs, que se mostrou bastante elevado nos meses de chuva. Portanto, os precursores de THMs podem estar associados com o arraste do material de decomposição vegetal da bacia de contribuição.



Os valores do número de células de cianobactérias foram abaixo daqueles estabelecidos pela Portaria MS N°. 518, sendo que os dados de clorofila *a* corroboram esta última observação.

9.2.3.2 PROTEÇÃO DA VIDA AQUÁTICA

As tabelas 2.8 e 2.9 contêm, respectivamente, os resultados do IVA – Índice de qualidade das águas para proteção da vida aquática e do IET – Índice de estado trófico, cujos dados são utilizados para o cálculo do IVA, respectivamente.

Tabela 2.8 – Resultados mensais e média anual do IVA – 2004

CÓDIGO DO PONTO	CORPO D'ÁGUA	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA
JAGI02900	Rio Jaguari - UGRHI 02		4,2		4,2		3,2		3,2		4,2		5,4	4,1
JAGJ00200	Reserv.do Jaguari - UGRHI 02		2,2		5,6		3,4		3,4		4,6		4,6	4,0
PARB02050	Rio Paraíba										2,2		3,4	2,8
PARB02100	Rio Paraíba		3,4		5,4		2,2		2,2		3,4		4,4	3,5
PARB02200	Rio Paraíba		4,2		4,4		2,2		2,2		2,2		3,4	3,1
PARB02300	Rio Paraíba		6,6		6,6		6,6		6,6		6,6		6,6	6,6
PARB02310	Rio Paraíba		9,2				4,4		3,4		3,4		5,6	5,2
PARB02400	Rio Paraíba		5,4		6,6		5,6		6,6		6,6		5,6	6,1
PARB02490	Rio Paraíba		5,4		3,4		3,4		3,2		3,4		3,4	3,7
PARB02530	Rio Paraíba										5,4		3,4	4,4
PARB02600	Rio Paraíba		4,4		3,4		4,4		3,4		3,4		4,4	3,9
PARB02700	Rio Paraíba		3,4		5,4		5,4		4,4		5,4		5,4	4,9
PARB02900	Rio Paraíba		2,2		5,4		4,2		4,2		4,2		4,2	4,1
PTEI02900	Rio Paratei		2,2		2,2		4,2		3,2		5,4		2,2	3,2
SANT00100	Reservatório Santa Branca		2,2		2,2		3,4		3,4		3,4		3,4	3,0

QUALIDADE: PÉSSIMA RUIM REGULAR BOA ÓTIMA

Tabela 2.9 – Resultados mensais e média anual do IET – 2004

CÓDIGO DO PONTO	CORPO D'ÁGUA	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA
JAGI02900	Rio Jaguari		64,54		69,94		53,16		49,94		61,64		58,02	59,54
JAGJ00200*	Res. do Jaguari		37,61		49,65		36,70		20,22		37,06		35,66	36,15
PARB02050*	Rio Paraíba								55,79		30,59		31,62	34,09
PARB02100	Rio Paraíba		39,94		59,94		39,94		29,94		29,94		49,94	41,61
PARB02200*	Rio Paraíba		55,79		45,79		42,09		28,69		36,62		5,25	30,31
PARB02300	Rio Paraíba		64,54		59,94		59,94		59,94		55,79		59,94	60,02
PARB02310*	Rio Paraíba		44,39		34,06		49,26		41,14		38,25		48,47	42,59
PARB02400	Rio Paraíba		55,79		63,16		49,94		55,79		64,54		53,16	57,06
PARB02490*	Rio Paraíba		55,79		25,03		43,25		44,14		31,62		40,99	37,15
PARB02530*	Rio Paraíba										64,54		36,62	38,80
PARB02600*	Rio Paraíba		46,32		42,96		46,14		34,97		43,69		47,21	43,55
PARB02700	Rio Paraíba		29,94		65,79		63,16		45,79		61,64		63,16	54,92
PARB02900	Rio Paraíba		29,94		59,94		58,02		65,79		61,64		55,79	55,19
PTEI02900	Rio Paratei		29,94		39,94		55,79		49,94		55,79		29,94	43,56
SANT00100*	Res. Santa Branca		34,93		37,61		40,35		31,70		34,37		23,69	33,77

PTO * : Pontos para os quais o IET foi calculado com base nos resultados de clorofila e fósforo total (exceto meses com borda destacada).

ESTADO: HIPEREUTRÓFICO EUTRÓFICO MESOTRÓFICO OLIGOTRÓFICO

Nos pontos JAGJ00200, PARB02050, PARB02200, PARB02310, PARB02490, PARB02530, PARB02600 e SANT00100, o índice de estado trófico foi calculado com base nas concentrações de fósforo total e de clorofila *a*.

Com relação aos Reservatórios do Jaguari (JAGJ00200) e de Santa Branca (SANT00100), as médias anuais do IET(FT e CL) foram, respectivamente, 36,15 e 33,77, sendo esses classificados como oligotróficos. No Reservatório do Jaguari, apenas no mês de abril ocorreram valores um pouco mais elevados de fósforo total e de clorofila *a*, atingindo o estado mesotrófico. O Reservatório Santa Branca não apresentou oscilações ao longo do ano, permanecendo oligotrófico.

Os índices de estado trófico de fósforo e clorofila *a* dos rios oscilaram, em geral, de oligotrófico a eutrófico ao longo do ano. Os pontos PARB02200, PARB02310, PARB02490 e PARB02600, por ocorrer grau de limitação alto, onde as concentrações de fósforo total foram elevadas, caracterizando o ambiente, muitas vezes, como eutrófico, apesar dos valores muito baixos de clorofila *a*, por se tratar de ambientes lóticos. Os valores altos de fósforo total, em parte, devem-se à entrada de esgoto doméstico, pois os valores de coliformes termotolerantes, na maioria dos meses, estiveram acima do limite estabelecido pelo CONAMA 20/86 para corpos d'água doce da Classe 2 (1000NMP/100mL). Com relação ao ponto PARB02600, localizado a jusante da cidade de Aparecida e utilizado para abastecimento da mesma, os valores de coliformes termotolerantes variaram de 23.000 a 240.000 NMP/100mL, indicando a presença de esgoto doméstico "in natura".

Nos pontos JAGI02900, PARB02100, PARB02300, PARB02400, PARB02700, PARB02900 e PTEI02900 foi calculado somente o IET(FT). Nestes pontos, ao longo do ano, as concentrações de fósforo total variaram, classificando-os desde oligotróficos até eutróficos, com destaque ao Rio Paraíba do sul, no ponto PARB02300, que apresentou a maior carga de fósforo total.

De modo geral, na maioria dos meses, os pontos do Rio Paraíba do Sul e do Rio Jaguari os valores de coliformes termotolerantes se encontraram acima dos limites estabelecidos pelo CONAMA 20/86 (BRASIL, 1986) para classe 2. Esta situação indica que a carga de fósforo presente nesta bacia é proveniente, provavelmente, do aporte de esgoto doméstico.

Há algum tempo nota-se 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. Em 2004, a média do OD mostrou-se inferior à série histórica.

A regra operativa dos reservatórios existentes nas cabeceiras do Rio Paraíba do Sul tem acarretado uma baixa disponibilidade hídrica ao longo do rio, principalmente no período chuvoso, sendo portanto um dos motivos da piora de sua qualidade.

A jusante de Jacareí, o Rio Paraíba do Sul recebe expressivas cargas poluidoras, atingindo seu ponto crítico na região de Caçapava (PARB 02400), onde se tem observado uma depleção nos níveis de oxigênio dissolvido ao longo dos últimos anos, apresentando uma média histórica de 3,7 mg/L, contra uma média de 1,6 mg/L em 2004. É interessante observar que os dados médios da DBO_{5,20}, indicador do consumo do oxigênio dissolvido, não retrataram nenhum valor médio elevado ao longo de todo o Rio Paraíba do Sul. Portanto, a condição hidráulica observada no rio, em 2004, tem sido responsável pelo decaimento dos níveis de oxigênio dissolvido em suas águas.

Nessa UGRHI merece destaque a toxicidade crônica à *Ceriodaphnia dubia*, detectada em quatro amostras do ponto SANT00100 (em junho, agosto, outubro e dezembro). Além desse ponto, foi verificado o efeito tóxico crônico no JAGJ00200 (em agosto e outubro), PARB02100 (em outubro e dezembro), PARB02310 (em outubro), PARB02400 (em outubro), PTEI02900 (em outubro) e PARB02050 (em dezembro).

Na figura 2.2 é apresentado o gráfico do percentual de ocorrência das variáveis que influenciaram o IVA, quando classificado nas categorias Regular, Ruim ou Péssima.

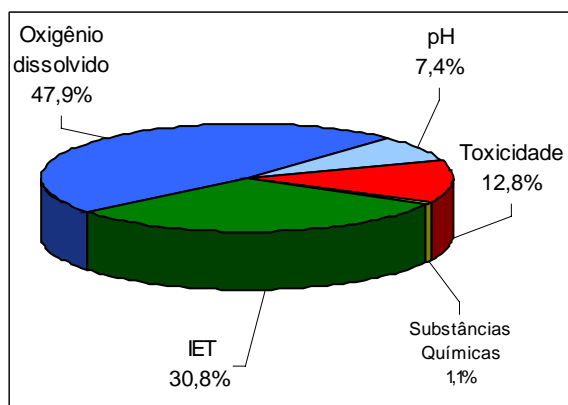


Figura 2.2 - Gráfico do percentual de ocorrência das variáveis que influenciaram o IVA, quando classificado nas categorias Regular, Ruim ou Péssima.

COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA

A comunidade fitoplanctônica foi analisada a cada dois meses em dois pontos pertencentes aos Reservatórios Jaguari (JAGS00200) e Santa Branca (SANT00100).

Tabela 2.10 - ICFres – Índice da Comunidade Fitoplanctônica

CÓDIGO DO PONTO	CORPO DE ÁGUA	FEV	ABR	JUN	AGO	OUT	DEZ	MÉDIA
JAGS00200	Res. Jaguari							
SANT00100	Res. Santa Branca					*		

QUALIDADE: Ruim Regular Boa Ótima

* Amostra não coletada

Os resultados obtidos demonstraram que o índice aplicado à comunidade fitoplanctônica revelou qualidade da água variando de boa a ótima nos dois pontos de amostragem, diagnóstico semelhante ao ano anterior. Este diagnóstico esteve relacionado às baixas densidades e o fato de não haver dominância de grupos. Entretanto, é necessário observar que o grupo das cianobactérias esteve presente apresentando gêneros potencialmente tóxicos, em baixas densidades, para o Reservatório de Santa Branca, como *Anabaena* e *Microcystis*.

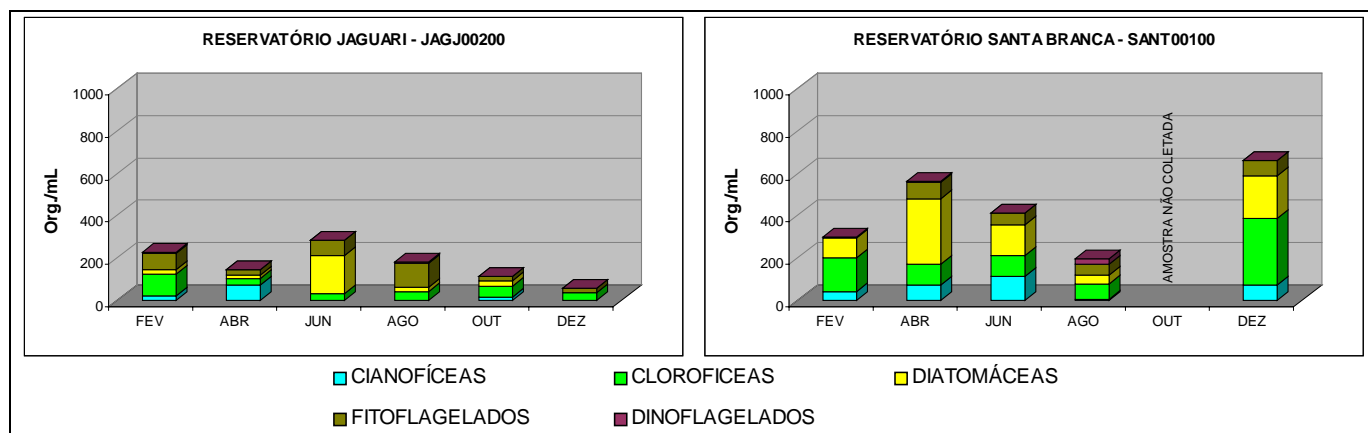


Figura 2.3 – Gráfico das comunidades fitoplanctônicas

▫ COMUNIDADE BENTÔNICA

A comunidade bentônica foi avaliada apenas em uma localidade desta UGRHI: Rio Paraíba do Sul (PARB02390). O diagnóstico está apresentado na tabela 2.11.

Tabela 2.11 – Diagnóstico da comunidade bentônica

	CÓDIGO DO PONTO
	PARB02390
ICB _{RIO}	

QUALIDADE: ■ Péssima ■ Ruim ■ Regular ■ Boa ■ Ótima

A comunidade bentônica do Rio Paraíba do Sul apresentou valores de riqueza e diversidade altos, compatíveis com qualidade boa; porém, compôs-se quase que exclusivamente (81%) de organismos tolerantes (Naidinae, Tubificinae sem queta capilar e Chironomini), especialmente à carga orgânica (Johnson *et al.*, 1993; Patrick & Palavage, 1994; Mandaville, 2002). Embora não tenha sido registrada a presença de nenhum táxon considerado sensível, ocorreram alguns medianamente tolerantes (Tanytarsini). Consequentemente, a qualidade final desse habitat foi considerada regular.

O resultado de coliformes (10^3 NMP/100mL), a baixa concentração de oxigênio dissolvido na água próxima ao fundo (2,08 mg/L) e a alta condutividade (129,1 μ S/cm) indicaram presença de esgoto doméstico.

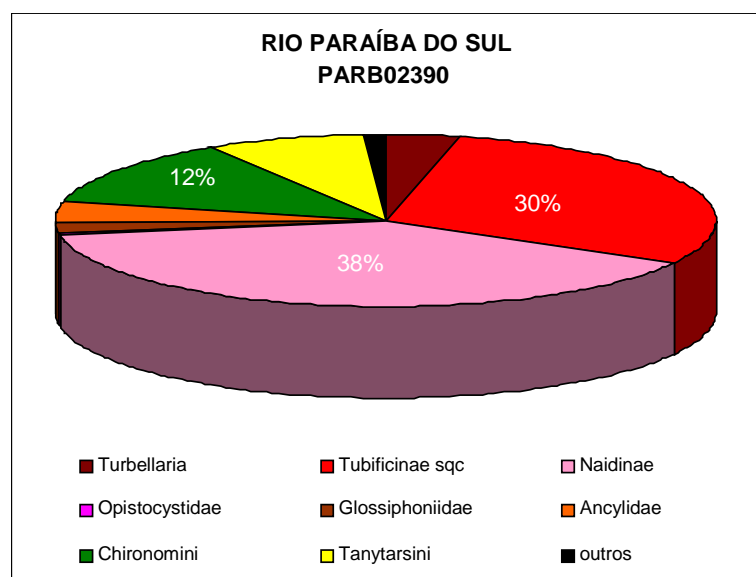


Figura 2.4 – Estrutura da comunidade bentônica do ponto PARB02390, localizado no Rio Paraíba do Sul. Tubificinae sqc = tubificíneo sem queta capilar

9.2.4 Qualidade dos sedimentos

A caracterização granulométrica dos sedimentos coletados no Rio Paraíba do Sul mostrou uma predominância de frações silte (41,9 %) e argila (21,6%), tratando-se de um ambiente tipicamente deposicional. O valor encontrado para resíduo volátil (3,5 %) indica uma composição tipicamente mineral nesse sedimento, muito embora o percentual de umidade tenha sido relativamente elevado, considerando-se essa composição.

Os resultados das concentrações de metais pesados, embora não representem motivo de preocupação à biota aquática, mostram um processo de acumulação nos sedimentos por essas espécies químicas, provavelmente em

decorrência do transporte de material particulado suspenso ao longo do sistema hídrico, cuja série histórica permitirá obter melhor compreensão. No caso do parâmetro Lindane, em concentração superior a PEL, faz-se necessário investigar a natureza de tal contaminação.





















Neste ponto foi detectada a presença de compostos orgânicos mutagênicos apontando para qualidade regular, quanto a esta variável e concentração de Lindane, superior ao PEL, fazendo-se necessário investigar a natureza de tal contaminação.

A tabela 2.12 mostra os resultados obtidos para a UGRHI, relativos às variáveis utilizadas para avaliação da qualidade de sedimentos

Tabela 2.12 – Resultados obtidos para a UGRHI-2 relativos às variáveis utilizadas para avaliação da qualidade de sedimentos.

Código do ponto	Corpo de água	Substância química	Mutagenicidade Teste de AMES	Toxicidade <i>Hyalella azteca</i>	Deformidade	ICB
PARB02390	Rio Paraíba do Sul	Pb, Cr, Ni, Zn Lindane			nr	

LEGENDA:

	Ótima	Bom	Regular	Ruim	Péssima
Química					
Mutagenicidade					
Toxicidade					
Deformidade					
ICB					

nr = não realizado

Os resultados relativos à comunidade bentônica, já salientados na discussão sobre qualidade da água (proteção da vida aquática), parecem estar mais influenciados pela alta carga orgânica de origem doméstica, não tendo sido observados efeitos deletérios sobre *Hyalella azteca* e nem a presença de compostos orgânicos mutagênicos.

9.2.5 Considerações e Recomendações

Tendo em vista as elevadas densidades populacionais e ausência de tratamento em níveis adequados dos municípios de Jacareí, São José dos Campos e Taubaté no Rio Paraíba e de Santa Isabel, no Rio Jaguari, os respectivos esgotos domésticos constituem-se na principal condicionante para a má qualidade da água do trecho do Rio Paraíba a jusante dessas fontes, onde se constata uma diminuição dos níveis do oxigênio dissolvido.

No intuito de estabelecer um refinamento no perfil sanitário do Rio Paraíba, campanhas de monitoramento adensado da qualidade implementadas pela Cetesb regional nos últimos dois anos, evidenciam que nos seus 300 km de extensão, o trecho mais crítico estende-se desde a captação da SABESP em S.J. dos Campos, até a ponte que liga o centro de Caçapava ao Bairro Menino Jesus. As obras necessárias a serem realizadas pelas empresas de saneamento, bem como as medidas a serem implementadas pelas empresas que operam os reservatórios tornam-se inadiáveis para minimizar os problemas constatados na qualidade das águas.

Devido a má qualidade das águas captadas pelos municípios de São José dos Campos e Aparecida na época de chuvas, recomenda-se às empresas de saneamento atenção especial no processo de tratamento de água bruta, bem como a adoção de medidas de proteção das captações. Cabe reiterar, para o município de Aparecida, a urgência da conclusão dos estudos em andamento e a mudança do atual ponto de captação.

A toxicidade observada nas águas do Reservatório de Santa Branca para os organismos aquáticos, sugere a necessidade de um estudo específico, com vistas a identificar as causas do efeito identificado.

Os resultados de lindane obtidos no sedimento do Rio Paraíba sugerem a necessidade de prosseguimento da investigação em curso, notadamente nos seus afluentes de montante que drenam áreas de várzea ocupadas por atividades agrícolas.

9.3 UGRHI 3 – Litoral Norte

9.3.1 Características da UGRHI

A Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos 3 situa-se no trecho nordeste do litoral do Estado de São Paulo, sendo composta por 4 municípios, cujas principais características se encontram descritas na tabela 3.1.

Tabela 3.1 – Características da UGRHI 3

Área de drenagem	1.987 km ² .
Constituintes principais	Rios Pardo, Camburu, São Francisco, Grande e Itamambuca.
Usos do solo	Urbano e rural. Predomínio de mata atlântica protegida por Unidades de Conservação. Operação do terminal marítimo da PETROBRAS, no município de São Sebastião.
Usos da água	Abastecimento público e afastamento de efluentes domésticos.
Principais atividades	Turismo e cultivo de gengibre
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. O terminal marítimo da PETROBRAS é monitorado, por meio de programas específicos, pela CETESB.

A carga poluidora doméstica está assinalada na tabela 3.2.

Tabela 3.2 – Carga orgânica poluidora doméstica.

Município	Concessão	População Censo 2000		Atendimento (%)		Carga Poluidora		Corpo Receptor
		Total	Urbana	Coleta	Tratam.	Potencial	Remanesc.	
Caraguatatuba	Sabesp	78.836	75.171	21	100	4059	3377	Rios / Mar
Ilhabela	Sabesp	20.744	20.498	5	100	1107	1063	Canal de São Sebastião
São Sebastião	Sabesp	57.886	57.300	50	100	3094	1857	Mar / Canal
Ubatuba	Sabesp	66.448	64.778	33	100	3498	2575	Rios / Mar
TOTAL GERAL		223.914	217.747	31	100	11.758	8.871	

Na tabela 3.3 estão descritos os pontos de amostragem.

Tabela 3.3 – Descrição dos Pontos de Amostragem.

Código do Ponto	Latitude	Longitude	Projetos	Descrição	Local
BALD02600	23 45 17	45 40 14	MR	Vala de Escoamento à direita na Praia da Baleia	Vala de escoamento do lado direito do aterro sanitário (olhando-se de frente para o aterro) na praia da Baleia.
BALE02600	23 45 19	45 40 16	MR	Vala de Escoamento à esquerda na Praia da Baleia	Vala de escoamento do lado esquerdo do aterro sanitário, (de frente para o aterro) na praia da Baleia
CARO02800	23 42 09	45 29 20	RB	Rio Claro	Na captação da SABESP do Baixo Claro.
GRAN02400	23 24 42	45 06 39	RB	Rio Grande	Na captação principal de Ubatuba.
GRAN02800	23 25 18	45 06 11	MR	Rio Grande	Entrada do Aterro Sanitário de Ubatuba.
SAFO00300	23 45 25	45 25 01	RB	Rio São Francisco	Na captação da SABESP de São Sebastião - Bairro São Francisco.
TOCA02900			RB	Córrego das Tocas	Ponte sobre o córrego da Toca na Rua Francisco Alves dos Santos, no Bairro Costa Bela, Praia de Barra Velha, em Ilhabela.

MR = Monitoramento Regional

RB = Rede Básica de Monitoramento

A figura 3.1 apresenta o mapa da UGRHI 3, contendo os seus principais corpos de água, municípios, bem como a localização dos pontos de amostragem.



LEGENDA:

- PRINCIPAIS CIDADES
- SEDE MUNICIPAL
- ▬ LIMITE DE UGRHI
- ▬ LIMITE INTERESTADUAL

- ▬ CURSO D'ÁGUA
- ▬ VALA DE ESCOAMENTO SUPERFICIAL

- TIPOS DE MONITORAMENTO:
- REDE MONITORAMENTO - ÁGUA
- MONITORAMENTO REGIONAL - ÁGUA
- REDE MONITORAMENTO - SEDIMENTO

UGRHI 3 - LITORAL NORTE

Figura 3.1 - Mapa esquemático contendo os principais corpos de água, municípios, bem como a localização dos pontos de amostragem

9.3.2 Resultados de variáveis de qualidade das águas

Na tabela 3.4 está a comparação da média de 2004 com a dos últimos dez anos para as principais variáveis sanitárias.

Tabela 3.4 – Médias das principais variáveis sanitárias

Código do ponto	Condutividade		Turbidez		COD		PFTHM		Nitrato		Nitrog. Amon.		OD		DBO _(5,20)		FT		Coliforme Termot.	
	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004
BALD02600	59	62	12	14					0,08	0,03	0,06	0,18	2,6	1,5	2	3	0,018	0,017	229	303
BALE02600	42	34	5	5					0,10	0,05	0,04	0,05	5,2	5,2	2	1	0,018	0,022	569	748
CARO02800	64	41	11	11	3,30	2,97	185	190	0,23	0,18	0,07	0,07	8,3	8,1	2	1	0,021	0,028	1.056	1.877
GRAN02400	41	25	1	3	22,48	1,75	96	200	0,23	0,21	0,03	0,05	8,6	8,9	1	1	0,016	0,026	1.584	464
GRAN02800	39	32	3	10					0,17	0,17	0,12	0,09	8,4	8,6	1	1	0,014	0,022	1.392	1.417
SAFO00300	53	50	4	4	3,80	3,14	237	195	0,22	0,21	0,03	0,03	8,5	8,6	2	1	0,016	0,020	1.299	645
TOCA02900	38	34	5	19	1,77	2,90	146	196	0,13	0,12	0,02	0,04	8,4	8,7	1	1	0,020	0,026	3.132	878

Observação: os dados brutos destas e das demais variáveis de qualidade das águas constam nas tabelas do Anexo 2.

As porcentagens de resultados não conformes de 2004 em relação aos padrões de qualidade estabelecidos pela Resolução CONAMA 20/86, bem como a comparação com as porcentagens de não conformidade dos últimos dez anos para pH e metais, podem ser visualizadas na tabela 3.5.

Tabela 3.5 – Resultados não conformes para pH e metais

Código do ponto	pH				Alumínio				Manganês				Níquel				Cobre				Zinco				Mercúrio			
	NC 2004	NT 2004	%NC 2004	%NC 1994-2003	NC 2004	NT 2004	%NC 2004	%NC 1994-2003	NC 2004	NT 2004	%NC 2004	%NC 1994-2003	NC 2004	NT 2004	%NC 2004	%NC 1994-2003	NC 2004	NT 2004	%NC 2004	%NC 1994-2003	NC 2004	NT 2004	%NC 2004	%NC 1994-2003	NC 2004	NT 2004	%NC 2004	%NC 1994-2003
BALD02600	3	6	50	80	3	5	60	80	5	6	83	40	0	5	0	0	0	6	0	0	0	6	0	0	0	5	0	0
BALE02600	3	6	50	40	5	5	100	100	0	6	0	0	0	5	0	0	0	6	0	0	0	6	0	0	0	6	0	0
CARO02800	2	4	50	6	4	4	100	100	0	4	0	6																
GRAN02400	0	5	0	0	2	3	67	50	0	5	0	6																
GRAN02800	0	6	0	0	5	6	83	80	0	6	0	0	0	5	0	0	0	6	0	0	0	6	0	0	0	6	0	50
SAFO00300	0	4	0	11	4	4	100	100	0	4	0	0																
TOCA02900	1	5	20	0	3	4	75	83	1	5	20	0																

NC: Número de Resultados Não Conformes

NT: Número Total de Resultados Considerados

Observação: os dados brutos destas e das demais variáveis de qualidade das águas constam nas tabelas do Anexo 2.

9.3.3 Qualidade das águas

9.3.3.1 ABASTECIMENTO PÚBLICO

As tabelas 3.6 e 3.7 contêm os resultados do IAP – Índice de qualidade das águas para fins de abastecimento público e do IQA – Índice de qualidade das águas, cujos dados são utilizados no cálculo do IAP, respectivamente.

Tabela 3.6 – Resultados mensais e média anual do IAP – 2004

CÓDIGO DO PONTO	CORPO D'ÁGUA	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA
BALD02600	Vala de Escoamento à direita na Praia da Baleia	29		27		47		53		47				40
BALE02600	Vala de Escoamento à esquerda na Praia da Baleia	56		49		60		51		72		73		60
CARO02800	Rio Claro					58		55						56
GRAN02400	Rio Grande - UGRHI 03	76				48		82				82		72
GRAN02800	Rio Grande - UGRHI 03	64		72		50		75				71		66
SAFO00300	Rio São Francisco					68		74						71
TOCA02900	Córrego das Tocas	78				71		69				45		66

QUALIDADE: PÉSSIMA RUIM REGULAR BOA ÓTIMA

Tabela 3.7 – Resultados mensais e média anual do IQA – 2004

CÓDIGO DO PONTO	CORPO D'ÁGUA	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA
BALD02600	Vala de Escoamento à direita na Praia da Baleia	38		34		50		55		49		47		45
BALE02600	Vala de Escoamento à esquerda na Praia da Baleia	58		50		63		52		72		74		61
CARO02800	Rio Claro			66		60		61		80				66
GRAN02400	Rio Grande - UGRHI 03	76				62		82		79		82		76
GRAN02800	Rio Grande - UGRHI 03	64		73		59		76				71		69
SAFO00300	Rio São Francisco			71		69		74		84				74
TOCA02900	Córrego das Tocas	78				71		69		77		56		70

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

Todos os mananciais inseridos nesta UGRHI apresentaram qualidade Boa em 2004, de acordo com o IAP. Apenas a vala direita proveniente do aterro sanitário de São Sebastião, localizada na Praia da Baleia, apresentou qualidade Ruim nos meses de janeiro e março, acarretada, principalmente, pelos baixos valores de oxigênio dissolvido. A cor verdadeira também se mostrou sistematicamente em desacordo com o padrão de qualidade.

9.3.3.2 PROTEÇÃO DA VIDA AQUÁTICA

As tabelas 3.8 e 3.9 contêm, respectivamente, os resultados do IVA – Índice de qualidade das águas para proteção da vida aquática e do IET – Índice de estado trófico, cujos dados são utilizados para o cálculo do IVA, respectivamente.

Tabela 3.8 – Resultados mensais e média anual do IVA – 2004

CÓDIGO DO PONTO	CORPO D'ÁGUA	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA
BALD02600	Vala de Escoamento à direita na Praia da Baleia	4,6		5,6		3,4		3,4		4,6		4,6		4,4
BALE02600	Vala de Escoamento à esquerda na Praia da Baleia	4,4		4,4		3,4		4,6		3,4		3,2		3,9
CARO02800	Rio Claro			3,2		4,4		3,4		4,4				3,9
GRAN02400	Rio Grande - UGRHI 03	2,2				3,2		3,4		3,4		4,4		3,3
GRAN02800	Rio Grande - UGRHI 03	2,2		2,2		3,2		3,4		3,4		2,2		2,8
SAFO00300	Rio São Francisco			3,2		2,2		3,4		3,4				3,1
TOCA02900	Córrego das Tocas	2,2				3,4		3,4		3,4		3,2		3,1

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

Tabela 3.9 – Resultados mensais e média anual do IET – 2004

CÓDIGO DO PONTO	CORPO D'ÁGUA	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA
CARO02800	Rio Claro			49,94		45,79		29,94		45,79				42,87
GRAN02400	Rio Grande	39,94				53,16		29,94		39,94		45,79		41,76
GRAN02800	Rio Grande	39,94				49,94		29,94		39,94		39,94		39,94
SAFO00300	Rio São Francisco			45,79		39,94		29,94		39,94				38,90
TOCA02900	Córrego das Tocas	39,94				39,94		39,94		39,94		53,16		42,59
BALE02600	Vala de Escoamento à esquerda na Praia da Baleia	45,79		45,79		39,94		29,94		29,94		45,79		39,53
BALD02600	Vala de Escoamento à direita na Praia da Baleia	29,94		49,94		39,94		29,94		29,94		29,94		34,94

ESTADO: ■ HIPEREUTRÓFICO ■ EUTRÓFICO ■ MESOTRÓFICO ■ OLIGOTRÓFICO

Os pontos de amostragem localizados no Rio Claro, Rio Grande e Rio São Francisco apresentaram baixas concentrações de fósforo total que os enquadram na categoria oligotrófica. Apesar dos valores de coliformes estarem acima do limite estabelecidos, as concentrações de fósforo total nestes ambientes foram baixas. Isto ocorre por se localizarem em regiões de serra, portanto ambientes lóticos.

Nessa UGRHI, merece destaque a toxicidade crônica à *Ceriodaphnia dubia*, detectada em três amostras do ponto GRAN02400 (em julho, setembro e novembro). Além desse ponto, foi constatado o efeito tóxico crônico em duas amostragens (em julho e setembro) nos pontos CARO02800, SAFO00300, TOCA02900, BALE02600 e GRAN02800.

Na figura 3.2 pode-se visualizar o gráfico do percentual de ocorrência das variáveis que influenciaram o IVA, quando classificado nas categorias Regular, Ruim ou Péssima.

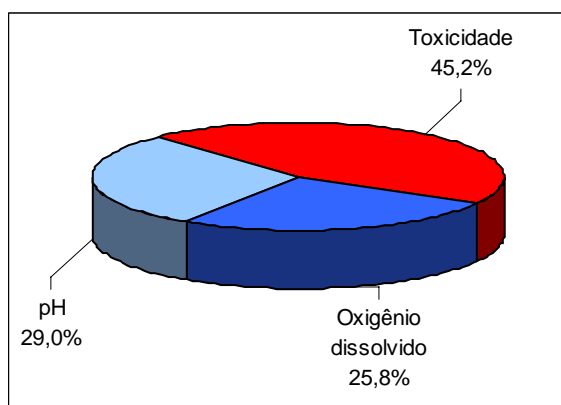


Figura 3.2 - Percentual de ocorrência das variáveis que influenciaram o IVA, quando classificado nas categorias Regular, Ruim ou Pésima

9.3.4 Considerações e Recomendações

Os baixos valores de oxigênio dissolvido e de pH encontrados nas valas provenientes do vazadouro do Município de São Sebastião, localizado na Praia da Baleia, no período mais chuvoso e de maior fluxo de turistas, confirmam as ações de controle que a CETESB vem desenvolvendo junto a esse município. A toxicidade dos organismos aquáticos observada nas águas do Rio Grande, na captação de Ubatuba, sugere a necessidade de um estudo específico, com vistas a identificar as causas do efeito observado.

9.4 UGRHI 4 – Pardo

9.4.1 Características da UGRHI

A Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos 04 situa-se na porção norte do Estado de São Paulo, sendo composta por 23 municípios, cujas principais características encontram-se na tabela 4.1.

Tabela 4.1 - Características da UGRHI 4

Área de drenagem	8.818 km².
Constituintes principais	Rio Pardo, desde a sua nascente até a foz do Rio Mogi-Guaçu, com 240 km de extensão.
Reservatórios	Euclides da Cunha, Graminha / Caconde e Limoeiro / Armando de Sales Oliveira.
Usos do solo	Urbano-industrial e agrícola. Predominam culturas de cana de açúcar, cítricos e reflorestamento. Incidência de Unidades de Conservação.
Usos da água	Abastecimento público e industrial, afastamento de efluentes domésticos e industriais e irrigação de plantações.
Principais atividades	Extração e refino de óleos vegetais, indústrias de papel e celulose e usinas de açúcar e álcool.

Na tabela 4.2 está descrita a carga orgânica poluidora doméstica.

Tabela 4.2 – Carga orgânica poluidora doméstica

Município	Concessão	População Censo 2000		Atendimento (%)		Carga Poluidora		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	Cór. Brilhante
Santa Rosa de Viterbo	Sabesp	21.421	20.194	100	100	1090	218	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. Fatura
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	100	0	1717	1717	Cór. Serrinha
Tambaú	DAE	22.234	19.034	89	15	1028	918	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
TOTAL GERAL		971.011	901.038	99	48	48.656	30.205	

A descrição dos pontos de amostragem estão contidas na tabela 4.3.

Tabela 4.3 – Descrição dos Pontos de Amostragem

Código do Ponto	Latitude	Longitude	Projetos	Descrição	Local
PARD02010	21 34 20	46 50 09	RB	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	RB	Rio Pardo	Ponte na rodovia SP-340, trecho que liga Casa Branca a Mococa.
PARD02500	21 06 00	47 45 44	RB	Rio Pardo	Margem esquerda, no Clube de Regatas de Ribeirão Preto.
PARD02600	20 57 58	48 01 40	RB	Rio Pardo	Margem direita, a 50 m da ponte da rodovia que liga Pontal a Cândia

RB = Rede Básica de Monitoramento

A figura 4.1 apresenta o mapa esquemático desta UGRHI, contendo os seus principais corpos de água e municípios, bem como a localização dos pontos de amostragem.



9.4.2 Resultados de variáveis de qualidade das águas

Tabela 4.4 – Médias das principais variáveis sanitárias

Observação: os dados brutos destas e das demais variáveis de qualidade das águas constam nas tabelas do Anexo 2.

Tabela 4.5 – Resultados não conformes para pH e metais

Código do ponto	pH				Alumínio				Manganês				Níquel				Cobre				Zinco				Mercúrio			
	NC 2004	NT 2004	%NC 2004	%NC 1994-2003	NC 2004	NT 2004	%NC 2004	%NC 1994-2003	NC 2004	NT 2004	%NC 2004	%NC 1994-2003	NC 2004	NT 2004	%NC 2004	%NC 1994-2003	NC 2004	NT 2004	%NC 2004	%NC 1994-2003	NC 2004	NT 2004	%NC 2004	%NC 1994-2003	NC 2004	NT 2004	%NC 2004	%NC 1994-2003
PARD02010	0	6	0	11	6	6	100	100	4	6	67	44	0	6	0	6	0	6	0	0	0	6	0	0	0	2	0	0
PARD02100	0	6	0	6	6	6	100	89	0	6	0	4	0	6	0	0	0	6	0	2	1	6	17	4	0	2	0	11
PARD02500	0	6	0	3	6	6	100	100	0	6	0	2	2	6	33	2	0	6	0	0	0	6	0	2	0	2	0	11
PARD02600	0	6	0	5	6	6	100	100	0	6	0	7	0	6	0	5	1	6	17	2	0	6	0	0	0	2	0	8

NC: Número de Resultados Não Conformes

NT: Número Total de Resultados Considerados

Observação: os dados brutos destas e das demais variáveis de qualidade das águas constam nas tabelas do Anexo 2.

9.4.3 Qualidade das águas

9.4.3.1 ABASTECIMENTO PÚBLICO

As tabelas 4.6 e 4.7 contêm os resultados do IAP – Índice de qualidade das águas para fins de abastecimento público e do IQA – Índice de qualidade das águas, cujos dados são utilizados no cálculo do IAP, respectivamente.

Tabela 4.6 – Resultados mensais e média anual do IAP – 2004

CÓDIGO DO PONTO	CORPO D'ÁGUA	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA
PARD02010	Rio Pardo - UGRHIs 4 e 12		52		58		59		67		28		46	52
PARD02100	Rio Pardo - UGRHIs 4 e 12		45		64		72		78		68		58	64
PARD02500	Rio Pardo - UGRHIs 4 e 12		50		58		64				0		49	44
PARD02600	Rio Pardo - UGRHIs 4 e 12		45		48		55		59		51		47	51

QUALIDADE: PÉSSIMA RUIM REGULAR BOA ÓTIMA

Tabela 4.7 – Resultados mensais e média anual do IQA – 2004

CÓDIGO DO PONTO	CORPO D'ÁGUA	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA
PARD02010	Rio Pardo - UGRHIs 4 e 12		65		62		66		72		41		64	62
PARD02100	Rio Pardo - UGRHIs 4 e 12		61		67		76		78		71		66	70
PARD02500	Rio Pardo - UGRHIs 4 e 12		65		63		69				68		61	65
PARD02600	Rio Pardo - UGRHIs 4 e 12		58		53		63		63		56		56	58

QUALIDADE: PÉSSIMA RUIM REGULAR BOA ÓTIMA

Embora o trecho inicial do Rio Pardo tenha apresentado qualidade Boa, de acordo com o IAP, notou-se um aumento das concentrações de fósforo total e coliformes termotolerantes em 2004. A qualidade Péssima do ponto PARD02500, no mês de outubro, foi ocasionada pelo elevado valor do níquel.

9.4.3.2 PROTEÇÃO DA VIDA AQUÁTICA

As tabelas 4.8 e 4.9 contêm, respectivamente, os resultados do IVA – Índice de qualidade das águas para proteção da vida aquática e, também, do IET – Índice de estado trófico, cujos dados são utilizados para o cálculo do IVA.

Tabela 4.8 – Resultados mensais e média anual do IVA – 2004

CÓDIGO DO PONTO	CORPO D'ÁGUA	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA
PARD02010	Rio Pardo - UGRHIs 4 e 12		4,2		3,2		4,2		4,2		5,2		4,2	4,2
PARD02100	Rio Pardo - UGRHIs 4 e 12		3,2		3,2		5,4		2,2		4,2		4,2	3,7
PARD02500	Rio Pardo - UGRHIs 4 e 12		4,2		4,2		4,2		2,2		5,4		4,2	4,1
PARD02600	Rio Pardo - UGRHIs 4 e 12		4,2		4,2		4,2		4,2		5,4		4,2	4,4

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

Tabela 4.9 – Resultados mensais e média anual do IET – 2004

CÓDIGO DO PONTO	CORPO D'ÁGUA	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA
PARD02010	Rio Pardo - UGRHIs 4 e 12		54,54		49,20		68,22		54,00		78,27		65,43	61,61
PARD02100*	Rio Pardo - UGRHIs 4 e 12		52,87		51,64		54,00		48,82		55,30		60,30	53,82
PARD02500	Rio Pardo - UGRHIs 4 e 12		56,95		56,50		58,42		26,72		61,15		67,81	54,59
PARD02600	Rio Pardo - UGRHIs 4 e 12		62,57		66,27		69,76		65,79		68,82		70,30	67,25

PTO *: Neste ponto, a análise de clorofila *a*, realizada apenas no mês de agosto, foi descartada para o cálculo do IET.

ESTADO: ■ HIPEREUTRÓFICO ■ EUTRÓFICO ■ MESOTRÓFICO ■ OLIGOTRÓFICO

No Rio Pardo, em três dos pontos monitorados (PARD02010, PARD02500, PARD02600), o índice de estado trófico foi calculado por meio das concentrações de fósforo total. O ponto PARD02100, foi o que apresentou a menor média anual do IET calculado com os dados de clorofila *a* e fósforo total, sendo incluído na categoria mesotrófica. Não se observou, neste ponto, concentrações elevadas de coliformes termotolerantes.

Para o ponto PARD02010, localizado a jusante da cidade de Caconde, o IET (FT) oscilou, ao longo do ano, entre mesotrófico e hipereutrófico, sendo eutrófico na média anual. No mês de agosto, quando a concentração de fósforo classificou o ponto como hipereutrófico, observaram-se as maiores concentrações de coliformes termotolerantes e turbidez elevada. Estas variáveis ultrapassaram os valores limites estabelecidos para a classe 2 da Resolução CONAMA 20/96.

O ponto PARD02500, localizado a jusante do município de Serrana, apresentou-se constantemente na classificação eutrófica ao longo do ano de 2004. A única exceção foi o mês de agosto, quando as concentrações de fósforo indicaram estado oligotrófico. Quanto ao ponto PARD02600, localizado a jusante do Ribeirão Preto, que margeia o município de Ribeirão Preto, este apresentou, frequentemente, as mais altas concentrações de fósforo do Rio Pardo, sendo classificado como eutrófico em sua média anual. No entanto, considerando as concentrações de oxigênio dissolvido, nota-se uma média maior no ano de 2004, quando comparada com a série histórica.

Nota-se que os pontos de monitoramento desta UGRHI possuem problemas quanto às concentrações de nutrientes em suas águas. Uma vez que na maioria das vezes este problema está associado a altas concentrações de coliformes termotolerantes, provavelmente a emissão de esgoto in natura em suas águas seja responsável por este fato.

Na figura 4.2 está descrito o gráfico do percentual de ocorrência das variáveis que influenciaram o IVA, quando classificado nas categorias Regular, Ruim ou Péssima.

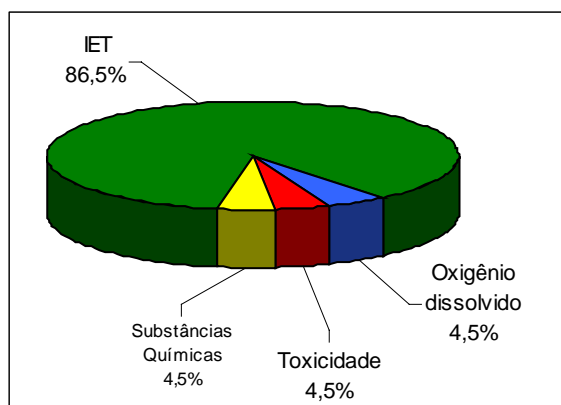


Figura 4.2 - Gráfico do percentual de ocorrência das variáveis que influenciaram o IVA, quando classificado nas categorias Regular, Ruim ou Péssima

9.4.4 Considerações e Recomendações

O declínio da qualidade no trecho inicial do Rio Pardo (PARD02010) verificado em 2004, em relação ao fósforo total e coliformes termotolerantes, pode estar associado ao aporte difuso, tornando-se essencial o levantamento dos dados de quantidade desse corpo hídrico (chuva e vazão), bem como da carga proveniente do Estado de Minas Gerais.

No trecho a jusante do município de Ribeirão Preto, a melhoria da qualidade das águas do Rio Pardo, em termos de oxigênio dissolvido, é reflexo do tratamento dos esgotos domésticos já realizados. Entretanto, deve-se ressaltar a necessidade de continuar as obras para a interceptação do esgoto doméstico de Ribeirão Preto.

9.5 UGRHI 5 – Piracicaba, Capivari e Jundiaí

9.5.1 Características da UGRHI

A Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos 05 é composta por 57 municípios, cujas principais características encontram-se na tabela 5.1.

Tabela 5.1 - Características da UGRHI 5

Área de drenagem	14.314 km².
Constituintes principais	Rios Capivari e Capivari-Mirim (180 km); Rio Jundiaí, 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 Jundiaí-Mirim e Piraí; Rios Atibaia, Corumbataí, Jaguari e Piracicaba (115 km), que tem sua foz no Reservatório de Barra Bonita.
Reservatórios	Do Salto Grande em Americana (Rio Atibaia), Atibainha, Cachoeira e Jaguari.
Usos do solo	O território abrangido por essa UGRHI caracteriza-se pela presença de acentuado desenvolvimento industrial e alta densidade populacional, englobando, inclusive, a Região Metropolitana de Campinas. Na área rural, destaca-se a cultura de cana-de-açúcar, de laranja, de pinus e de eucalipto, destinada a agroindústria aí presente e outros.
Usos da água	Abastecimentos público e industrial; afastamento de efluentes industriais e domésticos; irrigação de plantações, geração de energia e recreação.
Principais atividades	Agroindústria e indústrias químicas, têxteis, metalúrgicas e de eletroeletrônica.

Na tabela 5.2 está descrita a carga orgânica poluidora de origem doméstica.

Tabela 5.2 – Carga orgânica poluidora - Origem Doméstica

Município	Concessão	População Censo 2000		Atendimento (%)		Carga Poluidora		Corpo Receptor
		Total	Urbana	Coleta	Tratam.	Potencial	Remanesc.	
Águas de São Pedro	Sabesp	1.845	1.845	100	0	100	100	Rib. Araquá
Americana	DAE	182.084	181.650	81	72	9809	5233	Rio Piracicaba
Amparo	SAAE	60.415	43.351	89	0	2341	2341	Rio Camanducaia
Analândia	PM	3.579	2.649	94	0	143	143	Rio Corumbataí
Artur Nogueira	PM	33.089	30.437	100	0	1644	1644	Rib. Cotrins (80%) e Rib. Três Barras (20%)
Atibaia	SAAE	111.055	96.720	67	30	5223	4383	Rio Atibaia
Bom Jesus dos Perdões	PM	13.213	11.127	75	0	601	601	Rio Atibainha
Bragança Paulista	Sabesp	124.888	110.982	86	0	5993	5993	Rib. Lavapés
Campinas	SANASA	967.921	951.824	92	33	51398	38915	Rib. Samambaia/Anhumas (45%), Quilombo (15%)
Campo Limpo Paulista	Sabesp	63.707	62.247	55	0	3361	3361	Rio Jundiá
Capivari	SAAE	41.438	33.454	70	28	1807	1523	Rio Capivari
Charqueada	Sabesp	13.001	11.719	85	75	633	310	Rios Tijuco Preto, Charqueada, Fregadoli e Água
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	2296	2296	Cor. Três Barras
Elías Fausto	Sabesp	13.879	10.260	92	100	554	146	Cór. Carneiro
Holambra	PM	7.231	3.958	91	100	214	128	Rib. Cachoeira e Cór. da Borda da Mata
Hortolândia	Sabesp	151.669	151.669	3	0	8190	8190	Rib. Jacuba e Quilombo
Indaiatuba	SAAE	146.829	144.528	96	10	7805	7205	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	3543	3543	Ribeirão Jacarezinho e Rio Atibaia
Itupeva	Sabesp	26.158	19.250	72	0	1040	1040	Rio Jundiá
Jaguariúna	PM	29.450	25.669	95	35	1386	1017	Rio Jaguari e Rio Camanducaia
Jarinu	Sabesp	17.677	11.623	21	100	628	554	Ribeirão Campo Largo
Joanópolis	Sabesp	10.388	10.388	54	96	561	354	Rio Jacarei
Jundiá	DAE	322.798	299.669	96	100	16182	3754	Rio Jundiá
Limeira	AL S/A	248.632	237.959	100	5	12850	12336	Rib. Tatu (70%), Rib. da Graminha (12%) e Rib.
Louveira	SAEMA	23.970	21.926	48	0	1184	1184	Cór. Sto. Antonio e Rio Capivari
Mombuca	Sabesp	3.100	2.264	90	63	122	67	Cór. Mombuca
Monte Alegre do Sul	PM	6.323	3.280	92	0	177	177	Rio Camanducaia e Rib. Monte Alegre
Monte Mor	Sabesp	37.111	33.980	35	0	1835	1835	Rio Capivari
Morungaba	Sabesp	9.919	7.795	88	100	421	161	Ribeirão dos Mansos
Nazaré Paulista	Sabesp	14.379	5.821	46	60	314	247	Rio Atibainha
Nova Odessa	CODEN	42.066	41.106	90	7	2220	2108	Rib. Quilombo
Paulínia	Sabesp	51.242	50.677	79	0	2737	2737	Rio Atibaia
Pedra Bela	Sabesp	5.604	1.206	94	0	65	65	Cór. Pedra Bela
Pedreira	PM	35.242	34.155	97	0	1844	1844	Rio Jaguari
Pinhalzinho	Sabesp	10.971	5.279	80	85	285	133	Ribeirão do Pinhal
Piracaia	Sabesp	22.986	22.986	41	30	1241	1104	Rio Cachoeira
Piracicaba	SEMAE	396.998	316.518	98	33	17092	12670	Rio Piracicaba, Rib. Piracicamirim e
Rafard	DAE	8.361	7.170	90	12	387	354	Cór. S. Francisco e Rio Capivari
Rio Claro	DAE	168.087	170.000	99	30	9180	6999	Rios Corumbataí e Claro
Rio das Pedras	SAAE	23.441	21.905	99	0	1183	1183	Rib. Tijuco Preto
Saltinho	DAE	5.775	4.804	96	100	259	60	Rib. Piracicamirim
Salto	DAE	93.160	92.066	98	0	4972	4972	Rio Jundiá
Santa Bárbara d'Oeste	DAE	169.735	167.574	88	40	9049	6501	Rib. dos Toledos
Santa Gertrudes	NOVACO	15.898	15.520	100	0	838	838	Cór. Barreiro e Rib. Claro
Santa Maria da Serra	Sabesp	4.619	3.894	100	100	210	42	Rib. Bonito
Santo Antonio de Posse	PM	18.145	14.673	19	0	792	792	Rio Camanducaia-Mirim e Rib. Pirapitingui
São Pedro	SAE	29.050	24.471	90	0	1321	1321	Rib. Samambaia
Sumaré	DAE	196.055	193.266	88	0	10436	10436	Rib. Quilombo
Tuiuti	Sabesp	4.933	2.262	35	0	122	122	Rib. do Pântano
Valinhos	DAEV	82.773	78.319	85	85	4229	1785	Rib. Pinheiros
Vargem	Sabesp	6.975	2.611	68	0	141	141	Rib. da Limeira
Várzea Paulista	Sabesp	92.669	92.669	71	0	5004	5004	Rio Jundiá
Vinhedo	SAEMA	47.104	46.063	92	60	2487	1389	Rio Capivari e Rib. Pinheiros
TOTAL GERAL		4.384.11	4.081.34	86	30	220.393	172.471	

XXX – Carga remanescente calculada por levantamento de campo realizadas pela CETESB.

Nas bacias dos Rios Piracicaba, Corumbataí, Capivari e Jaguari, o setor sucroalcooleiro apresenta cargas orgânicas poluidoras de 445,3 tDBO/dia, 209,9 tDBO/dia, 197,8 tDBO/dia e 119,2 tDBO/dia, respectivamente, basicamente originadas do efluente vinhaça, que é aplicado no solo para fins de fertilirrigação.

A tabela 5.3 descreve os pontos de amostragem.



Tabela 5.3 – Descrição dos Pontos de Amostragem

Código do Ponto	Latitude	Longitude	Projetos	Descrição	Local
ATIB02010	23 06 12	46 32 42	RB	Rio Atibaia	Junto à captação do município de Atibaia.
ATIB02030	22 58 09	46 50 52	MR	Rio Atibaia	Na captação de Itatiba.
ATIB02035	22 56 16	46 56 01	MR	Rio Atibaia	Rua Fioravante Piovani.
ATIB02065	22 54 18	46 58 26	RB	Rio Atibaia	Na captação de Valinhos.
ATIB02300	22 45 25	47 06 39	MR	Rio Atibaia	Na captação da Rhodia, em Paulínia.
ATIB02605	22 45 47	47 09 18	RB	Rio Atibaia	Ponte da Rodovia SP - 332 que liga Campinas a Cosmópolis.
ATIB02605	22 45 09	47 09 17	SED	Rio Atibaia	A jusante do Lançamento da Societal S/A (antiga Shell).
ATIB02800	22 45 41	47 10 24	MR	Rio Atibaia	Na captação de Sumaré, perto do Mini-Pantanal de Paulínia.
ATIB02900	22 41 54	47 17 27	MR	Rio Atibaia	Ponte de Salto Grande, a jusante do Reservatório da CPFL.
BAIN02950	23 06 46	46 28 43	MR	Rio Atibainha	Ponte sobre o Rio Atibainha na estrada que liga a Rod. D. Pedro a Piracaia.
CACH00902	23 03 22	47 19 08	BAL	Reserv. do Rio Cachoeira	Praia da Tulipa.
CAXO02800	23 05 43	46 26 31	MR	Rio Cachoeira	Ponte sobre o Rio Cachoeira na estrada que liga a Rod. D. Pedro I a Piracaia.
CMDC02050			MR	Rio Camanducaia	Ponte no Distrito de Mostardas.
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	Rio Camanducaia	Na captação de Amparo.
CMDC02400	22 41 21	46 52 51	MR	Rio Camanducaia	Ponte a jusante do Córrego do Mosquito na SP - 107, Rodovia que liga Pedreira a Santo Antônio da Posse.
CMDC02900	22 39 42	47 00 11	RB	Rio Camanducaia	Ponte na rodovia SP-340 no trecho que liga Campinas à Mogi-Mirim.
CPIV02030	23 06 54	46 51 09	MR	Rio Capivari	Ponte na Estrada SP 360 Jundiá/Itatiba, no bairro do Mato - dentro.
CPIV02060	23 06 06	46 55 20	MR	Rio Capivari	Ponte próximo à Granja Dina, em Louveira.
CPIV02100			MR	Rio Capivari	No condomínio São Joaquim em Vinhedo.
CPIV02130	22 00 22	47 05 60	RB	Rio Capivari	Na captação de Campinas - Eta Capivari na Rod. Bandeirantes.
CPIV02160	22 57 34	47 06 20	MR	Rio Capivari	Na estrada de terra que liga Campinas a Monte Mor.
CPIV02200	22 57 34	47 17 51	RB	Rio Capivari	Ponte de madeira na estrada que liga Monte Mor a Fazenda Rio Acima.
CPIV02700			MR	Rio Capivari	Ponte da Represa da Usina São Paulo.
CPIV02900	22 59 21	47 45 17	RB	Rio Capivari	Ponte no canal, próximo à foz do Rio Tietê.
CRUM02050	22 07 47	47 40 03	MR	Rio Corumbataí	Na régua do DAEE em Analândia.
CRUM02100	22 20 49	47 34 12	MR	Rio Corumbataí	Ponte na Rodovia São Pedro/Araras, próximo ao Distrito industrial de Rio Claro.
CRUM02200	22 30 54	47 37 26	RB	Rio Corumbataí	Ponte na Estr. Assistência/Paraisolândia.
CRUM02300	22 34 53	47 41 01	MR	Rio Corumbataí	Bairro Recreio, Usina Tamandupá, em Charqueada.
CRUM02500	22 38 01	47 40 58	RB	Rio Corumbataí	Na captação de Piracicaba.
CRUM02900	22 41 04	47 40 37	MR	Rio Corumbataí	Na foz no Rio Piracicaba.
GERT02100	22 25 52	47 28 22	MR	Córrego Santa Gertrudes	Na Fazenda Boa Vista, em Santa Gertrudes.
GERT02200	22 26 12	47 29 22	MR	Córrego Santa Gertrudes	Na Fazenda Goiapá, em Santa Gertrudes.
IRIS02100	23 15 43	47 03 28	MR	Rio Pirai	Na captação de Cabreúva, no Bairro do Jacaré.
IRIS02200	23 14 52	47 04 24	MR	Rio Pirai	Ponte na Rodovia Marechal Rondon em frente à indústria Crown Cork.
IRIS02250	23 14 24	47 05 01	MR	Rio Pirai	Estrada de terra, antes da indústria BIC.
IRIS02400	23 15 44	47 07 13	MR	Rio Pirai	Estrada sentido Faz. Santana, após aproximadamente 500m do trevo.
IRIS02600	23 15 23	47 10 34	MR	Rio Pirai	Rodovia Marechal Rondon, km 91 na altura da Olaria Tijolar.
IRIS02900	23 11 12	47 14 44	RB	Rio Pirai	Na barragem de captação dos municípios de Salto e Indaiatuba.
JAGR00002	22 52 53	46 23 28	MR	Rio Jaguari	Ponte sobre o Rio Jaguari, no Km 2.
JAGR00005	22 54 54	46 25 41	MR	Rio Jaguari	A jusante do reservatório da SABESP.
JAGR02010	22 54 30	46 32 37	MR	Rio Jaguari	Na captação da SABESP de Bragança Paulista, no bairro Curitiba.
JAGR02100	22 52 36	46 36 35	RB	Rio Jaguari	Ponte na rodovia SP - 95 no trecho que liga Bragança Paulista/Amparo (Km 9).
JAGR02200	22 44 48	46 53 52	MR	Rio Jaguari	Ponte Pênsil, na captação de Pedreira.
JAGR02300	22 42 44	46 58 17	MR	Rio Jaguari	Na captação de Jaguariúna - DAE.
JAGR02400	22 42 15	47 00 51	MR	Rio Jaguari	Na ponte da rodovia SP-340.
JAGR02500	22 41 56	47 09 07	RB	Rio Jaguari	Na ponte da rodovia SP332, próximo às captações de Paulínia e Hortolândia.
JAGR02800	22 39 44	47 16 40	RB	Rio Jaguari	Na captação de Limeira.
JARIO0501	23 00 15	46 25 17	BAL	Reservatório Jaguari	Praia do Sítio dos Godóis.
JARIO0701	22 58 59	46 26 23	BAL	Reservatório Jaguari	Praia da Serrinha, em Bragança Paulista, no Reservatório Jaguari.
JUMI00100	23 07 18	46 46 15	MR	Ribeirão Jundiá-Mirim	No bairro Pitangal, em Jarinu.
JUMI00250	23 08 47	46 48 22	MR	Ribeirão Jundiá-Mirim	Ponte na Estrada Jundiá/Jarinu, em frente ao Condomínio Campo Verde.
JUMI00500	23 08 43	46 51 04	MR	Ribeirão Jundiá-Mirim	Ponte a jusante da Cereser.
JUMI00800	23 09 30	46 54 34	MR	Ribeirão Jundiá-Mirim	Na captação de Jundiá.
JUNA02010	23 12 30	46 46 07	MR	Rio Jundiá	Na captação de Campo Limpo Paulista.
JUNA02020	23 12 13	46 46 23	RB	Rio Jundiá	Ponte na Av. Aderbal da Costa Madeira, 50m a jusante do lançamento da Krupp.
JUNA02100	23 12 29	46 48 30	MR	Rio Jundiá	Estrada da Várzea, número 3001.

continua

JUNA04150	23 11 52	46 51 59	MR	Rio Jundiáí	Na Passarela em frente à Vulcabrás - Av. Antônio Frederico Ozana nº 1440.
JUNA04190	23 08 49	47 01 22	MR	Rio Jundiáí	Ponte de acesso à Akso Nobel, em Itupeva.
JUNA04200	23 08 18	47 05 05	MR	Rio Jundiáí	Ponte sobre o Rio Jundiáí, na estrada do Bairro Monte Serrat.
JUNA04270	23 06 26	47 10 24	RB	Rio Jundiáí	Na ponte de concreto, logo após a estrada de ferro, no distrito de Itaici, em Indaiatuba.
JUNA04700	23 11 42	47 16 07	MR	Rio Jundiáí	Ponte no Jardim das Nações, em Salto.
JUNA04900	23 12 36	47 17 28	RB	Rio Jundiáí	Na área urbana de Salto. Ponte na Praça Álvaro Guião, próximo à foz com o Rio Tietê.
LAPE02900	22 54 12	46 32 50	MR	Ribeirão Lavapés	Na Foz do Rio Jaguari.
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 39	47 19 22	RB	Rio Piracicaba	Junto à captação de água de Americana, na localidade de Carioba.
PCAB02110	22 42 31	47 20 25	SED	Rio Piracicaba	No Rio Piracicaba, a 1 Km da jusante da entrada do Rib. Quilombo.
PCAB02135	22 41 51	47 23 14	RB	Rio Piracicaba	Na ponte de concreto da estrada Americana-Limeira, na divisa de Limeira e Sta. Bárbara d'Oeste.
PCAB02192	22 41 20	47 34 58	RB	Rio Piracicaba	Ponte a 50m do Km 135,3 da estrada que liga Piracicaba a Limeira, próximo à Usina Monte Alegre.
PCAB02220	22 42 44	47 38 58	RB	Rio Piracicaba	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	Rio Piracicaba	Na ponte do Caixão.
PCAB02800	22 41 31	47 46 39	RB	Rio Piracicaba	Em frente à fonte sulfurosa, junto ao posto 4D-07 do DAEE, na localidade de Artemis.
PCBP02500	22 37 44	48 10 27	RB	Braço do Rio Piracicaba	Ponte na rodovia SP-191, no trecho que liga Santa Maria da Serra a São Manuel.
PIAL02900	22 39 35	47 16 33	MR	Ribeirão do Pinhal	No canal do Rib. Pinhal na Captação Águas de Limeira.
PIMI02900	22 41 57	47 37 46	MR	Ribeirão Piracicamirim	Na foz no Rio Piracicaba.
PINO02100	23 00 38	46 58 54	MR	Ribeirão Pinheiros	Ponte a montante da ETE de Vinhedo. O córrego esta correndo á esquerda, paralelamente a das Rod. dos Andradas, (trecho Urbano de Vinhedo).
PINO03900	22 54 53	46 57 39	MR	Ribeirão Pinheiros	Ponte na Marginal paralela à Rod. Dom Pedro, alt. Km 122,5 (sentido Campinas) .Próximo à foz no Rio Atibaia.
QUIL03200	22 49 07	47 11 55	MR	Ribeirão Quilombo	Ponte na estrada da Via Anhanguera a Paulínia.
QUIL03900	22 42 52	47 20 02	MR	Ribeirão Quilombo	Na foz no Rio Piracicaba.
QUIL03990	22 42 49	47 20 02	SED	Ribeirão Quilombo	Na ETE de Americana, no bairro Carioba.
RAIN00402	23 13 03	46 23 52	BAL	Represa do Rio Atibainha	Praia da Utinga, em Nazaré Paulista.
RAIN00802	23 10 09	46 22 37	BAL	Represa do Rio Atibainha	Sob a ponte da Rodovia D. Pedro I (SP 065), na margem oposta da Pousada da Rosinha.
RAIN00901	23 11 03	46 23 35	BAL	Represa do Rio Atibainha	Praia do Lavapés, em Nazaré Paulista
TATU04850	22 39 36	47 21 09	MR	Ribeirão Tatu	Ponte 2 Km a montante da foz do Rio Piracicaba.
TATU04900	22 39 42	47 21 05	SED	Ribeirão Tatu	Na beira do Ribeirão Tatu, na Fazenda Batistela.
TIJU02900	22 48 39	47 10 24	MR	Ribeirão Tijuco Preto	Próximo à sua foz.
TOLE03900	22 44 14	47 26 42	MR	Ribeirão dos Toledos	Na foz no Rio Piracicaba.
TREB02950	22 12 13	47 17 14	MR	Ribeirão Três Barras	Na foz do Rib. Três Barras com o Rio Pirapitingui, na captação de Limeira.

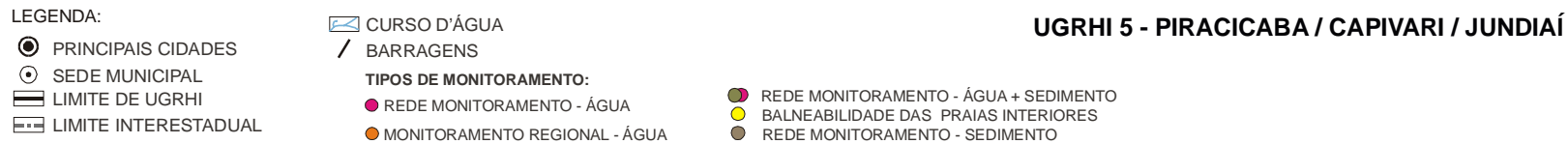
BAL = Balneabilidade

MR = Monitoramento Regional

RB = Rede Básica de Monitoramento

SED = Rede de Sedimento

A figura 5.1 apresenta o mapa esquemático desta UGRHI, contendo os seus principais corpos de água e municípios, bem como a localização dos pontos de amostragem.



88



9.5.2 Resultados de variáveis de qualidade das águas

A tabela 5.4 descreve as porcentagens de resultados não conformes de 2004 em relação aos padrões de qualidade estabelecidos pela Resolução CONAMA 20/86, bem como a comparação com as porcentagens de não conformidade dos últimos dez anos para pH e metais.

Tabela 5.4 – Médias das principais variáveis sanitárias

Código do ponto	Condutividade		Turbidez		COD		PFTMH		Nitrato		Nitrog. Amon.		OD		DBO _(5,20)		FT		Coliforme Termot.		Clorofila a	
	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004
ATIB02010	68	62	35	44	5,33	5,02	241	289	0,37	0,93	0,22	0,29	5,7	5,5	2	2	0,178	0,112	3.514	3.761	1,76	1,51
ATIB02030	98	84	35	34									5,7	6,3	4	2			57.837	17.544		
ATIB02035	91	79	31	40									7,1	7,2	3	2			3.786	1.906		
ATIB02065	111	108	40	150	7,55	5,88	293	291	0,45	1,52	0,69	0,64	6,7	6,7	4	4	0,213	0,345	46.473	46.870	7,45	1,85
ATIB02300	246	119	74	29									5,9	6,2	3	2			485	453		
ATIB02605	271	354	52	116					0,91	2,67	1,24	1,42	5,8	4,7	6	8	0,334	0,486	44.092	12.337		
ATIB02800	414	367	65	48					2,07	2,69	2,09	1,56	3,8	4,7	9	8	0,543	0,719	81.417	95.003		
ATIB02900	332	250	11	6					0,85		0,49		4,7	4,5	4	4	0,244		37	201		
BAIN02950	60	66	31	52					0,53	0,85	0,40	0,59	2,9	2,3	4	4	0,462	0,499	20.835	30.877		
CAXO02800	48	53	22	31					0,74	1,08	0,20	0,24	7,2	6,0	2	2	0,329	0,337	4.366	2.686		
CMDC02050	49	45	45	41					0,57	0,74	0,21	0,19	6,8	7,3	2	2	0,625	0,352	5.136	4.728		
CMDC02100	52	49	57	57									7,7	7,5	2	2			32.923	22.384		
CMDC02300	67	63	107	49									5,9	6,6	4	6			3.715	3.118		
CMDC02400	104	89	62	48					0,93	1,00	1,10	0,83	6,6	6,1	5	5	0,517	0,502	3.615	8.899		
CMDC02900	105	96	55	110					0,91	1,65	0,40	0,67	6,8	6,7	4	5	0,184	0,568	3.579	8.714		
CPIV02030	80	77	546	45									5,7	7,0	6	3			16.620	28.215		
CPIV02060	155	133	140	60					1,35	1,67	0,41	0,31	5,9	6,9	4	3	0,190	0,072	33.296	15.608		
CPIV02100	263	229	521	59									2,2	3,4	34	21			2.155.585	987.936		
CPIV02130	177	194	70	62	9,71	5,71	271	346	1,34	1,95	0,90	1,18	6,4	6,4	6	7	0,289	0,162	2.587	7.512	8,70	2,00
CPIV02160	405	346	170	54					0,76	1,48	7,06	5,82	2,4	2,7	22	12	0,812	0,502	368.978	123.487		
CPIV02200	322	346	73	86					0,32	1,08	6,14	6,77	1,8	1,9	14	13	0,908	0,212	125.859	53.906		
CPIV02700	364	226	87	69									2,2	1,5	14	9			110.065	61.532		
CPIV02900	266	222	72	116					1,29	2,27	3,80	2,00	5,2	5,4	8	9	0,430	0,182	1.508	2.519	38,33	
CRUM02050	30	22	18	17					1,13	0,80	0,13	0,17	7,4	7,6	1	1	0,696	0,248	337	207		
CRUM02100	60	49	32	40									6,8	6,8	1	2			6.000			
CRUM02200	159	159	46	59					0,68	1,39	1,38	0,96	5,3	5,6	7	7	0,409	0,594	71.179	90.525		
CRUM02300	113	135	67	83									5,7	5,8	4	6			15.550			
CRUM02500	113	129	50	83	5,50	5,59	304	428	0,51	1,37	0,52	0,35	6,0	5,7	4	6	0,367	0,323	6.136	8.299	2,70	2,54
CRUM02900	83	139	64	80					1,10	1,63	0,74	0,39	5,7	5,8	6	6	0,519	0,340	45.088	55.312		
GERT02100	51	53	21	12									6,8	7,5	1	1						
GERT02200	73	60	97	55									5,3	5,2	1	1						
IRIS02100	46	38	8	14					0,48	0,74	0,14	0,30	7,1	7,1	1	2	0,248	0,190	306	942	2,89	
IRIS02200	120	104	24	108									6,3	6,6	7	2			6.901	5.448		
IRIS02250	198	146	19	30									2,4	2,5	15	10			66.338	64.066		
IRIS02400	173	138	19	29					0,94	1,73	2,19	1,72	4,3	5,1	8	7	1,520	0,504	1.927	5.917		
IRIS02600	122	109	31	23									6,7	6,6	3	3			2.327	1.436		
IRIS02900	84	96	20	18	5,55	4,29	210	260	0,77	1,87	0,15	0,33	6,5	6,9	2	2	0,181	0,733	209	350	1,75	1,05
JAGR00002		41		27						0,60		0,47		7,3		2		0,140		1.859		
JAGR00005	39	46	9	9					0,54	0,69	0,20	0,25	7,2	7,8	1	2	0,291	0,293	9	43		
JAGR02010	58	50	28	25									2,5	1,4	3	2			91	98		
JAGR02100	120	99	56	32					0,51	0,68	1,92	3,46	1,2	2,4	7	5	0,381	0,441	45.214	4.919		
JAGR02200	85	75	43	22									7,7	7,5	1	2			6.664	7.398		
JAGR02300	100	91	74	37					1,43		0,29		6,5	6,3	2	2	0,164		16.779	9.722		
JAGR02400	120	104	44	68									5,7	6,0	4	3			36.608	26.722		
JAGR02500	106	97	40	56	5,61	5,02	271	320	1,72	1,72	0,40	0,49	5,4	5,5	2	3	0,291	0,290	1.019	865	1,23	0,32
JAGR02800	84	98	32	38	5,86	4,69	302	320	0,92	1,93	0,26	0,36	6,7	6,0	2	3	0,217	0,129	1.432	1.673	0,71	0,71

continua...



Código do ponto	Condutividade		Turbidez		COD		PFTM		Nitrato		Nitrog. Amon.		OD		DBO _(5,20)		FT		Coliforme Termot.		Clorofila a	
	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004
JUMI00100	70	71	44	33					1,02	1,47	0,18	0,41	6,9	7,1	2	2	0,366	0,190	2.564	3.272		
JUMI00250	76	78	58	52									6,9	7,2	2	2			773	1.183		
JUMI00500	81	85	130	84									7,1	7,1	3	3			8.221	7.475		
JUMI00800	82	86	49	31					0,76	0,92	0,13	0,30	7,1	6,8	2	2	0,310	0,262	62	89		
JUNA02010	91	97	33	61					1,12	1,36	0,26	0,44	6,6	7,2	5	4	0,681	0,107	52.686	71.085		
JUNA02020	118	161	51	65					0,41	1,32	0,96	1,52	6,7	5,4	8	14	0,197	0,114	70.232	416.016		
JUNA02100	198	204	35	60									3,9	4,0	14	23			245.415	474.222		
JUNA04150	375	353	88	92									2,0	1,6	94	70			2.009.256	4.010.965		
JUNA04190	461	403	48	53					0,66	1,23	9,73	6,47	0,6	1,9	40	30	1,287	0,510	721.284	413.611		
JUNA04200	498	417	44	45					0,80	1,16	7,86	6,18	0,9	1,4	26	19	1,566	0,532	614.418	338.412		
JUNA04270	314	313	65	82					0,81	3,15	3,78	3,08	4,0	4,7	18	20	0,690	0,365	68.023	25.338		
JUNA04700	402	302	48	95									4,2	5,1	22	16			148.101	54.267		
JUNA04900	307	314	64	112					0,84	2,23	4,35	3,20	2,4	2,5	43	61	0,735	0,441	351.182	362.586	2,99	
LAPE02900		161		176						0,87		4,45		3,2		15		0,646		142.160		
NUMA04900	388	345	73	123									3,7	3,4	15	21			487.621	939.904		
PCAB02100	149	166	26	25	7,53	4,69	276	320	0,83	1,93	0,35	0,42	5,4	4,1	3	4	0,159	0,223	2.025	1.494	2,92	2,33
PCAB02135	248	266	35	29					0,60	1,77	1,12	0,97	3,1	3,2	7	6	0,284	0,362	275.161	243.164		
PCAB02192	253	288	45	18					0,53	1,67	1,44	1,30	1,9	1,7	6	6	0,304	0,417	48.919	15.107		
PCAB02220	244	261	36	45	10,41	6,30	423	547	0,48	1,37	1,40	1,30	2,3	2,9	6	7	0,356	0,508	40.578	40.469	6,93	5,44
PCAB02300	317	265	48	48									5,3	5,9	10	9			44.137			
PCAB02800	224	230	43	60					0,53	1,56	0,97	0,91	3,8	4,3	7	8	0,376	0,392	18.926	13.686	9,13	
PCBP02500	187	202	26	24					0,62	1,60	0,24	0,42	6,3	5,7	3	3	0,119	0,143	19	5	18,37	10,51
PIAL02900	79	63	47	35					0,71	0,88	0,25	0,23	6,7	5,2	2	1	0,269	0,180	115	79		
PIMI02900	338	348	67	11					2,19		0,98		5,5	5,8	42	11	0,322		89.821			
PINO02100	319	199	69	291									4,3	30,5	26	11			1.944.051	397.105		
PINO03900	376	300	71	277									2,8	3,5	14	11			785.631	236.296		
QUIL03200	393	375	77	51									0,8	0,7	23	24			1.549.193			
QUIL03900	393	354	84	61					2,32		4,43		5,5	6,2	22	17	0,807		240.537			
TATU04850	539	384	79	51					1,42	1,21	7,60	3,66	1,4	1,7	100	47	2,511	1,222	3.585.960			
TIJU02900	353	399	49	34									1,5	0,7	33	53			513.809			
TOLE03900	416	301	64	32									1,5	3,7	33	9			316.795			
TREB02950	244	236	64	38					0,59	0,95	7,78	7,47	0,6	0,4	46	38	2,231	1,356	1.128.942	694.970		

Observação: os dados brutos destas e das demais variáveis de qualidade das águas constam nas tabelas do Anexo 2.

A figura 5.2 mostra a variação temporal do oxigênio dissolvido, condutividade e pH – Estação de monitoramento automático de Piracicaba.

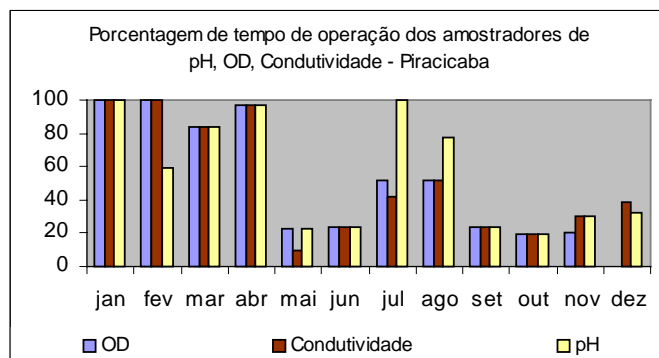


Figura 5.2 - Variação temporal do oxigênio dissolvido, condutividade e pH - Estação de monitoramento automático de Piracicaba.

Tabela 5.5 – Resultados não conformes para pH e metais

Código do ponto	pH				Alumínio				Manganês				Níquel				Cobre				Zinco				Mercúrio			
	NC 2004	NT 2004	%NC 2004	%NC 1994-2003	NC 2004	NT 2004	%NC 2004	%NC 1994-2003	NC 2004	NT 2004	%NC 2004	%NC 1994-2003	NC 2004	NT 2004	%NC 2004	%NC 1994-2003	NC 2004	NT 2004	%NC 2004	%NC 1994-2003	NC 2004	NT 2004	%NC 2004	%NC 1994-2003	NC 2004	NT 2004	%NC 2004	%NC 1994-2003
ATIB02010	0	6	0	0	6	6	100	97	2	6	33	33	0	6	0	2	0	6	0	2	1	6	17	0	0	5	0	11
ATIB02065	0	6	0	0	6	6	100	100	2	6	33	68	2	6	33	2	1	6	17	2	1	6	17	0	0	5	0	12
ATIB02605	0	6	0	0	6	6	100	100	3	6	50	53	2	6	33	3	1	6	17	5	0	6	0	2	0	5	0	20
CMDC02900	0	6	0	0	6	6	100	100	5	6	83	65	0	6	0	6	0	6	0	4	0	6	0	2	0	6	0	13
CPIV02130	0	6	0	0	6	6	100	100	6	6	100	98	1	6	17	9	0	6	0	7	0	6	0	9	0	5	0	18
CPIV02200	0	6	0	0	6	6	100	97	6	6	100	97	0	6	0	9	1	6	17	13	1	6	17	7	0	6	0	16
CPIV02900	0	6	0	0	6	6	100	92	6	6	100	96	0	6	0	8	3	6	50	10	0	6	0	2	0	6	0	3
CRUM02200	0	6	0	0	6	6	100	100	5	6	83	78	0	6	0	0	2	6	33	6	0	6	0	0	0	5	0	33
CRUM02500	0	6	0	0	6	6	100	100	5	6	83	72	1	6	17	5	2	6	33	8	0	6	0	0	0	5	0	11
IRIS02900	0	6	0	0	6	6	100	97	1	6	17	6	0	5	0	6	0	6	0	0	0	6	0	3	0	5	0	26
JAGR02100	0	6	0	0	6	6	100	94	1	6	17	28	0	6	0	0	0	6	0	0	0	6	0	0	0	5	0	31
JAGR02500	0	6	0	0	6	6	100	100	3	6	50	33	0	6	0	6	0	6	0	0	0	6	0	0	0	5	0	0
JAGR02800	0	6	0	0	6	6	100	94	1	6	17	23	0	6	0	12	0	6	0	8	0	6	0	0	0	6	0	5
JUNA02020	0	6	0	3	6	6	100	100	6	6	100	82	0	6	0	3	0	6	0	7	0	6	0	0	0	6	0	18
PCAB02100	0	6	0	0	6	6	100	100	3	6	50	22	0	6	0	7	1	6	17	5	0	6	0	0	0	6	0	7
PCAB02135	0	6	0	0	6	6	100	100	5	6	83	55	2	6	33	10	1	6	17	13	0	6	0	0	0	6	0	9
PCAB02192	0	6	0	0	6	6	100	97	3	6	50	73	2	6	33	7	0	6	0	12	1	6	17	0	0	6	0	5
PCAB02220	0	6	0	0	6	6	100	100	5	6	83	77	0	6	0	10	1	6	17	13	0	6	0	3	0	6	0	19
PCAB02800	0	6	0	0	6	6	100	97	6	6	100	75	1	6	17	6	2	6	33	8	0	6	0	2	0	6	0	17
PCBP02500	0	6	0	4	6	6	100	92	1	6	17	21	0	6	0	0	0	6	0	2	0	6	0	0	0	6	0	6
QUIL03900	0	6	0	4	4	4	100						0	4	0		0	4	0		0	4	0		0	4	0	

NC: Número de Resultados Não Conformes

NT: Número Total de Resultados Considerados

Observação: os dados brutos destas e das demais variáveis de qualidade das águas constam nas tabelas do Anexo 2.

9.5.3 Análise das vazões da bacia do Rio Piracicaba

Para as análises temporais das vazões da bacia do Rio Piracicaba apresentadas adiante foram tomados três postos fluviométricos do DAEE, assim escolhidos em função das disponibilidades de dados principalmente ao longo dos últimos anos. O período histórico adotado para análise foi o correspondente a 1985-2004, quando todas as represas do Sistema Cantareira já se encontravam em operação, o que permitiu um confronto mais consistente entre os dados analisados. Os postos considerados, foram:

- - Rio Camanducaia em Monte Alegre do Sul – 3D-002
- - Rio Jaguari em Usina Ester – 4D-001
- - Rio Piracicaba em Artemis – 4D-007

Observa-se tratar-se de postos que registram regimes hidráulicos diversos segundo sua natureza, o posto do Rio Camanducaia registrando vazões naturais, o do Rio Jaguari vazões impostas pela operação do Sistema Cantareira e o do Rio Piracicaba um meio termo entre os dois, observando vazões naturais pelos aportes dos Rios Corumbataí e Camanducaia e artificiais pelos dos Rios Atibaia e Jaguari. A figura 5.3 mostra o gráfico da evolução

das vazões dos três postos ao longo do período histórico considerado, ressaltando-se que as vazões médias anuais foram divididas pelas respectivas médias históricas, o que permitiu que todas as evoluções pudessem ser visualizadas no mesmo esquema.

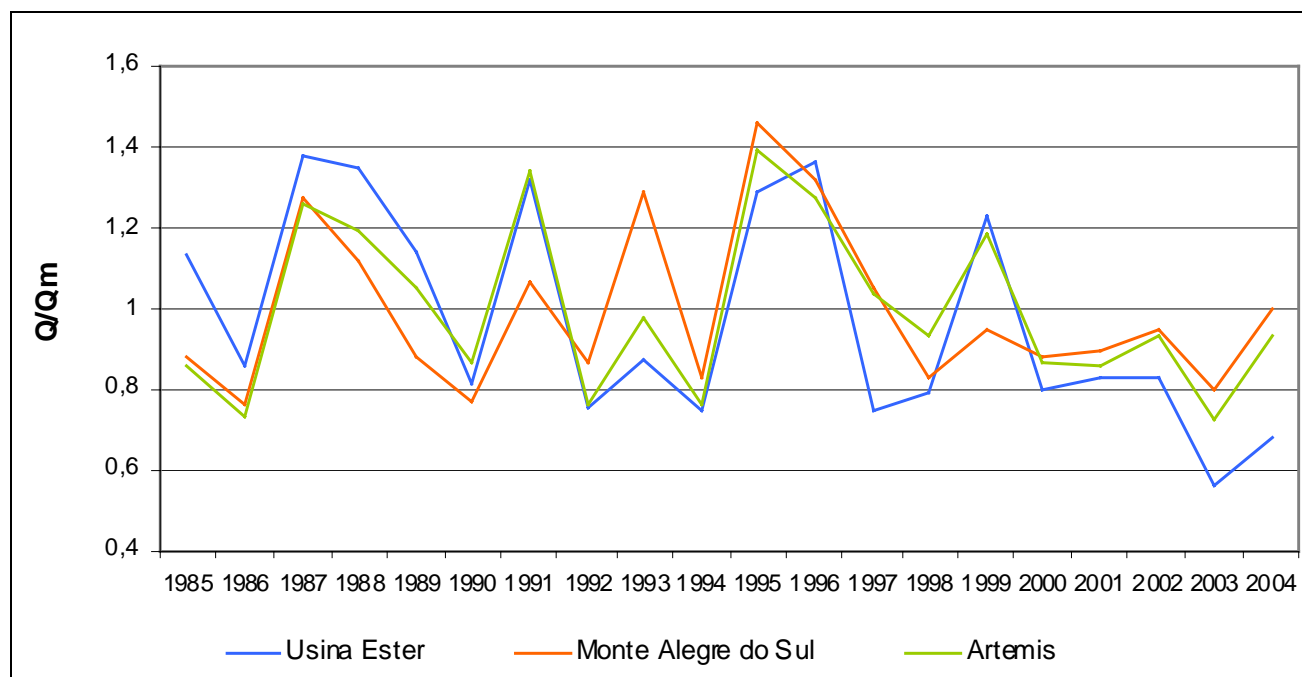


Figura 5.3 - Gráfico da evolução das vazões dos três postos

Observa-se que, apesar da diversidade na natureza das vazões comparadas, há uma similaridade consistente entre as evoluções, todas elas mostrando os anos de 1987, 1988, 1995 e 1996 mais úmidos, os últimos quatro anos os mais secos do período, o ano de 2003 onde a estiagem apresentou-se com maior intensidade e o último ano com alguma recuperação em relação aos anos anteriores.

Na figura 5.4 A, B, C e D representam os histogramas das sazonalidades de vazões e o cotejo entre as vazões médias anuais de 2004 e as médias anuais históricas para os postos considerados. Para essa análise foi incluído mais um ponto de monitoramento de vazões, correspondente ao posto Bairro da Ponte – 3D-006, no Rio Atibaia, que, mesmo paralisado de 1997 a 2001, apresenta histórico de dados que permite as análises propostas.

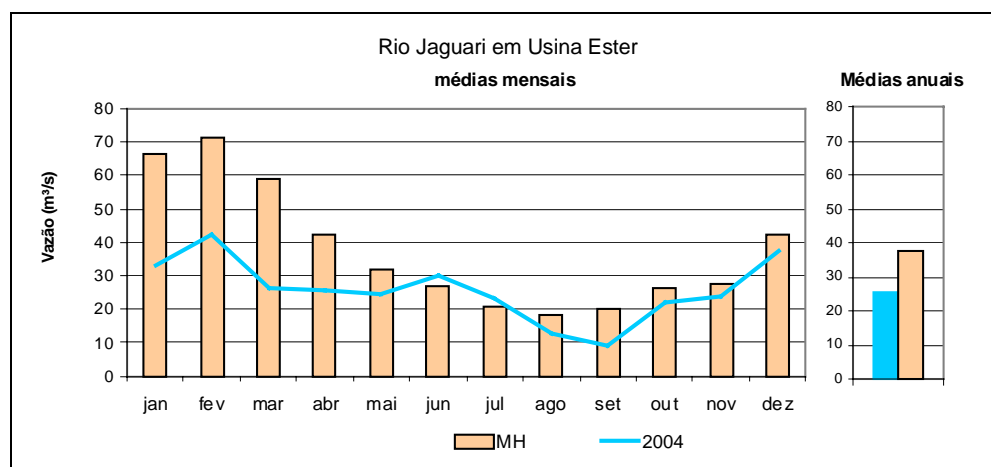


Figura 5.4 A - Rio Jaguari em Usina Ester

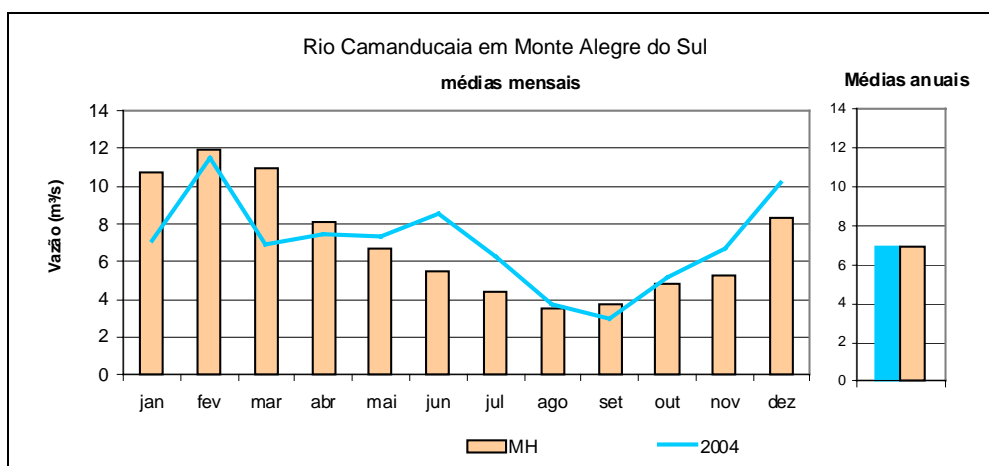


Figura 5.4 B - Rio Camanducaia em Monte Alegre do Sul

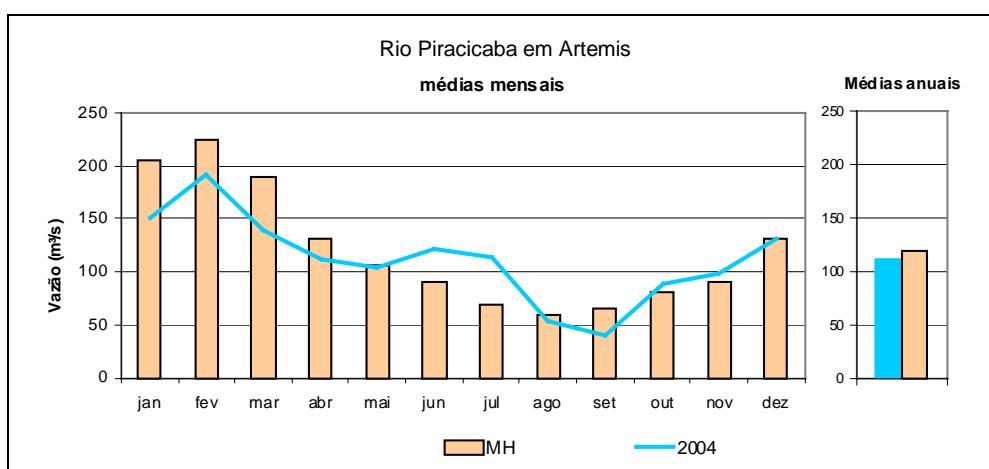


Figura 5.4 C - Rio Piracicaba em Artemis

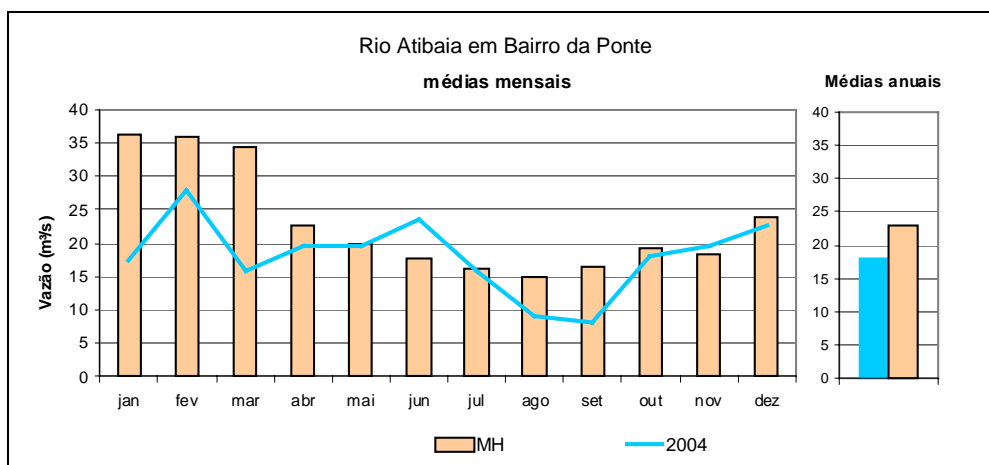


Figura 5.4 D- Rio Atibaia em Bairro da Ponte

Também apesar das naturezas das vazões analisadas, as sazonalidades históricas dos pontos são bem similares, mostrando o mês de fevereiro como o mais úmido, o mês de agosto o mais seco, o período chuvoso o que vai de dezembro a maio e o seco o que vai de junho a novembro. Quanto às vazões médias anuais de 2004, algumas diferenças podem ser observadas. Assim, as correspondentes aos postos Usina Ester e Bairro da Ponte, influenciadas com mais intensidade pela operação das barragens situadas nas cabeceiras dos dois rios foram bem inferiores às respectivas médias históricas, fato que não ocorreu com a mesma intensidade em Artemis em função dos aportes naturais a esse ponto do rio. Em Monte Alegre do Sul, a vazão média anual praticamente igual à

média histórica mostra, nesse ponto de vazões naturais, o ano de 2004 com uma pluviosidade bem próxima à média dos últimos 20 anos.

As diferentes naturezas das vazões podem também explicar as diferenças observadas nas sazonalidades de 2004. Assim, durante os primeiros meses do ano e nos meses de agosto e setembro, as baixas vazões observadas nos postos dos Rios Jaguari e Atibaia refletem a retenção das águas para a composição dos volumes dos Reservatórios do Sistema Cantareira.

9.5.4 Qualidade das águas

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 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

9.5.4.1 BACIA DO RIO CAPIVARI

9.5.4.1.1 ABASTECIMENTO PÚBLICO

As tabelas 5.6 e 5.7 contêm os resultados do IAP – Índice de qualidade das águas para fins de abastecimento público e do IQA – Índice de Qualidade das Águas, cujos dados são utilizados no cálculo do IAP, respectivamente.

Tabela 5.6 – Resultados mensais e média anual do IAP – 2004

CÓDIGO DO PONTO	CORPO D'ÁGUA	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA
CPIV02130	Rio Capivari		35				26		52				0	28
CPIV02200	Rio Capivari		25		24		11		27		21		27	23
CPIV02900	Rio Capivari		33		38		53		61		24		32	40

QUALIDADE: PÉSSIMA RUIM REGULAR BOA ÓTIMA

Tabela 5.7 – Resultados mensais e média anual do IQA – 2004

CÓDIGO DO PONTO	CORPO D'ÁGUA	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA
CPIV02130	Rio Capivari		62		50		45		57		49		51	52
CPIV02200	Rio Capivari		37		33		16		34		32		38	32
CPIV02900	Rio Capivari		42		48		65		66		40		45	51

QUALIDADE: PÉSSIMA RUIM REGULAR BOA ÓTIMA

A qualidade das águas no ponto CPIV02130, no Rio Capivari, utilizadas para abastecer parte do município de Campinas apresentou qualidade Ruim, atingindo no mês de dezembro o pior nível de qualidade, devido ao níquel. Os metais alumínio e manganês, que afetam as propriedades organolépticas e o potencial de formação de THMs também influenciaram negativamente o cálculo do IAP.

9.5.4.1.2 PROTEÇÃO DA VIDA AQUÁTICA

As tabelas 5.8 e 5.9 contêm, respectivamente, os resultados do IVA – Índice de qualidade das águas para proteção da vida aquática e do IET – Índice de estado trófico, cujos dados são utilizados para o cálculo do IVA.

Tabela 5.8 – Resultados mensais e média anual do IVA – 2004

CÓDIGO DO PONTO	CORPO D'ÁGUA	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA
CPIV02130	Rio Capivari		2,2		4,2		2,2		3,2		2,2		3,4	2,9
CPIV02160	Rio Capivari				7,6		6,6		7,6		7,6			7,4
CPIV02200	Rio Capivari		4,6		11,2		4,6		11,2				10,2	8,4
CPIV02900	Rio Capivari		5,4		5,2		4,2		4,2		4,2		3,4	4,4

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

Tabela 5.9 – Resultados mensais e média anual do IET – 2004

CÓDIGO DO PONTO	CORPO D'ÁGUA	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA
CPIV02130*	Rio Capivari		39,94		59,61		40,44		52,44		38,73		41,62	45,08
CPIV02160	Rio Capivari				96,18		68,32		97,89		79,81			85,55
CPIV02200	Rio Capivari		39,94		81,03		39,94		77,44		83,80		73,16	65,88
CPIV02900	Rio Capivari		70,03		88,04		58,82		57,81		73,73		39,94	64,73

PTO *: Pontos para os quais o IET foi calculado com base nos resultados de clorofila e fósforo total.

ESTADO: ■ HIPEREUTRÓFICO ■ EUTRÓFICO ■ MESOTRÓFICO ■ OLIGOTRÓFICO

No Rio Capivari, os três pontos da rede de monitoramento encontram-se com um alto potencial de eutrofização, com valores elevados de fósforo total. Para o ponto CPIV02130, que se localiza na captação de Campinas, o índice de estado trófico foi calculado com concentrações de fósforo total e clorofila *a*, que indicou média anual mesotrófica, com variações de oligo a eutrófico. Destacaram-se acima dos limites estabelecidos pelo CONAMA 20/86 (BRASIL, 1986) para classe 2, em todos os meses, os valores de coliformes termotolerantes e nitrogênio amoniacal, indicando que parte desta carga, provavelmente, seja por aporte de esgoto doméstico.

Para o ponto CPIV02200 nos meses de abril, agosto outubro e dezembro, o IET(FT) indicou estado hipereutrófico e os valores de coliformes termotolerantes, surfactantes e nitrogênio amoniacal, na maioria dos meses, encontram-se acima dos limites estabelecidos pela CONAMA 20/86 (BRASIL, 1986) que é de 1000NMP/100mL para coliformes termotolerantes e de 0,5 mg/L para surfactantes e nitrogênio amoniacal para classe 2. Esta situação demonstrou que a grande carga poluidora é oriunda de esgoto doméstico.

O ponto CPIV02900, que se localiza próximo à foz do Rio Tietê, o IET(FT) ao longo dos meses variou de oligo a hipereutrófico, sendo a média anual eutrófica. Na maioria dos meses, os valores de nitrogênio amoniacal e coliformes termotolerantes estiveram acima dos limites estabelecidos pela CONAMA 20/86 (BRASIL, 1986).

Em termos das médias das variáveis sanitárias, a análise espacial do Rio Capivari identifica dois trechos críticos, sendo um representado pelo ponto CPIV02100 e o outro, pelo ponto CPIV02160. Esses trechos situam-se a jusante dos municípios de Louveira e Campinas, respectivamente, recebendo os lançamentos tanto de origem doméstica quanto industrial desses municípios.

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_{5,20}, devido à autodepuração e ao fato deste trecho não receber contribuições significativas de cargas poluidoras. No entanto, tem se notado um incremento das porcentagens de resultados não conformes para cobre.

9.5.4.2 BACIA DO RIO JUNDIAÍ

9.5.4.2.1 ABASTECIMENTO PÚBLICO

As tabelas 5.10 e 5.11 contêm os resultados do IAP – Índice de qualidade das águas para fins de abastecimento público e do IQA – Índice de qualidade das águas, cujos dados são utilizados no cálculo do IAP, respectivamente.

Tabela 5.10 - Resultados mensais e média anual do IAP – 2004

CÓDIGO DO PONTO	CORPO D'ÁGUA	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA
IRIS02900	Rio Pirai		53				63		72					63
JUNA02020	Rio Jundiaí - UGRHI 05		28		35		35		29		29		35	32
JUNA04270	Rio Jundiaí - UGRHI 05		26		28		31		20		33		31	28
JUNA04900	Rio Jundiaí - UGRHI 05		16		14		18		10		17		17	15

QUALIDADE: PÉSSIMA RUIM REGULAR BOA ÓTIMA

Tabela 5.11 - Resultados mensais e média anual do IQA – 2004

CÓDIGO DO PONTO	CORPO D'ÁGUA	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA
IRIS02900	Rio Pirai		62		67		69		75		56		52	63
JUNA02020	Rio Jundiaí - UGRHI 05		36		41		46		32		38		46	40
JUNA04270	Rio Jundiaí - UGRHI 05		37		34		39		27		40		43	37
JUNA04900	Rio Jundiaí - UGRHI 05		24		17		24		13		20		25	21

QUALIDADE: PÉSSIMA RUIM REGULAR BOA ÓTIMA

O Ribeirão Pirai nasce na Serra do Japi, no município de Cabreúva e tem sua foz no Rio Jundiaí. 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 seu trecho final, este manancial apresentou qualidade Boa em 2004.

O Rio Jundiaí-Mirim, utilizado como manancial estratégico para o abastecimento do município de Jundiaí, mostrou-se em boas condições sanitárias em 2004.

Em 2004, o Rio Jundiaí apresentou qualidade Ruim, de acordo com os valores médios do IAP, atingindo no ponto próximo a sua foz qualidade Péssima.

9.5.4.2.2 PROTEÇÃO DA VIDA AQUÁTICA

As tabelas 5.12 e 5.13 contêm, respectivamente, os resultados do IVA – Índice de qualidade das águas para proteção da vida aquática e do IET – Índice de estado trófico, cujos dados são utilizados para o cálculo do IVA.

Tabela 5.12 - Resultados mensais e média anual do IVA – 2004

CÓDIGO DO PONTO	CORPO D'ÁGUA	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA
IRIS02900	Rio Pirai		5,2		3,2		2,2		4,2		4,2		4,2	3,9
JUNA02020	Rio Jundiaí - UGRHI 05		2,2		3,4		2,2		6,4		4,2		2,2	3,4

QUALIDADE: PÉSSIMA RUIM REGULAR BOA ÓTIMA

Tabela 5.13 - Resultados mensais e média anual do IET – 2004

CÓDIGO DO PONTO	CORPO D'ÁGUA	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA
IRIS02900*	Res. do Ribeirão Pirai		78,27		48,62		25,91		86,21		63,62		68,22	52,55
JUNA02020	Rio Jundiaí		39,94		39,94		39,94		83,31		73,16		39,94	52,71

PTO * : Pontos para os quais o IET foi calculado com base nos resultados de clorofila e fósforo total (exceto meses com borda destacada).

ESTADO: HIPEREUTRÓFICO EUTRÓFICO MESOTRÓFICO OLIGOTRÓFICO

O Reservatório do Ribeirão Pirai é utilizado para o abastecimento dos municípios de Salto e Indaiatuba. O IET(CL,FT) apresentou uma variação acentuada, onde nos meses de abril e junho ocorreu uma queda no valor deste índice, enquanto que nos meses de fevereiro e agosto o IET atingiu categoria hipereutrófica. Ainda assim, a média anual indicou uma classificação mesotrófica. A origem desta carga de fósforo é possivelmente de fontes difusas.

O Rio Jundiaí foi incluído na categoria mesotrófico, com variações mensais de oligo a hipereutrófico. Apesar da constante alternância na classificação quanto à trofia, as concentrações de surfactantes, nitrogênio amoniacal e coliformes termotolerantes estiveram, na maioria dos meses, muito acima do limite estabelecido pela CONAMA 20/86 (BRASIL,1986) para classe 2. Os coliformes variaram de 170.000 a 2.400.000NMP/100ml. A elevada carga desta bacia deve-se ao aporte de esgoto doméstico in natura.

Para o ponto JUNA02020 do Rio Jundiaí, que se localiza à montante da cidade de Campo Limpo, o IET(FT) indicou uma média anual mesotrófica. Durante o primeiro semestre, observaram-se baixas concentrações de fósforo, ao que nos meses de agosto e outubro estas elevaram-se.

O trecho do Rio Jundiaí, após a chegada do Córrego Pinheirinho, na divisa dos municípios de Várzea Paulista e Jundiaí, 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, além de apresentarem-se em pequeno número, são muito pouco restritivos.

O trecho do Rio Jundiaí enquadrado na Classe 4. Este trecho, desde o ponto JUNA 04150 até o ponto JUNA 04200, apresenta quase que ausência completa de oxigênio dissolvido e valores médios elevados de $DBO_{5,20}$, conforme pode ser observado na tabela de médias das variáveis sanitárias. Entre Indaiatuba (JUNA04270) e Salto (JUNA04700), o Rio Jundiaí recupera parte do oxigênio dissolvido. No entanto, próximo à sua foz (JUNA 04900), existe novo incremento dos níveis de matéria orgânica biodegradável, acarretando um déficit ainda maior dos níveis de oxigênio dissolvido.

A análise temporal das variáveis sanitárias do Rio Jundiaí indicaram uma piora das médias relativas ao ano de 2004, quando comparadas com a série histórica, para o trecho do rio enquadrado na Classe 2. De forma oposta, o trecho enquadrado na classe 4 apresentou uma situação melhor durante o ano de 2004.

Os valores médios das variáveis sanitárias evidenciam uma piora acentuada da qualidade das águas do Ribeirão Pirai no trecho a jusante de Cabreúva (ponto IRIS02250), caracterizada pela elevação dos níveis de matéria orgânica e déficit de oxigênio dissolvido. Em seu trecho final (IRIS02900), os resultados médios das variáveis analisadas não mostraram problemas sérios com relação à qualidade de suas águas.

9.5.4.3 BACIA DO RIO PIRACICABA

9.5.4.3.1 ABASTECIMENTO PÚBLICO

As tabelas 5.14 e 5.15 contêm os resultados do IAP – Índice de qualidade das águas para fins de abastecimento público e do IQA – Índice de qualidade das águas, cujos dados são utilizados no cálculo do IAP, respectivamente.

Tabela 5.14 - Resultados mensais e média anual do IAP – 2004

CÓDIGO DO PONTO	CORPO D'ÁGUA	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA
ATIB02010	Rio Atibaia	52				51		42				36		45
ATIB02065	Rio Atibaia	32				49		45				23		37
ATIB02605	Rio Atibaia	36		52		11		25		48		15		31
CMDC02900	Rio Camanducaia	27		26		37		47		42		30		35
CRUM02200	Rio Corumbataí	33		26		41		38		43		20		33
CRUM02500	Rio Corumbataí	28				51		42				0		30
JAGR02100	Rio Jaguari - UGRHI 05	32		31		40		34		22		43		34
JAGR02500	Rio Jaguari - UGRHI 05	32				48		50				40		43
JAGR02800	Rio Jaguari - UGRHI 05	52				60		51				18		45
PCAB02100	Rio Piracicaba					34		46				31		37
PCAB02135	Rio Piracicaba			4		36		22		23		33		24
PCAB02192	Rio Piracicaba	27		35		37		0		0		29		21
PCAB02220	Rio Piracicaba	11				17		2				5		9
PCAB02800	Rio Piracicaba	33		35		43		14		33		40		33
PCBP02500	Braço do Rio Piracicaba	59		50		68		81		80		73		68

QUALIDADE: PÉSSIMA RUIM REGULAR BOA ÓTIMA

Tabela 5.15 - Resultados mensais e média anual do IQA – 2004

CÓDIGO DO PONTO	CORPO D'ÁGUA	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA
ATIB02010	Rio Atibaia	58		58		56		54		63		49		57
ATIB02065	Rio Atibaia	40		53		55		54		44		37		47
ATIB02605	Rio Atibaia	43		55		46		35		49		24		42
CMDC02900	Rio Camanducaia	40		40		50		60		49		41		47
CRUM02200	Rio Corumbataí	39		39		44		46		45		31		41
CRUM02500	Rio Corumbataí	58		36		58		51		60		37		50
JAGR02100	Rio Jaguari - UGRHI 05	39		36		47		40		25		54		40
JAGR02500	Rio Jaguari - UGRHI 05	46		64		61		56		55		62		57
JAGR02800	Rio Jaguari - UGRHI 05	61		54		65		59		59		61		60
PCAB02100	Rio Piracicaba			64		40		60		56		54		55
PCAB02135	Rio Piracicaba			42		40		40		26		39		37
PCAB02192	Rio Piracicaba	31		43		41		37		33		37		37
PCAB02220	Rio Piracicaba	35		44		35		28		36		44		37
PCAB02800	Rio Piracicaba	46		46		52		28		37		53		44
PCBP02500	Braço do Rio Piracicaba	71		64		74		83		81		81		76

QUALIDADE: PÉSSIMA RUIM REGULAR BOA ÓTIMA

As águas do Rio Atibaia apresentaram qualidade Regular até a captação de Campinas. As variáveis organolépticas (alumínio, ferro e manganês) influenciaram nesta classificação. Em seu trecho final, no ponto ATIB02605, a qualidade foi Ruim. Além das variáveis organolépticas, este trecho mostrou-se comprometido pelas variáveis sanitárias, tais como o oxigênio dissolvido, $\text{DBO}_{5,20}$ e coliformes termotolerantes.

O trecho inicial do Rio Jaguari, onde a disponibilidade hídrica é reduzida e tem-se o lançamento dos esgotos domésticos de Bragança Paulista, por meio do Ribeirão Lavapés, a qualidade enquadrou-se na categoria Ruim. Em seu trecho médio e final, existe uma recuperação de sua qualidade, enquadrando-se na faixa Regular, sendo influenciada pelas variáveis organolépticas (alumínio, ferro e manganês).

Apenas o trecho inicial do Rio Piracicaba apresentou qualidade Regular. A qualidade de suas águas apresentam uma piora acentuada, após a contribuição do Ribeirão do Quilombo, onde o IAP foi Ruim em 2004. 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. Na captação de Piracicaba, o IAP atinge a qualidade Péssima.

O Rio Corumbataí apresentou qualidade Regular em 2004, sendo influenciado pelas variáveis sanitárias e organolépticas.

9.5.4.3.2 PROTEÇÃO DA VIDA AQUÁTICA

As tabelas 5.16 e 5.17 contêm, respectivamente, os resultados do IVA – Índice de qualidade das águas para proteção da vida aquática e do IET – Índice de estado trófico, cujos dados são utilizados para o cálculo do IVA, respectivamente.

Tabela 5.16 - Resultados mensais e média anual do IVA – 2004

CÓDIGO DO PONTO	CORPO D'ÁGUA	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA
ATIB02010	Rio Atibaia	3,4		3,2		2,2		4,2		3,2		3,4		3,3
ATIB02065	Rio Atibaia	4,2		3,2		3,2		3,2		5,4		4,4		3,9
ATIB02605	Rio Atibaia	5,2		4,2		7,6		5,2		5,2		8,8		6,0
BAIN02950	Rio Atibainha	7,6		5,6		6,6				6,6		7,6		6,8
CMDC02900	Rio Camanducaia	5,2		5,2		2,2		5,2		5,2		5,2		4,7
CRUM02200	Rio Corumbataí	6,4		5,2		5,2		5,2		6,4		5,2		5,6
CRUM02500	Rio Corumbataí	4,2		5,4		2,2		2,2		5,4		3,2		3,8
JAGR02100	Rio Jaguari - UGRHI 05	7,6		5,6		6,6		7,6		7,6		5,2		6,7
JAGR02500	Rio Jaguari - UGRHI 05	5,2		2,2		2,2		2,2		4,4		2,2		3,1
JAGR02800	Rio Jaguari - UGRHI 05	2,2		2,2		2,2		3,2		5,4		2,2		2,9
LAPE02900	Ribeirão Lavapés									7,6				7,6
PCAB02100	Rio Piracicaba	6,4		3,4		6,6		4,2		3,4		4,6		4,8
PCAB02135	Rio Piracicaba	6,4		3,4		3,4		6,4		7,6		4,6		5,3
PCAB02192	Rio Piracicaba	7,6		7,6		6,6		8,8		11,2				8,4
PCAB02220	Rio Piracicaba	6,6		5,6		4,6		5,4		6,6		6,4		5,9
PCAB02800	Rio Piracicaba	6,4		6,4		4,2		6,4		7,6		5,4		6,1
PCBP02500	Braço do Rio Piracicaba	4,2		5,4		5,4		2,2		4,2		3,2		4,1
TREB02950	Ribeirão Três Barras	7,6		7,6		7,6		7,6		7,6		7,6		7,6

QUALIDADE: PÉSSIMA RUIM REGULAR BOA ÓTIMA

Tabela 5.17 - Resultados mensais e média anual do IET – 2004

CÓDIGO DO PONTO	CORPO D'ÁGUA	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA
ATIB02010*	Rio Atibaia	34,14		44,81		42,72		60,21		48,09		41,67		45,27
ATIB02065*	Rio Atibaia	63,66		52,10		44,85		48,96		60,57		51,80		53,66
ATIB02605	Rio Atibaia	93,38		62,11		79,44		95,84		84,54		79,01		82,39
BAIN02950	Rio Atibainha	105,64		47,60		66,38		86,32		67,49		79,01		75,41
CMDC02900	Rio Camanducaia	96,52		82,04		39,94		92,76		75,30		96,38		80,49
CRUM02200	Rio Corumbataí	91,28		95,02		80,47		89,41		79,01		91,24		87,74
CRUM02500*	Rio Corumbataí	59,23		68,78		34,14		38,02		56,37		44,51		50,17
CRUM02900	Rio Corumbataí					78,52								78,52
JAGR02100	Rio Jaguari	95,97		44,80		66,27		81,72		90,34		86,38		77,58
JAGR02500*	Rio Jaguari	48,54		36,09		19,98		38,83		51,41		19,98		35,81
JAGR02800*	Rio Jaguari	39,94		35,42		33,55		53,62		56,20		31,20		40,03
LAPE02900	Ribeirão Lavapés									92,94				92,94
PCAB02100*	Rio Piracicaba	79,48		41,92		58,75		57,12		40,18		40,18		49,42
PCAB02135	Rio Piracicaba	97,08		39,94		39,94		92,52		78,91		39,94		64,72
PCAB02192	Rio Piracicaba	92,96		78,12		73,52		79,62		86,21		73,16		80,60
PCAB02220*	Rio Piracicaba	64,12		53,65		33,25		67,16		71,30		74,59		60,68
PCAB02800	Rio Piracicaba	90,69		87,78		56,27		80,77		89,67		63,16		78,06
PCBP02500*	Braço do Piracicaba	61,97		57,04		58,76		42,06		58,82		52,81		55,24
PIAL02900	Ribeirão do Pinhal					73,16								73,16
TREB02950	Rib. Três Barras					93,85								93,85

PTO * : Pontos para os quais o IET foi calculado com base nos resultados de clorofila e fósforo total (exceto meses com borda destacada).

ESTADO: HIPEREUTRÓFICO EUTRÓFICO MESOTRÓFICO OLIGOTRÓFICO

A rede básica de monitoramento possui 3 pontos de amostragem no Rio Atibaia e na sua foz localiza-se a Represa de Salto Grande. O ponto ATIB02010 a montante da cidade de Atibaia e utilizado em sua captação, apresentou média anual mesotrófica, atingindo a classificação eutrófica em julho, devido às altas concentrações de fósforo total, apesar dos baixos valores de clorofila encontrados em todos os meses por tratar-se de meio lótico. Neste ponto, os valores de coliformes termotolerantes e fósforo total estiveram acima do limite para classe 2 estabelecido pela CONAMA 20/86 (BRASIL, 1986), sendo atribuídas, provavelmente, às origens difusas. O ponto seguinte (ATIB02065), utilizado na captação de Campinas e localizado na divisa entre Jundiaí e Campinas, recebeu classificação mesotrófica em sua média anual do IET (CL, F), apesar das altas cargas de fósforo total, visto que se trata de meio lótico. Coliformes termotolerantes e nitrogênio amoniacal, na maioria dos meses, foram encontrados em concentrações que ultrapassaram os valores limite para classe 2, segundo o CONAMA 20/86. Os coliformes termotolerantes variaram de 7900 à 240000 NMP/100ml. Nota-se que o Ribeirão Pinheiros, o tributário do Rio Atibaia à montante deste ponto, é pertencente à classe 3 da mesma legislação, possivelmente contribuindo para com os valores encontrados em ATIB02065.

O ponto ATIB02605, localiza-se à jusante da cidade de Paulínia. Durante todo o ano de 2004, observaram-se altas cargas de fósforo total, que caracterizaram o mesmo como hipereutrófico. A origem deste fósforo é, possivelmente, atribuída ao lançamento de esgoto doméstico/industrial. Da mesma forma que o anterior, este ponto possui tributário pertencente a classe diferente (o Ribeirão Anhumas é pertencente a classe 4).

O ponto JAGR02100, que se localiza a jusante da cidade de Bragança Paulista, apresentou classificação hipereutrófica em sua média anual para o IET(FT), sem grandes oscilações ao longo do meses. Também se apresentaram elevadas neste ponto, na maioria dos meses, as concentrações de nitrogênio amoniacal e coliformes termotolerantes.

Quanto ao ponto CMCD02900, no Rio Camanducaia (afluente do Rio Jaguari), sua classificação apresentou-se hipereutrófica em seu IET durante todo o ano de 2004, exceto no mês de maio, quando foi classificado como oligotrófico.

O ponto JAGR02500 é localizado a jusante da cidade de Cosmópolis. Neste ponto, as concentrações de clorofila *a* apresentam-se extremamente baixas ao longo do ano. Intermitentemente, em meses que os fatos não puderam ser correlacionados, altas e baixas concentrações de fósforo alternaram-se. Desta maneira, embora o IET (FT, CL) apresente-se durante o ano de 2004 oscilando de oligo para mesotrófico, fontes difusas podem ser responsáveis por um processo de eutrofização que nem sempre é visualizado. As altas concentrações de coliformes termotolerantes também expressam que em alguns meses a emissão de esgoto doméstico é intensa.

No que se refere ao último ponto da rede de monitoramento do Rio Jaguari (JAGR02800), onde existe a captação de água de Limeira, repetem-se os mesmos eventos ocorridos no ponto anterior.

O ponto PCAB02100, que se localiza junto à captação de abastecimento de Americana, apresentou IET (FT,CL) de classificação mesotrófica em sua média anual. Contudo, as concentrações de fósforo oscilaram significativamente, ocorrendo os maiores valores em janeiro, maio e julho, enquanto a maioria dos meses apresentou altas concentrações de coliformes termotolerantes, acima dos limites estabelecidos pela legislação CONAMA 20/86 para classe 2 (BRASIL, 1986). As concentrações de coliformes termotolerantes presentes no ponto PCAB02135, bem como as de nitrogênio amoniacal, permaneceram muito acima deste limite durante todo o ano de 2004, enquanto as cargas de fósforo utilizadas para a classificação do IET, nos meses de março e maio foram baixas, levando neste período a uma classificação oligotrófica. Localizado a jusante de Americana, é possível inferir que a emissão de esgoto dos municípios da região são responsáveis pelo quadro anteriormente citado no ponto PCAB02135.

Quanto ao ponto PCAB02192, localizado após Santa Barbara d'Oeste, as altas cargas de fósforo, constantes durante todo o ano, levaram a média anual do IET(FT) à classe hipereutrófica. Da mesma forma, estiveram presentes constantemente, durante o ano de 2004, acima dos limites estabelecidos pela legislação CONAMA 20/86 para classe 2 (BRASIL, 1986) as concentrações de coliformes termotolerante e nitrogênio amoniacal, caracterizando o ponto como receptor de altas cargas de esgoto doméstico/industrial.

O ponto PCAB02200, localizado a montante da cidade de Piracicaba, é utilizado parcialmente para o abastecimento da cidade. As concentrações de clorofila *a* estiveram baixas durante as quatro primeiras análises realizadas e, na grande maioria dos meses, as concentrações de fósforo permaneceram elevadas. O IET (FT,CL) em sua média anual, classificou-se como eutrófico. Neste ponto, em todos os meses, os coliformes termotolerantes e nitrogênio amoniacal estiveram acima dos limites estabelecidos pela legislação CONAMA 20/86 para classe 2 (BRASIL, 1986).

O ponto CRUM02200 localiza-se a jusante da cidade de Rio Claro e é receptor de sua carga remanescente. Durante todas as análises realizadas neste ponto, no ano de 2004, a classificação do IET(FT) foi hipereutrófica, com elevadas concentrações de coliformes termotolerantes e nitrogênio amoniacal, caracterizando emissão de esgoto doméstico in natura. Quanto ao ponto CRUM02500, localizado na captação de Piracicaba, para cálculo do IET foram utilizados os parâmetros clorofila *a* e fósforo total. As concentrações de fósforo total foram ligeiramente inferiores ao ponto anterior, sendo a clorofila *a* também responsável pela atribuição da classificação mesotrófica para este ponto em sua média anual. As altas concentrações de os coliformes termotolerantes igualmente sugerem problemas de lançamento de esgoto doméstico.

Quanto ao Rio Piracicaba, no ponto PCAB02800, receptor das águas do Rio Corumbataí, o IET(FT) indicou que as altas concentrações de fósforo são responsáveis pela hipereutrofia. Durante todos os meses, as concentrações de coliformes termotolerantes, assim como as de nitrogênio amoniacal na maioria, estiveram acima dos limites estabelecidos pela legislação vigente para classe 2.

O Reservatório de Barra Bonita possui um ponto de monitoramento (PCBP02500) nesta UGRHI. Neste ponto, as altas concentrações fósforo total observadas ao longo do Rio Piracicaba remanescem, enquanto as concentrações

de clorofila *a* não se elevam, indicando em alguns meses alto grau de limitação. O IET (FT,CL) para este ponto, recebeu classificação eutrófica em sua média anual.

Portanto, pode-se considerar que nesta bacia, todos os corpos d'água foram classificados como eutrofizados, com maior atenção aos Rios Atibaia (ATIB 02605), Corumbataí, Jaguari (JAGR02100) e o Piracicaba (PCAB02135), (PCAB02192), (PCAB02800), onde o IET (P) classificou estes ambientes como hipereutrófico. Essa situação é reflexo do recebimento de esgotos domésticos sem tratamento lançados por parte dos municípios da Região Metropolitana de Campinas e demais município localizados na drenagem do Rio Piracicaba.

É importante ressaltar que a qualidade da água do Rio Atibaia, 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 fenóis uma elevação de suas concentrações ao longo do Rio Atibaia. O trecho final do Rio Atibaia (ATIB 02605) possui três importantes contribuintes potenciais industriais de fenóis, bem como a foz do Ribeirão Anhumas, o qual recebe esgotos “in natura” do município de Campinas, além de existir, à jusante do ponto ATIB 02605 a captação de água para abastecimento público do município de Sumaré. Portanto, o principal conflito decorrente desses usos está associado ao fato de que essa classe de compostos pode causar, em algumas situações, gosto na água tratada, quando se promove a sua cloração. Entretanto, ao longo dos últimos quatro anos, nota-se um decaimento das concentrações de fenóis neste trecho, conforme pode ser observado na figura 5.5.

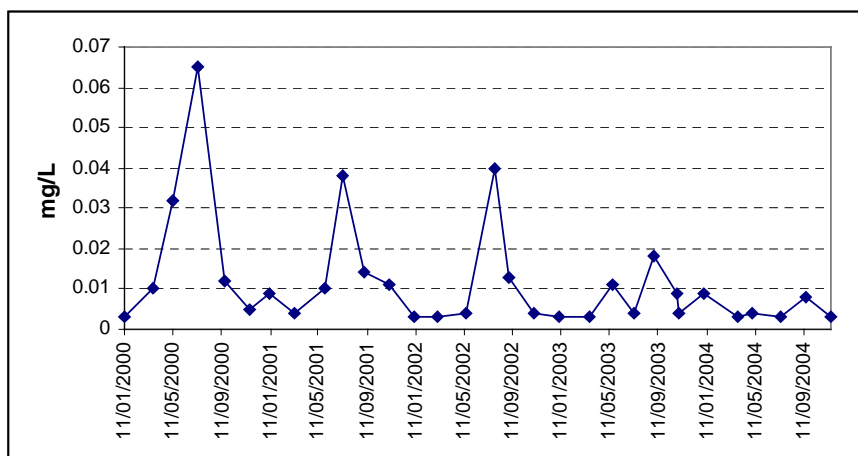


Figura 5.5 - Níveis de Fenóis no Rio Atibaia (ponto ATIB02605) – 2000 a 2004.

Importante salientar que está em fase de implantação a estação de tratamento ANHUMAS, pela SANASA, que promoverá o tratamento de esgotos do município de Campinas atualmente lançados “in natura” no Ribeirão Anhumas.

A CETESB vem monitorando sistematicamente as três importantes fontes industriais com potencial de lançamento de fenóis, sendo que nas análises realizadas no efluente de duas dessas fontes, o parâmetro fenóis encontrou-se abaixo do padrão legal de lançamento.

A terceira dessas fontes adotou medida para redução da formação de fenóis, a saber, controle de oxigênio dissolvido no sistema de tratamento, com o ajuste do número de aeradores, porém de tal forma que os parâmetros nitrogênio amoniacal e DBO não fossem prejudicados. Tal medida provocou uma diminuição do teor de fenóis no efluente, todavia, o resultado de análise realizada no efluente dessa fonte no final de 2004 mostrou um lançamento de fenóis no Rio Atibaia acima dos limites estabelecidos pela legislação ambiental em vigor, de modo que a empresa foi autuada pela CETESB para nova correção do problema.

Com relação aos metais pesados, constatou-se, em 2004, uma elevação das porcentagens de resultados não conformes para níquel, cobre e zinco no trecho do Rio Piracicaba, imediatamente, a jusante dos Ribeirões Tatu e Quilombo. As concentrações desses metais nas águas do Ribeirão Tatu são apresentadas na figura 5.6.

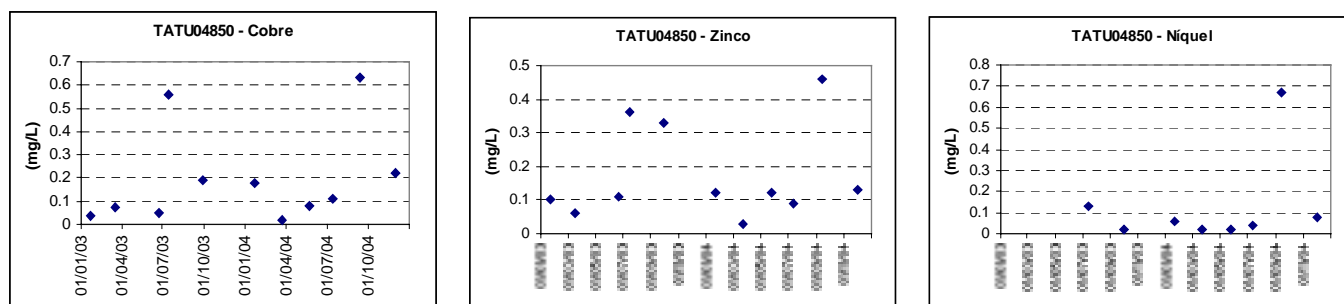


Figura 5.6 – Concentrações de metais

Observam-se as concentrações mais elevadas nos meses secos, julho e setembro, quando a disponibilidade hídrica é reduzida. Portanto, as fontes desses contaminantes devem estar associadas a lançamentos pontuais.

▫ COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA

A comunidade fitoplanctônica foi avaliada em um ponto do Rio Atibaia, Captação de Campinas (ATIB02065), dois pontos no Rio Piracicaba, captações de Americana (PCAB02100) e Piracicaba (PCAB02220) e um ponto no Rio Corumbataí, captação de Piracicaba (CRUM 02500), a partir do mês de janeiro a cada dois meses (tabela 5.18).

Tabela 5.18 – Diagnóstico da comunidade fitoplanctônica

CÓDIGO DO PONTO	CORPO D'ÁGUA	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA
ATIB02065	Rio Atibaia	Boa		Boa		Ótima		Boa		Boa		Ótima		Boa
PCAB02100	Rio Piracicaba	Regular		Boa		Boa		Boa		Boa		Boa		Boa
PCAB02220	Rio Piracicaba	Boa		Boa		Boa		Boa		Boa		Regular		Boa
CRUM2500	Rio Corumbataí	Boa		Boa		Ótima		Boa		Boa		Boa		Boa

QUALIDADE: Ruim Regular Boa Ótima

Para os pontos amostrados, observou-se que o diagnóstico geral da média do índice aplicado (ICF_{RES}) foi de qualidade boa em todos os pontos, sendo este resultado semelhante ao de 2003 para os Rios Atibaia e Corumbataí, porém com uma melhoria para os pontos localizados no Rio Piracicaba, que passaram de média regular a boa. Este diagnóstico é principalmente decorrente de baixas densidades de organismos, verificadas ao longo do ano. Conforme comentado nos relatórios anteriores, em ambientes lóticos que apresentam fluxo mais dinâmico e condições mais instáveis, a comunidade fitoplanctônica é bastante influenciada pelos padrões sazonais de temperatura e fatores hidrológicos, como diferenças de vazão, em função dos períodos de seca e cheia e que podem condicionar a presença de grande aporte de material em suspensão na coluna d'água, com diminuição da transparência e diluição dos nutrientes. Na aplicação deste índice em sistemas lóticos, também devem ser considerados períodos de amostragem mais frequentes dos que os estudados, que possam detectar a ocorrência de florações, devido ao tempo de resposta mais curto desta comunidade às alterações ambientais.

O Rio Piracicaba apresentou dominância de cianobactérias na captação de Americana ao longo do ano todo, com exceção das coletas de maio e julho quando foram observadas as menores temperaturas, e densidade total do fitoplâncton com valores mais baixos do que os observados em 2003, possivelmente associados aos fatores hidrológicos. A presença das cianofíceas ou cianobactérias neste ponto é devida à influência do Reservatório Salto Grande localizado a montante, que tem dominância deste grupo de organismos no fitoplâncton, conforme evidenciado em vários estudos. As cianobactérias dominantes foram *Anabaena circinalis*, *Limnithrix planctonica*, *Microcystis panniformis*, *Planktothrix mougeotii* e *Synechocystis aquatilis*. Na captação de Piracicaba houve predominância de cianobactérias apenas nas coletas de maio e novembro, com densidades de organismos

fitoplancctônicos no geral mais baixas do que as de 2003, podendo indicar também neste ponto alguma condição hidrológica ou nutricional diferenciada. As cianobactérias dominantes neste ponto foram *Anabaena circinalis*, *Chroococcus minor*, *Limnithrix planctonica*, *Microcystis panniformis*, *Planktolyngbya sp* e *Synechocystis aquatilis*.

Com relação ao Rio Atibaia, foi observada baixa densidade de organismos praticamente sem dominância de um grupo taxonômico em especial, apenas com densidades mais elevadas de diatomáceas nas coletas de janeiro e julho e clorofíceas na coleta de março. O Rio Corumbataí também apresentou baixas densidades de organismos no total, com valores mais elevados nas coletas de setembro e novembro com dominância de fitoflagelados nesta última. Apesar da dominância de cianofíceas na coleta de julho, representada pelo gênero *Pseudanabaena sp* o número de organismos foi baixo (figura 5.7).

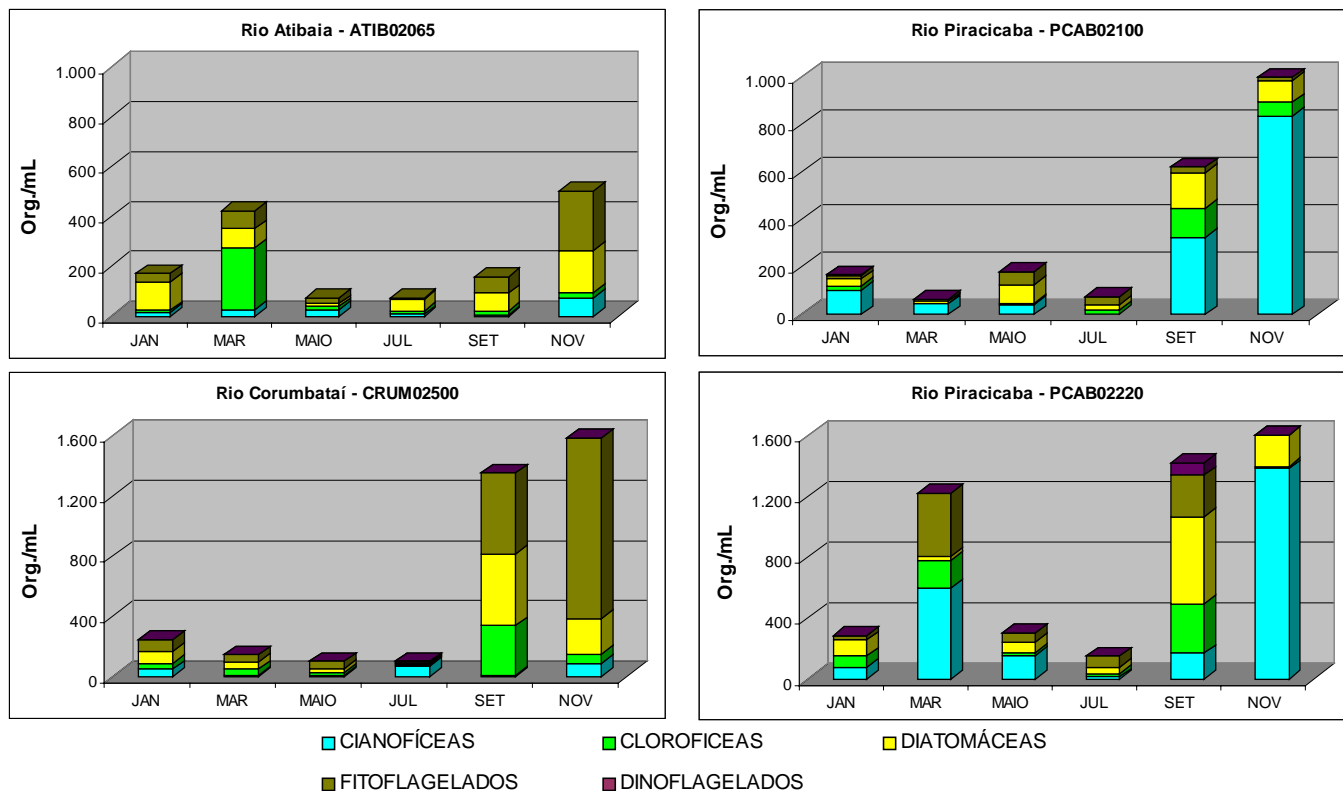


Figura – 5.7 – Diagnóstico da Comunidade fitoplancctônica.

COMUNIDADE BENTÔNICA

Nessa bacia, a comunidade bentônica foi analisada em 2 localidades, no Rio Atibaia (ATIB02605) e no Rio Piracicaba (PCAB 02110). A tabela 5.19 indica os diagnósticos obtidos a partir das análises de bentos.

Tabela 5.19- Diagnóstico da comunidade bentônica.

	CÓDIGO DO PONTO	
	ATIB02605	PCAB02110
ICB _{RIO}	Regular	Ruim

QUALIDADE: Péssima (purple), Ruim (red), Regular (yellow), Boa (green), Ótima (blue).

A estrutura da comunidade bentônica do Rio Atibaia no ponto ATIB02605 mostrou-se simplificada e quase que totalmente composta de organismos tolerantes (Naidinae, Tubificinae sem queta capilar e Chironomini), de acordo com a figura 5.8. Ocorreram poucos organismos medianamente tolerantes (por exemplo, Tanytarsini, com abundância relativa de 0,02%) e o diagnóstico final de 2004 para o habitat foi indicativo de qualidade regular. A

análise de frequência de deformidade em mento de *Chironomus* resultou em valor baixo (3%, para $N = 158$), equivalente ao considerado natural (Burt *et al.*, 2003).

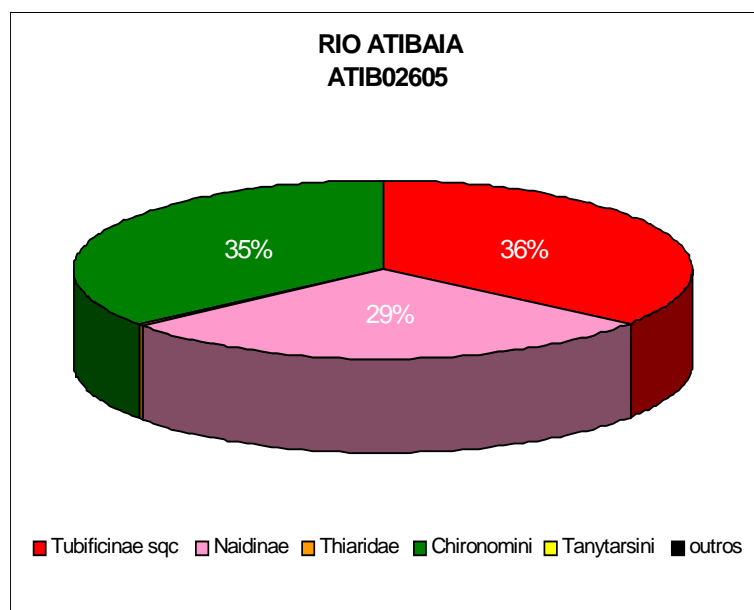


Figura 5.8 - Estrutura da comunidade bentônica do ponto ATIB02605, localizado no Rio Atibaia. Tubificinae sqc = tubificíneo sem queta capilar

Aplicando-se a versão modificada em 2004 do ICB_{RIO} para os três anos de estudo, esse ponto do Rio Atibaia não tem exibido qualidade diferente de ruim e regular. A riqueza e a diversidade do bentos variaram muito pouco, em sua composição. O único valor que oscilou, mas sempre dentro de faixa elevada, foi a densidade total, que em 2002 era de 290.932 ind./m², apresentou acentuada queda em 2003 (41.698 ind./m²) e voltou à mesma ordem de grandeza de 2002, em 2004 (439.893 ind./m²).

Os dados de coliformes e condutividade, nos três anos de levantamento, têm mostrado a presença de efluentes domésticos nesse local, que, somados à presença de metais pesados (vide discussão sobre qualidade de sedimentos), certamente têm contribuído para a eliminação de componentes mais sensíveis da biota bentônica. Diferentemente dos outros dois anos, em 2004 a concentração de oxigênio dissolvido na água de fundo (7,61 mg/L), observada nesse ponto de coleta, não foi considerada estressante para a biota.

O Rio Piracicaba constituiu-se em um habitat de qualidade ruim para a comunidade bentônica. Embora a riqueza dessa biota ($S = 9$) tenha indicado grau regular de qualidade, sua estrutura foi quase que inteiramente composta por grupos tolerantes (Naidinae, Tubificinae sem queta capilar e Chironomini) e não houve registro de formas consideradas sensíveis, de acordo com a figura 5.9.

Esse rio também foi investigado nos anos de 2002 e 2003, em um ponto a jusante do Ribeirão Tatu, enquanto que em 2004 as coletas concentraram-se em uma região a montante desse ribeirão. Ao longo desses três anos, a estrutura da comunidade bentônica do Rio Piracicaba sempre foi dominada por formas tolerantes e nunca ocorreram táxons sensíveis. Pela versão do ICB_{RIO} de 2004, o Rio Piracicaba piorou de qualidade entre 2002 (regular) e 2003 (ruim), quando houve perda de componentes medianamente tolerantes (como Tanytarsini e moluscos) e queda em densidade (de 235.830 ind./m² para 64.725 ind./m²). Os organismos medianamente tolerantes não voltaram a compor a biota em 2004, mas houve um crescimento acentuado em densidade (2.160.879 ind./m²), que não significa necessariamente melhoria de qualidade.

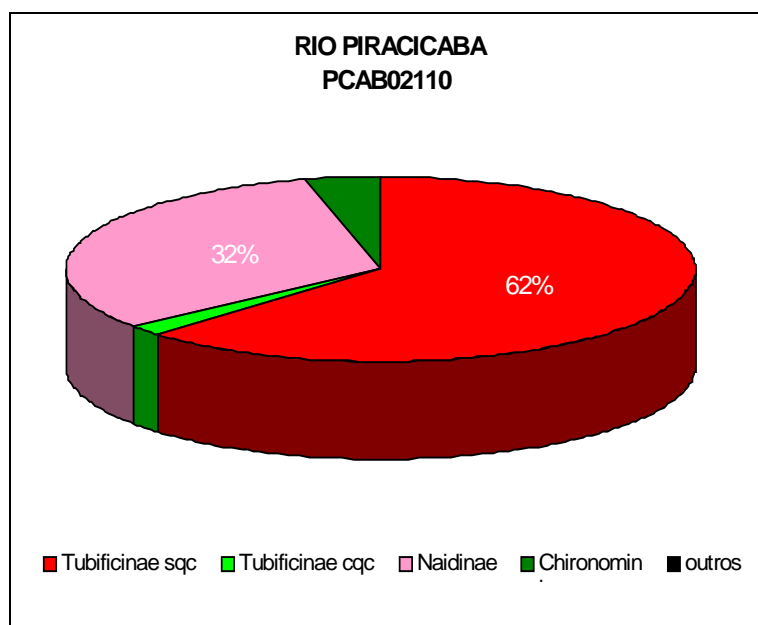


Figura 5.9 - Estrutura da comunidade bentônica do ponto PCAB 02110, localizado no Rio Piracicaba. Tubificinae sqc = tubificíneo sem queta capilar; Tubificinae cqc = tubificíneo com queta capilar.

Como no Rio Atibaia, um de seus formadores, o Rio Piracicaba tem mostrado valores altos de coliformes fecais e condutividade. Essa carga de efluentes domésticos, assim como de efluentes industriais (vide discussão de qualidade de sedimentos) são responsáveis pelo desequilíbrio observado na comunidade bentônica. Como para o Rio Atibaia, a concentração de oxigênio dissolvido (7,3 mg/L) em 2004 não foi considerada estressante para a biota.

Em 2002 foi observada frequência elevada de deformidades em mento de larvas de *Chironomus* (35%). No ano seguinte, poucas larvas em 4^o estágio de desenvolvimento foram capturadas, não permitindo análise conclusiva desse indicador. Em 2004, foi possível fazer essa análise tanto para o Rio Piracicaba quanto para os seus afluentes mais próximos, Ribeirões Quilombo e Tatu. Os valores foram elevados para o Piracicaba (37%, N = 255) e o Quilombo (38%, N = 108), mas baixo para o Tatu (4%, N = 102), indicando que o efluente com potencial para causar esse tipo de dano deve estar localizado na sub-bacia do Ribeirão Quilombo.

9.5.4.3.3 BALNEABILIDADE DOS RESERVATÓRIOS

Os resultados encontrados nos Reservatórios Jaguari, Cachoeira e Atibainha (tabela 5.20) mostraram que, de modo geral, suas praias apresentaram boas condições de balneabilidade ao longo do ano de 2004. No Reservatório Atibainha, as praias Lavapés e Dom Pedro I apresentaram uma piora de sua condição de banho em 2004, indicando qualificação anual Regular, com elevadas concentrações de *E. Coli*, provavelmente em função da entrada de esgoto doméstico advindos da ocupação antrópica do entorno destas duas praias.

Tabela 5.20 – Resultados de *E. coli* (UFC/100 mL) e

MUNICÍPIO	RESERVATÓRIO	PRAIA-LOCAL DE AMOSTRAGEM	DATAS DAS AMOSTRAGENS											
			26/01/04	16/02/04	30/03/04	26/04/04	25/05/04	22/06/04	28/07/04	30/08/04	27/09/04	26/10/04	30/11/04	28/12/04
Piracaia	CACHOEIRA	PRAIA DA TULIPA	39	14	140	13	1	7	5	2	48	88	24	27
	JAGUARI	PRAIA DO SÍTIO DOS GODÓIS	*	*	6	25	41	*	*	*	*	*	*	17
Bragança Paulista	JAGUARI	PRAIA DA SERRINHA	35	1	2	59	5	41	9	88	37	1.200	80	192
Nazaré Paulista	ATIBAINHA	PRAIA DO UTINGA	8	900	89	15	11	3	15	8	1	232	14	132
		PRAIA DO LAVA-PÉS	2.200	45	500	124	4	1.300	13	56	15	3.400	41	360
		ROD. D. PEDRO II	9	12	36	15	13	35	2	3	8	3.200	29	164

* Amostragem não realizada.

9.5.5 Qualidade dos sedimentos

Os sedimentos coletados no Rio Atibaia apresentaram uma caracterização granulométrica cuja distribuição relativamente equitativa entre a fração areia (57,09%) e as frações silte (21,1%) e argila (21,7%). Dessa forma, não há uma predominância entre elas, muito embora o teor de finos seja bastante expressivo.

Os valores das determinações de umidade (44,9%) e resíduo volátil (3,73%) mostram que esses sedimentos possuem uma composição predominantemente mineral e de baixa acumulação de matéria orgânica.

Pela primeira vez, em três anos de monitoramento, foi observada atividade mutagênica, de intensidade mediana, para os sedimentos do ponto do Rio Atibaia, indicando presença de compostos orgânicos mutagênicos. Outro importante fato a ser destacado diz respeito às concentrações de metais pesados encontradas, que indicam um processo intenso de acumulação dessas espécies químicas, além da presença de compostos orgânicos tais como PCBs e HCB, muito embora esses dois últimos não estejam presentes em concentrações elevadas. A ocorrência de metais e compostos orgânicos nesse rio devem ser objeto de investigação detalhada das fontes originárias desses poluentes, a fim de que se possa estabelecer ações específicas de controle das mesmas, mesmo porque têm sido observados efeitos biológicos danosos à biota aquática.

Conforme observado nos anos anteriores, o ponto no Rio Atibaia apresentou qualidade péssima pelo critério ecotoxicológico, que poderia ser justificada pelas concentrações acima do efeito severo dos metais Zn e Ni. Sua comunidade bentônica mostrou-se simplificada, principalmente em consequência de alta carga de esgoto doméstico, no entanto a presença de contaminantes tóxicos pode também ter contribuído para o desaparecimento de muitas de suas populações.

A caracterização granulométrica dos sedimentos coletados no rio Piracicaba mostrou predominância das frações silte (44,3 %) e argila (20,2%), tratando-se de um trecho tipicamente deposicional. Os valores encontrados para resíduo volátil (3,7 %) e umidade (58,5%) mostram que esses sedimentos possuem uma composição predominantemente mineral e de baixa acumulação de matéria orgânica.

Quanto aos resultados das concentrações de metais pesados, embora não representem motivo de preocupação à biota aquática, estes estão em processo de acumulação nos sedimentos, provavelmente em decorrência do transporte de material particulado suspenso ao longo do sistema hídrico, incluindo as descargas do reservatório de Salto Grande, cujas informações hidrológicas e séries históricas permitirão obter melhor compreensão de tal processo. No ponto localizado no Rio Piracicaba, também foi observada atividade mutagênica mediana, indicando a presença de compostos orgânicos mutagênicos e conferindo-lhe qualidade regular, pela avaliação dessa variável.

No Rio Piracicaba, o resultado ecotoxicológico indicou qualidade ruim, repetindo o diagnóstico de 2002. No entanto, o efeito observado em 2004 não pode ser justificado pelas concentrações obtidas dos contaminantes analisados e, portanto, deve estar relacionado a algum contaminante tóxico não analisado.

A comunidade bentônica deste ponto de coleta, como no Rio Atibaia, mostrou-se pouco diversa, dominada por formas tolerantes e alta densidade. Estes aspectos estruturais indicam, fortemente, a influência negativa de alta carga de esgoto doméstico. Porém, a presença de contaminantes tóxicos também pode ter contribuído para o desaparecimento de muitas de suas populações sensíveis. No Rio Piracicaba, foi observado grau elevado de deformidades em mento de larvas de *Chironomus*, indicando a presença de contaminante(s) causador(es) deste efeito, provavelmente de natureza teratogênica.

No caso dos sedimentos do Ribeirão Tatu, a caracterização granulométrica mostrou uma predominância da fração areia (86,6%) frente às frações silte (9,9%) e argila (3,8%), indicando tratar-se de um trecho com baixa sedimentação. Os resultados de umidade (24,7%) e de resíduo volátil (0,32%) mostram que esses sedimentos possuem uma composição predominantemente mineral e, conseqüentemente, de baixa acumulação de matéria orgânica.

Outro importante fato a ser destacado diz respeito às concentrações de metais pesados encontradas, que indicam

um processo intenso de acumulação dessas espécies químicas, mesmo não contando com expressiva presença de finos, fato este que merece ser melhor investigado. Por outro lado, não houve indício da presença de compostos orgânicos mutagênicos e a análise de frequência de deformidades não exibiu resultado muito elevado.

Os resultados obtidos da caracterização granulométrica dos sedimentos do Ribeirão Quilombo mostraram uma predominância da fração areia (81,1%) frente às frações silte (6,5%) e argila (12,4%), indicando também tratar-se de um trecho com baixa sedimentação. Os resultados de umidade (37,2%) e de resíduo volátil (2,33%) mostram que esses sedimentos possuem uma composição predominantemente mineral e, conseqüentemente, de baixa acumulação de matéria orgânica.





















Assim como foi verificado para o Rio Piracicaba e no Ribeirão Tatu, também foi observado nos sedimentos do Ribeirão Quilombo um processo intenso de acumulação de metais pesados, mesmo não contando com expressiva presença de finos, fato este que também merece ser melhor investigado.

A tabela 5.21 mostra os resultados obtidos para a UGRHI-5 relativos às variáveis utilizadas para avaliação da qualidade de sedimentos

Tabela 5.21 - Resultados obtidos para a UGRHI-5 relativos às variáveis utilizadas para avaliação da qualidade de sedimentos.

Código do ponto	Corpo de água	Substância química	Mutagenicidade Teste de AMES	Toxicidade <i>Hyalella azteca</i>	Deformidade	ICB
ATIB 02605	Rio Atibaia	Pb, Cu, Cr				
		Ni, Zn				
PCAB 02110	Rio Piracicaba	Pb, Cu, Cr, Ni, Zn				
QUIL 03990	Rib. Quilombo	Pb, Cu, Cr, Zn		nr		nr
		Ni				
TATU 04900	Rib. Tatu	Pb, Cr, Zn		nr		nr
		Cu, Ni				

LEGENDA:

	Ótima	Bom	Regular	Ruim	Péssima
Química					
Mutagenicidade					
Toxicidade					
Deformidade					
ICB					

nr = não realizado

Embora no Ribeirão Quilombo, não tenha ocorrido indícios da presença de compostos orgânicos mutagênicos pelo teste de Ames, a investigação de deformidade em mento de *Chironomus* apontou para a ocorrência de fonte(s) de substância(s) de natureza teratogênica. Nesse ribeirão foi registrada a maior incidência de deformidade observada na Rede de Monitoramento em 2004. Este efeito também foi observado no rio Piracicaba, no entanto a maior incidência foi registrada no Ribeirão Quilombo, indicando que a fonte do agente causador da deformidade deve estar localizada em suas margens. Estudos, nesse corpo d'água, com coletas mais intensivas e em um maior número de pontos de amostragem, localizados a montante e a jusante da saída de efluentes, poderão localizar a fonte e, eventualmente definir o agente causador desse efeito.

9.5.6 Considerações e Recomendações

9.5.6.1 BACIA DO CAPIVARI

Os municípios contidos na bacia hidrográfica do Rio Capivari devem intensificar as gestões para o tratamento dos seus esgotos domésticos, especialmente aqueles situados a montante da captação de Campinas, já que têm apresentado sistematicamente qualidade Ruim. Essa recomendação estende-se inclusive ao município de Campinas, que é o maior contribuinte de carga orgânica da referida bacia.

9.5.6.2 BACIA DO JUNDIAÍ

Em 2004 constatou-se uma piora acentuada na qualidade das águas do Rio Jundiaí, em seu trecho Classe 2, decorrente principalmente dos lançamentos de esgotos domésticos sem tratamento. Ressalte-se que a CETESB continuará com sua ação de controle voltada para as concessionárias dos serviços de saneamento desse trecho do rio em 2005.

No caso do manancial do Pirai, por ser um importante manancial para os municípios da região e pelo fato de que seu trecho médio apresenta forte comprometimento da qualidade de suas águas, a CETESB estará direcionando suas ações para a concessionária dos serviços de saneamento de Cabreúva, no sentido de minimizar os lançamentos de cargas poluidoras nesta bacia. Também está desenvolvendo projeto específico com vistas a criação de um sistema de suporte a decisão para o gerenciamento das cargas poluidoras lançadas na bacia.

9.5.6.3 BACIA PIRACICABA

▫ Rio Atibaia

O Rio Atibainha tem mostrado má qualidade das águas, notadamente em termos de oxigênio dissolvido e coliformes termotolerantes, o que está associado ao lançamento de esgotos sanitários sem tratamento e, provavelmente, às vazões do corpo d'água, que sofrem influências da operação da barragem do Atibainha, que compõe o Sistema Cantareira.

Para o caso dos fenóis, no trecho final do Rio Atibaia, as fontes industriais potenciais encontram-se monitoradas sistematicamente pela CETESB, sendo autuadas no caso de não atendimento ao padrão de lançamento.

O sedimento do trecho final do Rio Atibaia apresentou toxicidade e acumulação dos metais níquel e zinco, de forma que, em 2005, a Agência Ambiental de Paulínia irá realizar um estudo específico junto às fontes poluidoras desses poluentes.

▫ Rio Jaguari

O trecho inicial do Rio Jaguari tem apresentado, sistematicamente, resultados de oxigênio dissolvido comprometidos. Esse resultado está associado a diversos fatores, dentre os quais se inclui o lançamento de esgotos sanitários sem tratamento prévio; efluentes industriais tratados (carga remanescente), principalmente a jusante do Ribeirão Lavapés, em Bragança Paulista e as vazões influenciadas pela operação das barragens do Jaguari e do Jacaré, integrantes do Sistema Cantareira.

▫ Rio Piracicaba

Em função dos resultados obtidos de cianobactérias na captação de Americana, recomenda-se avaliar a operação do reservatório de Salto Grande.

Os resultados das variáveis que vem interferindo nos índices da avaliação da qualidade das águas na bacia do Rio Piracicaba são basicamente decorrentes do lançamento das cargas poluidoras de origem doméstica não tratadas e remanescentes de tratamento já implantados. A melhoria desta condição deverá ser constatada com a implantação dos sistemas de tratamento dos esgotos dos municípios da bacia hidrográfica. A principal captação do município de Piracicaba, 95% da vazão de demanda, realizada no Rio Corumbatai, apresentou uma condição variando de regular a boa para as variáveis sanitárias. Porém, na avaliação do IAP, que leva em consideração os metais, a classificação destas águas mantém-se, na maior parte do ano, com qualidade Regular. Atinge pior classificação na época de chuva, devido, principalmente, a presença de alumínio, ferro e manganês, bem como de coliformes termotolerantes, DBO_{5,20} e potencial de formação de THMs.

Com relação aos metais alumínio, ferro e manganês, que tem a possibilidade de serem originados no processo de lixiviação do solo, a CETESB deverá aprofundar investigações no intuito de identificar melhor a sua origem.

No Ribeirão Tatu, que recebe cerca de 80% dos esgotos gerados na área urbana de Limeira, foi detectado ainda a presença de níquel. Porém, encontra-se em implantação a Estação de Tratamento de Esgotos - Tatu (fase primária em operação), que tratará os esgotos domésticos e industriais, principalmente das empresas de bijuteria existentes no município. Os sedimentos dos Ribeirões Quilombo e Tatu também acusaram um acúmulo desta espécie química. Nos últimos anos, visando a diminuição do efluente industrial gerado pelas empresas do setor de bijuterias, a CETESB desenvolve Projeto de Prevenção à Poluição.

A deformidade observada na comunidade bentônica, bem como a toxicidade do sedimento do Rio Piracicaba, no trecho a jusante do Ribeirão Quilombo, sugerem uma investigação em 2005 dos compostos químicos que poderiam estar causando tais efeitos.

Os resultados não conformes de cobre no Rio Piracicaba, trecho após o município de Piracicaba, notadamente no período chuvoso, indica a possibilidade de uma contribuição difusa deste poluente. Na bacia do Rio Capivari é necessário intensificar as gestões para o tratamento dos esgotos domésticos dos municípios, prioritariamente para os que se situam a montante da captação de Campinas, que têm apresentado sistematicamente qualidade Ruim e do município de Campinas, maior contribuinte de carga orgânica para a bacia.

9.6 UGRHI 6 – ALTO TIETÊ

9.6.1 Características da UGRHI

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, conforme descrito na tabela 6.1.

Tabela 6.1 - Características da UGRHI 6

Área de drenagem	5.985 km².
Constituintes principais	Rios Tietê, Claro, Paraitinga, Biritiba-Mirim, Jundiá e Taiaçupeba-Mirim; Rios Embu-Guaçu e Embu-Mirim; Rio Cotia; Rios Baquirivu-Guaçu, Tamandateí, Pinheiros e Juqueri, e Córregos Aricanduva e Cabuçu de Baixo.
Reservatórios	Billings; Rio Grande; Rio das Pedras; Ribeirão do Campo; Ponte Nova; Paraitinga; Biritiba; Jundiá; Taiaçupeba; Pedro Beicht; Cachoeira da Graça; Juqueri ou Paiva Castro, Edgard de Souza e Pirapora.
Usos do solo	Caracteriza-se pela presença de atividades de uso do solo tão complexas quanto diversificadas. Possui a mais alta densidade populacional do Estado englobando a maior região metropolitana do país. As porções norte e sul dessa UGRHI estão protegidas pela Lei de Proteção aos Mananciais – 898/75 e 1172/76, onde estão localizados os reservatórios destinados ao abastecimento público. Incidem Unidades de Conservação. Na área das cabeceiras do Rio Tietê predominam a produção hortifrutigranjeira, a silvicultura e a mineração de não metálicos para a construção civil. A produção industrial tem maior expressão nos municípios de Santo André, São Bernardo, São Caetano, Diadema, Mauá e Guarulhos.
Usos da água	Abastecimento público e industrial, recepção de efluentes domésticos e industriais; geração de energia; pesca, irrigação e recreação.
Principais atividades	Serviços e indústrias metalúrgicas, farmacêuticas, automobilísticas, químicas, têxteis, entre outras.

A tabela 6.2 contém a carga orgânica poluidora de origem doméstica.

Tabela 6.2 – Carga Orgânica Poluidora – Doméstica

Município	Concessão	População Censo 2000		Atendimento (%)		Carga Poluidora		Corpo Receptor
		Total	Urbana	Coleta	Tratam.	Potencial	Remanesc.	
Arujá	Sabesp	59.080	56.525	15	0	3052	3052	Rib. Baquirivu e R. Jaguari
Barueri	Sabesp	208.028	208.028	53	0	11234	11234	Rio Tietê
Biritiba-Mirim	Sabesp	24.567	20.686	30	0	1117	1117	Rio Tietê
Caieiras	Sabesp	70.849	68.136	72	0	3679	3679	Rio Tietê
Cajamar	Sabesp	50.244	47.576	58	0	2569	2569	Rib. dos Cristais
Carapicuíba	Sabesp	343.668	343.668	55	6	18558	18068	Rio Tietê
Cotia	Sabesp	148.082	148.082	36	0	7996	7996	Rios Tietê e Sorocamirim
Diadema	Saned	367.958	356.389	80	0	19245	19245	Res. Billings
Embu	Sabesp	206.781	206.781	41	0	11166	11166	Rio Tietê
Embu-Guaçu	Sabesp	56.709	55.631	21	100	3004	2499	Rio Embu-Guaçu
Ferraz de Vasconcelos	Sabesp	141.939	140.777	64	56	7602	5422	Rio Tietê
Francisco Morato	Sabesp	133.248	133.085	21	0	7187	7187	Rio Juqueri
Franco da Rocha	Sabesp	107.997	100.241	53	0	5413	5413	Rio Juqueri
Guarulhos	SAEE	1.071.29	1.048.280	73	0	56607	56607	Rio Tietê
Itapeerica da Serra	Sabesp	129.156	127.783	4	0	6900	6900	Rio Embu Mirim
Itapevi	Sabesp	162.421	162.421	35	0	8771	8771	Rio Tietê
Itaquaquecetuba	Sabesp	272.416	272.416	46	7	14710	14332	Rio Tietê (UGRHI 06) e Rio Parateí (UGRHI 02)
Jandira	Sabesp	91.721	91.721	58	0	4953	4953	Rio Tietê
Mairiporã	Sabesp	59.708	47.726	57	62	2577	1849	Rio Juquiá
Mauá	PM	363.112	363.112	72	0	19608	19608	Parte Guaió
Mogi das Cruzes	SAMAE	329.680	301.551	88	42,5	16284	11412	Rio Tietê
Osasco	Sabesp	650.993	650.993	60	10	35154	33466	Rio Tietê
Pirapora do Bom Jesus	Sabesp	12.338	12.331	24	0	666	666	Rio Tietê
Poá	Sabesp	95.724	94.592	87	93	5108	1802	Rio Tietê
Ribeirão Pires	Sabesp	104.336	104.336	65	70	5634	3583	Rio Ribeirão Pires
Rio Grande da Serra	Sabesp	36.352	36.352	25	85	1963	1629	Res. Billings
Salesópolis	Sabesp	14.330	8.712	74	90	470	220	Infiltração no Solo
Santana de Parnaíba	Sabesp	74.722	74.722	26	0	4035	4035	Rio Tietê
Santo André	SEMASA	648.443	648.443	96	0	35016	35016	Rio Tamanduateí e Res. Billings
São Bernardo do Campo	DAE	700.405	688.161	84	3	37161	36412	Rib. dos Meninos e Res. Billings
São Caetano do Sul	SAEE	140.144	140.144	100	0	7568	7568	Rio Tamanduateí
São Paulo	Sabesp	10.406.1	9.785.640	93	66	528425	268947	Rio Tietê, Rio Pinheiros e Rio Tamanduateí
Suzano	Sabesp	228.439	221.192	68	70	11944	7396	Rio Tietê
Taboão da Serra	Sabesp	197.460	197.460	69	0	10663	10663	Rio Tietê
TOTAL GERAL		17.708.5	16.963.6	82	43	916.039	634.481	

Na tabela 6.3 estão descritos os pontos de monitoramento.

Tabela 6.3 – Descrição dos Pontos de Monitoramento

Código do Ponto	Latitude	Longitude	Projetos	Descrição	Local
BILL02100	23 47 11	46 38 49	RB	Reserv. Billings	No meio do corpo central, na direção do braço do Bororé.
BILL02100	23 47 11	46 38 49	SED	Reserv. Billings	No meio do corpo central, na direção do braço do Bororé.
BILL02401	23 46 37	46 37 09	BAL	Reserv. Billings	Praia Jardim Los Angeles, próximo ao bairro Batistivi.
BILL02500	23 47 27	46 35 54	RB	Reserv. Billings	No meio do corpo central, sob a ponte da rodovia dos Imigrantes.
BILL02511	23 47 12	46 35 38	BAL	Reserv. Billings	Próximo a DERSA.
BILL02521	23 46 51	46 35 24	BAL	Reserv. Billings	Praia Parque Imigrantes.
BILL02801	23 46 37	46 32 01	BAL	Reserv. Billings	Em frente a ETE, próximo à barragem do Rio Grande.
BILL02900	23 49 16	46 31 30	RB	Reserv. Billings	Próximo à barragem reguladora Billings-Pedras (Summit Control).
BITQ00100	23 50 41	46 39 20	RB	Braço do Taquacetuba	Na baía situada no final da rua Tomekichi Inouye (captação da SABESP)
BMIR02800	23 34 09	46 05 36	RB	Rio Biritiba-Mirim	Ponte na rodovia SP-88, no trecho que liga Mogi das Cruzes a Salesópolis.
BQGU03200	23 24 50	46 23 05	RB	Rio Baquirivu-Guaçu	Ponte da Rua Tamatsu Iwasse, na altura do número 500, no município de Guarulhos.
CAIN00500	23 16 42	46 31 38	BAL	Reserv. do Cascatinha	Praia de Sete Quedas, em Mairiporã
COGR00900	23 39 12	46 58 03	RB	Reserv. das Graças	Na barragem, junto à captação do Alto Cotia
COTI03800	23 35 56	46 52 53	RB	Rio Cotia	Ponte na Rodovia Raposo Tavares, Km 28.5 no município de Cotia.
COTI03900	23 32 17	46 51 56	RB	Rio Cotia	No canal de captação de águas para a ETA do Baixo Cotia.
CRIS03400	23 20 04	46 49 34	RB	Ribeirão dos Cristais	Na captação da ETA de Cajamar.
CRIS03400	23 19 53	46 49 28	SED	Ribeirão dos Cristais	Na captação da SABESP de Cajamar.
DUVA04900	23 31 28	46 33 30	RB	Rio Aricanduva	Ponte Ely Lopes Meireles, no município de São Paulo.

continua

EMGU00800	23 49 34	46 48 32	RB	Rio Embu-Guaçu	Ponte na estrada que liga Embu-Guaçu à Fazenda da Ilha.
EMMI02900	23 43 14	46 47 07	RB	Rio Embu-Mirim	Ponte na estrada do M'Boi Mirim (SP-214).
GADE02900	23 44 46	46 24 16	RB	Rio Grande ou Jurubatuba	Ponte na Av. Santo André (SP-122), na entrada do município de Rio Grande da Serra.
GUAR00051			BAL	Reserv. do Guarapiranga	Na praia do Bairro do Crispim.
GUAR00071	23 44 44	46 46 09	BAL	Reserv. do Guarapiranga	Praia na Associação dos Funcionários Públicos do Est.São Paulo.
GUAR00100	23 45 15	46 43 37	RB	Reserv. do Guarapiranga	No meio do Braço do Rio Parelheiros, no bairro do Balneário São José
GUAR00202	23 43 49	46 43 16	BAL	Reserv. do Guarapiranga	Praia do Clube de Campo São Paulo.
GUAR00301	23 42 56	46 45 07	BAL	Reserv. do Guarapiranga	Praia Miami Paulista.
GUAR00401	23 42 39	46 45 18	BAL	Reserv. do Guarapiranga	Marina Guaraci.
GUAR00452	23 43 06	46 43 09	BAL	Reserv. do Guarapiranga	Prainha do Jardim da Represa.
GUAR00502	23 42 53	46 42 58	BAL	Reserv. do Guarapiranga	Clube de Campo Castelo
GUAR00601	23 41 57	46 44 43	BAL	Reserv. do Guarapiranga	No Restaurante do Odair, na Riviera Náutica
GUAR00602	23 42 08	46 42 53	BAL	Reserv. do Guarapiranga	Praia no Restaurante Interlagos.
GUAR00702	23 41 46	46 43 02	BAL	Reserv. do Guarapiranga	Marina Guarapiranga.
GUAR00752	23 41 02	46 43 01	BAL	Reserv. do Guarapiranga	Marina Jardim 3 Marias
GUAR00900	23 40 27	46 43 40	RB	Reserv. do Guarapiranga	Na Captação da SABESP junto à casa de Bombas.
GUAR00900	23 41 22	46 43 35	SED	Reserv. do Guarapiranga	No corpo central, a 2 Km da barragem. Jusante dos braços dos rios M'Boi-Mirim, Parelheiros, Embu-Guaçu e Itupu.
GUAR00901			BAL	Reserv. do Guarapiranga	Localizada na Av. Guarapiranga, a prai situa-se na margem esquerda norte do Reserv..
GUAR00902	23 40 46	46 43 06	BAL	Reserv. do Guarapiranga	O ponto está localizado próximo à barragem de captação da SABESP.
JNDI00500	23 38 56	46 11 48	RB	Rio Jundiá	No canal de interligação com o Reserv. Taiaçupeba.
JQUJ00900	23 20 25	46 39 45	RB	Reserv. do Juqueri ou Paiva Castro	Ponte Santa Inês, na rodovia que liga Mairiporã à Franco da Rocha
JQUJ00911	23 20 11	46 39 29	BAL	Reserv. do Juqueri ou Paiva Castro	Praia da ponte Santa Inês, na placa da SABESP.
JQRI03800	23 24 21	46 50 14	RB	Rio Juqueri	Ponte na rodovia Anhanguera (SP-300), no sentido Jundiá - São Paulo, altura do Km 31.
MOVE03500	23 35 49	46 51 25	RB	Ribeirão Moinho Velho	No Ribeirão Moinho Velho, dentro da indústria Firminich.
NINO04900	23 31 09	46 34 48	RB	Ribeirão dos Meninos	Ponte da Av. do Estado, na divisa dos municípios de São Paulo e São Caetano do Sul.
NOVA00800	23 34 53	45 57 44	SED	Reserv. da Ponte Nova	No corpo central do Reserv. Ponte Nova, no município de Salesópolis.
PEBA00100	23 35 43	46 17 28	RB	Reserv. Taiaçupeba	No início do braço do Taiaçupeba-Mirim.
PEBA00900	23 34 45	46 17 18	RB	Reserv. Taiaçupeba	Na captação da SABESP
PEBA00900	23 34 45	46 17 30	SED	Reserv. Taiaçupeba	No Reserv. Taiaçupeba, no corpo central a 1 Km da barragem. A jusante dos braços do Taiaçupeba-Mirim e Taiaçupeba-guaçu.
PEDA03900	23 34 37	46 53 09	RB	Ribeirão das Pedras	A jusante da ponte da Rodovia Fernando Nobre.
PINH04100	23 42 09	46 40 26	RB	Rio Pinheiros	Na Usina Elevatória de Pedreira, no centro do canal
PINH04900	23 31 52	46 44 54	RB	Rio Pinheiros	Próximo à sua foz no Rio Tietê, na Estrutura de Retiro.
PIRE02900	23 42 52	46 25 45	RB	Ribeirão Pires	Ponte da Eletropaulo, na Av. Rotary, no bairro Estância Noblesse, quase às margens da Represa Billings.
RGDE02200	23 44 23	46 26 44	RB	Reserv. do Rio Grande	No Clube Prainha Tahiti Camping Náutica, na altura do Km 42 da rodovia SP-31.
RGDE02300	23 44 29	46 27 49	SED	Reserv. do Rio Grande	A 1500m do Clube Tahiti, a jusante de Ribeirão Pires.
RGDE02301	23 44 15	46 26 47	BAL	Reserv. do Rio Grande	Clube Tahiti.
RGDE02701	23 46 07	46 29 49	BAL	Reserv. do Rio Grande	Clube de Campo Sindicato dos Metalúrgicos do ABC.
RGDE02851	23 46 18	46 30 50	BAL	Reserv. do Rio Grande	Prainha do ParqueMunicipal Estoril, próximo ao Zoo.
RGDE02900	23 46 16	46 32 03	RB	Reserv. do Rio Grande	Próximo à rodovia Anchieta, junto à captação da SABESP
RGDE02900	23 46 40	46 30 42	SED	Reserv. do Rio Grande	No corpo central, a 2 km da barragem em frente ao clube do Banespa.
RGDE02901	23 46 11	46 31 11	BAL	Reserv. do Rio Grande	Praia do Parque Municipal do Estoril.
TAIA02800	23 34 18	46 17 27	RB	Rio Taiaçupeba	A jusante do vertedouro do Reserv. de Taiaçupeba e montante da Indústria de papel e celulose Suzano.
TAMT04500	23 36 38	46 32 39	RB	Rio Tamanduateí	Na ponte transversal à Av. do Estado, na altura do número 4876, divisa dos municípios S. Caetano e Sto. André, próximo ao posto AGIP.
TAMT04900	23 31 36	46 37 56	RB	Rio Tamanduateí	Ponte na Av. Santos Dumont, em frente à Secretaria dos Transportes, em São Paulo
TGDE00900	23 22 38	46 27 35	RB	Reserv. de Tanque Grande	Junto à barragem, no município de Guarulhos.
TIES04900	23 27 27	46 54 41	RB	Reserv. Edgard de Souza	Próximo às comportas da barragem do Reserv., após a rede para retenção de aguapés.
TIET02050	23 33 54	46 00 57	RB	Rio Tietê	Ponte na rodovia que liga Mogi das Cruzes a Salesópolis (SP-88).
TIET02050	23 33 55	46 01 28	SED	Rio Tietê	Na captação da SABESP no município de Biritiba-Mirim.
TIET02090	23 32 55	46 08 09	RB	Rio Tietê	Na captação principal do município de Mogi das Cruzes

continua

TIET03120	23 30 11	46 20 13	RB	Rio Tietê	A jusante da ETE de Suzano.
TIET04150	23 28 36	46 39 58	RB	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	RB	Rio Tietê	Ponte na Av. Aricanduva
TIET04180	23 31 18	46 37 52	RB	Rio Tietê	Ponte das Bandeiras, na Av. Santos Dumont.
TIET04200	23 31 11	46 44 47	RB	Rio Tietê	Ponte dos Remédios, na Av. Marginal (Rodovia Presidente Castelo Branco).
TIPI04850	23 23 13	46 59 21	SED	Reserv. de Pirapora	Aproximadamente 0.5 Km da comporta do Reserv..
TIPI04900	23 23 38	46 59 46	RB	Reserv. de Pirapora	Próximo às comportas da barragem do Reserv.

BAL = Balneabilidade

MR = Monitoramento Regional

RB = Rede Básica de Monitoramento

SED = Rede de Sedimento

A figura 6.1 apresenta o mapa esquemático desta UGRHI contendo os seus principais corpos de água e municípios, bem como a localização dos pontos de amostragem.



Figura 6.1 - Mapa esquemático contendo os principais corpos de água, municípios e a localização dos pontos de amostragem.

9.6.2 Resultados de variáveis de qualidade das águas

A tabela 6.4 contém os dados comparativos da média de 2004 com a dos últimos dez anos para as principais variáveis sanitárias.

Tabela 6.4 – Médias das principais variáveis sanitárias

Código do ponto	Condutividade		Turbidez		COD		PFTMH		Nitrato		Nitrog. Amon.		OD		DBO _(5,20)		FT		Coliforme Termot.		Clorofila a	
	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004
BILL02100	205	210	25	5					0,88	1,49	0,29	0,13	7,4	7,9	8	5	0,174	0,087	32	52	89,35	54,93
BILL02500	194	190	8	6					0,68	0,77	0,11	0,10	7,4	8,7	5	5	0,054	0,063	9	4	42,18	41,93
BILL02900	172	155	7	6					0,40	1,48	0,08	0,07	8,0	8,7	4	4	0,068	0,048	8	3	20,33	
BITQ00100	192	201	17	13	8,17	5,85	336	548	0,35	0,43	0,13	0,05	10,1	22,5	7	5	0,096	0,088	2	1	58,09	48,22
BMIR02800	48	44	16	7					0,32	0,23	0,07	0,13	6,4	5,6	3	3	0,104	0,063	268	141		
BQGU03200	426	610	46	34					1,15	6,83	9,46	9,59	4,1	1,9	32	33	0,828	1,178	116.159	38.963		
COGR00900	17	19	6	4	5,58	5,92	338	494	0,17	0,30	0,15	0,14	7,6	8,2	3	3	0,057	0,068	13	23	6,76	8,97
COTI03800	147	228	13	11					1,44	2,55	2,02	6,08	2,7	1,9	8	8	0,217	0,360	86.895	16.773		
COTI03900	193	380	20	12	15,31	17,13	323	415	1,18	0,38	3,25	8,67	5,0	3,8	7	28	0,291	0,465	26.578	3.006	1,91	1,87
CRIS03400	79	162	18	36	6,21	4,83	215	233	1,01	0,82	0,54	0,37	5,7	5,7	4	4	0,136	0,093	5.487	1.849	2,73	1,75
DUVA04900	797	611	27	23					0,67	2,18	17,45	15,69	0,7	1,1	43	42	1,609	1,263	1.741.320	484.794		
EMGU00800	35	66	20	12					0,29	0,91	0,12	1,04	6,2	6,3	4	4	0,139	0,078	1.659	661		
EMMI02900	156	169	14	9					1,31	3,77	1,32	2,75	4,9	4,9	6	4	0,322	0,207	11.065	1.481		
GADE02900	502	366	9	5					0,45	0,90	0,58	0,79	4,0	4,8	4	3	0,095	0,095	7.542	596		
GUAR00100	169	208	6	6			1		0,68	2,69	0,87	0,81	4,5	3,3	6	5	0,130	0,162	1.416	995	19,54	23,16
GUAR00900	114	140	3	2	7,63	5,35	258	430	0,61	1,70	0,17	0,24	7,4	7,4	4	4	0,070	0,062	26	50	21,11	25,70
JNDI00500	45	46	11	6	7,17	6,30	410	323	0,23	0,18	0,11	0,13	8,3	7,8	5	5	0,075	0,045	22	32	44,04	18,54
JQUU00900	36	35	6	10	3,85	2,57	101	125	0,20	0,23	0,06	0,09	7,3	19,7	3	3	0,055	0,110	55	92	2,93	4,01
JQRI03800	246	295	36	105					0,97	0,64	5,15	8,01	1,0	6,3	17	23	0,990	1,182	44.346	69.196		
MOVE03500	304	326	12	9					5,10	0,53	6,46	9,08	1,8	3,6	58	67	3,496	0,562	17.766	13.127		
NINO04900	698	616	27	20					0,87	2,95	17,35	15,63	0,3	0,5	81	79	3,412	2,223	2.392.612	662.298		
PEBA00100	74	75	36	7					0,24	0,34	0,52	0,41	6,9	7,7	4	4	0,064	0,057	27	41		
PEBA00900	70	53	13		6,55	6,32	345	441	0,26	0,20	0,13	0,07	7,9	8,8		4	0,120	0,037	5	3	15,53	19,96
PEDA03900	346	335	11	7					0,55	0,89	11,48	15,39	2,4	3,0	25	16	1,588	1,570	26.454	8.639		
PINH04100	286	289	22	22					1,50	0,50	4,70	8,97	1,4	0,8	15	15	0,682	1,232	127.758	18.418		
PINH04900	420	444	34	18					0,57	2,11	13,15	15,41	0,1	0,1	60	51	2,097	2,148	1.623.050	153.850		
PIRE02900	469	251	17	13					0,20	0,87	10,74	7,59	2,5	1,9	21	13	1,310	0,678	174.356	23.565		
RGDE02200	300	269	14	5					0,52	2,59	0,71	0,62	8,0	9,2	5	5	0,104	0,082	77	37		
RGDE02900	255	241	3	2	6,35	4,47	240	293	0,51	0,73	0,26	0,11	7,2	7,6	3	4	0,069	0,070	18	18	13,01	10,00
TAIA02800	77	75	11	16	13,04		353		0,16		0,41		7,1	7,5	8	6	0,161		24		10,36	
TAMT04500	702	630	28	17					0,62	3,09	16,26	17,63	0,1	0,4	95	65	2,626	1,765	4.198.839	413.565		
TAMT04900	521	508	28	27					0,60	1,91	14,15	13,79	0,1	0,1	91	65	2,937	1,992	5.453.322	434.542		
TGDE00900	49	49	8	9	4,58	3,05	132	158	0,15	0,39	0,04	0,14	6,9	7,1	3	4	0,078	0,032	77	23	2,48	0,97
TIES04900	456	477	28	35					0,76	1,27	10,97	14,26	0,3	7,8	55	35	1,971	2,475	2.431.227	174.223		
TIET02050	43	37	9	4					0,26	0,23	0,18	0,18	4,7	5,7	3	3	0,073	0,047	44	70		
TIET02090	51	45	13	7	7,51	6,46	472	502	0,34	0,28	0,10	0,10	5,4	5,6	4	3	0,105	0,078	941	232	1,53	2,16
TIET03120	458	467	33	11					0,59	0,47	4,36	4,84	0,4	0,7	17	13	0,714	0,425	41.232	9.114		
TIET04150	453	526	18	17					1,12	5,45	5,94	8,33	0,2	0,0	26	23	0,846	0,960	522.944	99.544		
TIET04170	560	511	46	31					0,69	1,27	11,83	11,35	0,5	0,5	31	51	1,568	1,483	1.202.313	182.298		
TIET04180	506	580	35	28					0,33	0,26	10,32	13,81	0,3	0,2	43	40	1,445	2,513	652.836	131.984		
TIET04200	484	555	36	29					0,49	0,36	10,51	17,30	0,1	0,1	62	50	2,211	2,305	2.655.007	241.164		
TIPI04900	434	485	25	32					0,69	0,29	9,95	13,16	0,1	0,2	29	31	1,388	2,138	745.386	78.303		

Observação: os dados brutos destas e das demais variáveis de qualidade das águas constam nas tabelas do Anexo 2.

As figuras 6.2 a 6.10 mostram os resultados da rede de monitoramento automático.

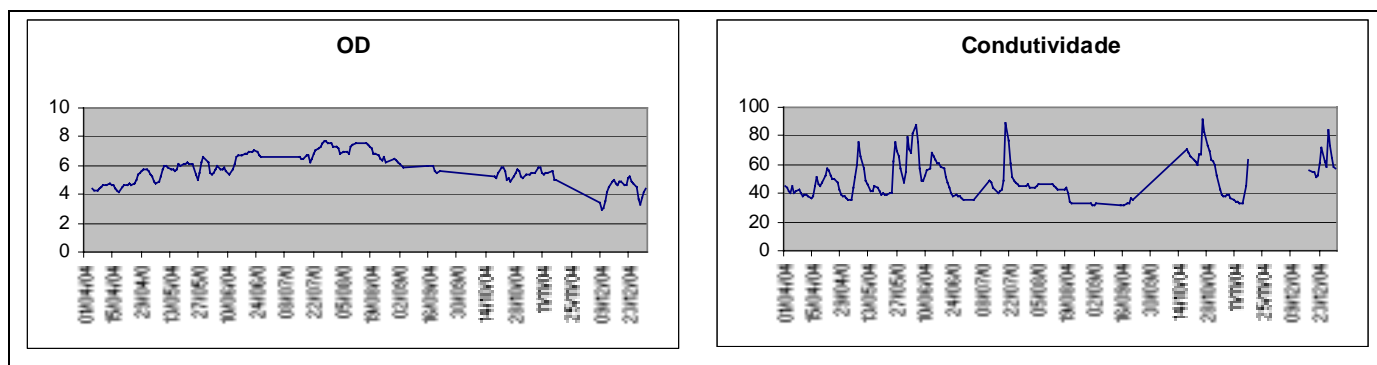


Figura 6.2 - Variação temporal do oxigênio dissolvido e condutividade para a estação de monitoramento automático do Rio Tietê – Captação de Mogi das Cruzes.

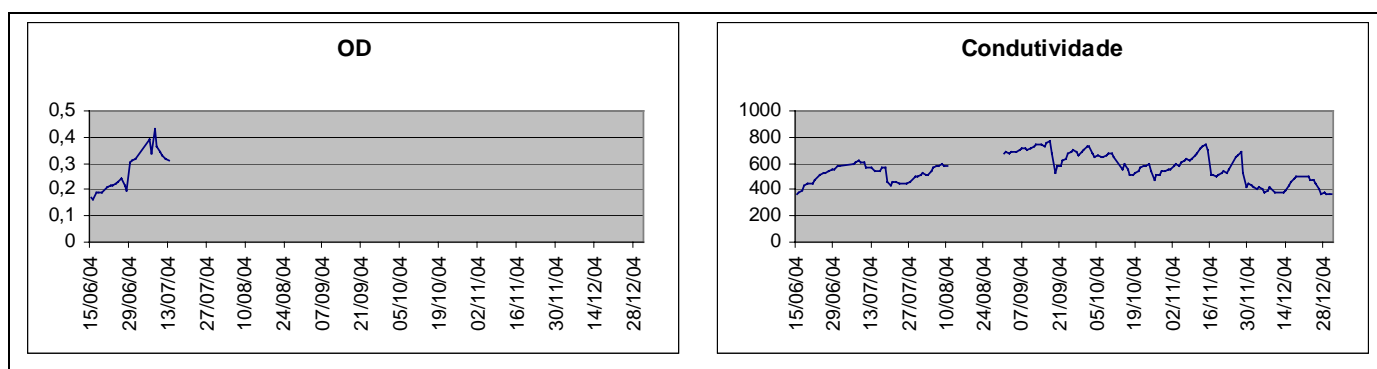


Figura 6.3 - Variação temporal do oxigênio dissolvido e condutividade para a estação de monitoramento automático do Rio Tietê – São Miguel.

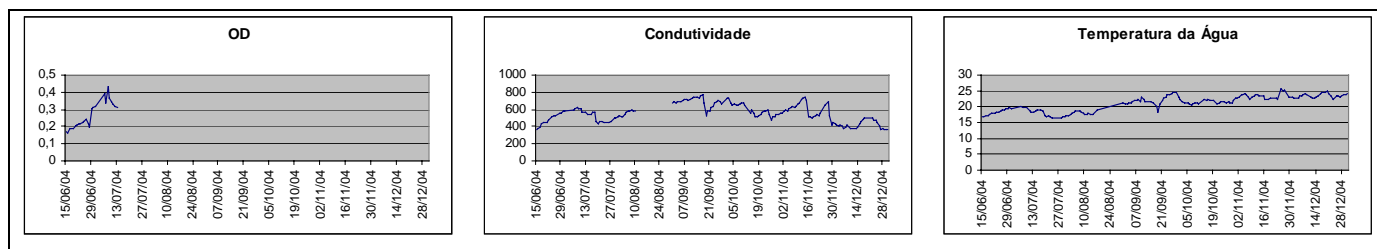


Figura 6.4 - Variação temporal do oxigênio dissolvido e condutividade e temperatura da água para a estação de monitoramento automático do Rio Pinheiros – Pedreira

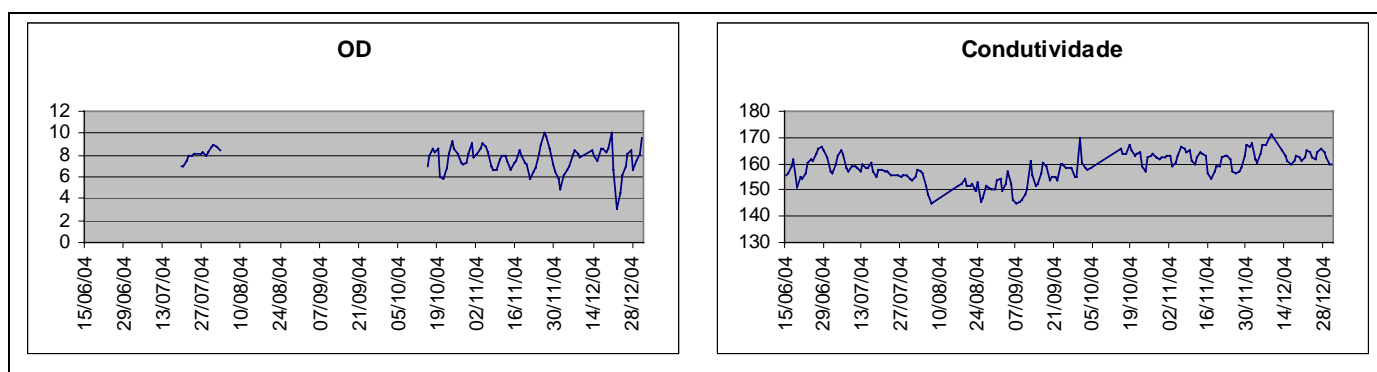
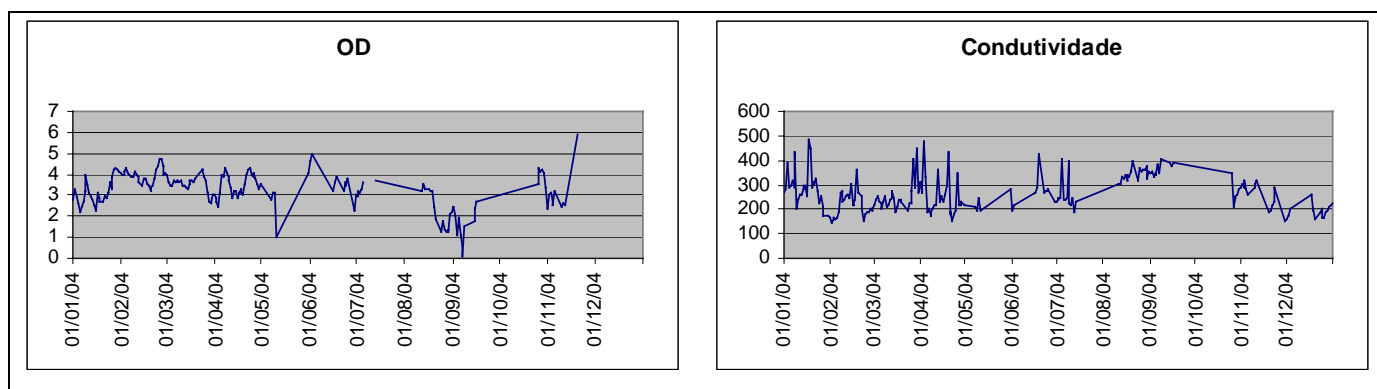
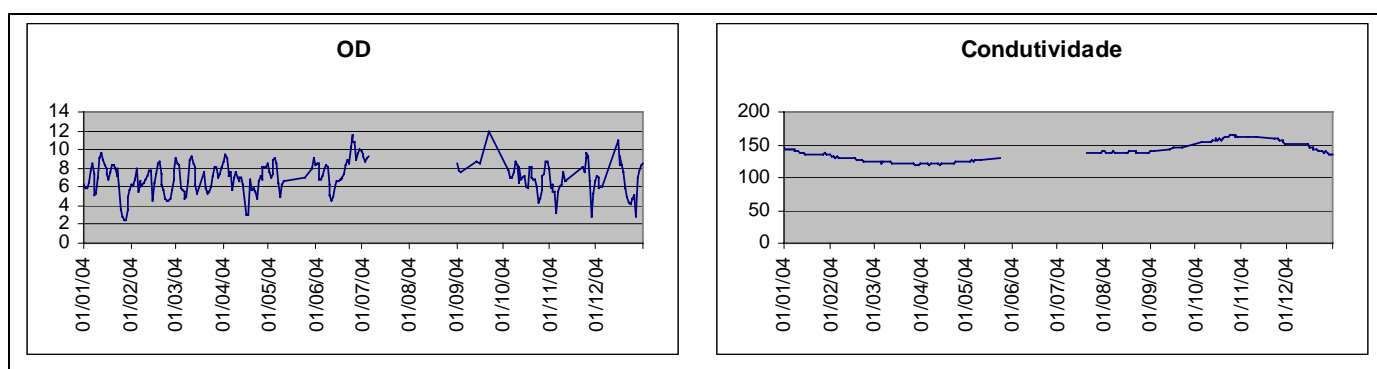
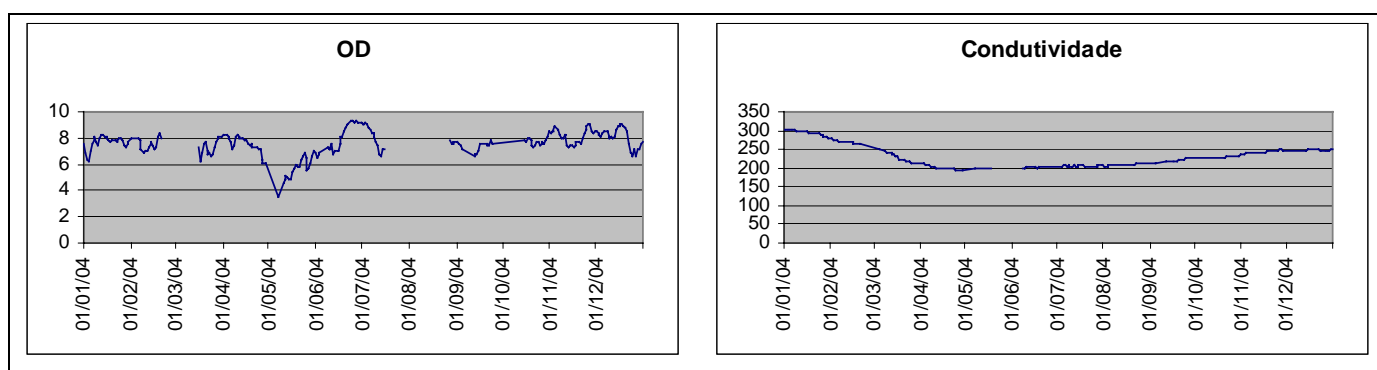
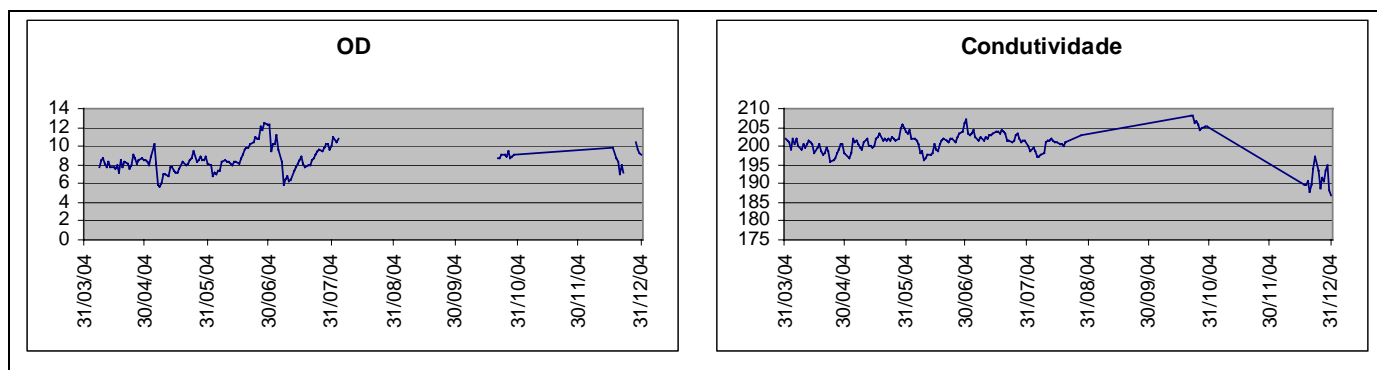


Figura 6.5 - Variação temporal do oxigênio dissolvido e condutividade para a estação de monitoramento automático do Reservatório Billings – Summit Control



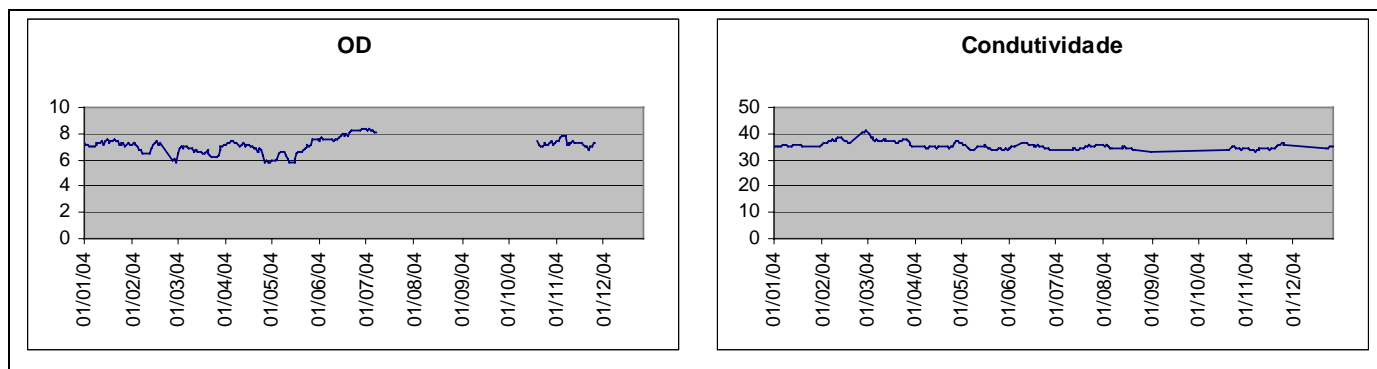


Figura 6.10 - Variação temporal do oxigênio dissolvido e condutividade para a estação de monitoramento automático do Reservatório Águas Claras – Captação SABESP

Nas figuras de 6.11 a 6.17 estão detalhado os perfis de temperatura e oxigênio dissolvido obtidos na rede de monitoramento automático

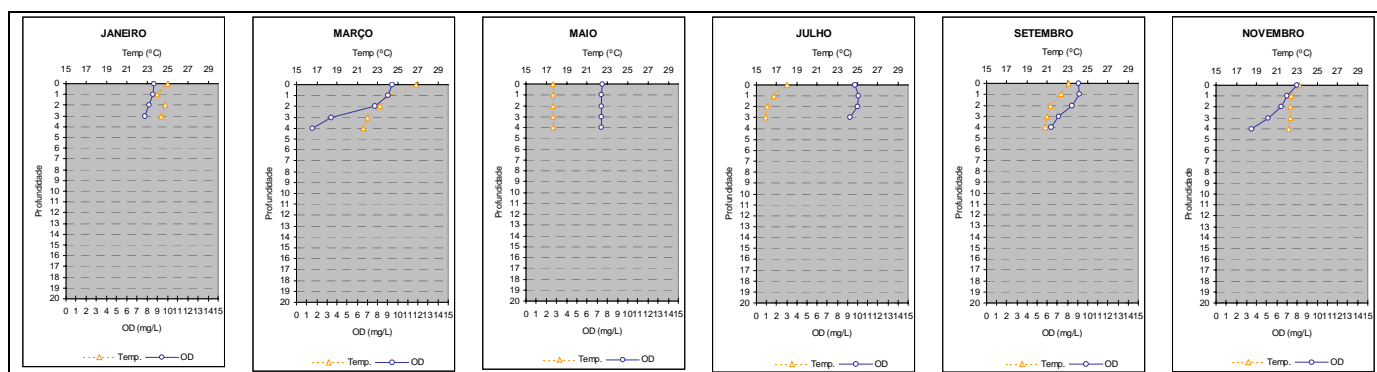


Figura 6.11 - Perfis de oxigênio dissolvido e temperatura - Reservatório Taiáçupeba – Captação SABESP (PEBA00900)

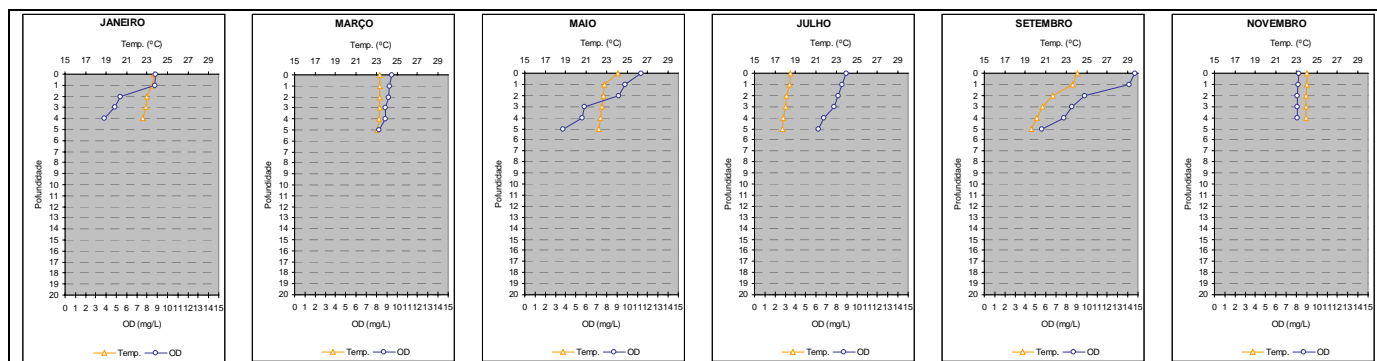


Figura 6.12 - Perfis de oxigênio dissolvido e temperatura - Reservatório Billings – Reversão do Taquacetuba (BITQ00100)

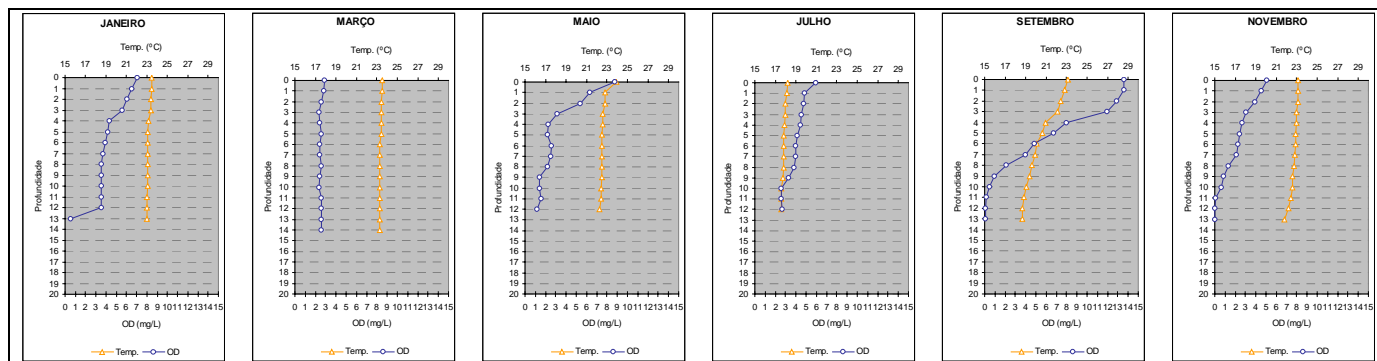


Figura 6.13 - Perfis de oxigênio dissolvido e temperatura - Reservatório Billings – Bororé (BILL02100)

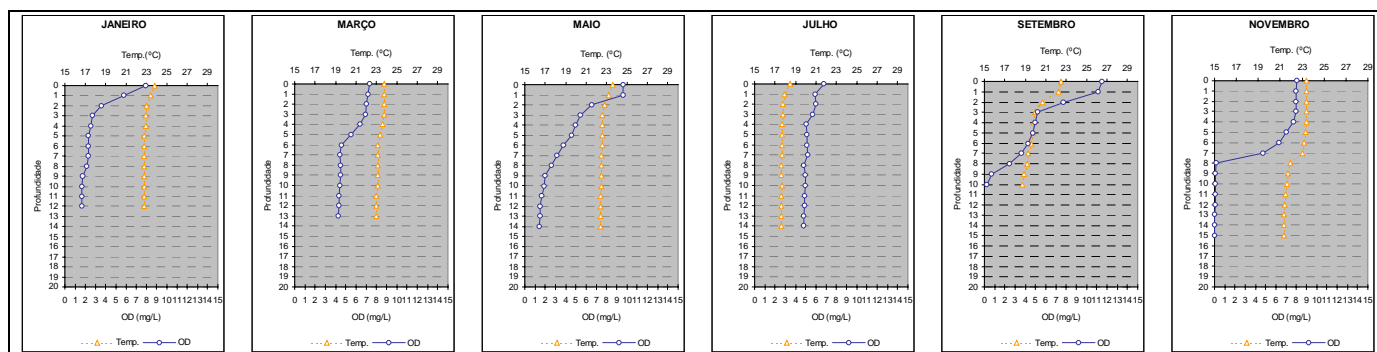


Figura 6.14 - Perfis de oxigênio dissolvido e temperatura - Reservatório Billings – Imigrantes (BILL02500)

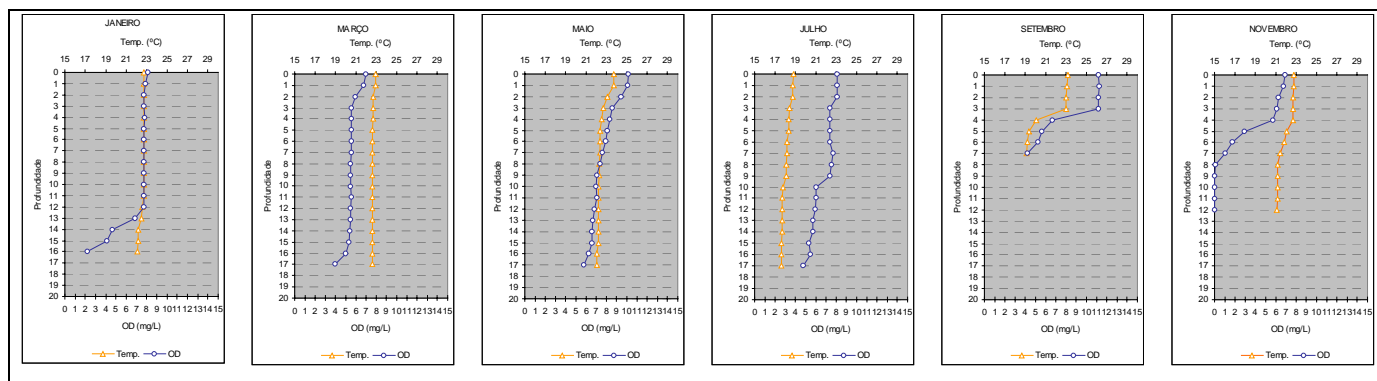


Figura 6.15 - Perfis de oxigênio dissolvido e temperatura - Reservatório Billings – Summit Control (BILL02900)

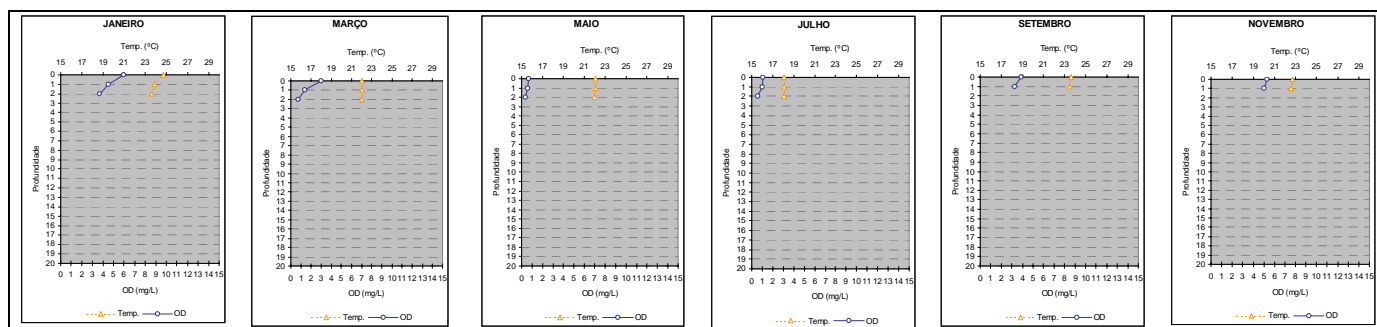


Figura 6.16 - Perfis Temperatura e OD - Reservatório Guarapiranga – Parelheiros (GUAR00100)

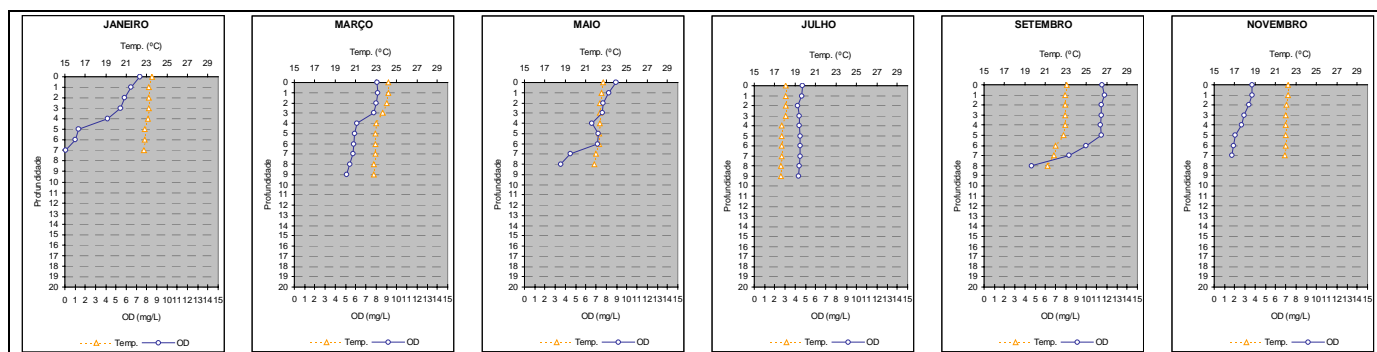


Figura 6.17 - Perfis de oxigênio dissolvido e temperatura - Reservatório Guarapiranga – Captação SABESP (GUAR00900)

Na tabela 6.5 estão descritas as porcentagens de resultados não conformes de 2004 em relação aos padrões de qualidade estabelecidos pela Resolução CONAMA 20/86, bem como a comparação com as porcentagens de não conformidade dos últimos dez anos para pH e metais.

Tabela 6.5 – Resultados não conformes para pH e metais

Código do ponto	pH				Alumínio				Manganês				Níquel				Cobre				Zinco				Mercúrio			
	NC 2004	NT 2004	%NC 2004	%NC 1994-2003	NC 2004	NT 2004	%NC 2004	%NC 1994-2003	NC 2004	NT 2004	%NC 2004	%NC 1994-2003	NC 2004	NT 2004	%NC 2004	%NC 1994-2003	NC 2004	NT 2004	%NC 2004	%NC 1994-2003	NC 2004	NT 2004	%NC 2004	%NC 1994-2003	NC 2004	NT 2004	%NC 2004	%NC 1994-2003
BILL02100	1	6	17	13	2	6	33	43	0	6	0	7	0	6	0	0	0	6	0	0	0	6	0	0	0	5	0	25
BILL02500	1	6	17	16	3	6	50	30	0	6	0	10	0	6	0	3	0	6	0	3	0	6	0	0	0	5	0	18
BILL02900	2	6	33	17	3	6	50	38	0	6	0	5	0	6	0	6	0	6	0	3	0	6	0	1	0	5	0	17
BITQ00100	3	6	50	53	4	6	67	80	0	6	0	4	0	6	0	0	0	6	0	0	0	6	0	0	0	5	0	31
BMIR02800	2	6	33	2	6	6	100	100	0	6	0	3	0	6	0	6	0	6	0	0	0	6	0	0	0	6	0	5
BQGU03200	0	6	0	0	6	6	100	100	2	6	33	44	1	6	17	13	1	6	17	19	1	6	17	0	0	6	0	2
COGR00900	0	6	0	2	6	6	100	97	0	6	0	3	0	6	0	12	0	6	0	0	0	6	0	3	0	5	0	0
COTI03800	0	6	0	0	6	6	100	100	2	6	33	13	0	6	0	2	0	6	0	0	0	6	0	0	0	6	0	0
COTI03900	0	6	0	0	6	6	100	97	2	6	33	5	0	6	0	5	0	6	0	0	0	6	0	0	0	6	0	0
CRIS03400	0	6	0	0	6	6	100	94	0	6	0	3	1	6	17	0	0	6	0	0	0	6	0	0	0	6	0	0
DUVA04900	0	6	0	0																								
EMGU00800	1	6	17	6	5	6	83	96	1	6	17	10	0	6	0	5	0	6	0	5	0	6	0	4	0	5	0	21
EMMI02900	0	6	0	0	6	6	100	97	5	6	83	94	0	6	0	8	0	6	0	6	0	6	0	3	0	5	0	23
GADE02900	0	5	0	3	6	6	100	88	4	6	67	79	0	6	0	5	0	6	0	3	0	6	0	2	0	5	0	38
GUAR00100	0	6	0	0	6	6	100	80	0	6	0	43	0	6	0	0	0	6	0	0	0	6	0	0	0	5	0	44
GUAR00900	1	6	17	6	3	6	50	29	2	6	33	9	0	6	0	1	3	6	50	61	0	6	0	3	0	5	0	9
JNDI00500	1	6	17	13	5	6	83	79	0	6	0	4	0	6	0	4	3	6	50	0	0	6	0	0	0	6	0	33
JQJU00900	0	6	0	0	6	6	100	75	0	6	0	3	0	6	0	0	0	6	0	0	0	6	0	0	0	6	0	16
JQRI03800	0	6	0	0	6	6	100	100	3	6	50	70	1	6	17	6	0	6	0	2	0	6	0	0	0	6	0	0
MOVE03500	0	5	0	0	5	5	100		0	5	0																	
NINO04900	0	5	0	0																								
PEBA00100	0	6	0	0	6	6	100	94	4	6	67	89	0	6	0	11	0	6	0	0	0	6	0	6	0	6	0	33
PEBA00900	0	6	0	0																								
PEDA03900	0	6	0	0	5	5	100		0	5	0																	
PINH04100	0	6	0	0																								
PINH04900	0	6	0	0																								
PIRE02900	0	5	0	0	4	6	67	100	6	6	100	100	1	6	17	0	0	6	0	0	0	6	0	0	0	5	0	
RGDE02200	0	5	0	10	4	6	67	81	0	6	0	28	0	6	0	0	2	6	33	7	0	6	0	0	0	5	0	24
RGDE02900	0	5	0	3	2	6	33	30	0	6	0	24	0	6	0	4	5	6	83	53	0	6	0	1	0	5	0	17
TAIA02800	0	6	0	0	6	6	100	97	6	6	100	94	0	6	0	6	2	6	33	6	0	6	0	3	0	6	0	5
TAMT04500	0	5	0	3																								
TAMT04900	0	6	0	0																								
TGDE00900	0	6	0	0	6	6	100	74	3	6	50	61	0	6	0	0	0	6	0	3	0	6	0	0	0	6	0	11
TIES04900	0	6	0	0																								
TIET02050	0	6	0	2	6	6	100	97	1	6	17	39	1	6	17	6	0	6	0	0	1	6	17	0	0	6	0	10
TIET02090	0	6	0	2	6	6	100	100	0	6	0	19	0	6	0	3	0	6	0	0	0	6	0	0	0	6	0	32
TIET03120	0	6	0	0	6	6	100	100	0	6	0	0	0	6	0	33	0	6	0	0	0	6	0	0	0	6	0	0
TIET04150	0	6	0	0																								
TIET04170	0	6	0	0																								
TIET04180	0	6	0	0																								
TIET04200	0	6	0	0																								
TIP04900	0	6	0	0																								

NC: Número de Resultados Não Conformes

NT: Número Total de Resultados Considerados

Observação: os dados brutos destas e das demais variáveis de qualidade das águas constam nas tabelas do Anexo 2.

9.6.3 Disponibilidade hídrica

9.6.3.1 DISPONIBILIDADES HÍDRICAS NA REGIÃO METROPOLITANA DA GRANDE SÃO PAULO

Apresentam-se 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 as análises efetuadas adiante foi necessário que se compusesse uma série histórica de observações que representasse a evolução média das precipitações ocorridas na RMSP durante um período histórico de observações expressivo. Os dados que permitiram a constituição dessa base histórica foram, para o período 1937-1997, obtidos das observações anotadas em 21 postos pluviométricos, selecionados, segundo a extensão de suas séries históricas, do Banco de Dados Pluviométricos do DAEE/CTH. Para o período de 1998- 2004, os dados de chuva tomados como representativos da pluviometria da RMSP foram os correspondentes às médias dos 14 postos que a EMAE utiliza para o controle da operação do sistema Tietê-Billings.

O prefixo, nome e período de dados disponíveis dos postos do DAEE/CTH, que compuseram a base histórica do período 1937-1997 são os relacionados na tabela 6.6:

Tabela 6.6 - Postos do DAEE/CTH (base histórica do período 1937-1997)

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

Os 14 postos que compõem o cálculo da precipitação média na Região Metropolitana de São Paulo e que compuseram a base histórica a partir de 1998 são os apresentados na tabela 6.7:

Tabela 6.7 - Postos que compõem o cálculo da precipitação média na RMSP

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

A base histórica permitiu a elaboração do histograma da figura 6.18, 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.

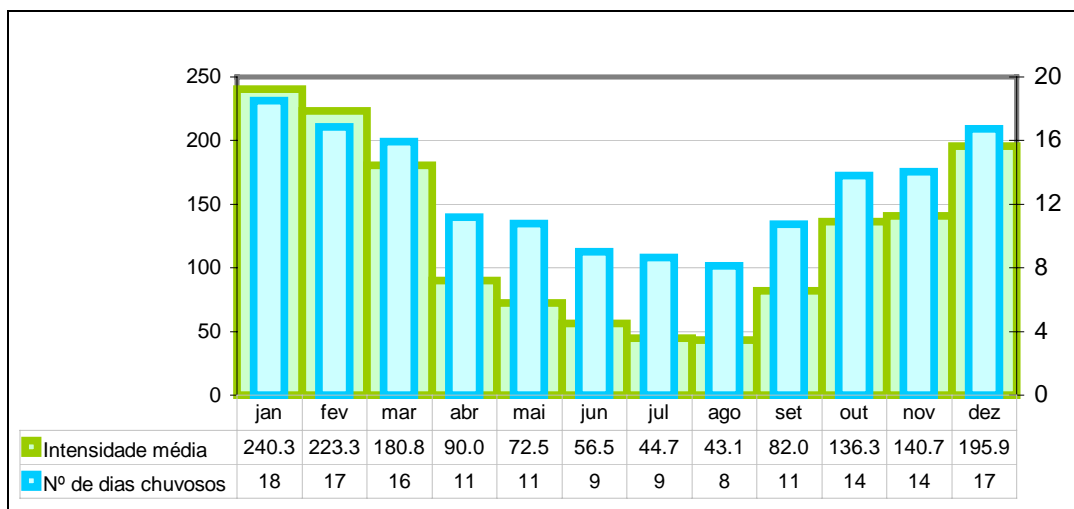


Figura 6.18 - Histograma da evolução sazonal

Observa-se nas duas evoluções uma substancial 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, o período chuvoso o que compreende o 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 1506 mm. e o número médio de dias chuvosos anual em 154.

■ Precipitações ao longo de 2004

Os dados de chuva tomados como representativos da pluviometria da RMSP durante o ano de 2004 foram os correspondentes à já citada média dos 14 postos da EMAE e permitiram a elaboração dos gráficos apresentados na figura 6.19 que expressam a distribuição sazonal das precipitações ao longo do ano

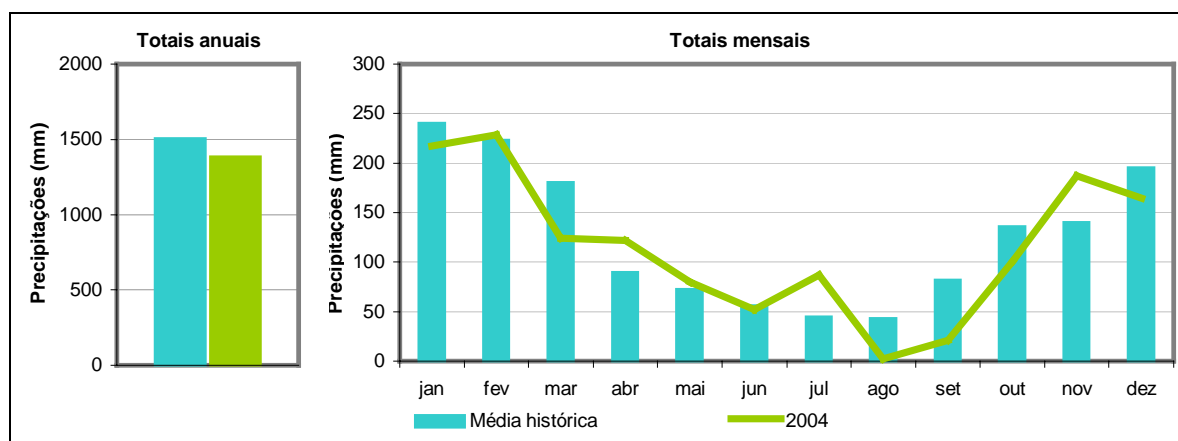


Figura 6.19 - Distribuição sazonal das precipitações ao longo do ano

A distribuição das chuvas ao longo dos meses mostra o ano de 2004 mais seco quando comparado ao período histórico. Embora nos meses de abril, julho e novembro, as precipitações tenham sido superiores às médias desses meses, em março, agosto, setembro e outubro foram acentuadamente inferiores. Talvez a característica mais marcante deste ano tenha sido a ocorrência de precipitações sistematicamente abaixo da média durante três

meses consecutivos, principalmente considerando serem meses historicamente secos (agosto, setembro e outubro), o que chegou a provocar alguma preocupação quanto ao abastecimento e manutenção das condições sanitárias dos cursos d'água da RMSP.

Para que se caracterize o ano de 2004 dentro do histórico de chuvas considerado, elaborou-se o histograma apresentado na figura 6.20 que ilustra a evolução dos totais médios anuais da base histórica ao longo do período 1937-2004. Nessa série de precipitações anuais (verde) percebe-se que no período que correspondente aos anos 1998-2004 observam-se totais anuais sistematicamente abaixo da média histórica (de 1506 mm (vermelho) caracterizando um período de estiagem de 7 anos consecutivos.

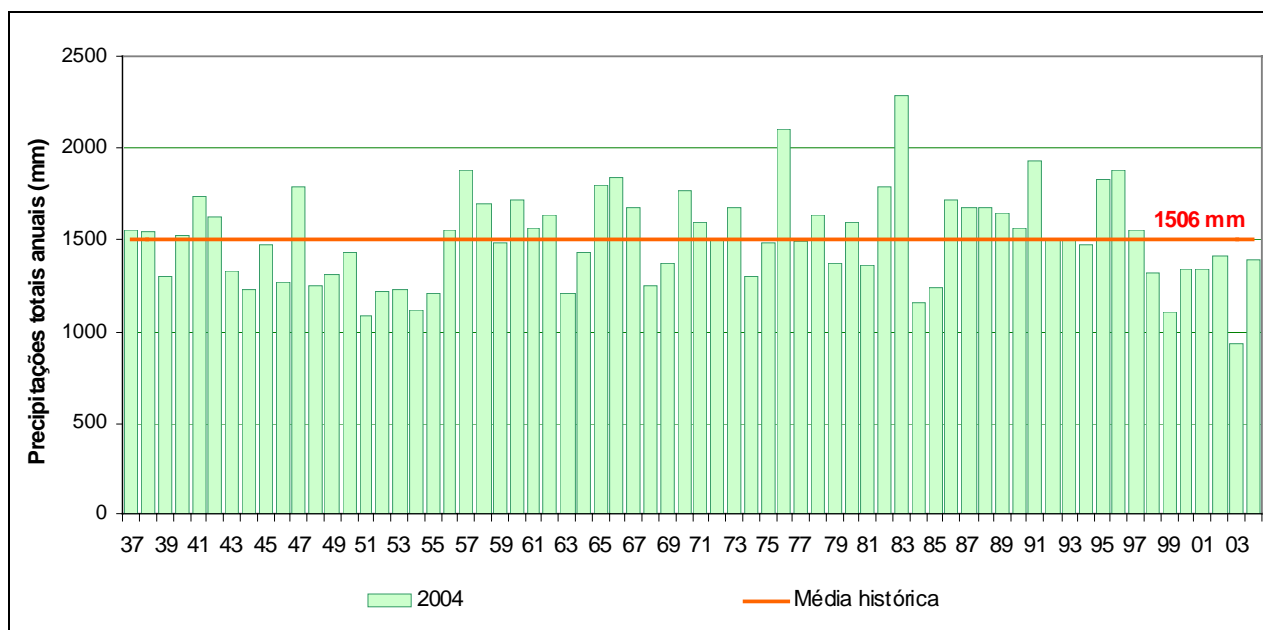


Figura 6.20 - Histograma da evolução dos totais médios anuais da base histórica ao longo do período 1937-2004

Considerando a média precipitada no período 1998-2004 de 1262 mm e a média histórica de 1508 mm, pode-se dizer que se iniciou 2005 com um déficit acumulado de aproximadamente 1700 mm com relação às precipitações verificadas nos últimos sete anos.

■ 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 na figura 6.21 onde se detalham graficamente as precipitações diárias registradas em 2004 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.

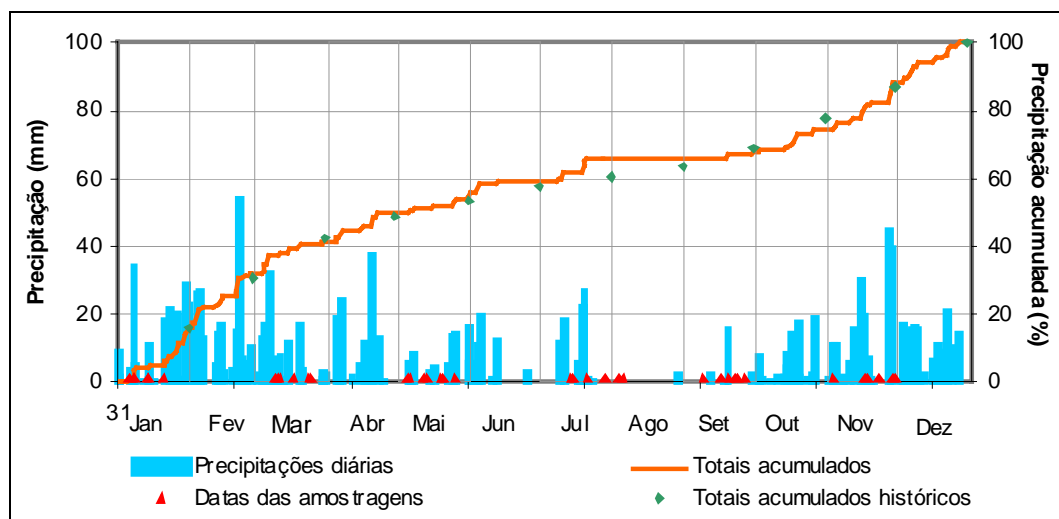


Figura 6.21 - Precipitações diárias registradas em 2004 em confronto com as datas de amostragens de água da rede e as evoluções das precipitações acumuladas durante o ano e segundo a série histórica de observações mensais.

Apresentam-se 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 as tabelas de 6.8 a 6.14; além destas, as precipitações (em milímetros) ocorridas nos 2 dias anteriores, com a seguinte notação:

P0 – precipitações ocorridas nas datas de amostragens

P1 – soma das precipitações do dia da amostragem e do dia anterior a ela

P2 – soma das precipitações do dia da amostragem e dos dois dias anteriores a ela

Tabela 6.8 – Amostragens de janeiro

DIA	6	7	8	13	14	20
P0	3.7	2.4	34.1	0.0	0.9	0.0
P1	3.7	6.1	36.5	0.6	0.9	0.0
P2	3.7	6.1	40.2	0.6	1.5	0.0

Embora o mês de janeiro seja tradicionalmente chuvoso, apenas uma das seis amostragens realizadas, a do dia 8, foi realizada sob influência mais efetiva de chuvas.

Tabela 6.9 – Amostragens de março

DIA	9	10	11	17	24	25
P0	0.9	7.3	7.7	0.0	0.1	0.0
P1	1.1	8.3	15.0	0.3	0.1	0.1
P2	33.4	8.4	15.9	12.2	0.1	0.1

Eventuais influências de chuvas nesse mês podem ter sido observadas, apenas, nas amostragens realizadas nos dias 9 e 11, e, mesmo assim, em função de precipitações ocorridas nos dias anteriores.

Tabela 6.10 – Amostragens de maio

DIA	5	6	12	13	19	20	25
P0	5.1	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	13.3
P1	5.1	7.1	0.0	0.0	0.0	0.0	13.4
P2	5.1	7.1	0.0	0.0	0.0	0.0	13.4

Apenas a amostragem no dia 25 pode refletir a incidência direta de chuvas. Quanto às demais amostragens, a ausência de chuvas ou precipitações de pequena intensidade não devem ter influenciado nos resultados.

Tabela 6.11 – Amostragens de julho

DIA	14	15	21	29
P0	0.0	0.0	1.2	0.0
P1	0.0	0.0	28.3	0.0
P2	0.0	0.0	50.6	0.0

Apesar do mês de julho ter sido mais chuvoso que a média histórica, apenas a amostragem do dia 21 foi realizada sob influência de chuvas, e mesmo assim, ocorridas nos dois dias anteriores.

Tabela 6.12 – Amostragens de agosto

DIA	4	5
P0	0.0	0.0
P1	0.0	0.0
P2	0.0	0.0

O mês de agosto foi esse ano bem mais seco que a média histórica, tendo sido registrada a ocorrência de chuva em apenas um dia do mês, no dia 29. Nos dias em que foram realizadas amostragens e nos imediatamente anteriores, não ocorreram chuvas.

Tabela 6.13 – Amostragens de setembro

DIA	9	16	20	22	23	27
P0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
P1	0.0	0.0	15.5	0.0	0.0	0.0
P2	0.0	0.0	16.3	0.0	0.0	0.0

O mês de setembro foi também bem mais seco que a média histórica, de forma que, nos dias em que foram realizadas amostragens, apenas no dia 20 pode ter havido alguma influência de chuvas e, mesmo assim, ocorridas nos dois dias anteriores.

Tabela 6.14 – Amostragens de Novembro

DIA	3	17	18	23	29	30
P0	0.0	19.2	6.8	0.0	39.2	0.0
P1	0.4	49.1	26.0	0.0	84.0	39.3
P2	1.4	49.1	55.9	0.0	84.0	84.1

Novembro foi um mês mais pluvioso que a média histórica, o que se reflete na influência de chuvas nas amostragens. Assim, ocorreram chuvas nas campanhas dos dias 17, 18 e 29 e, na realizada no dia 30, embora não tenha chovido, não se pode desconsiderar as chuvas de razoável intensidade ocorridas nos dois dias anteriores.

□ 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 consequência 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, sendo 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 manterem-se 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 carregados, ou mesmo levados pelas enxurradas.

Atualmente, avaliações de vazões na RMSP são realizadas a partir de monitoramentos específicos ou no caso do Rio Tietê e Canal Pinheiros, das vazões registradas nas estruturas hidráulicas que integram o sistema Tietê-Billings, operado pela EMAE. Em relação a esses dados hidráulicos, pode-se mencionar 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 2004

As análises apresentadas foram realizadas a partir das vazões bombeadas para a represa 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 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 (figura 6.22).

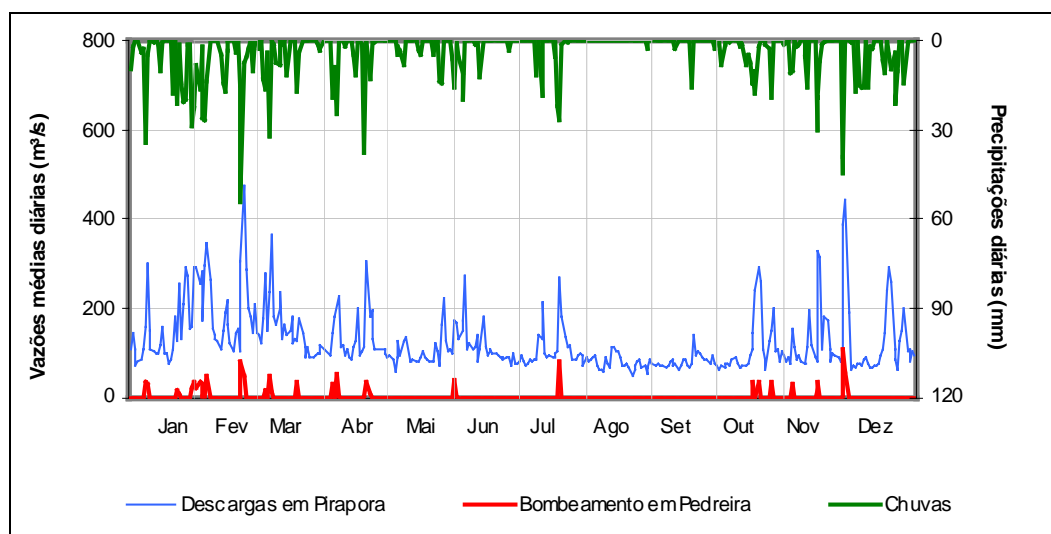


Figura 6.22 - Chuvas médias diárias dos 14 postos pluviométricos da EMAE.

Os dados de vazões e chuvas chamam a atenção para a similaridade entre as ambas as evoluções, refletindo a influência instantânea das chuvas nas vazões do sistema. No ano de 2004 observou-se algumas anormalidades na distribuição das chuvas, de forma que em dezembro, ao contrário do que ocorre normalmente, não houve chuvas potencialmente capazes de causar bombeamento e, em julho, devido a chuvas de intensidade anormal para o mês, ocorreu o segundo maior bombeamento. Ressalta-se ainda que, não fosse esse evento de julho e de outro no final de maio e início de julho, ter-se-ia um período de paralização nos bombeamentos que poderia ter atingido cerca de 180 dias consecutivos, ou seja, praticamente meio ano.

Apresentam-se as figuras 6.23 e 6.24 os histogramas que ilustram as evoluções anuais dos volumes, chuvas, aflúências e defluências dos reservatórios Billings e Guarapiranga, respectivamente.

▫ RESERVATÓRIO BILLINGS

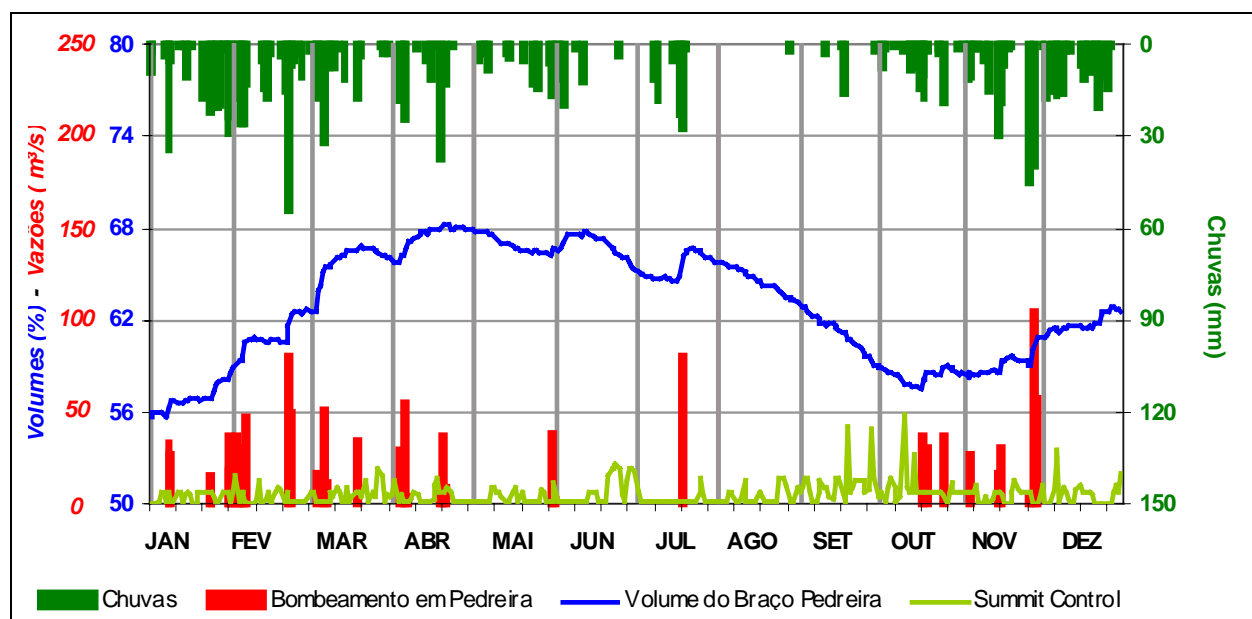


Figura 6.23 - Histogramas das evoluções anuais dos volumes, chuvas, aflúências e defluências do reservatório Billings.

O Reservatório Billings iniciou o ano com um volume de aproximadamente 56% do total e conseguiu, com as chuvas e conseqüentes bombeamentos dos primeiros quatro meses do ano, alguma recuperação do armazenamento, chegando a um volume máximo anual próximo de 68% no final de abril. A partir daí, no entanto, com a escassez das chuvas e a manutenção da transposição para o Reservatório de Pedras na ausência de bombeamentos, os volumes foram reduzindo-se até o mínimo anual de cerca de 58% no meio de outubro. Daí em diante, apesar da ocorrência de algumas chuvas e bombeamentos no final de outubro e em novembro, a recuperação do armazenamento foi pouco significativa, tendo os volumes elevado-se a um valor pouco superior a 62% no final do ano. No cômputo final houve um ganho anual de volumes no reservatório de pouco mais de 6 pontos percentuais, o que perfaz cerca de $67 \times 10^6 \text{ m}^3$.

▫ RESERVATÓRIO GUARAPIRANGA

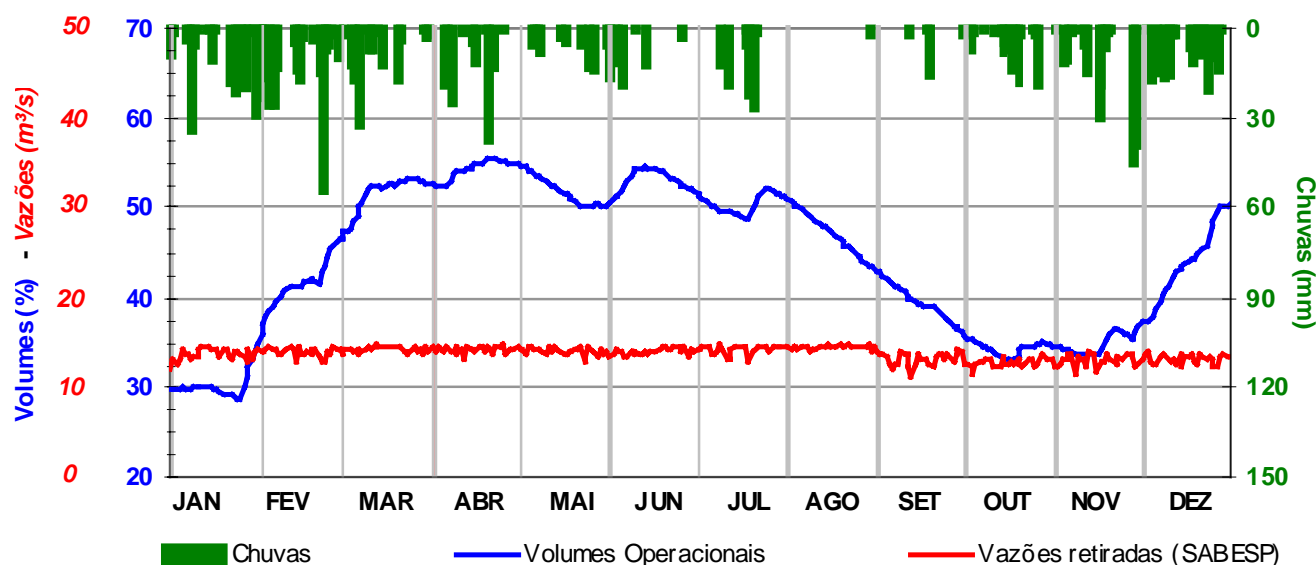


Figura 6.24 - Histogramas das evoluções anuais dos volumes, chuvas, aflúncias e defluências do reservatório de Guarapiranga

Os volumes do Reservatório Guarapiranga no início dos últimos anos foram, em 1998, 1999, 2000, 2001, 2002 e 2003, respectivamente, 77%, 81%, 43%, 50%, 40% e 44% do total. Neste 2004, o reservatório iniciou o ano com volume que não alcançava nem 30% do total, o que deve se constituir em uma marca histórica para o mês de janeiro. Com a intensificação das chuvas, no entanto, houve uma franca recomposição do armazenamento, de forma que na terceira semana de abril verificou-se o máximo volume anual, próximo a 55%, que se manteve nessa ordem de grandeza até a segunda quinzena de julho. Daí em diante, com a estiagem que marcou os meses de agosto, setembro e outubro e a manutenção da retirada para abastecimento, o volume foi reduzindo-se, chegando próximo a 32% no meio de outubro, patamar esse que se manteve até o meio de novembro. Embora as chuvas de novembro e dezembro não tivessem tido a intensidade e frequência desejada, houve uma recuperação do volume do reservatório, que chegou ao final do ano a cerca de 60% do total, determinando um ganho anual de volume de aproximadamente 30 pontos percentuais, ou seja, cerca de $20 \times 10^6 \text{ m}^3$.

9.6.4 Qualidade das Águas

Dada à 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 Alto Tietê – Cabeceiras
- Bacia da Billings
- Bacia do Guarapiranga
- Bacia do Cotia
- Bacia do Alto Tietê – Zona da Metrópole

9.6.4.1 BACIA DO ALTO TIETÊ – CABECEIRAS

9.6.4.1.1 ABASTECIMENTO PÚBLICO

As tabelas 6.15 e 6.16 contêm os resultados do IAP – Índice de qualidade das águas para fins de abastecimento público e do IQA – Índice de qualidade das águas, cujos dados são utilizados no cálculo do IAP, respectivamente.

Tabela 6.15 - Resultados mensais e média anual do IAP – 2004

CÓDIGO DO PONTO	CORPO D'ÁGUA	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA
BMIR02800	Rio Biritiba-Mirim	51		58		67		72		66		64		63
JNDI00500	Rio Jundiaí - UGRHI 06	59				41		87				61		62
PEBA00100	Reservatório Taiaçupeba	68		75		54		88		87		56		71
TIET02050	Rio Tietê	67		0		78		73		75		77		62
TIET02090	Rio Tietê	3				67		50				39		40
TIET03120	Rio Tietê	23		41		26		26		17		22		26

QUALIDADE: PÉSSIMA RUIM REGULAR BOA ÓTIMA

Tabela 6.16 - Resultados mensais e média anual do IQA – 2004

CÓDIGO DO PONTO	CORPO D'ÁGUA	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA
BMIR02800	Rio Biritiba-Mirim	57		63		75		75		72		76		70
JNDI00500	Rio Jundiaí - UGRHI 06	61		76		76		88		86		78		78
PEBA00100	Reservatório Taiaçupeba	77		79		59		89		89		65		76
PEBA00900	Reservatório Taiaçupeba	82		79		89		86		88		84		85
TIET02050	Rio Tietê	70		64		80		75		76		78		74
TIET02090	Rio Tietê	67		59		71		70		69		72		68
TIET03120	Rio Tietê	28		47		30		31		23		28		31

QUALIDADE: PÉSSIMA RUIM REGULAR BOA ÓTIMA

Parte das águas do Rio Tietê são revertidas para o Reservatório Jundiaí, que se encontra interligado ao Taiaçupeba. Portanto, esses três corpos hídricos constituem-se na produção hídrica do Manancial do Alto Tietê, que apresentou qualidade Boa em 2004, de acordo com o IAP.

A classificação Ruim do IAP neste trecho do Rio Tietê, foi causada pelo potencial de formação de THMs na captação de Mogi das Cruzes (TIET02090) e pelo excesso de matéria orgânica a jusante da ETE de Suzano (TIET03120).

9.6.4.1.2 PROTEÇÃO DA VIDA AQUÁTICA

As tabelas 6.17 e 6.18 contêm, respectivamente, os resultados do IVA – Índice de qualidade das águas para proteção da vida aquática e do IET – Índice de estado trófico, cujos dados são utilizados para o cálculo do IVA, respectivamente.

Tabela 6.17- Resultados mensais e média anual do IVA – 2004

CÓDIGO DO PONTO	CORPO D'ÁGUA	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA
BMIR02800	Rio Biritiba-Mirim	5,4		5,4		3,2		4,2		4,4		5,4		4,7
JNDI00500	Rio Jundiá - UGRHI 06	5,4		3,2		4,4		5,4		3,2		5,4		4,5
PEBA00100	Reservatório Taiaçupeba	4,2		4,4		5,4		4,4		3,2		3,2		4,1
PEBA00900	Reservatório Taiaçupeba	3,2		4,4		3,2		5,4		4,2		5,4		4,3
TIET02050	Rio Tietê	3,2		7,8		3,2		4,2		4,4		3,4		4,4
TIET02090	Rio Tietê	4,2		5,6		3,2		2,2		3,4		3,2		3,6
TIET03120	Rio Tietê	7,6		6,6		11,2		11,2		7,6		7,6		8,6

QUALIDADE: PÉSSIMA RUIM REGULAR BOA ÓTIMA

Tabela 6.18 - Resultados mensais e média anual do IET – 2004

CÓDIGO DO PONTO	CORPO DE ÁGUA	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA
BMIR02800	Rio Biritiba-Mirim	61,64		61,64		53,16		55,79		45,79		55,79		55,64
JNDI00500*	Rio Jundiá	59,94		53,35		46,57		59,74		49,06		58,31		54,42
PEBA00100	Res. Taiaçupeba	58,02		49,94		64,54		53,16		45,79		49,94		53,57
PEBA00900*	Res. Taiaçupeba	49,94		52,95		52,09		54,40		54,16		57,74		54,42
TIET02050	Rio Tietê	53,16		58,02		49,94		58,02		45,79		39,94		50,81
TIET02090*	Rio Tietê	44,99		49,02		48,45		42,63		39,65		53,94		46,45
TIET03120	Rio Tietê	82,80		70,82		81,24		85,79		92,61		82,80		82,67

PTO * Pontos para os quais o IET foi calculado com base nos resultados de clorofila e fósforo total.

ESTADO: HIPEREUTRÓFICO EUTRÓFICO MESOTRÓFICO OLIGOTRÓFICO

Para o Reservatório de Taiaçupeba, a média anual do IET indicou ambiente eutrófico para o ponto PEBA00900, devido ao baixo grau de limitação, permitindo obtenção de valores para o IET clorofila superiores ao IET fósforo. Para o Rio Jundiá (braço do reservatório que liga ao Reservatório Taiaçupeba), o IET foi calculado com base nas concentrações de fósforo total e clorofila *a*, onde as concentrações de clorofila *a* indicaram ambiente eutrófico, com crescimento excessivo da comunidade fitoplanctônica. Já no Rio Tietê (TIET02090) observou-se o inverso: alta carga de fósforo total e baixo crescimento das comunidades fitoplanctônicas, por tratar-se de ambiente lótico com condições desfavoráveis ao crescimento de algas, como turbidez e velocidade elevadas. Dos pontos avaliados no Rio Tietê, somente no ponto TIET03120, a montante da ETE de Suzano, os valores de coliformes e surfactantes estiveram acima do limite estabelecido pela Resolução CONAMA 20/86 para classe 3, no qual foram ainda verificadas altas concentrações de fósforo, caracterizando o ponto como hipereutrófico.

Merece destaque a toxicidade crônica à *Ceriodaphnia dubia* detectada no ponto PEBA00900 em três amostragens (março, julho e novembro). Além desse ponto, observou-se efeito tóxico crônico também nos pontos PEBA00100 (março e julho), BMIR02800 (setembro e novembro), TIET02050 (setembro e novembro), TIET02090 (setembro) e JNDI00500 (julho). Para o ponto JNDI00500, o efeito tóxico verificado pode estar relacionado ao elevado teor de cobre detectado nesta amostra, que apresentou um aumento das porcentagens de resultados não conformes em 2004, conforme pode-se observar na figura 6.25. Analisando a série histórica, infere-se que está ocorrendo lançamentos de cobre nas águas do Res. do Jundiá.

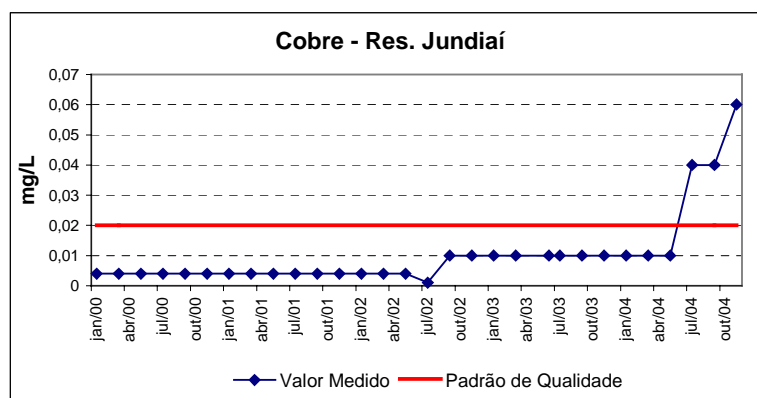


Figura 6.25 - Concentração de cobre na água do reservatório Jundiá de 2000 a 2004

COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA

A comunidade fitoplanctônica foi avaliada em um ponto do Reservatório Jundiá (JNDI 00500) e um ponto no Reservatório Taiaçupeba (PEBA 00100) a partir do mês de maio a cada dois meses (tabela 6.19).

Tabela 6.19 - Diagnóstico da comunidade fitoplanctônica

CÓDIGO DO PONTO	CORPO D'ÁGUA	MAI	JUL	SET	NOV	MÉDIA
JNDI00500	Res. Jundiá	Boa	Regular	Boa	Regular	Regular
PEBA00100	Res. Taiaçupeba	Regular	Boa	Regular	Regular	Regular

QUALIDADE: Ruim Regular Boa Ótima

O diagnóstico da qualidade da água pelo índice da comunidade fitoplanctônica (ICF_{RES}) para o Reservatório Jundiá variou de boa a regular. Este diagnóstico é decorrente de densidades médias de organismos e dominância do grupo das diatomáceas do gênero *Fragilaria*. O grupo das cianofíceas esteve presente com organismos dos gêneros *Microcystis*, *Aphanocapsa*, e *Pseudanabaena* porém, em baixas concentrações.

O Reservatório Taiaçupeba apresentou qualidade da água pelo ICF_{RES} regular com exceção do mês de julho que mostrou qualidade boa. Este diagnóstico é decorrente das altas densidades e presença de cianofíceas no mês de maio, principalmente pela ocorrência dos gêneros *Microcystis* e *Cylindrospermopsis*, algas consideradas na literatura como potencialmente tóxicas. Existem relatos de intoxicações humanas relacionadas com a presença de espécies tóxicas de cianobactérias e o consumo de água em alguns países como Austrália, Inglaterra, China e África do Sul (Azevedo, 1998; Chorus & Bartram, 1999). As clorofíceas *Golenkinia*, *Dictyosphaerium*, *Staurastrum* e diatomáceas *Fragilaria* também estiveram presentes.

A figura 6.26 apresenta as densidades dos organismos fitoplanctônicos, por grupo dominante.

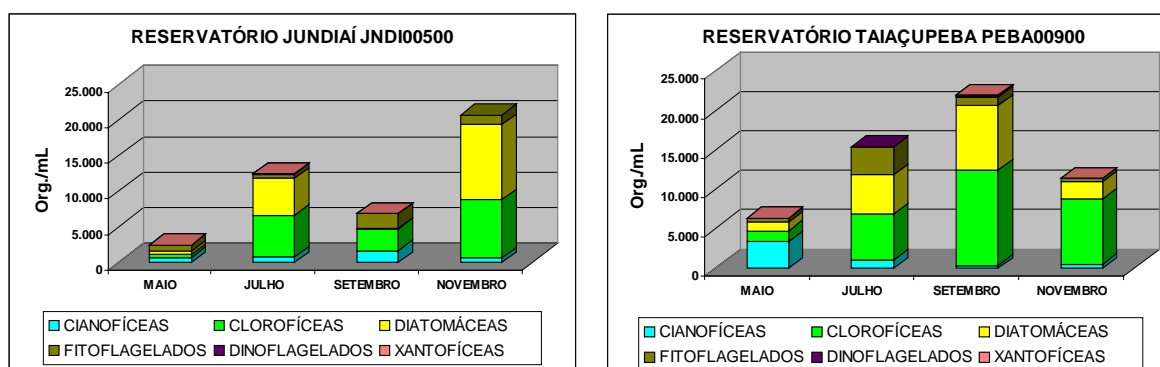


Figura 6.26 – Densidade dos principais grupos da comunidade fitoplanctônica.

COMUNIDADE BENTÔNICA

Nessa bacia, a comunidade bentônica foi analisada em duas localidades, no Rio Tietê, em Biritiba Mirim (TIET02050) e no Reservatório Taiaçupeba (PEBA00900). A tabela 6.20 indica os diagnósticos obtidos a partir das análises de bentos. Nos reservatórios, para avaliação da qualidade da água, são usados dados da fauna sublitoral.

Tabela 6.20 – Diagnóstico da comunidade bentônica.

	CÓDIGO DO PONTO	
	TIET 02050	PEBA 00900
ICB _{RIO} e RES-SL		

QUALIDADE: Péssima Ruim Regular Boa Ótima

A comunidade bentônica do Rio Tietê, na captação de Biritiba Mirim, apresentou riqueza ($S = 11$) e diversidade ($ICS = 8,52$) indicativas de nível regular de qualidade. Porém sua composição foi altamente dominada por organismos tolerantes (84%, de Naidinae, Tubificinae sem queta capilar e Chironomini) e não houve ocorrência dos grupos considerados sensíveis, de acordo com a figura 6.27, resultando em uma avaliação ruim da qualidade do habitat.

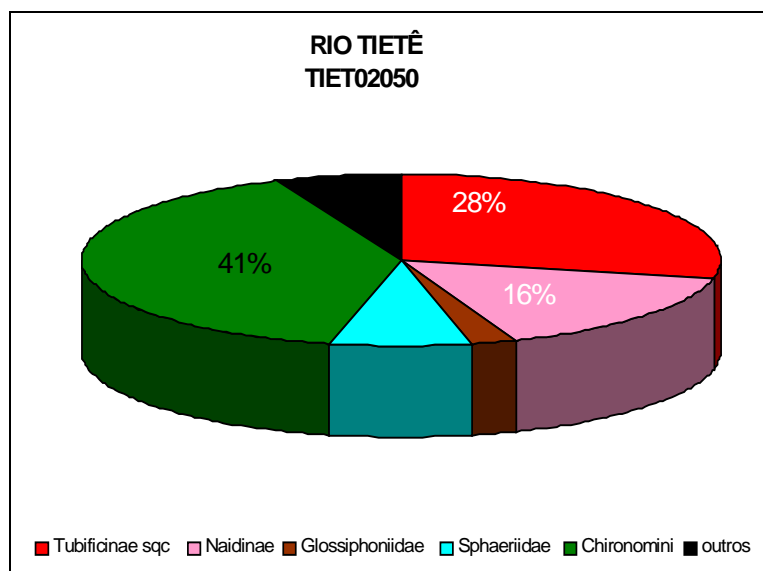


Figura 6.27 - Estrutura da comunidade bentônica do ponto TIET02050, localizado no rio Tietê, em frente à ETA de Biritiba Mirim. Tubificinae sqc = tubificíneo sem queta capilar.

Esse ponto de coleta vem sendo investigado na rede de monitoramento, em termos de comunidade bentônica, desde 2003, quando sua qualidade foi Boa, pela nova versão do ICB_{RIO}. Esse foi o local de maior alteração em qualidade entre 2003 e 2004. A comunidade sofreu queda acentuada tanto em riqueza (de 31 para 11) quanto em densidade (de 40.759 ind./m² para 1.331 ind./m²). Todos os grupos considerados sensíveis, que ocorreram em 2003 (Ephemeroptera - Baetidae, Caenidae, Trichorythidae; Trichoptera - Leptoceridae, Hydroptilidae; Plecoptera – Gripopterygidae e *Stempellina*) desapareceram e a abundância relativa daqueles considerados tolerantes, aumentou em 20%. Dados pretéritos, de 1993 e 1995 (Kuhlmann *et al.*, 2003) e de 1997 e 1998 (CETESB, 1998), levantados em outros projetos, sempre indicavam qualidade Boa a Ótima e apontavam esse local como referência para ambientes lóticos da bacia do Alto Tietê.

Os valores de coliformes e condutividade não sugerem a existência de fontes importantes de esgoto doméstico e a concentração de oxigênio dissolvido na água de fundo (7,1 mg/L em 2003 e 5,9 mg/L em 2004) não tem sido considerado fator estressante para as populações bentônicas. A falta de uniformidade dos dados químicos de

sedimento, ao longo de três anos, pode indicar alta hidrodinâmica local, consequência da operação do Reservatório Ponte Nova, situado poucos quilômetros a montante. É possível que a regra operacional de Ponte Nova, alterada em função da operação do Sistema Produtor Alto Tietê (SPAT), esteja contribuindo para o desequilíbrio da fauna bentônica do Rio Tietê, em Biritiba Mirim, porém esta alteração não deve ser considerado fator único, já que o estresse físico, embora possa explicar perdas em diversidade e densidade, não promove aumento na importância de organismos resistentes na comunidade. Por outro lado, o desaparecimento dos grupos sensíveis precisa ser investigado.

A comunidade bentônica da região sublitoral do Reservatório Taiaçupeba apresentou riqueza ($S = 29$) e diversidade ($ICS = 22,87$) elevadas, tendo ocorrido dois táxons considerados sensíveis (Ephemeroptera-Ephemeridae e *Stempellina*), de acordo com a figura 6.28. Organismos tolerantes (principalmente *Limnodrilus hoffmeisteri* e *Pristina*), no entanto, ocuparam 50% da comunidade, resultando em um diagnóstico final de qualidade considerada boa.

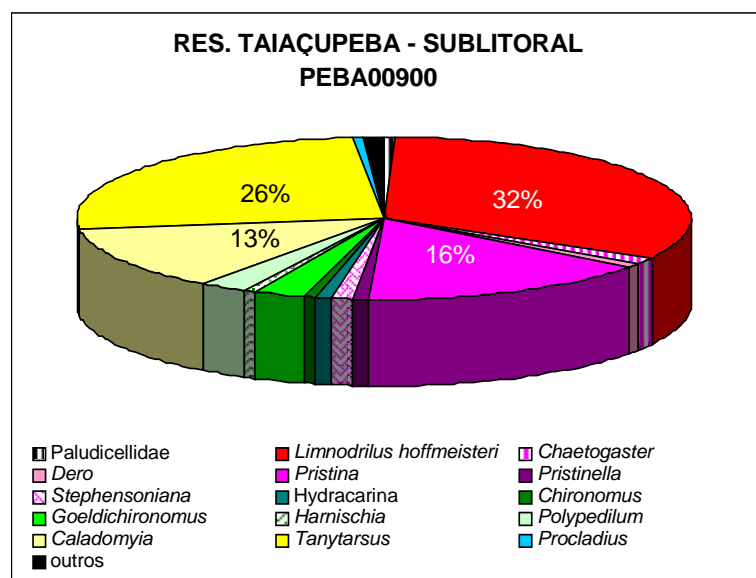


Figura 6.28 – Estrutura da comunidade bentônica da região sublitoral do ponto PEBA00900, localizado no Reservatório Taiaçupeba..

O diagnóstico pela comunidade bentônica no Reservatório de Taiaçupeba melhorou de 2003 (Regular) para 2004, mas o local de coleta mudou da margem direita para a esquerda, pela proximidade com o ponto de acesso ao corpo d'água. É possível que os dados da fauna sublitoral na margem direita (2003) reflitam melhor a influência do Rio Taiaçupeba-Guaçu, e os da esquerda (2004) a do Rio Taiaçupeba-Mirim, ambos formadores desse reservatório. De 2003 a 2004 houve aumento de riqueza (17 para 29), diversidade (ICS, de 10,90 para 22,87) e densidade (2.465 ind./m² para 16.247 ind./m²) e a contribuição dos tolerantes diminuiu (68 para 50%).

Os dados de coliformes (2 NMP/100mL) e condutividade (52,3 μ S/cm) não indicaram contribuição significativa de esgotos domésticos, mas o grau de trofia, segundo a concentração de clorofila *a* (18,71 μ g/L), esteve alto. O oxigênio na água de fundo da região sublitoral apresentou-se elevado (7,9 e 9,59 mg/L, em 2003 e 2004, respectivamente) nos dois anos de estudo, não indicando ser fator de estresse para o bentos.

9.6.4.2 BACIA BILLINGS

9.6.4.2.1 ABASTECIMENTO PÚBLICO

As tabelas 6.21 e 6.22 contêm os resultados do IAP – Índice de qualidade das águas para fins de abastecimento público e do IQA – Índice de qualidade das águas, cujos dados são utilizados no cálculo do IAP, respectivamente.

Tabela 6.21 - Resultados mensais e média anual do IAP – 2004

CÓDIGO DO PONTO	CORPO D'ÁGUA	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA
BILL02100	Reservatório Billings	72		79		81		75		62		62		72
BILL02500	Reservatório Billings	82		88		80		81		68		84		80
BILL02900	Reservatório Billings	88		86		69		86		71		78		80
BITQ00100	Braço do Taquacetuba	3				67		69				8		37
GADE02900	Rio Grande ou Jurubatuba			67		57		64		43		58		58
PIRE02900	Ribeirão Pires			43		26		33		21		19		28
RGDE02200	Res. do Rio Grande			83		81		76		69		77		77
RGDE02900	Res. do Rio Grande					77		78				77		77

QUALIDADE: PÉSSIMA RUIM REGULAR BOA ÓTIMA

Tabela 6.22 - Resultados mensais e média anual do IQA – 2004

CÓDIGO DO PONTO	CORPO D'ÁGUA	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA
BILL02100	Reservatório Billings	72		79		81		75		62		62		72
BILL02500	Reservatório Billings	82		88		80		82		68		84		80
BILL02900	Reservatório Billings	88		86		69		86		71		78		80
BITQ00100	Braço do Taquacetuba	77		85		67		85		67		66		75
GADE02900	Rio Grande ou Jurubatuba			69		60		67		48		64		62
PIRE02900	Ribeirão Pires			47		30		37		26		34		35
RGDE02200	Res. do Rio Grande			84		81		77		69		79		78
RGDE02900	Res. do Rio Grande			88		78		78		86		77		81

QUALIDADE: PÉSSIMA RUIM REGULAR BOA ÓTIMA

Com relação às águas que estão sendo utilizadas para abastecimento público, o ponto BITQ00100 apresentou um número de células de cianobactérias ultrapassando 10.000 céls./mL, valor considerado alerta em relação ao padrão de potabilidade da legislação vigente. Vale destacar que a transposição das águas do Braço do Taquacetuba para o Sistema Guarapiranga é objeto de licenciamento ambiental, cujas exigências técnicas prevêm a adoção de um plano de contingência para a ocorrência de cianobactérias. Os altos valores de clorofila a indicam preocupação quanto ao abastecimento público.

Nesse local foram também realizadas análises para detecção de microcistinas pelo método de ELISA (Enzyme Linked Immunosorbent Assay) nos meses de março, julho, setembro e novembro e os resultados obtidos variaram entre 0,16 e 0,55 µg/L. Embora não existam valores máximos estabelecidos para microcistinas em águas superficiais destinadas a captação para abastecimento público, a Portaria 518/2004 determina valor máximo de 1µg/L dessa toxina para águas de consumo humano que não foi atingido nos meses de estudo.

O Ribeirão Pires foi o único ponto desta bacia que apresentou qualidade média anual Ruim. Tal fato decorre do aporte significativo de matéria orgânica para o interior deste corpo d'água. As águas do Taquacetuba apresentaram qualidade média anual Regular, uma vez que nos meses chuvosos o IAP foi influenciado pelos elevados valores do potencial de formação de THMs.

Foi detectado um evento de mutagenicidade nas águas do Rio Grande (RGDE02900) no mês janeiro de 2004, com potência de 160 Rev/L, considerada como baixa segundo Umbuzeiro e colaboradores, 2001.

Com relação às águas que estão sendo utilizadas para abastecimento público, o ponto BITQ00100 apresentou um número de células de cianobactérias ultrapassando 10.000 céls/mL, valor considerado alerta em relação ao padrão de potabilidade da legislação vigente. Vale destacar que a transposição das águas do Braço do Taquacetuba para o Sistema Guarapiranga é objeto de licenciamento ambiental, cujas exigências técnicas

prevêem a adoção de um plano de contingência para a ocorrência de cianobactérias. Os altos valores de clorofila a indicam preocupação quanto ao abastecimento público.

9.6.4.3 PROTEÇÃO DA VIDA AQUÁTICA

As tabelas 6.23 e 6.24 contêm, respectivamente, os resultados do IVA – Índice de qualidade das águas para proteção da vida aquática e do IET – Índice de estado trófico, cujos dados são utilizados para o cálculo do IVA, respectivamente.

Tabela 6.23 - Resultados mensais e média anual do IVA – 2004

CÓDIGO DO PONTO	CORPO D'ÁGUA	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA
BILL02100	Reservatório Billings	5,4		4,2		5,4		4,2		6,6		5,4		5,2
BILL02500	Reservatório Billings	5,4				5,4		4,2		5,4		5,4		5,2
BILL02900	Reservatório Billings	4,4				4,4		4,2		3,4		5,4		4,4
BITQ00100	Braço do Taquacetuba	5,4				5,4		4,2		6,6		5,4		5,4
GADE02900	Rio Grande ou Jurubatuba	4,2		3,2		5,4		4,2		6,6		5,4		4,8
PIRE02900	Ribeirão Pires	7,6		6,6		7,6		7,6		7,6		6,4		7,2
RGDE02200	Res. do Rio Grande	4,2		2,2		4,2		4,2		4,2		4,2		3,9
RGDE02900	Res. do Rio Grande	3,2		5,4		4,2		4,2		9,2		3,2		4,9

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

Tabela 6.24 - Resultados mensais e média anual do IET – 2004

CÓDIGO DO PONTO	CORPO DE ÁGUA	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA
BILL02100*	Res. Billings	68,22		62,03		62,17		70,89		61,10		63,99		64,73
BILL02500*	Res. Billings	59,77		60,71		59,48		63,90		63,33		60,89		61,34
BILL02900	Res. Billings	45,79		45,79		49,94		61,64		39,94		59,94		50,51
BITQ00100*	Braço do Taquacetuba	66,71		60,18		65,85		52,98		61,78		68,50		62,67
GADE02900	Rio Grande ou Jurubatuba	63,16		53,16		63,16		69,01		64,54		55,79		61,47
PIRE02900	Rib. Pires	96,09		73,16		91,03		90,60		97,22		85,49		88,93
RGDE02200	Res. do Rio Grande	63,16		39,94		58,02		71,64		55,79		55,79		57,39
RGDE02900*		53,18		50,73		51,56		60,25		44,34		47,29		51,22

ESTADO: ■ HIPEREUTRÓFICO ■ EUTRÓFICO ■ MESOTRÓFICO ■ OLIGOTRÓFICO

As médias anuais das concentrações de fósforo total e clorofila a, dos Reservatórios Billings e Rio Grande, enquadraram-se na categoria eutrófica. No Reservatório Billings, apenas no ponto BILL02900 (Summit Control), a média anual indicou estado mesotrófico, com variação de oligotrófico a eutrófico durante o ano, mostrando assim oscilações da entrada da carga de fósforo total nesse ambiente. Para o Reservatório Rio Grande, nos pontos GADE02900 e RGDE02200, as médias anuais do IET fósforo total indicam eutrofização. No que se refere ao ponto RGDE02900, a média anual indica estado mesotrófico, índice calculado com os parâmetros clorofila a e fósforo total. Neste local ocorre a aplicação de sulfato de cobre pela SABESP para controle de algas, tendo sido constatados valores de cobre acima do limite estabelecido pela CONAMA 20/86 (BRASIL, 1986), fato que reduz as concentrações de clorofila e que, provavelmente, contribui para esta classificação trófica.

Dos pontos monitorados nesta bacia, o do Ribeirão Pires (PIRE02900), afluente do Reservatório Rio Grande, encontra-se em estado de atenção, pois apresenta elevada carga de fósforo total, propiciando florações de algas no reservatório. Esta elevada carga é proveniente de esgoto doméstico, pois os valores de coliformes termotolerantes, em todos os meses, estão acima do limite estabelecido pela Resolução CONAMA 20/86 (BRASIL, 1986).

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.



Cabe destacar que a toxicidade aguda à *Ceriodaphnia dubia* detectada no ponto RGDE02900, em setembro, pode estar relacionado aos altos teores de zinco e de cobre encontrados. Além desse ponto, verificou-se efeito tóxico crônico nos pontos BILL02900 (janeiro, maio, setembro e novembro), BILL02100 (janeiro, maio e novembro), BITQ00100 (janeiro, maio e novembro) e BILL02500 (janeiro, maio e novembro). Estes efeitos detectados podem estar relacionados à presença de algas, que podem causar efeitos adversos aos organismos devido à liberação de toxinas e/ou obstrução do aparelho filtrador.

COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA

A comunidade fitoplanctônica foi avaliada em dois pontos do Reservatório Billings (BILL02100 e BITQ00100) e um ponto no Reservatório Rio Grande (RGDE02900) a cada dois meses (tabela 6.25).

Tabela 6.25 – Diagnóstico da comunidade fitoplanctônica (ICF_{RES} – Índice da Comunidade Fitoplanctônica)

CÓDIGO DO PONTO	CORPO D'ÁGUA	JAN	MAR	MAI	JUL	SET	NOV	MÉDIA
BILL02100	Res. Billings							
BITQ00100	Braço do Taquacetuba							
RGDE 02900	Res. Rio Grande							

QUALIDADE: Ruim Regular Boa Ótima

O diagnóstico do Reservatório Billings pelo índice da comunidade fitoplanctônica para Reservatórios (ICF_{RES}) indica qualidade ruim, diagnóstico semelhante ao ano anterior, com exceção do mês de julho onde a qualidade foi regular para o ponto BILL 02100. Esse diagnóstico deve-se principalmente às altas densidades e predominância do grupo das cianofíceas ou cianobactérias. Os gêneros dominantes deste grupo foram *Microcystis*, *Cylindrospermopsis* e *Planktothrix*, algas consideradas potencialmente tóxicas na literatura e ocorrem em grandes concentrações, geralmente em ambientes eutróficos ou hipereutróficos. Os gêneros *Microcystis* e *Cylindrospermopsis* têm sido muito estudados devido às suas amplas distribuições e geralmente com registros de florações tóxicas (Sant'anna & Azevedo, 2000; Padisak, 1998). Para a espécie *Cylindrospermopsis raciborskii* há registros de neurotoxicidade (Lagos *et al.*, 1999) e hepatotoxicidade (Hawkins *et al.*, 1985) (figura 6.29).

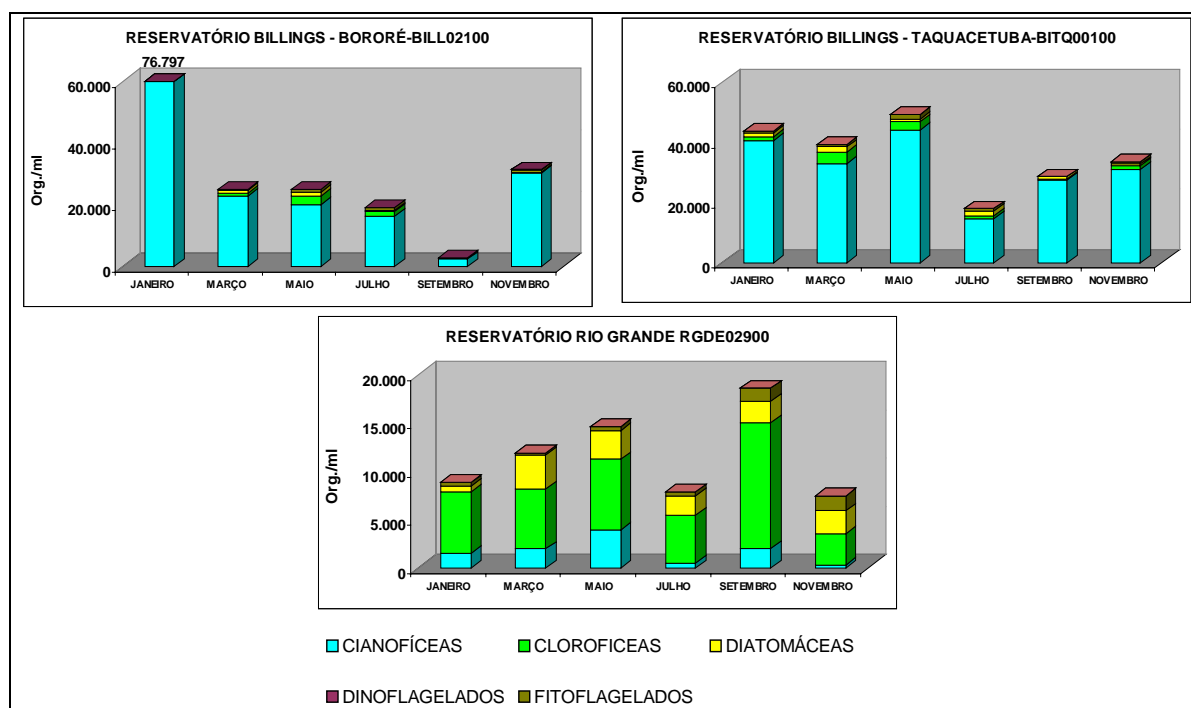


Figura 6.29 – Densidade dos principais grupos da comunidade fitoplactônica.

Outro fator importante na determinação da composição das espécies fitoplanctônicas e no desenvolvimento de cianobactérias é o tempo de retenção. Segundo Tundisi (1988), tempo de residência longo favorece o florescimento de cianobactérias. O tempo de retenção médio para o Reservatório Billings foi de aproximadamente 600 dias (figura 6.30), ou seja, período considerado longo (maior que um ano, de acordo com Straskraba & Tundisi, 2000).

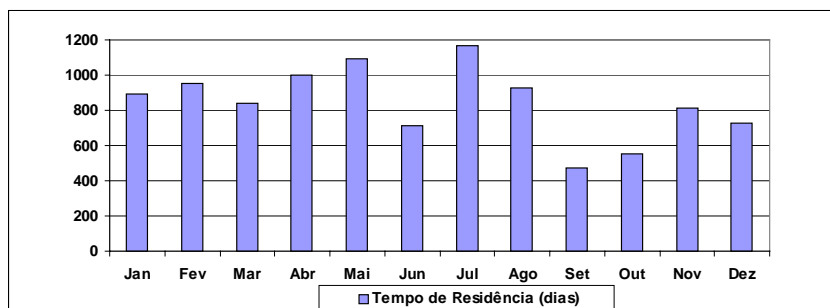


Figura 6.30 - Tempo de Residência (dias) no reservatório Billings, no ano de 2004.

O diagnóstico indicativo de ambiente de qualidade ruim para este reservatório, está relacionado provavelmente aos altos valores de nutrientes, principalmente fósforo, que na maioria das vezes ultrapassou o limite recomendado pela Resolução CONAMA 20/86 para classe 1 e 2.

A qualidade considerada regular no mês de julho pelo índice da comunidade fitoplanctônica pode indicar uma alteração no padrão de circulação do reservatório, atribuída às condições climáticas como baixas temperaturas, acarretando, em uma mistura na coluna d'água, as condições hidrológicas como apresentado na figura 6.31.

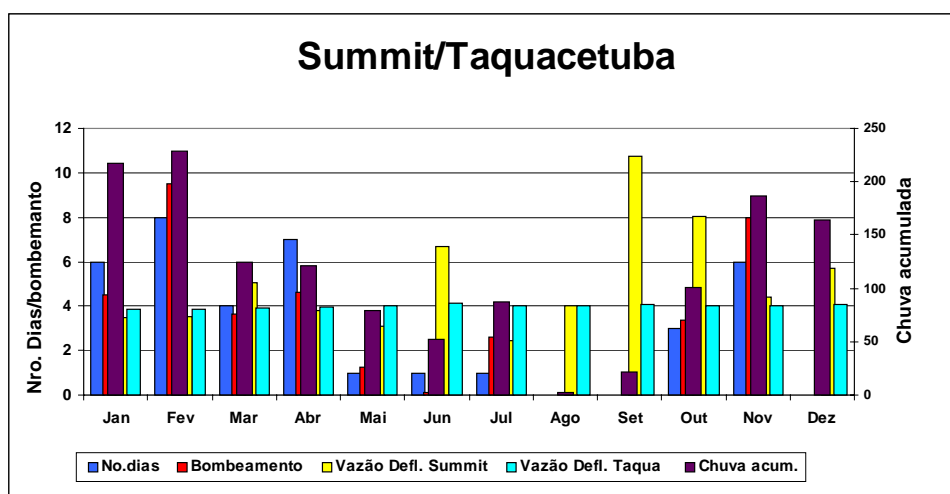


Figura 6.31- Bombeamento, vazão e chuvas acumuladas no Reservatório Billings

Para o Reservatório Rio Grande observou-se qualidade variando de regular a boa, tendo-se verificado um aumento da densidade total de organismos e presença de cianofíceas ou cianobactérias, quando comparado com dados do ano anterior. Entretanto, as densidades não foram tão elevadas pelo fato da SABESP controlar a concentração de algas pela aplicação de algicidas, conforme indicado na figura 6.32. O grupo dominante foi o das clorofíceas com presença da espécie *Golenkinia paucispina* e do gênero *Staurastrum*.

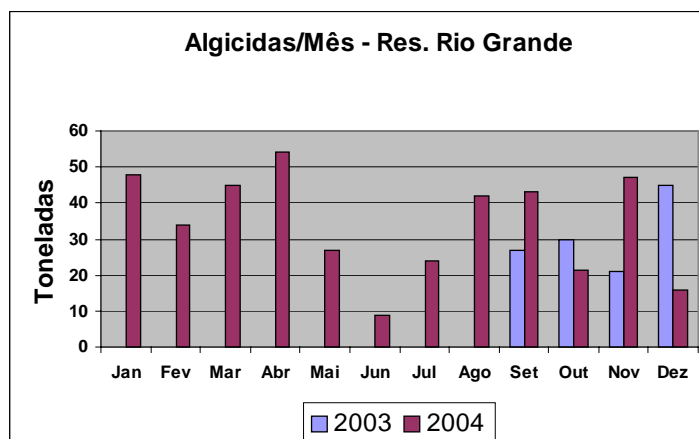


Figura 6.32 - Algicidas aplicados no Reservatório Rio Grande

COMUNIDADE ZOOPLANCTÔNICA

No ponto BILL02100 (corpo central, próximo ao braço do Bororé), o zooplâncton apresentou-se abundante, com densidades populacionais que variaram de 608.121 (elevada) a 1.829.613 org./m³ (extremamente elevada), com o menor valor em março e o maior em novembro. No ponto BITQ00100 (braço do Taquacetuba), as densidades do zooplâncton também foram elevadas em todas as coletas e variaram de 382.993 (moderada) a 1.186.220 org./m³ (elevada), o que pode ser observado na figura 6.33. Como nos anos anteriores (CETESB, 2002, 2004), as densidades do zooplâncton no ponto BITQ00100 foram ligeiramente menores que as encontradas no ponto BILL02100.

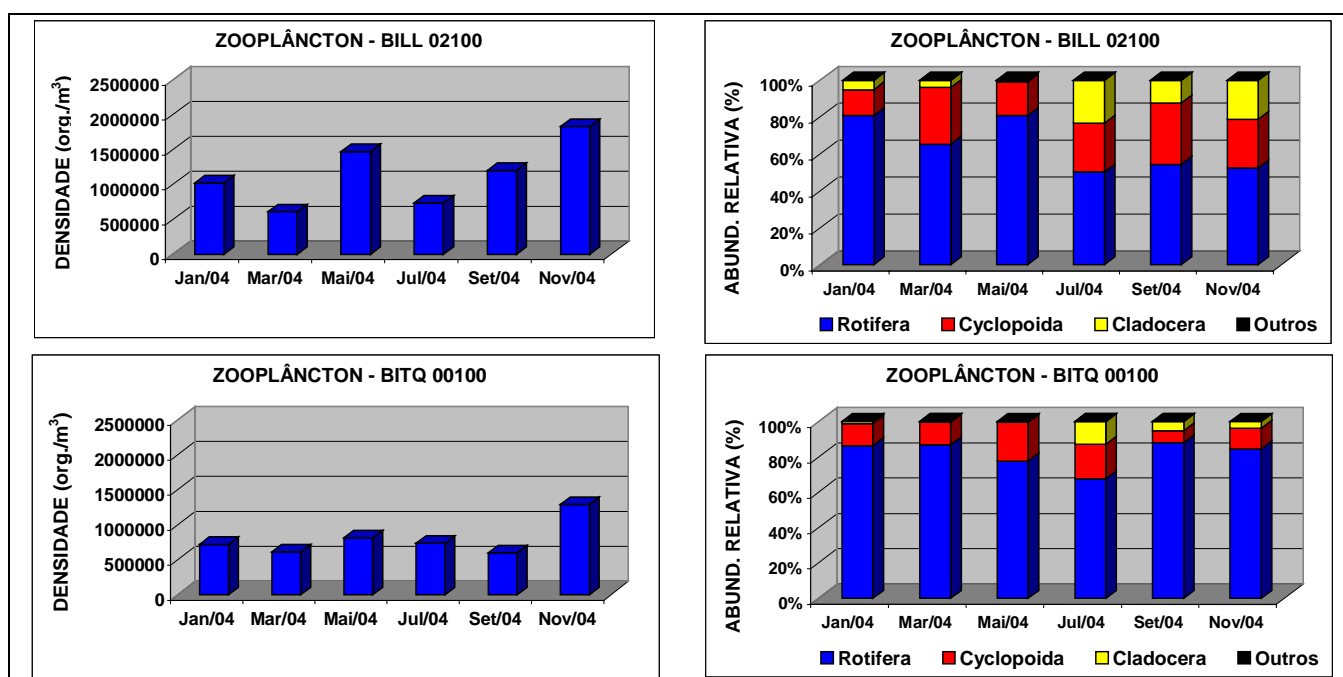


Figura 6.33 – Densidade total e por grupos zooplancctônicos

Os rotíferos foram o grupo dominante na maior parte do período, nos dois pontos de coleta. No ponto BILL02100 (braço do Bororé) este grupo representou 64% do total, seguido de copépodes ciclopoídes (24%) e cladóceros (12%). No ponto BITQ00100 (braço do Taquacetuba), as espécies registradas foram basicamente as mesmas do ponto BILL02100, e a proporção entre os grupos demonstrou maior contribuição de rotíferos (82%) neste ponto,

devido ao decréscimo mais acentuado das densidades de copépodes ciclopóides (14%) e cladóceros (4%); não foram registrados copépodes calanóides durante todo o período, nos dois pontos.

Rotíferos e copépodes ciclopóides têm sido assinalados freqüentemente como grupos dominantes, não só nos reservatórios Billings e Guarapiranga (CETESB, 2002, 2004), como em reservatórios eutróficos do Estado de São Paulo de um modo geral (Sampaio *et al.*, 2002). Dos rotíferos encontrados, as espécies do gênero *Keratella*, principalmente *K. tecta* e da espécie *Polyarthra dolichoptera* mostraram-se dominantes. A predominância da espécie *Keratella tecta* tem sido apontada como uma indicação de aumento do grau de trofia do ambiente (Szlauer, 1999) e, conseqüentemente, de qualidade de água ruim.

Os copépodes ciclopóides estiveram presentes com as espécies *Acanthocyclops robustus*, *Eucyclops* sp., *Mesocyclops aspericornis*, *Thermocyclops decipiens*, *T. inversus* e *Tropocyclops prasinus*, sendo predominante a espécie *T. decipiens*. Os cladóceros ocorreram em maiores densidades no período de julho a setembro, como em 2003 e *Bosmina longirostris* foi a espécie dominante. Diversas outras espécies de cladóceros também foram assinaladas, porém em menores números (*Bosmina hagmanni*, *B. tubicen*, *Ceriodaphnia cornuta*, *C. dubia* s.lat., *Daphnia gessneri*, *Diaphanosoma birgei*, *D. fluviatile*, *Moina micrura*, *M. minuta*, entre outras).

Dos 54 grupos registrados no BILL02100 e 69 grupos no BITQ00100, apenas 5 foram predominantes (*K. cochlearis*, *K. tecta*, *P. dolichoptera*, náuplios de ciclopóides e *B. longirostris*) e representaram 65% e 76%, nos respectivos pontos de amostragem, em termos de densidade média do zooplâncton.

A qualidade da água, avaliada pelo Índice da Comunidade Zooplanctônica para Reservatórios (ICZ_{RES}), apresentou o diagnóstico descrito na tabela 6.26.

Tabela 6.26 - Índice da Comunidade Zooplanctônica para Reservatórios (ICZ_{RES})

ICZ _{RES} - Reservatório Billings	JAN	MAR	MAIO	JUL	SET	NOV	JAN a NOV
BILL 02100	PÉSSIMA	RUIM	RUIM	RUIM	PÉSSIMA	RUIM	RUIM
BITQ 00100	PÉSSIMA	RUIM	RUIM	RUIM	RUIM	RUIM	RUIM

QUALIDADE: PÉSSIMA RUIM REGULAR BOA ÓTIMA

Como no Reservatório Billings não foi registrada a presença de calanóides em 2004, o ICZ_{res} apresentou um diagnóstico mais fortemente influenciado pela variação do IET(CL). Os altos valores de IET(CL) em janeiro e setembro (hipereutróficos) no BILL02100 estiveram associados a chuvas mais intensas, volumes menores no reservatório, aumento de temperatura e de OD na coluna d'água, sendo este último provável consequência da maior produção de algas. Nestes meses foram encontrados valores altos de zooplâncton (porém não foram os maiores valores do período), principalmente de rotíferos que têm um ciclo de vida mais curto e, por isto, desenvolvem grandes populações rapidamente. O mês de julho foi o que apresentou uma ligeira melhoria na qualidade da água no BITQ00100, sendo este mês o de menor valor de clorofila *a* (17,91 µg/L), menor temperatura média da coluna d'água (18,1°C) e maior tempo de residência (1167 dias) (figura 6.31), estando em um período de maior volume no reservatório e chuvas menos intensas. Esta situação, no entanto, não foi suficiente para refletir uma melhoria no ICZ_{res}, que continuou Ruim e ocorreu conjuntamente com o aumento do número de cladóceros e predominância de *Bosmina longirostris* (indicadora de condições eutróficas) neste grupo.

A manutenção de elevadas densidades populacionais e a composição da comunidade zooplanctônica do Reservatório Billings, durante todo o ano, foram características de ambientes altamente eutrofizados. Desta forma, o diagnóstico obtido com o ICZ_{RES} apresentou-se Ruim, como em 2003, sendo que as densidades médias dos anos 2003 e 2004 foram bastante semelhantes em todos os grupos, como mostra a figura 6.34.

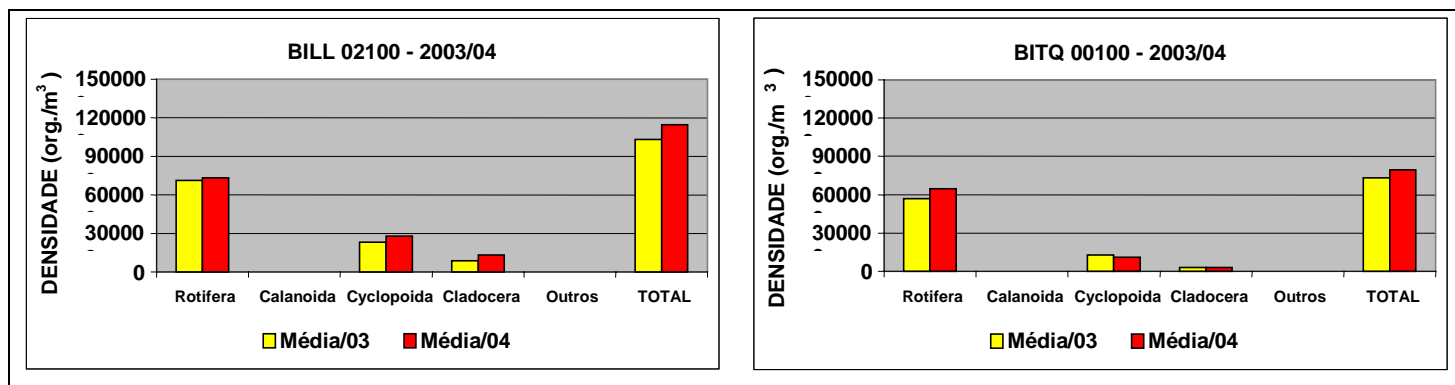


Figura 6.34 - Densidade média total e dos principais grupos zooplancônicos, nos anos de 2003 e 2004

COMUNIDADE BENTÔNICA

Foram avaliadas as comunidades bentônicas de três localidades dentro da bacia do Reservatório Billings: um no corpo central, em frente ao braço do Bororé (BILL02100); e dois no Reservatório do Rio Grande, aproximadamente 2 Km da barragem (RGDE02900) e em frente ao clube Tahiti (RGDE02300). A tabela 6.27 mostra os diagnósticos obtidos.

Tabela 6.27 – Diagnóstico da comunidade bentônica

	CÓDIGO DO PONTO		
	BILL02100	RGDE02900	RGDE02300
ICB _{RES-SL}	Ruim	Ruim	Regular

QUALIDADE: Péssima Ruim Regular Boa Ótima

A fauna de invertebrados bentônicos da região sublitoral do Reservatório Billings apresentou-se pouco diversa ($S = 6$; $ICS = 3,41$) e, embora não tenha sido completamente dominada por organismos considerados tolerantes ($T/DT = 69\%$; *Limnodrilus hoffmeisteri*, *Dero*, *Pristina*, *Pristinella* e *Chironomus*), não apresentou táxons sensíveis, de acordo com a figura 6.35, qualificando o habitat como ruim.

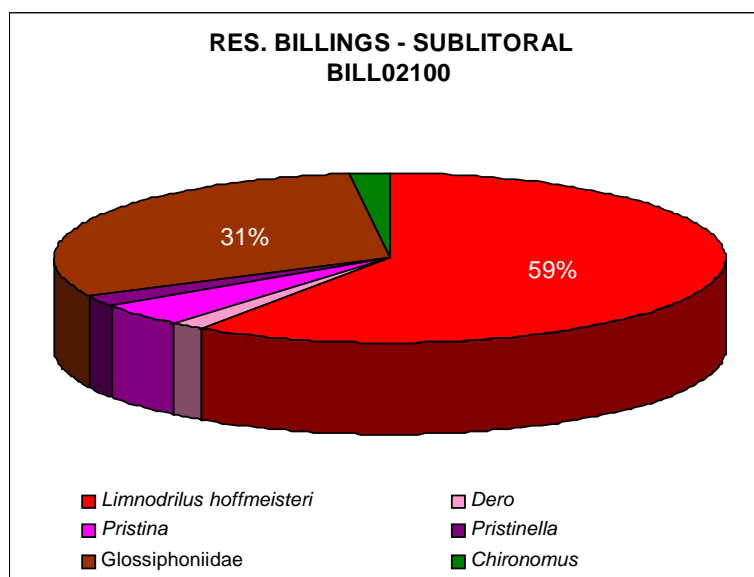


Figura 6.35 – Estrutura da comunidade bentônica da região sublitoral do ponto BILL 02100, localizado no Reservatório Billings

Estudada desde 2002 na rede de monitoramento, o bentos dessa localidade exibiu primeiro uma queda em densidade, entre 2002 (8.264 ind./m²) e 2003 (4.342 ind./m²), com pequeno aumento, em 2004 (4.506 ind./m²) e, mais recentemente, uma perda de riqueza (S = 18, em 2002; 17, em 2003 e 6, em 2004), que indicam piora na qualidade desse habitat, particularmente da massa d'água.

A concentração do oxigênio da água próxima ao fundo foi um pouco mais baixa (4,6 mg/L) que nos anos anteriores (5,4 mg/L em 2002 e 5,5 mg/L em 2003) e, por si só, não explicaria o processo de deterioração da qualidade observada. A condutividade tem sempre superado 200 µS/cm, mas esse alto valor não está associado a efluentes domésticos in natura, já que as concentrações de coliformes são baixas (3 NMP/100ml, em 2004). A concentração de oxigênio na superfície (11,18 mg/L) e de clorofila *a* (61,48 µg/L) indicam floração de algas, que tem sido constante nesse corpo d'água.

A comunidade bentônica do Reservatório do Rio Grande, de acordo com a figura 6.36, a 2 Km da barragem, exibiu riqueza (S = 16) e diversidade (S = 13,24) dentro da faixa regular de qualidade, porém foi dominada por táxons considerados tolerantes (T/DT = 76%; principalmente *Limnodrilus hoffmeisteri*, *Pristina*, *Pristinella* e *Chironomus*) e não apresentou nenhum organismo sensível, o que lhe conferiu uma qualidade final ruim.

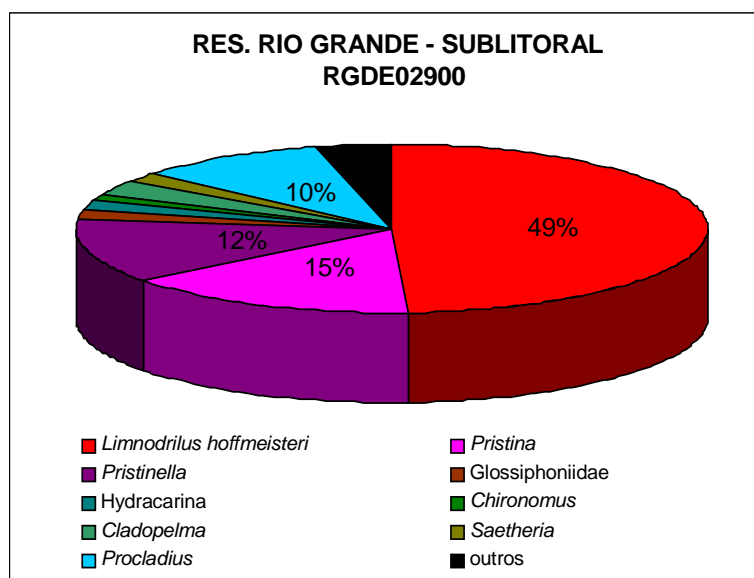


Figura 6.36 – Estrutura da comunidade bentônica da região sublitoral do ponto RGDE 02900, localizado no Reservatório Rio Grande, a 2 Km da barragem, onde localiza-se a ETA do ABC.

Comparando-se com o diagnóstico do ano anterior, a qualidade do habitat nesse local piorou (Regular para Ruim), em decorrência do aumento proporcional (cerca de 20%) dos organismos tolerantes, apesar de terem sido registrados aumentos em densidade (1.555 ind./m², em 2003 e 5.056 ind./m², em 2004) e riqueza (9, em 2003 e 16, em 2004).

Como para o Reservatório Billings, a condutividade foi elevada (219 µS/cm), mas não esteve relacionada com esgoto doméstico in natura (coliformes fecais = 3 NMP/100mL) e, no Reservatório Rio Grande, nem com eutrofização (clorofila *a* = 5,15 µg/L). A concentração de oxigênio dissolvido na água de fundo foi alta (8,33 mg/L) e não exerceu pressão negativa sobre as populações bentônicas.

Mais próximo à foz do Rio Grande, a água do ponto em frente ao clube Tahiti recebeu classificação de Regular segunda a comunidade bentônica. Apesar do valor elevado de riqueza (S = 18), a diversidade foi mediana (ICS = 8,35), apresentando dominância de *Limnodrilus hoffmeisteri* que, juntamente com outros gêneros tolerantes (*Dero*, *Pristina*, *Pristinella* e *Chironomus*), perfizeram 93% da abundância relativa dessa comunidade. Formas sensíveis também não foram observadas nas amostras desse ponto, de acordo com a figura 6.37.

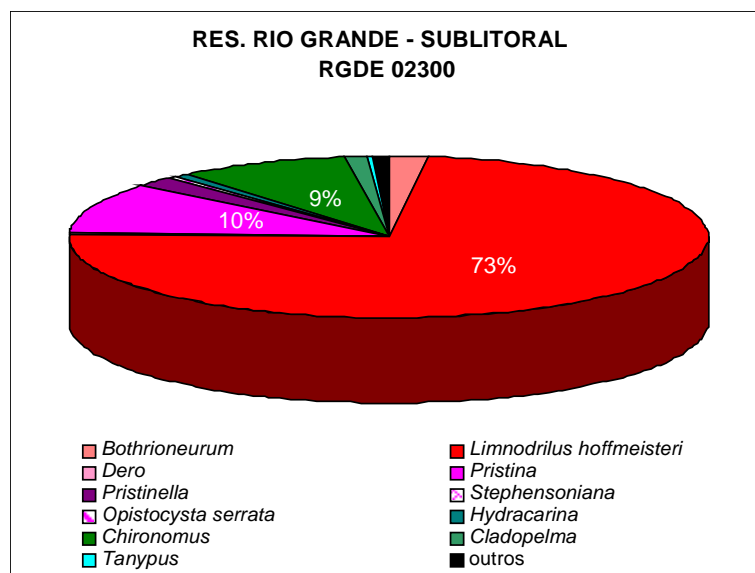


Figura 6.37 - Estrutura da comunidade bentônica da região sublitoral do ponto RGDE 02300, localizado no Reservatório Rio Grande, em frente ao clube Tahiti.

Em 2003 foi estudada a comunidade bentônica do braço do Ribeirão Pires, que, embora tenha apresentado valores mais elevados de densidade (55.480 ind./m², contra 12.341 ind./m², do Tahiti), encontrava-se menos diversificada ($S = 9$ e $ICS = 6,09$), dominada por formas tolerantes ($T/DT = 75\%$) e sem organismos sensíveis. Consequentemente, seu diagnóstico foi indicativo de qualidade Ruim, tendo refletido o efeito deletério de altas cargas de efluentes domésticos (coliformes = $4,7 \times 10^3$ NMP/100mL) e eutrofização (clorofila $a = 116, 28 \mu\text{g/L}$), provavelmente responsáveis pelo elevado valor de condutividade registrado (736 $\mu\text{S/cm}$). No ponto em frente ao Tahiti, que recebe contribuições tanto do Ribeirão Pires quanto do Rio Grande, não foi observada influência de esgotos domésticos in natura (coliformes = 1 NMP/100mL) e nem de grau muito elevado de eutrofização (clorofila $a = 21,11 \mu\text{g/L}$), apesar do também alto valor de condutividade (236 $\mu\text{S/cm}$). Os efluentes industriais do Rio Grande podem ser a causa do resultado de condutividade observado. O valor do oxigênio dissolvido na água próxima ao fundo, no Tahiti, foi alto (6,49 mg/L), não tendo sido fator de estresse para a biota.

9.6.4.4 BALNEABILIDADE DE RESERVATÓRIOS

Os resultados encontrados nos Reservatórios do Rio Grande e Billings indicam condições Regulares de balneabilidade ao longo do ano de 2004, conforme tabela 6.28. Apenas as praias do Parque Municipal e Clube de Campo do Sindicato dos metalúrgicos apresentaram classificação Ótima.

Tabela 6.28 - Índice de Balneabilidade – Classificação anual - 2004

PRAIA-LOCAL DE AMOSTRAGEM	Excelente	Muito Boa	Satisfatória	Imprópria	Classificação Anual
PRAINHA FRENTE À ETE	16%	18%	35%	31%	Regular
CLUB PRAINHA TAITI	60%	33%	2%	5%	Regular
PRAINHA DO PQ.MUNICIPAL	100%	0%	0%	0%	Ótima
PROX.ZOO DO PQ.MUNICIPAL	90%	0%	8%	2%	Regular
CLUBE DE CAMPO DO SIND. DOS METALURG. DO ABC	100%	0%	0%	0%	Ótima
PRAIA DO JARDIM LOS ANGELES	33%	10%	14%	43%	Regular
PRÓX. A ENTRADA DA DERSA	84%	0%	0%	16%	Regular
PARQUE IMIGRANTES	67%	14%	0%	18%	Regular

Não se observaram alterações nas condições de balneabilidade das praias em relação aos anos anteriores. As florações de algas no Reservatório Billings, da mesma forma que em anos anteriores, foram constantes em 2004, resultando em classificações Impróprias das praias, principalmente nos pontos Praia do Jardim Los Angeles, Próximo à entrada da DERSA e Parque Imigrantes.

A figura 6.38 mostra a evolução da porcentagem de classificação Própria nos últimos dez anos (Resolução CONAMA 274/00)

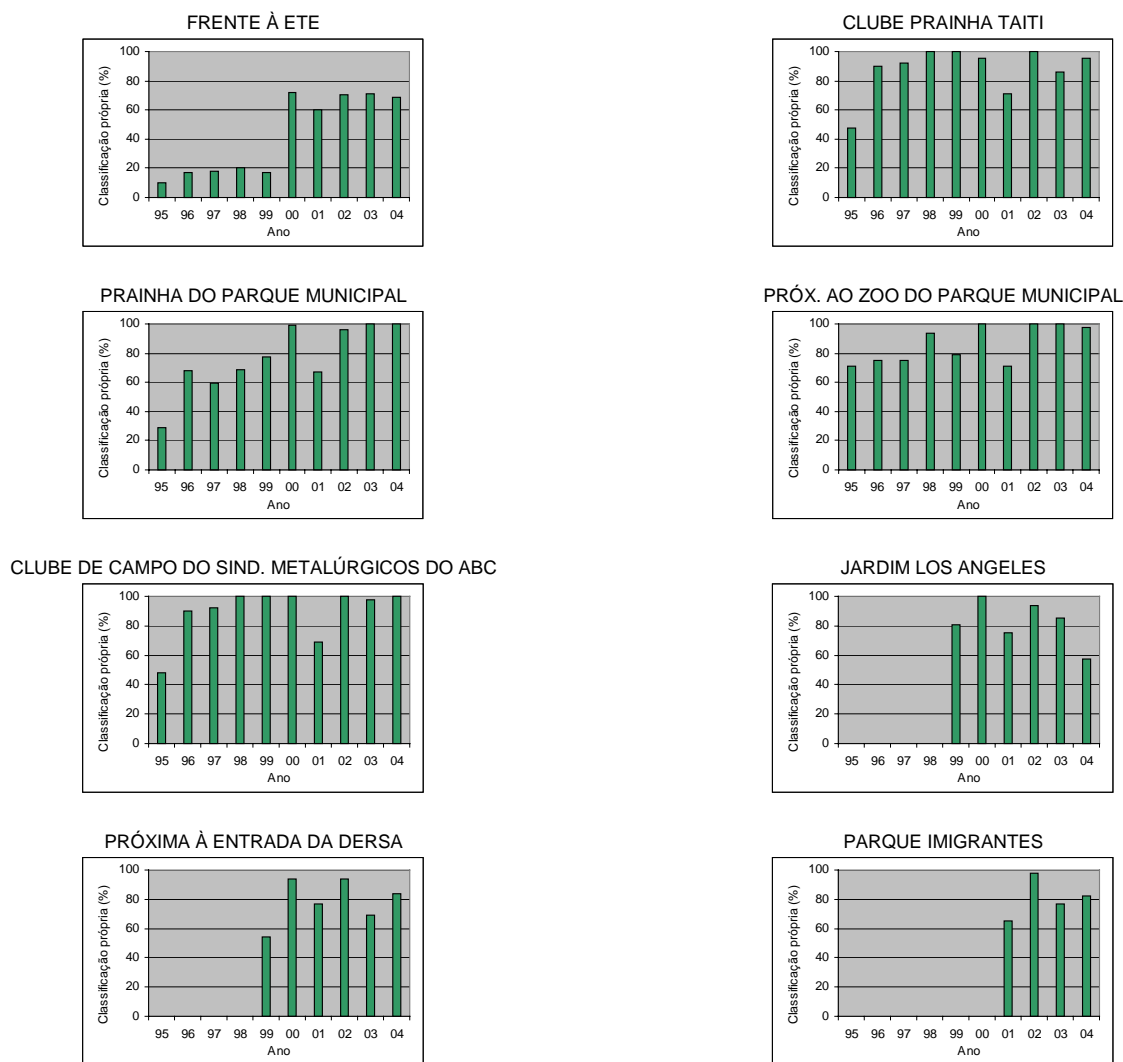


Figura 6.36 - Evolução da porcentagem de classificação Própria nos últimos dez anos (Resolução CONAMA 274/00)

A tabela 6.29 fornece a Classificação Semanal das praias do Reservatório Rio Grande – Billings (Resolução CONAMA 274/00)

Tabela 6.29 - Classificação Semanal das praias do Reservatório Rio Grande – Billings

RESERV.	PRAIA - LOCAL DE AMOSTRAGEM	6/01	13/01	20/01	27/01	10/02	17/02	25/02	2/03	9/03	16/03	23/03	30/03
BILLINGS	PRAINHA EM FRENTE À ETE	P	P	P	I	I	I	I	P	P	P	P	P
	CLUBE PRAINHA TAHITI	***	***	***	P	P	P	P	P	P	P	P	P
	PRAINHA DO PARQUE MUNICIPAL	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
	PRÓX. AO ZOO DO PARQUE MUNICIPAL	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
	CLUBE DE CAMPO SIND METALÚRGICOS ABC	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
	PRAINHA DO JARDIM LOS ANGELES	P	la	la	P	la	P	P	la	P	P	P	P
	PRÓX. A ENTRADA DA DERSA	la	P	la	P	P	P	P	la	P	P	P	P
	PARQUE IMIGRANTES	la	P	la	P	P	P	P	la	P	P	P	la

RESERV.	PRAIA - LOCAL DE AMOSTRAGEM	6/04	13/04	19/04	26/04	4/05	11/05	18/05	25/05	1/06	7/06	15/06	22/06	29/06
BILLINGS	PRAINHA EM FRENTE À ETE	I	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	I
	CLUBE PRAINHA TAHITI	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
	PRAINHA DO PARQUE MUNICIPAL	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
	PRÓX. AO ZOO DO PARQUE MUNICIPAL	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
	CLUBE DE CAMPO SIND METALÚRGICOS ABC	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
	PRAINHA DO JARDIM LOS ANGELES	P	P	P	la	P	P	P	I	P	P	P	P	P
	PRÓX. A ENTRADA DA DERSA	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
	PARQUE IMIGRANTES	P	la	P	I	P	P	P	P	P	P	P	P	P

RESERV.	PRAIA - LOCAL DE AMOSTRAGEM	6/07	13/07	20/07	27/07	3/08	10/08	17/08	24/08	31/08	8/09	14/09	20/09	28/09
BILLINGS	PRAINHA EM FRENTE À ETE	P	P	I	I	P	P	P	P	P	P	I	P	P
	CLUBE PRAINHA TAHITI	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	I	P	P
	PRAINHA DO PARQUE MUNICIPAL	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
	PRÓX. AO ZOO DO PARQUE MUNICIPAL	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
	CLUBE DE CAMPO SIND METALÚRGICOS ABC	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
	PRAINHA DO JARDIM LOS ANGELES	P	P	P	P	la	P	P	P	P	P	I	I	I
	PRÓX. A ENTRADA DA DERSA	P	P	P	P	la	P	P	P	P	P	P	P	P
	PARQUE IMIGRANTES	P	P	P	P	la	P	P	P	P	P	P	P	P

RESERV.	PRAIA - LOCAL DE AMOSTRAGEM	4/10	13/10	19/10	26/10	1/11	9/11	16/11	23/11	30/11	7/12	14/12	23/12	28/12
BILLINGS	PRAINHA EM FRENTE À ETE	P	P	la	la	P	P	la	P	I	I	I	P	P
	CLUBE PRAINHA TAHITI	***	***	***	***	***	P	P	P	I	P	P	P	P
	PRAINHA DO PARQUE MUNICIPAL	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
	PRÓX. AO ZOO DO PARQUE MUNICIPAL	P	P	P	P	P	P	P	P	I	P	P	P	P
	CLUBE DE CAMPO SIND METALÚRGICOS ABC	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
	PRAINHA DO JARDIM LOS ANGELES	I	I	la	la	P	I	lb	I	I	I	la	I	P
	PRÓX. A ENTRADA DA DERSA	P	P	la	la	P	P	la	P	P	P	P	P	P
	PARQUE IMIGRANTES	P	P	la	la	P	P	la	P	P	***	***	P	P

P = PRÓPRIA

I = IMPRÓPRIA

la = Imprópria por presença de algas potencialmente tóxicas

lb = Imprópria por presença de algas potencialmente tóxicas e elevada densidade de *E. coli*

*** = Amostragem não realizada devido ao baixo nível de água do reservatório

9.6.4.5 BACIA DO GUARAPIRANGA

9.6.4.5.1 ABASTECIMENTO PÚBLICO

As tabelas 6.30 e 6.31 contêm os resultados do IAP – Índice de qualidade das águas para fins de abastecimento público e do IQA – Índice de qualidade das águas, cujos dados são utilizados no cálculo do IAP, respectivamente.

Tabela 6.30 - Resultados mensais e média anual do IAP – 2004

CÓDIGO DO PONTO	CORPO D'ÁGUA	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA
EMGU00800	Rio Embu-Guaçu	57		58		53		70		63		49		58
EMMI02900	Rio Embu-Mirim	48		54		71		53		34		43		50
GUAR00100	Res. do Guarapiranga	55		57		45		45		49		55		51
GUAR00900	Res. do Guarapiranga	12				52		65				56		46

QUALIDADE: PÉSSIMA RUIM REGULAR BOA ÓTIMA

Tabela 6.31 - Resultados mensais e média anual do IQA – 2004

CÓDIGO DO PONTO	CORPO D'ÁGUA	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA
EMGU00800	Rio Embu-Guaçu	65		64		55		73		67		57		64
EMMI02900	Rio Embu-Mirim	55		58		75		57		42		54		57
GUAR00100	Res. do Guarapiranga	58		58		46		48		53		58		53
GUAR00900	Res. do Guarapiranga	76		84		83		69		61		59		72

QUALIDADE: PÉSSIMA RUIM REGULAR BOA ÓTIMA

Em 2004, a água bruta captada do Reservatório do Guarapiranga apresentou qualidade Regular, de acordo com o IAP. Verifica-se uma piora da qualidade da água, quando se compara com o ano anterior. Provavelmente, a queda observada na qualidade da água esteja associada com os baixos níveis praticados no reservatório no ano de 2004.

Com relação às águas que estão sendo utilizadas para abastecimento público, o ponto GUAR 00900 apresentou um número de células de cianobactérias ultrapassando 10.000 céls/mL, valor considerado pela legislação vigente para padrão de potabilidade como alerta, indicando necessidade de intensificação do monitoramento. Os altos valores de clorofila a neste ponto indica preocupação quanto ao abastecimento público.

9.6.4.5.2 PROTEÇÃO DA VIDA AQUÁTICA

As tabelas 6.32 e 6.33 contêm, respectivamente, os resultados do IVA – Índice de qualidade das águas para proteção da vida aquática e do IET – Índice de estado trófico, cujos dados são utilizados para o cálculo do IVA, respectivamente.

Tabela 6.32- Resultados mensais e média anual do IVA – 2004

CÓDIGO DO PONTO	CORPO D'ÁGUA	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA
EMGU00800	Rio Embu-Guaçu	3,2		3,2		5,4		4,2		4,2		5,4		4,3
EMMI02900	Rio Embu-Mirim	6,4		4,2		3,2		5,2		7,6		5,2		5,3
GUAR00100	Res. do Guarapiranga	4,2		5,4		5,6		6,6		5,4		4,2		5,2
GUAR00900	Res. do Guarapiranga	4,2				4,2		5,4		5,4		6,8		5,2

QUALIDADE: PÉSSIMA RUIM REGULAR BOA ÓTIMA

Tabela 6.33 - Resultados mensais e média anual do IET – 2004

CÓDIGO DO PONTO	CORPO DE ÁGUA	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA
EMGU00800	Rio Embu-Guaçu	53,16		45,79		68,02		65,79		58,02		55,79		57,76
EMMI02900	Rio Embu-Mirim	75,79		58,02		45,79		76,38		79,94		80,39		69,38
GUAR00100*	Res. Guarapiranga	69,87		60,19		53,93		65,50		69,86		66,20		64,26
GUAR00900*	Res. Guarapiranga	63,25		56,41		54,65		56,78		61,77		52,06		57,49

ESTADO: ■ HIPEREUTRÓFICO ■ EUTRÓFICO ■ MESOTRÓFICO ■ OLIGOTRÓFICO

Nesta bacia, a rede monitoramento possui um ponto no Rio Embu-Guaçu IET(FT), um no Rio Embu-Mirim IET(FT) e dois pontos no Reservatório Guarapiranga IET(FT,CL). No Rio Embu-Guaçu o IET(FT) indicou média anual eutrófica, com oscilações em janeiro e março para o estado mesotrófico, provavelmente devido ao período chuvoso. Utilizam-se os padrões de qualidade da classe 1 da CONAMA 20/96 para esse rio, cujos usos pretendidos são incompatíveis com as altas cargas de fósforo e as concentrações elevadas de coliformes termotolerantes encontradas em diversos meses.

No Rio Embu-Mirim detectou-se elevadas concentrações de fósforo total que caracterizaram este ambiente como hipereutrófico na maioria dos meses. Dos afluentes avaliados no Reservatório Guarapiranga, o Rio Embu-Mirim, encontra-se em pior estado com relação à eutrofização.

O ponto GUAR00100, no Reservatório do Guarapiranga, que recebe água transportada do Reservatório Billings, na maioria dos meses, indicou o estado eutrófico.

Os coliformes termotolerantes nos Rios Embu-Mirim e Embu-Guaçu e ao ponto GUAR00100, estiveram acima do limite estabelecido pela CONAMA 20/86 para as classes 1 e 2 (BRASIL,1986), indicando, portanto, uma alta carga de esgoto doméstico nesses ambientes.

No ponto GUAR00900, na captação do reservatório, as concentrações de cobre na água, na maioria dos meses, estiveram acima do limite estabelecido pela CONAMA 20/86 (para as classes 1 e 2), com destaque para o mês de novembro, quando a concentração encontrada foi de 0,08mg/L e as concentrações de clorofila *a* foram as menores do ano.

▫ COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA

A comunidade fitoplanctônica foi avaliada em dois pontos, no meio do Braço do Rio Parelheiros (GUAR 00100) e próximo à captação da SABESP (GUAR 00900) (tabela 6.34).

Tabela 6.34 – Diagnóstico da comunidade fitoplanctônica

ICF_{RES} – Índice da Comunidade Fitoplanctônica

CÓDIGO DO PONTO	CORPO D'ÁGUA	JAN	MAR	MAI	JUL	SET	NOV	MÉDIA
GUAR00900	Res. Guarapiranga							
GUAR00100								

QUALIDADE: ■ Ruim ■ Regular ■ Boa ■ Ótima

A qualidade da água, avaliada de acordo com o índice da comunidade fitoplanctônica, variou de boa a regular no ponto localizado próximo à captação, ocorrendo uma melhora quando comparada ao ano anterior. O grupo que esteve dominante para este diagnóstico foi o das clorófitas representado pela ordem das Chlorococcales (*Golenkinia*, *Monoraphidium*,) e diatomáceas representadas pelos gêneros *Nitzschia* e *Cyclotella*. As densidades destas algas não foram tão elevadas, com exceção do mês de setembro, quando houve um aumento nas concentrações. Não houve presença significativa do grupo das cianofíceas pelo fato da SABESP controlar a concentração de algas pelo uso de algicidas conforme figura 6.37.

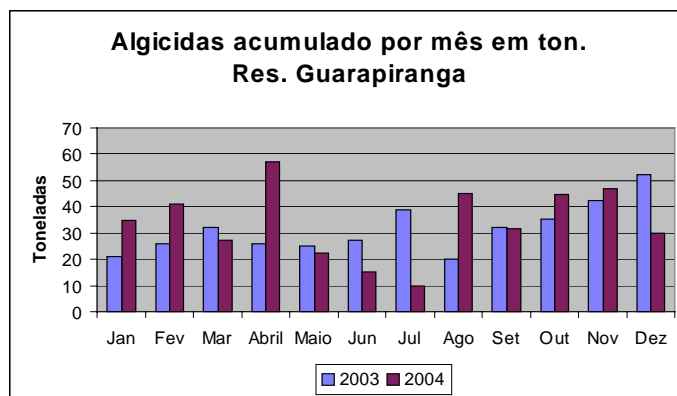


Figura 6.37 - Algicidas aplicados no Reservatório Guarapiranga

O Braço do Parelheiros (GUAR 00100), apresentou comportamento semelhante ao observado para o compartimento Billings, ou seja, qualidade ruim, com exceção do mês de maio, quando o diagnóstico foi de qualidade regular. Comparando-se aos dados do ano anterior, houve na média geral uma piora na qualidade da água. Os gêneros dominantes foram *Microcystis*, *Cylindrospermopsis* e *Planktothrix*.

Estes diagnósticos provavelmente estão relacionados ao grande aporte de efluentes domésticos, principalmente esgotos provenientes não só da própria bacia como também da contribuição do Reservatório Billings por meio da transposição, justificados pelas elevadas concentrações de fósforo e coliformes que, na maioria das vezes, estiveram acima do limite recomendado para classe 1 pela Resolução CONAMA 20/86 (BRASIL, 1986). A figura 6.38 mostra o diagnóstico da comunidade fitoplanctônica.

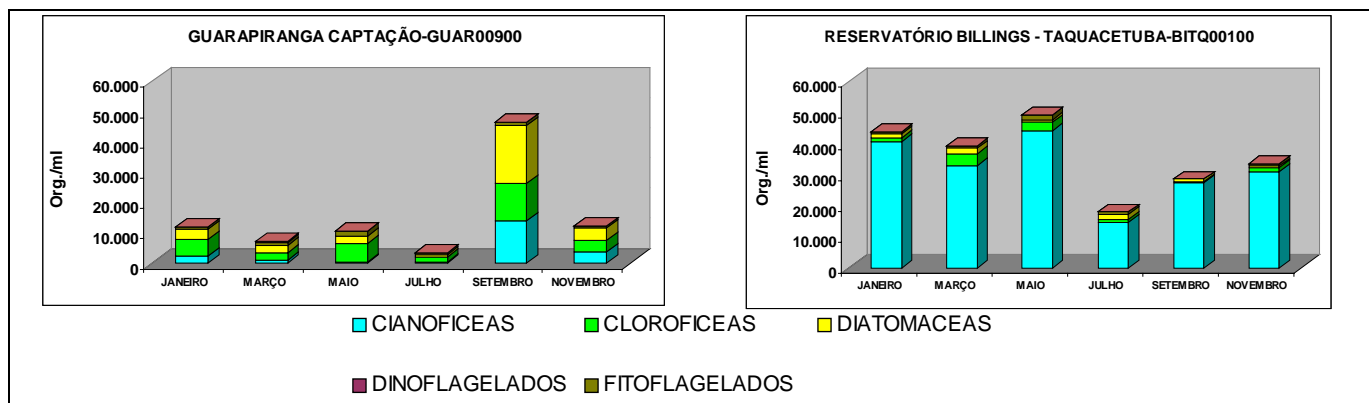


Figura 6.38 – Densidade dos principais grupos da comunidade fitoplanctônica

COMUNIDADE ZOOPLANCTÔNICA

O zooplâncton do ponto GUAR00100 (no meio do braço do Rio Parelheiros) apresentou densidades de organismos geralmente moderadas, variando de 55.833 (baixa) a 428.727 org./m³ (moderada). As densidades zooplanctônicas foram sempre bem mais elevadas no ponto GUAR00900 (próximo a captação da SABESP) e variaram de 1.132.181 (elevada) a 11.543.734 org./m³ (extremamente elevada), como mostra a figura 6.39. Valores mais baixos foram encontrados no período entre março e setembro, coincidindo, em parte, com a época seca (julho a setembro). Nos meses janeiro e novembro (período chuvoso), quando o reservatório apresentou menores volumes totais, foi observado um aumento das densidades zooplanctônicas, acompanhado de valores altos de clorofila *a*, apesar de ter ocorrido intensa aplicação de algicidas em todo este período próximo ao GUAR00900. Em novembro, no ponto GUAR00900 (próximo à captação) ocorreu uma densidade de ciclopóides (9.858.166 org./m³), especialmente de formas jovens (náuplios e copepóditos), sendo *Thermocyclops decipiens* e *Acanthocyclops robustus* as espécies dominantes. *Thermocyclops decipiens* é um copépode ciclopóide que atinge grandes densidades populacionais em ambientes eutróficos (Silva & Matsumura-Tundisi, 2002); aumentos

populacionais de *A. robustus*, principalmente no início do período quente-chuvoso (novembro), têm sido observados no GUAR00900 associados com valores muito altos de pH, altas concentrações de cobre e baixos valores de oxigênio dissolvido, que favorecem o desenvolvimento desta espécie, que é mais resistente a estas condições (CETESB, 2002).

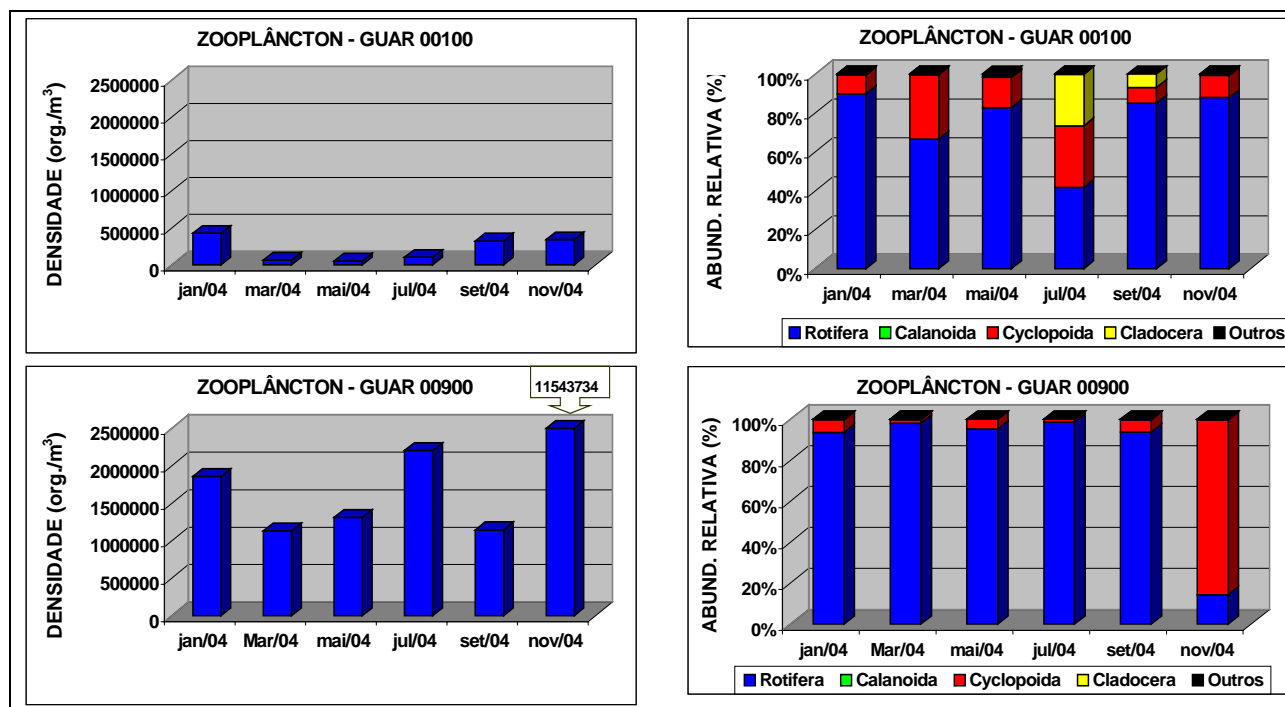


Figura 6.39 – Densidade total e abundância dos principais grupos zooplânctônicos.

De uma forma geral, os rotíferos foram dominantes em quase todos os meses de coleta, tanto no GUAR00100 (76%) como no GUAR00900 (82%), tendo sido registrados valores um pouco mais altos de cladóceros a partir de julho. A composição de rotíferos foi predominantemente de espécies do gênero *Keratella* (*K. cochlearis*, *K. tecta* e *K. tropica*) e de *Polyarthra dolichoptera*, que são espécies freqüentemente associadas ao aumento da eutrofização. No GUAR00100, também foram encontradas com maior freqüência espécies que não são tipicamente planctônicas, tais como as dos gêneros *Lecane*, *Lepadella*, *Manfredium* e *Testudinella* devido à maior proximidade da margem, menor profundidade e a contribuição das águas da várzea do Rio Parelheiros. Dos 101 grupos encontrados no GUAR00100 e dos 78 encontrados no GUAR00900, apenas 7 táxons (*B. angularis*, *K. cochlearis*, *K. tecta*, *K. tropica*, *P. dolichoptera*, náuplios e copepóditos de ciclopóides) representaram 68% da densidade média no GUAR00100 e 71% no GUAR00900, demonstrando que apesar da grande riqueza do reservatório, apenas um número reduzido de grupos predomina na dinâmica zooplânctônica do local.

Em termos de influência das águas transpostas do BITQ00100 (braço do Taquacetuba/Reservatório Billings) para o GUAR00100 (Reservatório Guarapiranga), observou-se que há semelhança nas comunidades desses dois pontos, tanto na proporção entre os principais grupos (rotíferos, copépodes e cladóceros) quanto nas espécies dominantes, ao longo dos meses. Apesar disso, as densidades do zooplâncton no GUAR00100 foram sempre mais baixas que as do BITQ00100 e a riqueza foi sempre maior, devido à contribuição tanto de espécies da Billings, quanto das locais e daquelas que são carregadas pelas águas da várzea do Rio Parelheiros, que chegam até o ponto GUAR00100. O aumento da riqueza em espécies em locais rasos, próximos a margem com vegetação e com influência da descargas de rios e várzeas têm sido observado em outros corpos d'água do Estado de São Paulo (Rocha *et al.*, 2002).

O Índice da Comunidade Zooplânctônica para Reservatórios (ICZ_{RES}), apresentou o diagnóstico da qualidade da água e consta na tabela 6.34.

Tabela 6.34 – Índice da Comunidade Zooplancônica para Reservatórios (ICZ_{RES})

ICZ _{RES} - Reservatório Guarapiranga	JAN	MAR	MAIO	JUL	SET	NOV	JAN a NOV
GUAR 00100	Ruim	Ruim	Regular	Ruim	Ruim	Ruim	Ruim
GUAR 00900	Ruim	Ruim	Ruim	Regular	Ruim	Ruim	Ruim

QUALIDADE: Ruim Regular Boa Ótima

As baixas razões N_{Cal}/N_{Cyc} associadas a valores relativamente altos de IET(CL) resultaram em ICZ_{RES} Ruim em quase todas as coletas. Condições melhores, Regulares, foram observadas em maio e julho, em cada um dos pontos e ocorreram em presença de baixos valores de clorofila a, menores temperaturas, maiores volumes no reservatório e chuvas menos intensas.

Apesar das variações observadas na comunidade, o zooplâncton do Reservatório Guarapiranga esteve caracterizado por densidades (figura 6.40), composição e dominância de espécies associadas à ambientes eutrofizados, tanto em 2003 (CETESB, 2004) quanto em 2004. Os valores extremamente elevados nas densidades zooplancônicas (frequentemente superiores às encontradas no Reservatório Billings), a ocorrência de copepódes calanóides em baixas densidades, a redução do número de espécies de copepódes calanóides e a falta de registro de *Argyrodiaptomus furcatus* (espécie indicadora de condições oligo-mesotróficas) refletem o aumento do processo de eutrofização, especialmente no GUAR00900 e indicam a existência de condições mais limitantes para o desenvolvimento de uma comunidade zooplancônica heterogênea (com espécies de diferentes graus de sensibilidade ambiental), quando comparado com os resultados encontrados em anos anteriores (CETESB, 2002).

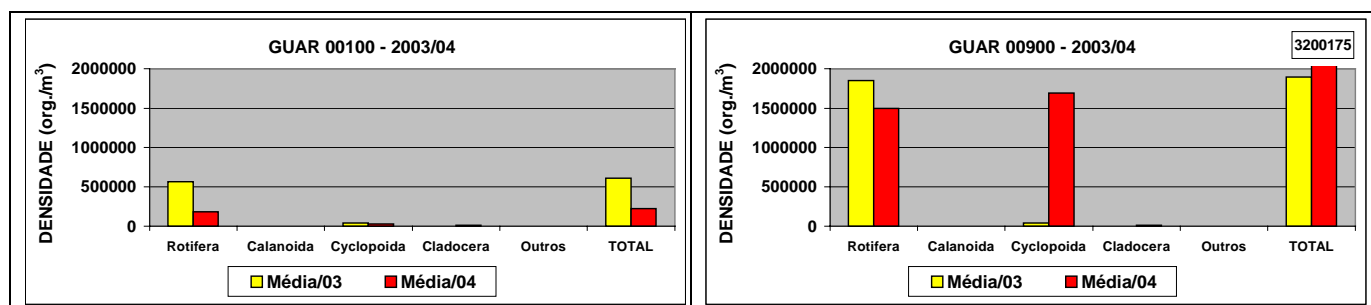


Figura 6.40 – Densidade média e total dos principais grupos zooplancônicos, nos anos de 2003 e 2004.

▫ COMUNIDADE BENTÔNICA

No Reservatório Guarapiranga, a comunidade bentônica foi analisada em apenas uma localidade (GUAR00900), a aproximadamente 2 Km da barragem. A tabela 6.35 indica o diagnóstico obtido a partir da análise do bentos sublitoral.

Tabela 6.35 – Diagnóstico da comunidade bentônica

	CÓDIGO DO PONTO
	GUAR 00900
ICB _{RES-SL}	Ruim

QUALIDADE: Péssima Ruim Regular Boa Ótima

Embora de riqueza regular ($S = 15$), a comunidade desse ponto exibiu dominância de formas tolerantes ($T/DT = 75\%$, principalmente *Limnodrilus hoffmeisteri*, *Pristina*, *Pristinella* e *Chironomus*), de acordo com a figura 6.41 e ausência de táxons sensíveis, indicando qualidade ruim para esse habitat.

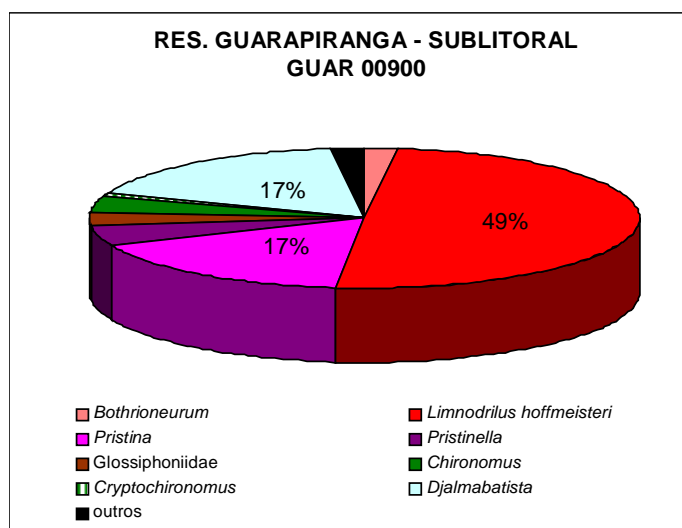


Figura 6.41 - Estrutura da comunidade bentônica da região sublitoral do ponto GUAR 00900, localizado no Reservatório Guarapiranga, a 2 Km da barragem, onde localiza-se a ETA do Guarapiranga

O diagnóstico de 2004 (Ruim) piorou em relação a 2003 (Regular), principalmente, em decorrência do aumento na abundância relativa dos organismos considerados tolerantes (27%, em 2003) e da perda de 2 categorias taxonômicas ($S = 17$, em 2003) que, embora pequena, já reporta a uma faixa de pior qualidade no ICB_{RES-SL} .

Em nenhum dos dois anos a concentração do oxigênio dissolvido na água de fundo indicou ser este um fator de estresse para a biota sublitorânea (5,6 mg/L, em 2003 e 8,8 mg/L, em 2004). Enquanto os resultados de condutividade na água superficial da região limnética (139,9 $\mu S/cm$, em 2003 e 143,3 $\mu S/cm$, em 2004) e do indicador de eutrofização (clorofila $a = 34,75 \mu g/L$, em 2003 e 44,77 $\mu g/L$, em 2004) foram elevados, os dados de coliformes (36 NMP/100mL, em 2003 e 83 NMP/100mL, em 2004) não indicaram efluentes domésticos in natura, nos dois anos de investigação desse ponto. O processo de floração, controlado com a aplicação de sulfato de cobre, pode estar causando as alterações observadas no bentos sublitoral.

9.6.4.5.3 BALNEABILIDADE DE RESERVATÓRIOS

Os resultados encontrados no monitoramento das praias deste reservatório mostraram condições de balneabilidade Regulares e Má ao longo do ano de 2004. Apenas a praia do Parque Guarapiranga mostrou qualificação Boa. As piores condições de balneabilidade foram: Restaurante do Odair, Clube de Campo Castelo, Prainha do Jardim Represa, Clube de Campo São Paulo e Marina Guaraci, que se mantiveram Impróprias em mais de 50% do tempo, indicando falta de condições para banho (tabela 6.36).

Tabela 6.36 - Índice de Balneabilidade – Classificação anual - 2004

PRAIA-LOCAL DE AMOSTRAGEM	Excelente	Muito Boa	Satisfatória	Imprópria	Classificação Anual
PARQUE GUARAPIRANGA	98%	2%	0%	0%	Boa
RESTAURANTE DO ODAIR	0%	0%	0%	100%	Má
MARINA GUARACI	14%	18%	12%	57%	Má
ASS.FUNC.PUBL.DO EST.S.PAULO	58%	12%	21%	9%	Regular
BAIRRO DO CRISPIM	-	-	-	-	***
YACHT CLUB SANTO AMARO	0%	7%	52%	41%	Regular
MARINA JARDIM 3 MARIAS	14%	10%	37%	39%	Regular
MARINA GUARAPIRANGA	84%	6%	6%	4%	Regular
RESTAURANTE INTERLAGOS	51%	37%	4%	8%	Regular
CLUB DE CAMPO CASTELO	0%	0%	10%	90%	Má
CLUB DE CAMPO S.PAULO	0%	10%	29%	61%	Má
PRAINHA DO JARDIM REPRESA	0%	4%	12%	84%	Má
BAIRRO MIAMI PAULISTA	87%	3%	5%	5%	Regular

Comparando-se as classificações de 2004 com as do ano anterior, não se observa tendências de mudança. A praia do Bairro do Crispim não foi avaliada pelo fato do reservatório estar com o seu volume d'água bastante reduzido. A figura 6.42 mostra a evolução da porcentagem de classificação Própria nos últimos dez anos (Resolução CONAMA 274/00).

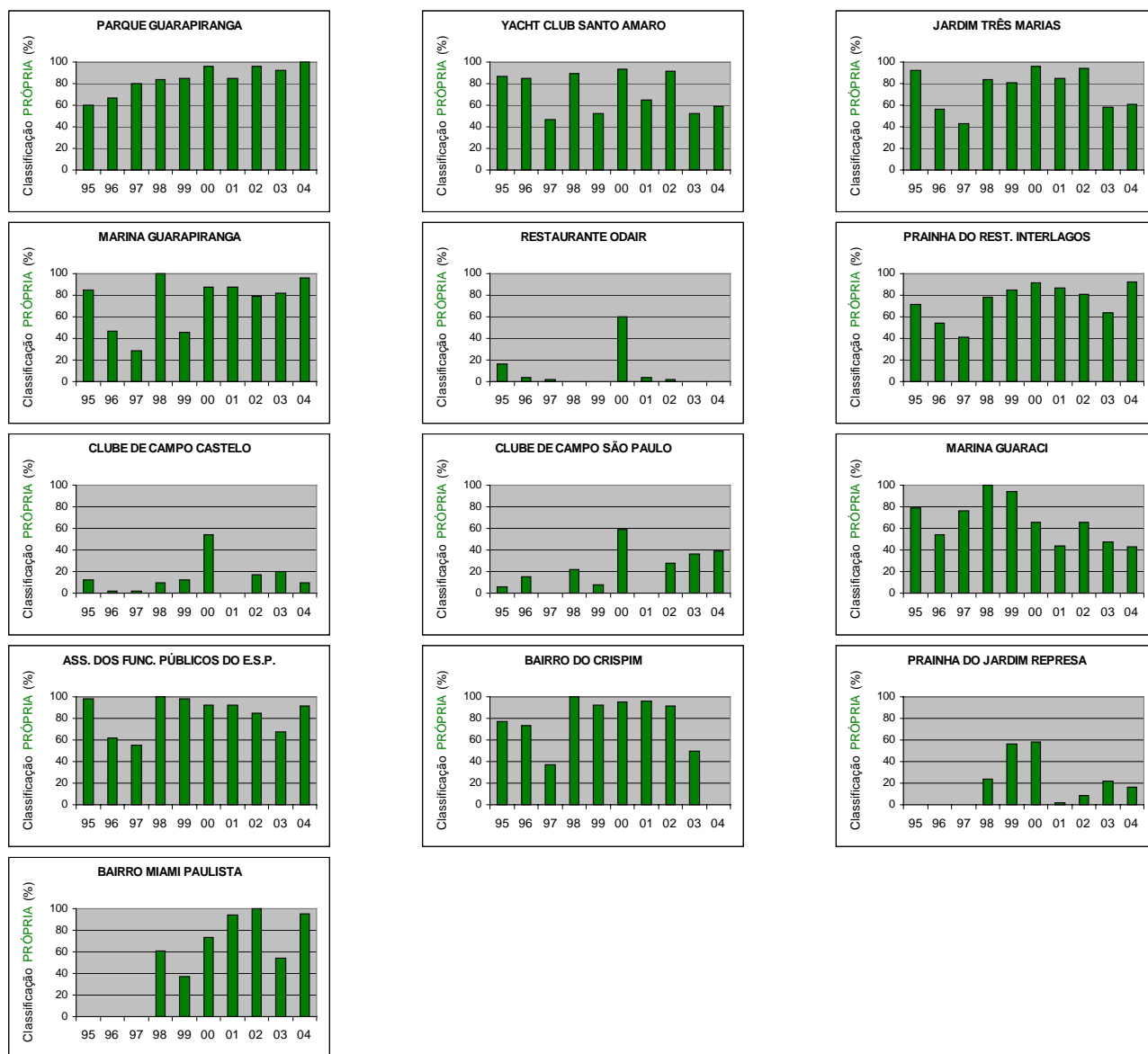


Figura 6.42 - Evolução da porcentagem de classificação Própria nos últimos dez anos

A tabela 6.37 apresenta a classificação semanal das praias do Reservatório do Guarapiranga.

Tabela 6.37 - Classificação Semanal das praias do Reservatório Guarapiranga (Resolução CONAMA 274/00)

RESERV.	PRAIA - LOCAL DE AMOSTRAGEM	6/01	13/01	20/01	27/01	10/02	17/02	25/02	2/03	9/03	16/03	23/03	30/03
GUARAPIRANGA	PARQUE GUARAPIRANGA	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
	RESTAURANTE DO ODAIR	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
	MARINA GUARACI	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	P
	ASS. FUNC. PÚBL. DO EST. SÃO PAULO	***	***	***	***	***	***	***	P	P	P	P	P
	PRAINHA DO BAIRRO DO CRISPIM	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
	YACHT CLUB SANTO AMARO	***	***	***	***	***	***	***	***	P	***	***	***
	MARINA JARDIM TRÊS MARIAS	***	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
	MARINA GUARAPIRANGA	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
	RESTAURANTE INTERLAGOS	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
	CLUBE DE CAMPO CASTELO	I	I	I	P	I	P	I	I	I	I	I	I
	CLUBE DE CAMPO SÃO PAULO	I	I	I	I	P	P	P	P	P	I	I	I
	PRAINHA DO JARDIM REPRESA	I	I	P	I	P	P	I	P	P	I	I	P
BAIRRO MIAMI PAULISTA	***	***	***	***	***	P	***	***	P	P	P	P	

RESERV.	PRAIA - LOCAL DE AMOSTRAGEM	6/04	13/04	19/04	26/04	4/05	11/05	18/05	25/05	1/06	7/06	15/06	22/06	29/06
GUARAPIRANGA	PARQUE GUARAPIRANGA	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
	RESTAURANTE DO ODAIR	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
	MARINA GUARACI	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
	ASS. FUNC. PÚBL. DO EST. SÃO PAULO	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
	PRAINHA DO BAIRRO DO CRISPIM	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
	YACHT CLUB SANTO AMARO	I	I	I	I	I	I	I	I	I	P	P	P	P
	MARINA JARDIM TRÊS MARIAS	P	P	P	P	P	I	P	P	I	I	P	P	I
	MARINA GUARAPIRANGA	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
	RESTAURANTE INTERLAGOS	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
	CLUBE DE CAMPO CASTELO	I	P	P	P	I	I	I	I	I	I	I	I	I
	CLUBE DE CAMPO SÃO PAULO	I	I	I	I	I	I	I	I	P	P	P	I	P
	PRAINHA DO JARDIM REPRESA	P	I	I	I	I	I	P	I	I	I	I	I	I
BAIRRO MIAMI PAULISTA	P	P	P	P	P	P	P	I	P	P	P	I	P	

RESERV.	PRAIA - LOCAL DE AMOSTRAGEM	6/07	13/07	20/07	27/07	3/08	10/08	17/08	24/08	31/08	8/09	14/09	20/09	28/09
GUARAPIRANGA	PARQUE GUARAPIRANGA	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
	RESTAURANTE DO ODAIR	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
	MARINA GUARACI	P	P	I	P	P	P	P	P	P	I	I	I	I
	ASS. FUNC. PÚBL. DO EST. SÃO PAULO	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
	PRAINHA DO BAIRRO DO CRISPIM	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
	YACHT CLUB SANTO AMARO	P	P	P	P	P	P	P	I	P	P	P	P	P
	MARINA JARDIM TRÊS MARIAS	P	P	P	P	I	I	I	I	I	I	P	P	P
	MARINA GUARAPIRANGA	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
	RESTAURANTE INTERLAGOS	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
	CLUBE DE CAMPO CASTELO	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
	CLUBE DE CAMPO SÃO PAULO	P	P	P	P	P	P	P	P	I	I	P	P	I
	PRAINHA DO JARDIM REPRESA	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	

RESERV.	PRAIA - LOCAL DE AMOSTRAGEM	4/10	13/10	19/10	26/10	1/11	9/11	16/11	23/11	30/11	7/12	14/12	23/12	28/12
GUARAPIRANGA	PARQUE GUARAPIRANGA	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
	RESTAURANTE DO ODAIR	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
	MARINA GUARACI	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
	ASS. FUNC. PÚBL. DO EST. SÃO PAULO	P	P	P	P	P	P	P	P	P	I	I	I	I
	PRAINHA DO BAIRRO DO CRISPIM	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
	YACHT CLUB SANTO AMARO	***	***	***	***	***	***	***	***	***	I	I	***	***
	MARINA JARDIM TRÊS MARIAS	P	P	***	I	I	I	I	I	I	I	P	I	I
	MARINA GUARAPIRANGA	P	P	I	I	P	P	P	P	P	P	P	P	P
	RESTAURANTE INTERLAGOS	P	P	I	P	I	I	I	P	P	P	P	P	P
	CLUBE DE CAMPO CASTELO	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
	CLUBE DE CAMPO SÃO PAULO	P	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
	PRAINHA DO JARDIM REPRESA	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 = PRÓPRIA

I = IMPRÓPRIA

Ia = Imprópria por presença de algas potencialmente tóxicas

Ib = Imprópria por presença de algas potencialmente tóxicas e elevada densidade de *E. coli*

*** = Amostragem não realizada devido ao baixo nível de água do reservatório

9.6.4.6 BACIA DO RIO COTIA

9.6.4.6.1 ABASTECIMENTO PÚBLICO

As tabelas 6.38 e 6.39 contêm os resultados do IAP – Índice de qualidade das águas para fins de abastecimento público e do IQA – Índice de qualidade das águas, cujos dados são utilizados no cálculo do IAP, respectivamente.

Tabela 6.38 - Resultados mensais e média anual do IAP – 2004

CÓDIGO DO PONTO	CORPO D'ÁGUA	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA
COGR00900	Reservatório das Graças	19				79		31				18		37
COTI03800	Rio Cotia	24		34		34		43		26		28		31
COTI03900	Rio Cotia	36				4		25				2		17
MOVE03500	Ribeirão Moinho Velho			44		30		32		24		19		30
PEDA03900	Ribeirão das Pedras			35		36		30		25		35		32

QUALIDADE: PÉSSIMA RUIM REGULAR BOA ÓTIMA

Tabela 6.39 - Resultados mensais e média anual do IQA – 2004

CÓDIGO DO PONTO	CORPO D'ÁGUA	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA
COGR00900	Reservatório das Graças	89		82		80		75		84		79		82
COTI03800	Rio Cotia	30		41		39		48		32		35		37
COTI03900	Rio Cotia	45		48		69		52		31		28		45
MOVE03500	Ribeirão Moinho Velho			50		34		36		26		22		34
PEDA03900	Ribeirão das Pedras	40		41		40		34		29		39		37

QUALIDADE: PÉSSIMA RUIM REGULAR BOA ÓTIMA

A qualidade Regular do IAP registrada no Alto Cotia está relacionada com os elevados valores do potencial de formação de THMs, principalmente, na época chuvosa, sugerindo uma atenção especial durante a etapa de cloração em água de abastecimento. No Baixo Cotia, além do potencial de formação de THMs, também verifica-se um aporte significativo de matéria orgânica, contaminação microbiológica e ausência de oxigênio dissolvido.

Foi detectado um evento de mutagenicidade nas águas do Rio Cotia no mês maio de 2004, com potência de 800 Rev/L, considerada como moderada segundo Umbuzeiro e colaboradores, 2001.

No ano de 2004, a SABESP teve problemas com o tratamento das águas do Baixo Cotia. Avaliando os dados de condutividade, tanto da estação de monitoramento automático quanto da rede básica, observam-se vários pulsos de condutividade superiores a 400 S/cm. A média histórica da condutividade deste local é de 193 S/cm.

9.6.4.6.2 PROTEÇÃO DA VIDA AQUÁTICA

As tabelas 6.40 e 6.41 contêm, respectivamente, os resultados do IVA – Índice de qualidade das águas para proteção da vida aquática e do IET – Índice de estado trófico, cujos dados são utilizados para o cálculo do IVA, respectivamente.

Tabela 6.40 - Resultados mensais e média anual do IVA – 2004

CÓDIGO DO PONTO	CORPO D'ÁGUA	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA
COGR00900	Reservatório das Graças	4,2		4,4		3,2		5,4				5,4		4,5
COTI03800	Rio Cotia	7,6		6,6		7,6		4,2				7,6		6,7
COTI03900	Rio Cotia	7,8		6,8		6,8		2,2				5,4		5,8
MOVE03500	Ribeirão Moinho Velho			5,4		6,4		4,2		7,6		7,6		6,2
PEDA03900	Ribeirão das Pedras	11,2		11,2		11,2		5,2				11,2		10,0

QUALIDADE: PÉSSIMA RUIM REGULAR BOA ÓTIMA



Tabela 6.41 - Resultados mensais e média anual do IET – 2004

CÓDIGO DO PONTO	CORPO DE ÁGUA	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA
COGR00900*	Res. das Graças	54,17		48,45		53,83		57,87		52,70		50,42		52,91
COTI03800	Rio Cotia	88,02		59,94		78,52		73,16		90,17		82,42		78,71
COTI03900*	Rio Cotia	59,91		50,11		53,91		37,60		72,27		61,81		55,93
MOVE03500	Cór. Moinho Velho			66,95		86,95		69,94		100,50		90,60		82,99
PEDA03900	Rio das Pedras	108,89		88,52		102,13		89,94		105,33		109,43		100,71

ESTADO: ■ HIPEREUTRÓFICO ■ EUTRÓFICO ■ MESOTRÓFICO ■ OLIGOTRÓFICO

Considerando as concentrações de fósforo total e clorofila *a*, o Reservatório das Graças foi classificado como mesotrófico, com variações mensais desde mesotróficas a eutróficas em janeiro e julho sendo, de modo geral, um reservatório moderadamente enriquecido.

O Rio Cotia apresentou elevadas concentrações de fósforo total em seus dois pontos. Apesar dos altos valores de fósforo total, o ponto COTI03900, localizado a jusante de Carapicuíba, apresentou baixos valores de clorofila *a*, caso típico de ambientes lóticos.

O Rio das Pedras e o Córrego Moinho Velho, afluentes do Rio Cotia, a montante de Carapicuíba, apresentaram valores bem elevados de fósforo total na maioria dos meses, sendo enquadrados como hipereutróficos.

Nos rios desta, bacia que recebem grande carga poluidora oriunda de esgoto doméstico, os valores de coliformes termotolerantes e surfactantes estiveram acima do limite estabelecido pela CONAMA 20/86 para Classe 3, que é de 4.000NMP/100mL e de 0,5 mg/L, respectivamente.

Em relação à toxicidade, observou-se efeito tóxico agudo nas águas do ponto PEDA03900 à *Ceriodaphnia dubia*, nos meses de março e maio, e para *Vibrio fischeri* em julho. Enquanto que no ponto COTI03800 detectou-se toxicidade aguda para *C. dubia* em novembro. Além disso, observou-se efeito tóxico crônico para *C. dubia* no ponto COGR00900 (março, julho e novembro). Para o ponto MOVE03500 verificou-se toxicidade crônica para *C. dubia* (maio) e aguda para *V. fischeri* em três amostras (maio, julho e setembro). De acordo com as correlações efetuadas com as análises químicas, verificou-se que os efeitos tóxicos observados para *C. dubia*, nos pontos PEDA03900 e MOVE03500 ocorreram devido às elevadas concentrações de amônia não ionizada.

9.6.4.7 BACIA ALTO TIETÊ – ZONA METROPOLITANA

9.6.4.7.1 ABASTECIMENTO PÚBLICO

As tabelas 6.42 e 6.43 contêm os resultados do IAP – Índice de qualidade das águas para fins de abastecimento público e do IQA – Índice de qualidade das águas, cujos dados são utilizados no cálculo do IAP, respectivamente.

Tabela 6.42 - Resultados mensais e média anual do IAP – 2004

CÓDIGO DO PONTO	CORPO D'ÁGUA	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA
BQGU03200	Rio Baquirivu-Guaçu	16		32		17		4		14		16		16
CRIS03400	Ribeirão dos Cristais	15				12			62			34		31
DUVA04900	Rio Aricanduva	22		20		13			10	4		7		13
JQJU00900	Reservatório do Juqueri	84				71			72			62		72
JQRI03800	Rio Juqueri	15		18		9			14	10		20		15
NINO04900	Ribeirão dos Meninos			2		4		3		3		16		6
PINH04100	Rio Pinheiros	19		18		28		41		37		12		26
PINH04900	Rio Pinheiros	13		14		15			13	14		19		15
TAMT04500	Rio Tamanduateí			13		18		15		13		11		14
TAMT04900	Rio Tamanduateí	12		0		9			12	11		8		9
TGDE00900	Res. de Tanque Grande	90				79			83			58		77
TIES04900	Res. Edgard de Souza			16		14			5	12		3		10
TIET04150	Rio Tietê	12		20		13		14		15		14		15
TIET04170	Rio Tietê	12		23		13			4	1		13		11
TIET04180	Rio Tietê	14		16		13		13		7		9		12
TIET04200	Rio Tietê	11		10		7		9		11		8		9
TIPI04900	Reservatório de Pirapora	14		21		12			13	5		14		13

QUALIDADE: PÉSSIMA RUIM REGULAR BOA ÓTIMA

Tabela 6.43 - Resultados mensais e média anual do IQA – 2004

CÓDIGO DO PONTO	CORPO D'ÁGUA	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA
BQGU03200	Rio Baquirivu-Guaçu	20		43		26		28		17		19		25
CRIS03400	Ribeirão dos Cristais	53		63		59			66	67		48		59
DUVA04900	Rio Aricanduva	24		25		27			14	15		19		21
JQJU00900	Reservatório do Juqueri	84		77		78			72	75		63		75
JQRI03800	Rio Juqueri	21		31		17			19	16		32		23
NINO04900	Ribeirão dos Meninos			15		15		17		16		18		16
PINH04100	Rio Pinheiros	21		25		30		44		39		17		30
PINH04900	Rio Pinheiros	14		16		19			15	15		26		17
TAMT04500	Rio Tamanduateí			16		18		18		15		15		17
TAMT04900	Rio Tamanduateí	14		15		17			15	15		21		16
TGDE00900	Res. de Tanque Grande	91		79		80			83	84		72		81
TIES04900	Res. Edgard de Souza	16		19		16			13	15		29		18
TIET04150	Rio Tietê	15		25		15		19		20		20		19
TIET04170	Rio Tietê	15		34		19			14	19		20		20
TIET04180	Rio Tietê	17		24		17		17		15		14		18
TIET04200	Rio Tietê	14		15		14		15		16		14		15
TIPI04900	Reservatório de Pirapora	17		28		14			16	16		22		19

QUALIDADE: PÉSSIMA RUIM REGULAR BOA ÓTIMA

As captações de parte da RMSP, provenientes do Sistema Cantareira, no Reservatório do Juqueri (JQJU00900) e do município de Guarulhos, no Reservatório Tanque Grande (TGDE02900), apresentaram qualidade Boa, de acordo com o IAP. Quanto aos metais tóxicos, esses pontos apresentaram valores abaixo dos limites de detecção.

Para a captação do Ribeirão dos Cristais (CRIS03400), foi detectada atividade mutagênica, nos meses de janeiro, março e maio, com potências que variaram de 90 a 1000 rev/L, classificadas entre mutagenicidade baixa e moderada, segundo Umbuzeiro e colaboradores, 2001. A SABESP, responsável pela produção de água para



abastecimento na região finalizou, em abril de 2004, a construção de um duto coletor para afastamento dos esgotos industriais e domésticos que impactam o ponto de coleta da ETA.

Os demais rios desta bacia encontram-se totalmente comprometidos pelo grande aporte de esgotos domésticos e efluentes industriais, acarretando contaminação química, microbiológica e ausência total de oxigênio dissolvido e refletindo num IAP Péssimo.

9.6.4.7.2 PROTEÇÃO DA VIDA AQUÁTICA

As tabelas 6.44 e 6.45 contêm, respectivamente, os resultados do IVA – Índice de qualidade das águas para proteção da vida aquática e do IET – Índice de estado trófico, cujos dados são utilizados para o cálculo do IVA, respectivamente.

Tabela 6.44 - Resultados mensais e média anual do IVA – 2004

CÓDIGO DO PONTO	CORPO D'ÁGUA	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA
BQGU03200	Rio Baquirivu-Guaçu	11,2		10,2		14,8		14,8		14,8		14,8		13,4
CRIS03400	Ribeirão dos Cristais	5,4		4,4		4,2			2,2	2,2		4,4		3,8
JQJU00900	Reservatório do Juqueri	2,2		2,2		2,2			4,4			3,2		2,8
JQRI03800	Rio Juqueri	11,2		6,6		14,8			11,2	11,2		6,4		10,2
TGDE00900	Res. de Tanque Grande	2,2		2,2		2,2			2,2	2,2		4,2		2,5

QUALIDADE: PÉSSIMA RUIM REGULAR BOA ÓTIMA

Tabela 6.45 - Resultados mensais e média anual do IET – 2004

CÓDIGO DO PONTO	CORPO DE ÁGUA	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA
BQGU03200	Rio Baquirivu-Guaçu	93,52		73,87		91,24		92,23		109,89		106,67		94,57
CRIS03400*	Rib. dos Cristais	59,94		50,18		54,76		39,65		37,63		51,26		46,89
JQJU00900*	Res. do Juqueri	39,94		39,94		39,94		45,14		84,54		53,16		47,52
JQRI03800	Rio Juqueri	96,24		58,02		97,36		105,02		108,33		94,04		93,17
TGDE00900*	Res. de Tanque Grande	39,94		39,94		39,94		40,10		39,94		58,02		37,44

ESTADO: HIPEREUTRÓFICO EUTRÓFICO MESOTRÓFICO OLIGOTRÓFICO

Considerando as concentrações de fósforo total, os afluentes do Rio Tietê, Rio Baquirivu-Guaçu e Rio Juqueri, foram enquadrados como hipereutróficos. Esta elevada carga de fósforo total é proveniente de esgoto doméstico, pois os valores de coliformes e surfactantes estiveram muito acima do limite estabelecido pela CONAMA 20/86 para corpos d'água doce da Classe 3, que é de 4.000NMP/100mL e de 0,5 mg/L, respectivamente.

No que se refere ao Ribeirão dos Cristais, os valores de fósforo total obtidos em alguns meses estão elevados devido ao aporte de esgotos domésticos, mas com concentrações baixas de clorofila *a*, por tratar-se de ambiente lótico. A média anual do IET enquadrou este ambiente como mesotrófico.

O IET (FT,CL) enquadrou o Reservatório do Juqueri na categoria mesotrófica e o Reservatório de Tanque Grande, de um modo geral, na categoria oligotrófica, sendo que este último, no mês de novembro, encontrava-se eutrofizado.

Nessa bacia merece destaque a toxicidade aguda à *Ceriodaphnia dubia* verificada no ponto BQGU03200 nas seis amostragens realizadas durante este ano. Estes efeitos tóxicos estão relacionados aos altos teores de zinco (maio, julho, setembro e novembro) e de cobre (todas as amostragens).

Considerando o ensaio de toxicidade aguda com *V. fischeri*, no Rio Pinheiros, estrutura do Retiro (PINH04900), constata-se que apenas uma das amostras não apresentou toxicidade. As demais amostras apresentaram valores de CE20 variando entre aproximadamente 1 e 80%, similares aos que vêm sendo observados desde 1998. Já no ponto PINH04100, localizado em Pedreira, não se observa toxicidade desde 2001. Estes resultados

acompanham a melhoria relativa da qualidade da água em relação às variáveis DBO_{5,20}, oxigênio dissolvido, surfactantes e fenóis, quando comparados ao ponto PINH04900.

As amostras do Rio Tietê, no trecho compreendido entre as pontes do Aricanduva e das Bandeiras apresentaram toxicidade com CE20 variando aproximadamente entre 3 e 72%, valores próximos aos observados no ano anterior. O Rio Aricanduva apresentou toxicidade em apenas duas amostras, com valores de CE20 iguais a 19,3 e 39,1%.

Metade das amostras do Rio Tamanduateí, no ponto TAMT04900, apresentaram toxicidade aguda frente à bactéria *V. fischeri*, com valores de CE20 variando entre 26 e 45,8%, mostrando uma melhora da qualidade das águas nesse trecho do rio. O Ribeirão dos Meninos apresentou toxicidade com CE20 variando de 5,3 a 40,1%, valores similares aos observados nos anos anteriores.

▣ COMUNIDADE BENTÔNICA

Na bacia do Tietê, Alto Zona Metropolitana, em apenas uma localidade foi estudada a comunidade bentônica: Ribeirão dos Cristais (CRIS03400). A tabela 6.46 indica o diagnóstico obtido a partir dessa análise.

Tabela 6.46 – Diagnóstico da comunidade bentônica

	CÓDIGO DO PONTO
	CRIS03400
ICB _{RIO}	

QUALIDADE:
 ■ Péssima
 ■ Ruim
 ■ Regular
 ■ Boa
 ■ Ótima

Apesar de ter exibido riqueza elevada ($S = 18$), a comunidade bentônica, de acordo com a figura 6.43, compôs-se quase que exclusivamente de organismos tolerantes ($T/DT = 99\%$, principalmente, Tubificinae sqc, Naidinae e Chironomini) tendo sido dominada por *Limnodrilus hoffmeisteri*, organismo bentônico de alta tolerância que, inclusive, pode desenvolver resistência a metais pesados (Mandaville, 2002; Klerks & Weis, 1987).

Nos dois anos de estudo, a biota bentônica não apresentou alteração, tendo indicado a qualidade Ruim desse ribeirão como habitat para a comunidade bentônica. Densidades (519.073 ind./m² em 2003 e 548.977 ind./m² em 2004) e dominâncias de tolerante (95% em 2003) permanentemente elevadas, parecem indicar que o principal fator de estresse da bacia é a carga de esgoto doméstico.

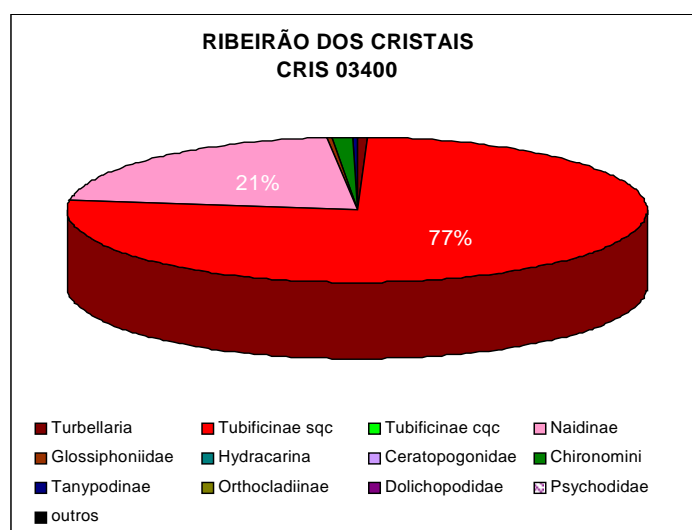


Figura 6.43 - Estrutura da comunidade bentônica do ponto CRIS 03400, localizado no Ribeirão dos Cristais, em frente à ETA de Cajamar. Tubificinae sqc = tubificíneo sem queta capilar; Tubificinae cqc = tubificíneo com queta capilar.

O resultado de coliformes indicou, de fato, carga alta de esgoto doméstico in natura em 2004 ($2,5 \times 10^4$ NMP/100mL), mas não em 2003 (36 NMP/100mL), refletindo o caráter descontínuo dessa carga. As condutividades têm sido elevadas (99,5 μ S/cm em 2003 e 91 μ S/cm em 2004) para um corpo de água corrente. Porém, a concentração de oxigênio dissolvido na água de fundo (6,88 mg/L) não foi considerada fator de estresse ao bentos, assim como no ano anterior.

9.6.4.7.3 BALNEABILIDADE DE RESERVATÓRIOS

Os resultados encontrados no monitoramento das praias dos Reservatórios Cascatinha (Setes Quedas) e Paiva Castro (Ponte Santa Inês) indicaram uma piora sensível em 2004, observando-se qualificação anual Má e Regular, respectivamente. No próximo ano, o local Sete Quedas será desativado, em razão de não oferecer segurança e condições sanitárias para o banho (tabela 6.47).

Tabela 6.47 – Resultados de *E. coli* (UFC/100mL) obtidos nas amostragens mensais

MUNICÍPIO	RESERVATÓRIO	PRAIA-LOCAL DE AMOSTRAGEM	DATAS DAS AMOSTRAGENS											
			26/01/04	16/02/04	30/03/04	26/04/04	25/05/04	22/06/04	28/07/04	30/08/04	27/09/04	26/10/04	30/11/04	28/12/04
Mairiporã	CASCATINHA	SETE QUEDAS	45	3.400	1.900	30	2	8	2	24	8	1.000	560	13.000
	PAIVA CASTRO	PONTE SANTA INÊS	96	300	71	164	4	164	43	84	80	2.100	880	256

9.6.5 Qualidade dos sedimentos

9.6.5.1 BACIA DO RIO TIETÊ – ALTO CABECEIRAS

A caracterização granulométrica dos sedimentos coletados no Rio Tietê, em Biritiba Mirim, mostrou uma predominância da fração areia (97,5 %), tratando-se portanto de um ambiente não deposicional, em função da diminuta presença de finos. Os valores encontrados para resíduo volátil (1,4 %) e percentual de umidade (30,2%) indicam uma composição tipicamente mineral nesses sedimentos.

Os sedimentos coletados no Reservatório Taiaçupeba apresentaram uma caracterização granulométrica com elevado teor de finos (34,7% de silte e 63,8% de argila), constituindo assim um ambiente tipicamente deposicional. Os valores de resíduo volátil (30,5%) e de umidade (90,4) caracterizam os sedimentos como sendo orgânicos e com baixa contribuição de fração mineral.

Assim como discutido no relatório de qualidade relativo ao ano de 2003 (CETESB, 2004), os valores de concentração de metais pesados, no ponto PEBA0900 atingem níveis que indicam um processo intenso de acumulação, notadamente chumbo, cobre, cromo, mercúrio, níquel e, de forma destacada, zinco, sendo que este último atinge valores que se assemelham à característica de material residual (1,44%). Esses contaminantes podem explicar a elevada toxicidade aguda observada para organismo bentônico (*Hyaella azteca*), que indicou qualidade péssima para os sedimentos desse ponto, repetindo o diagnóstico de 2003. O teste de Ames também indicou presença de compostos orgânicos mutagênicos.





















Além da caracterização biogeoquímica dos sedimentos do Taiaçupeba, foi estudada a composição da água presente nos interstícios dos sedimentos, a fim de compreender a potencialidade dos sedimentos em repor metais (Fe e Mn) e nutrientes à coluna d'água (fósforo), por meio da resolubilização dos óxidos (MnO_2 e Fe_2O_3) e dessorção dos complexos de fósforo (como $FeOOH-PO_4$), como demonstrado nos estudos clássicos (Einsele, 1936; Mortimer, 1941 e 1942; Marsden, 1989, dentre outros). Tais estudos são importantes a fim de estimar a carga interna existente nos corpos d'água de característica lântica, posto que os fluxos de nutrientes em direção às massas de água ficam muito favorecidos. Os resultados encontrados na água de interstício dos sedimentos do Reservatório Taiaçupeba apresentaram concentrações de ferro total de 14 mg/L, manganês de 0,49 mg/L e fósforo de 0,28 mg/L. Esses resultados indicam que está havendo um processo de liberação de fósforo dos

sedimentos do reservatório, que por sua vez pode contribuir negativamente com seu estado trófico. A importante conclusão dessas observações é a necessidade de buscar o controle das fontes de fósforo no Reservatório Taiaçupeba, a fim de minimizar os efeitos ora observados. A tabela 6.48 traz o diagnóstico do sedimento.

Tabela 6.48 – Resultados obtidos para a UGRHI-6, Bacia do Rio Tietê - Alto Cabeceiras, relativos às variáveis utilizadas para avaliação da qualidade de sedimentos.

Código do ponto	Corpo de água	Substância química	Mutagenicidade Teste de AMES	Toxicidade <i>Hyalella azteca</i>	Deformidade	ICB
TIET 02050	Rio Tietê	Pb			nr	
PEBA 0900	Res. Taiaçupeba	Cr, Hg				
		Pb, Cu, Ni, Zn				

LEGENDA:

	Ótima	Bom	Regular	Ruim	Péssima
Química					
Mutagenicidade					
Toxicidade					
Deformidade					
ICB					

nr = não realizado

A comunidade bentônica da região profunda do Reservatório de Taiaçupeba exibiu alta riqueza ($S = 16$), mas sua composição foi quase que totalmente (90%) dominada por formas tolerantes (principalmente *Limnodrilus hoffmeisteri* e *Chironomus*) (Fig. 6). Organismos sensíveis estiveram ausentes, embora indivíduos de gêneros de Tanytarsini (*Tanytarsus* e *Caladomyia*), indicadores boas condições de oxigenação em regiões profundas de reservatórios, tenham ocorrido em baixas densidades. O diagnóstico final para o habitat da profunda foi de qualidade regular (figura 6.44)

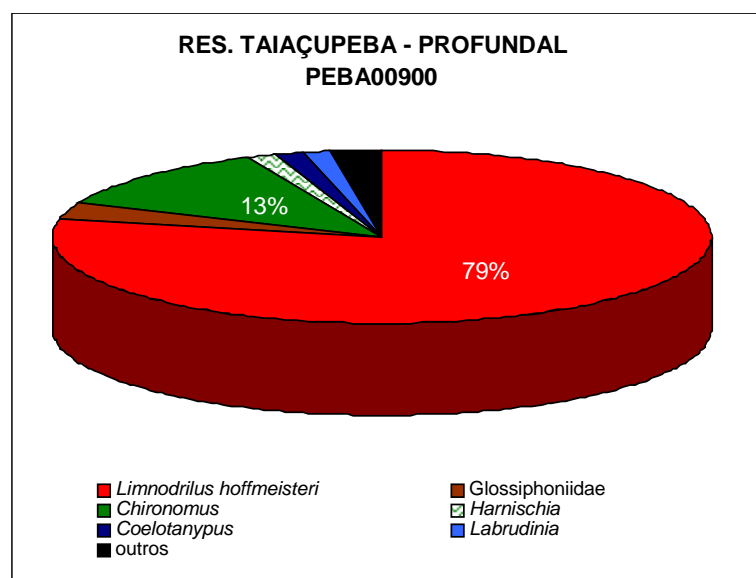


Figura 6.44 - Estrutura da comunidade bentônica profunda do Reservatório de Taiaçupeba (PEBA 00900).

Embora tenham ocorrido ganhos em riqueza (de 11 para 16) e densidade (de 3.496 ind./m² para 11.094 ind./m²), nos dois anos de estudo na rede de monitoramento, a comunidade bentônica profunda de Taiaçupeba sempre indicou qualidade regular. Embora as análises de frequência de deformidade em larvas de *Chironomus*, tanto em 2003 quanto em 2004, tenham se baseado em um número de indivíduos analisados ($N = 22$, em 2003 e $N = 76$, em 2004) aquém daquele exigido ($N = 100$) para o resultado ser considerado conclusivo, as frequências observadas, em ambos os anos, foram 0%, não parecendo provável a existência de efluentes causadores deste efeito.

As concentrações de oxigênio dissolvido na água de fundo foram elevadas (6,8 mg/L, em 2003 e 8,86 mg/L, em 2004), não sendo consideradas estressantes para a biota bentônica. Os perfis de OD e temperatura de 2004 não indicaram estratificação no período de amostragem, mas homogeneidade da massa d'água (figura 6.45).

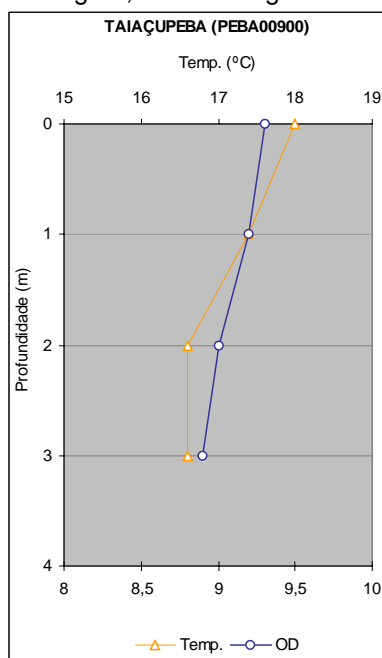


Figura 6.45 - Perfis de temperatura e oxigênio dissolvido do Reserv. Taiaçupeba (Ago/2004).

9.6.5.2 BACIA DO RESERVATÓRIO BILLINGS

No Reservatório Billings, os sedimentos coletados em frente ao Braço do Bororé continuam apresentando as mesmas características das campanhas realizadas em 1997, 1998, 2002 e 2003, ou seja, distribuição granulométrica com elevada presença de finos (16,2% de fração silte e 82,7% de fração argila), tratando-se de ambiente tipicamente deposicional. Os valores de resíduo volátil (17,6%) e de umidade (86,6%) indicam haver uma composição significativa de matéria orgânica em sua constituição, em função do aporte de cargas orgânicas poluidoras oriundas do Canal do Pinheiros, nas chuvas, bem como da contribuição da própria bacia da Billings, na entrada do reservatório. Com isso, o nível redox torna-se predominantemente redutor, constatando-se espécies reduzidas de enxofre nas camadas sedimentares. Essas características biogeoquímicas, além da concentração de oxigênio na zona intersticial (2,4 mg/L) e na água de fundo (3,6 mg/L), constituem um desfavorecimento à disponibilidade de metais pesados e outras espécies químicas à biota aquática.

As concentrações de metais pesados não sofreram alteração ao longo dos últimos anos de avaliação e continuam a mostrar-se muito elevadas, mesmo nas camadas superficiais dos sedimentos, sendo que na amostragem de 2004 foi constatada também a presença de mercúrio. Verificou-se ainda, como nos anos anteriores, a presença de PCBs, mas em concentração que não são esperados efeitos severos à biota aquática (CCEM, 1999).

Os resultados encontrados na água de interstício dos sedimentos do Bororé apresentaram concentrações de ferro total de 30,2 mg/L, manganês de 0,92 mg/L e fósforo de 3,58 mg/L. Esses resultados indicam que está havendo um processo intensivo de liberação de fósforo dos sedimentos do Reservatório Billings - principalmente em função do baixo nível de oxigênio dissolvido encontrado (2,4 mg/L) - , que por sua vez pode contribuir negativamente com sua carga interna e com a piora do estado trófico do ambiente aquático. A importante conclusão dessas observações é a necessidade de buscar o controle das fontes de fósforo no Reservatório Billings, a fim de minimizar os efeitos ora observados.

O sedimento coletado no Reservatório Rio Grande, próximo à captação da SABESP, apresentou uma caracterização granulométrica sensivelmente diferente da encontrada no ano de 2003, tendo sido observada na última amostragem uma proporção maior da fração areia (41,7% versus 11,2%), e tal alteração é atribuída à variabilidade amostral, dada pelas condições hidrodinâmicas do reservatório. Não obstante, a fração de finos é considerada bastante expressiva (16,2% de silte e 42,0% de argila). Os resultados de resíduo volátil (14,5%) e umidade (65,3%) indicam a presença de uma quantidade significativa de matéria orgânica em sua composição, cuja ação desfavorece a disponibilidade de metais e de outras espécies químicas à biota aquática.

Com relação aos resultados de metais pesados, foram encontradas concentrações elevadas de cobre, em função da aplicação do algicida sulfato de cobre, e mercúrio. Nessa questão, cabe uma atenção especial ao mercúrio, que vem apresentando um aumento de concentração no sedimento próximo à captação SABESP desde 2002, fato este que deve ser acompanhado em função do seu efeito deletério à biota. Há ainda um processo de acumulação dos demais metais, como chumbo, cromo, níquel e zinco, em níveis de concentração entre TEL e PEL. Foi observada a presença de Hexaclorobenzeno nos sedimentos - composto organoclorado da categoria dos poluentes orgânicos persistentes (POPs). No entanto, a concentração encontrada (7,14 µg/kg) é inferior ao valor preconizado pela EPA para proteção sob o ponto de vista ecológico (20,0 µg/kg), segundo USEPA (2003).

Além da caracterização biogeoquímica dos sedimentos do Rio Grande, próximo à captação SABESP, foi estudada a composição da água presente nos interstícios dos sedimentos e os resultados encontrados apresentaram concentrações de ferro total de 16,2 mg/L, manganês de 0,42 mg/L e fósforo de 0,07 mg/L. Esses resultados indicam que está havendo um processo de liberação de fósforo de baixa intensidade dos sedimentos dessa região, não contribuindo de forma tão expressiva com seu estado trófico. Não obstante, a importante conclusão dessas observações é a necessidade de buscar o controle das fontes de fósforo no Reservatório Rio Grande a fim de minimizar os efeitos ora observados.

Com relação aos sedimentos do Reservatório Rio Grande, na direção do Clube Prainha Tahiti, a caracterização granulométrica mostrou-se muito diferente do ponto próximo à captação SABESP, com elevada fração de finos (23,2% de silte e 63,75% de argila), constituindo-se, sabidamente, em um ambiente tipicamente deposicional.

Os resultados de fração volátil (37,0%) e umidade (67,6%) indicam a presença de uma quantidade significativa de matéria orgânica em sua composição, cuja ação desfavorece a disponibilidade de metais e de outras espécies químicas à biota aquática.

As concentrações de metais pesados nesses sedimentos foram elevadas para chumbo, cobre, mercúrio e zinco e mostram-se em acumulação para os demais metais. Quanto aos compostos orgânicos, foram encontrados os organoclorados Hexaclorobenzeno, PCBs e Lindane, sendo o primeiro em concentração inferior ao valor preconizado pela EPA para proteção sob o ponto de vista ecológico (20,0 µg/kg), segundo USEPA (2003), enquanto que o segundo apresentou-se em concentração entre TEL e PEL e o terceiro superior ao PEL. Cabe, portanto, uma investigação detalhada acerca da presença desses compostos orgânicos nos sedimentos do reservatório, dada a propriedade cumulativa que podem desenvolver nos organismos aquáticos.

Além da caracterização biogeoquímica e de contaminação dos sedimentos do Reservatório Rio Grande, no Prainha Tahiti, foi estudada a água de interstício dos sedimentos desse local, que apresentou concentrações de ferro total de 30,2 mg/L, manganês de 0,92 mg/L e fósforo de 3,58 mg/L. Esses resultados indicam que está havendo um processo intensivo de liberação de fósforo dos sedimentos do Reservatório Billings, no meio do reservatório - principalmente em função do baixo nível de oxigênio dissolvido encontrado (2,4 mg/L), que por sua vez pode contribuir positivamente com a carga interna do manancial. A importante conclusão dessas observações é a necessidade de buscar o controle das fontes de fósforo no Reservatório Billings, a fim de minimizar os efeitos ora observados. A tabela 6.49 mostra os resultados obtidos para a UGRHI-6, bacia do Reservatório Billings, relativos às variáveis utilizadas para avaliação da qualidade de sedimentos.

Tabela 6.49 - Resultados obtidos para a UGRHI-6, bacia do Reservatório Billings, relativos às variáveis utilizadas para avaliação da qualidade de sedimentos.

Código do ponto	Corpo de água	Substância química	Mutagenicidade Teste de AMES	Toxicidade <i>Hyalella azteca</i>	Deformidade	ICB
BILL 02100	Reserv. Billings	PCBs			nr	
		Pb, Cu, Cr, Hg, Ni, Zn				
RGRDE 02300	Reserv. Rio Grande	Cr, Ni, PCBs, HCB			nr	
		Pb, Cu, Hg, Zn, Lindane				
RGRDE 02900	Reserv. Rio Grande	Pb, Cr, Ni, Zn			nr	
		Cu, Hg				

LEGENDA:

	Ótima	Bom	Regular	Ruim	Péssima
Química					
Mutagenicidade					
Toxicidade					
Deformidade					
ICB					

nr = não realizado

A comunidade bentônica da região profunda do Reservatório Billings mostrou-se muito pobre ($S = 2$) e completamente dominada por formas tolerantes (*Dero* e *Limnodrilus hoffmeisteri*) (figura 6.46).

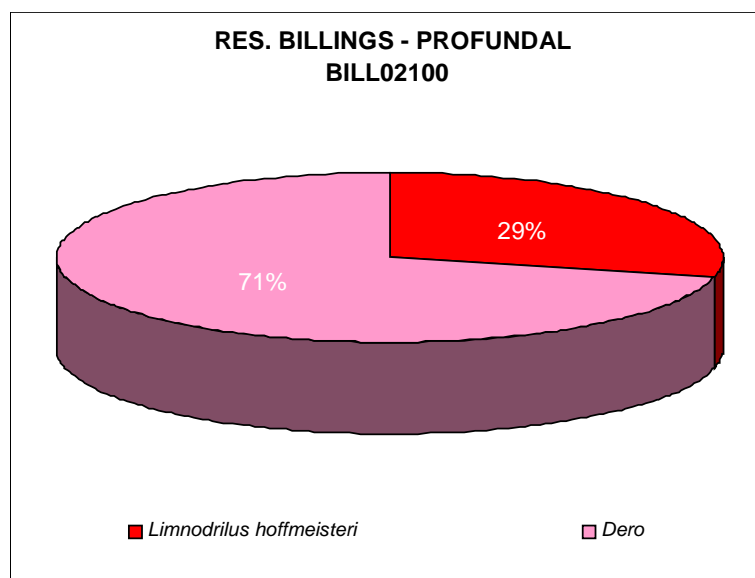


Figura 6.46 - Estrutura da comunidade bentônica da região profunda do Reservatório Billings (BILL 02100).

A maior alteração na estrutura da comunidade bentônica, com relação aos anos anteriores (2002 e 2003) foi a dominância do gênero *Dero* no lugar de *Limnodrilus hoffmeisteri*. O diagnóstico, porém, não se alterou ao longo desses três anos, indicando um habitat altamente degradado.

A concentração de oxigênio dissolvido na água próxima ao sedimento foi baixa (3,6 mg/L) deve estar limitando a instalação de outras populações bentônicas, porém, outros fatores, provavelmente ligados a agentes tóxicos, estão exercendo estresse, inclusive sobre as populações tolerantes, já que suas densidades são limitadas.

Foi observado efeito sub-letal para *Hyalella azteca*. Os levantamentos realizados anteriormente mostram uma variabilidade dos resultados dos testes de toxicidade, levando a uma classificação desse ponto desde boa a péssima (CETESB/SABESP, 1998 e 1999; Mozeto *et al.*, 2003; CETESB, 2004, Botelho *et al.*, 2005). As concentrações de contaminantes (tabela 6.49), poderiam justificar o efeito observado no teste de toxicidade e na

biota bentônica. No entanto, com base na caracterização biogeoquímica observada, isso não é esperado, uma vez que a concentração de sulfetos volatilizáveis por acidificação (AVS) excedem a soma molar da concentração dos metais (Silvério, 2003). Com isso, modelo biogeoquímico, que correlaciona o efeitos observados e a disponibilidade biológica por remobilização, não se adequa às populações, cuja principal via de exposição aos contaminantes é a ingestão (Kiffney & Clements, 2003).

Os perfis de oxigênio e temperatura (figura 6.47) mostram aquecimento superficial, no primeiro metro de profundidade, e valores muito elevados de oxigênio, até 3m, relacionados à produção algal, já que florações ocorrem constantemente nesse corpo d'água. O valor de clorofila *a* (61,48 µg/L) corrobora essa hipótese.

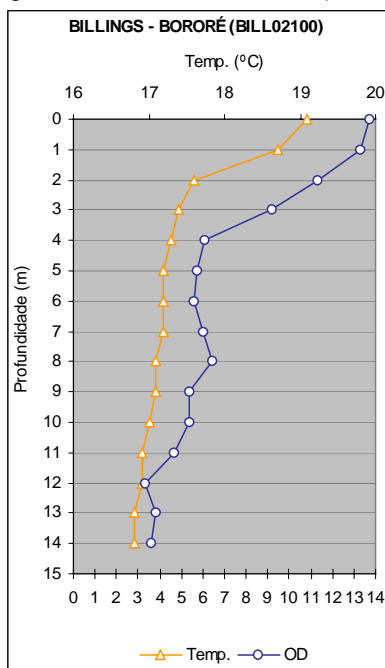


Figura 6.47 - Perfil de temperatura e oxigênio dissolvido do Reservatório Billings (Ago/2004).

O bentos profundo do Reservatório do Rio Grande, a aproximadamente 2 km da barragem, apresentou baixa riqueza ($S = 3$), diversidade moderada ($ICS = 1,86$) e foi dominado por formas tolerantes ($T/DT = 88\%$, *Limnodrilus hoffmeisteri* e *Chironomus*) (figura 6.48)

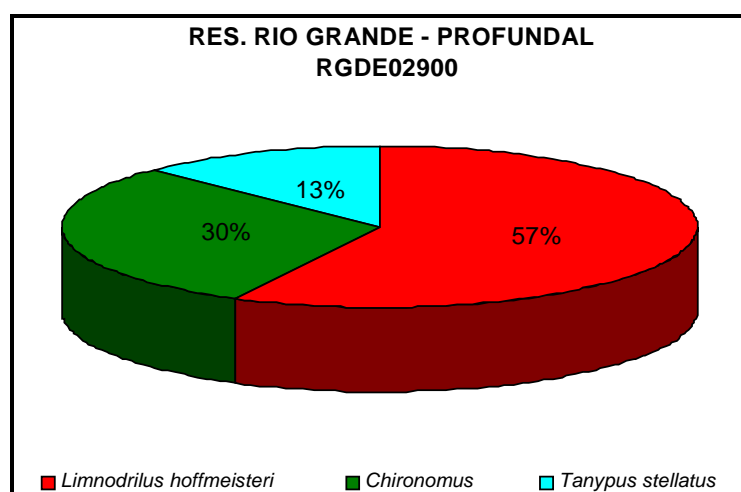


Figura 6.48 - Estrutura da comunidade bentônica da região profunda do Reservatório do Rio Grande, corpo central (RGDE 02900).

Apesar do aumento em densidade com relação ao ano anterior (de 98 ind./m², em 2003 para 680 ind./m², em 2004), a comunidade perdeu gêneros de Chironomini menos tolerantes que *Chironomus* (*Cladopelma*, *Polypedilum* e *Labrundinia*) e surgiu em sua estrutura a espécie mais tolerante da fauna bentônica (Mandaville, 2002), *Limnodrilus hoffmeisteri*, que a dominou. Consequentemente, a qualidade do habitat passou de regular para ruim.

A concentração de oxigênio dissolvido na água de fundo foi alta (7,1 mg/L), não tendo sido fator de estresse para a biota. O gráfico de perfil de oxigênio e temperatura (figura 6.49) indica a circulação da massa d'água. Os resultados de coliformes (3 NMP/100mL), clorofila *a* (5,15 µg/L) e fósforo total (<0,03 mg/L) não evidenciaram a influência de esgotos domésticos in natura e nem de cargas elevadas de nutrientes; no entanto, a condutividade foi elevada (219 µS/cm). A aplicação de sulfato de cobre para o controle de florações de algas, nessa região, pode explicar esse resultado e o de clorofila. A tabela 6.49 mostra uma série de contaminantes que pode estar limitando a comunidade em termos de riqueza e densidade e causando efeito sub-letal, em termos de crescimento, para *Hyaella azteca*. Não foi detectada a presença de compostos orgânicos mutagênicos, mas os níveis de mercúrio e cobre ultrapassaram cerca de 40 e 155 vezes, respectivamente, os limites de efeito severo.

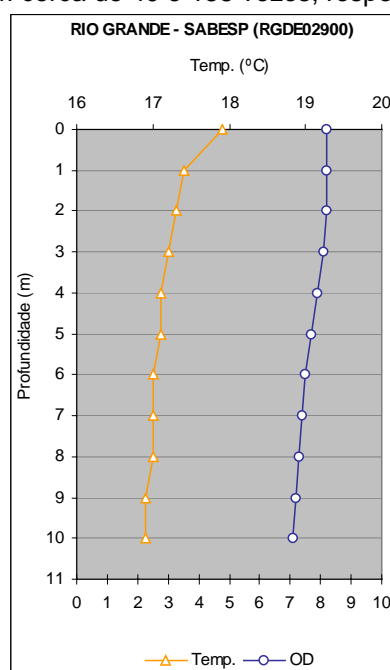


Figura 6.49 - Perfil de temperatura e oxigênio dissolvido do Reservatório do Rio Grande, corpo central (Ago/2004).

Com relação ao Reservatório do Rio Grande, em frente ao clube Tahiti, foi constatada qualidade ruim para a comunidade bentônica, que exibiu alta dominância de *Limnodrilus hoffmeisteri* (figura 6.50). Assim como consequência, apesar da riqueza moderada ($S = 6$), a diversidade foi baixa ($ICS = 0,52$). As concentrações químicas no sedimento superaram os níveis de efeito severo para vários metais e para o composto organoclorado Lindane (tabela 6.49), podendo ser as causas das alterações observadas na comunidade bentônica, já que seu elemento dominante é a espécie considerada mais tolerante dessa biota (Mandaville, 2002), podendo inclusive desenvolver resistência a metais pesados (Klerks & Weis, 1987).

Foi detectada presença de composto orgânico mutagênico em atividade regular e concentração de mercúrio que ultrapassou em 37 vezes o limite de efeito severo.

A observação de efeito sub-letal para organismo bentônico (*Hyaella azteca*) corrobora com os resultados da comunidade.

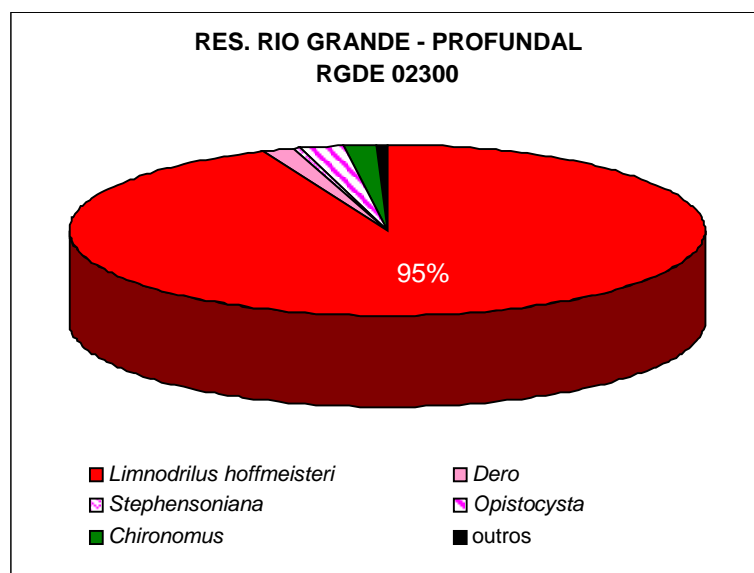


Figura 6.50 - Estrutura da comunidade bentônica da região profunda do Reservatório Rio Grande, em frente ao clube Tahiti (RGDE02300).

A concentração do oxigênio dissolvido na água próxima ao fundo, no ponto em frente ao clube Tahiti, não indicou ser este um fator de estresse para a biota (6,5 mg/L). Os perfis de oxigênio dissolvido e temperatura (figura 6.51) mostraram istermia ao longo da coluna, refletindo mistura da massa d'água.

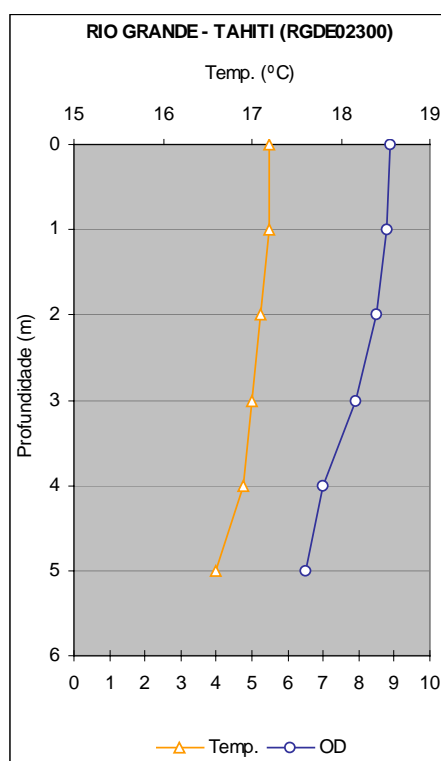


Figura 6.51 -. Perfil de temperatura e oxigênio dissolvido do Reservatório do Rio Grande, em frente ao clube Tahiti (Ago/2004)

No ano anterior foi investigada a fauna profunda do braço do Ribeirão Pires que, pelo atual cálculo do ICB_{RES-P} , obteve qualidade regular, tendo apresentado melhor riqueza ($S = 9$), diversidade ($ICS = 5,75$) e menor dominância

de tolerantes ($T/DT = 68\%$). A biota refletia a alta carga de efluentes domésticos in natura (coliformes = $4,7 \times 10^3$ NMP/100mL) nesse local e o alto grau de eutrofização (clorofila *a* = 116,28 $\mu\text{g/L}$), embora alguns contaminantes químicos tenham ocorrido em concentração de início de efeito (Cr e Hg).

Os dados dos dois anos indicam que a deterioração do Reservatório do Rio Grande possui duas fontes: a primeira, de contaminantes químicos, do próprio Rio Grande, e a segunda, de esgoto doméstico e de nutrientes, do Ribeirão Pires e demais fontes da bacia.

9.6.5.3 BACIA DO RESERVATÓRIO GUARAPIRANGA

A caracterização granulométrica dos sedimentos do Reservatório Guarapiranga mostrou uma elevada presença de finos (21,18% de silte e 78,3% de argila), tratando-se portanto de uma região do reservatório com característica tipicamente deposicional. Com relação aos resultados de resíduo volátil (16,46%) e umidade (81,4%), observa-se uma composição elevada de matéria orgânica, em decorrência do aporte de cargas poluidoras no reservatório.





















Com relação a metais pesados, pode-se destacar as elevadas concentrações de chumbo e cobre, superiores a PEL e que têm persistido nos dois anos de estudo, e outros metais com concentrações inferiores a TEL e entre TEL e PEL, mas em processo de acumulação nos sedimentos. Foi observada ainda a presença de PCBs, entre TEL e PEL, fato este que merece ser melhor investigado. Em nenhum dos dois anos analisados houve indícios da presença de compostos orgânicos mutagênicos.

Além da caracterização biogeoquímica e a contaminação dos sedimentos do Reservatório Guarapiranga, foi estudada a água de interstício dos sedimentos, que apresentou concentrações de ferro total de 38,6 mg/L, manganês de 1,83 mg/L e fósforo de 1,84 mg/L. Esses resultados indicam que está havendo um processo intensivo de liberação de fósforo dos sedimentos do Reservatório Guarapiranga, que por sua vez pode contribuir significativamente com a carga interna do manancial. A importante conclusão dessas observações é a necessidade de buscar o controle das fontes de fósforo no Reservatório Guarapiranga, a fim de minimizar os efeitos ora observados. A tabela 6.50 mostra os resultados obtidos para a UGRHI-6, bacia do Reservatório Guarapiranga, relativos às variáveis utilizadas para avaliação da qualidade de sedimentos.

Tabela 6.50 - Resultados obtidos para a UGRHI-6, bacia do Reservatório Guarapiranga, relativos às variáveis utilizadas para avaliação da qualidade de sedimentos.

Código do ponto	Corpo de água	Substância química	Mutagenicidade Teste de AMES	Toxicidade <i>Hyalella azteca</i>	Deformidade	ICB
GUAR 00900	Reserv. Guarapiranga	Cr, Hg Pb, Cu			nr	

LEGENDA:

	Ótima	Bom	Regular	Ruim	Péssima
Química					
Mutagenicidade					
Toxicidade					
Deformidade					
ICB					

nr = não realizado

A comunidade bentônica profunda do Reservatório Guarapiranga (figura 6.52) apresentou riqueza elevada ($S = 7$), mas a alta dominância ($DOM = 83\%$) fez com que sua diversidade ($ICS = 2,20$) atingisse faixa indicativa de ambiente de qualidade regular. A ausência de formas consideradas sensíveis e a alta proporção de organismos tolerantes ($T/DT = 99\%$, principalmente *Limnodrilus hoffmeisteri* e *Dero*) colaboraram para que o diagnóstico final de qualidade desse habitat fosse regular.

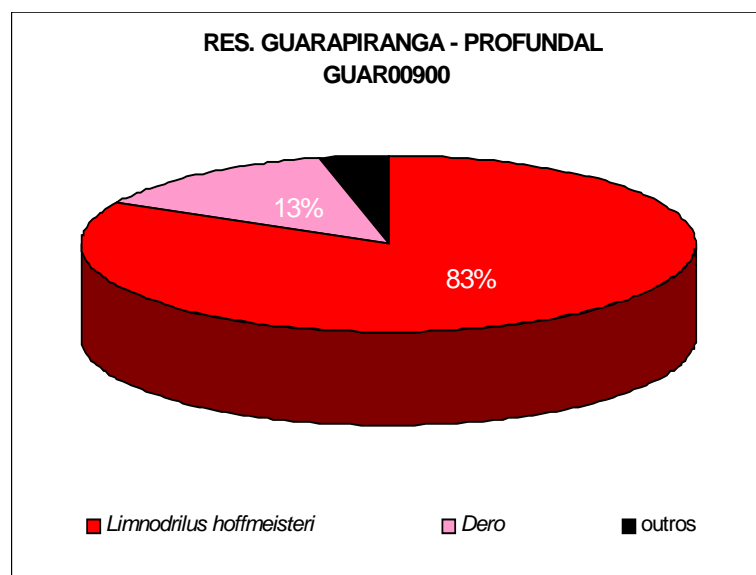


Figura 6.52 - Estrutura da comunidade bentônica da região profunda do Reservatório Guarapiranga.

Diferentemente da comunidade sublitoral, que apresentou piora com relação ao ano anterior, a profunda melhorou, tendo sido mais rica (S aumentou de 3 para 7), diversa (ICS aumentou de 0,25 para 2,20) e densa (de 1.428 ind./m² para 4.558 ind./m²).

Apesar da melhora detectada, a baixa concentração do oxigênio dissolvido na água de fundo (5,47 mg/L) pode ser responsável pelo desaparecimento de algumas formas sensíveis, mas a tabela 6.50 indica alguns metais pesados que podem ter contribuído, juntamente com o grau elevado de trofia, para que o bentos profundo exibisse estrutura simplificada e fosse dominada por elemento resistente (*Limnodrilus hoffmeisteri*), inclusive a metais (Klerks & Weis, 1987). O ensaio ecotoxicológico com organismo bentônico (*Hyaella azteca*) resultou em efeito sub-letal, como no ano anterior, no crescimento dos organismos, que pode estar relacionado com os mesmos contaminantes. Destes metais, cromo, cobre e chumbo têm persistido nos dois anos de estudo, tendo o segundo ocorrido sempre acima do nível de efeito severo, tendo ultrapassado mais de 10 vezes esse limite. Em nenhum dos dois anos analisados houve indícios da presença de compostos orgânicos mutagênicos.

O gráfico de perfil (figura 6.53) mostra declínio suave, tanto da temperatura quanto do oxigênio, ao longo da coluna d'água, no inverno.

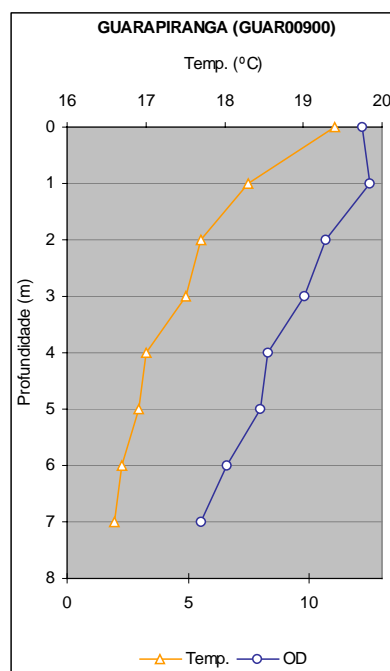


Figura 6.53 - Perfil de temperatura e oxigênio dissolvido do Res. Guarapiranga (Ago/2004).

9.6.5.4 BACIA DO RIO TIETÊ – ALTO ZONA METROPOLITANA

A caracterização granulométrica dos sedimentos do Ribeirão dos Cristais mostra uma predominância de finos (45,89% de fração silte e 33,1% de fração argila), tratando-se de um ambiente com característica deposicional. O valor de resíduo volátil não permite qualificar esse sedimento como orgânico, visto que não foi determinada seu teor de umidade.

Com relação a metais, somente chumbo foi encontrado em nível de contaminação, entre TEL e PEL, não indicando, dessa forma, preocupação à biota aquática. Neste ponto não foi observado efeito para *Hyalella azteca* e nem detectada a presença de compostos orgânicos mutagênicos.

Tabela 6.51 - Resultados obtidos na bacia do Rio Tietê, Alto Zona Metropolitana, relativos às variáveis utilizadas para avaliação da qualidade de sedimentos.

Código do ponto	Corpo de água	Substância química	Mutagenicidade Teste de AMES	Toxicidade <i>Hyalella azteca</i>	Deformidade	ICB
CRIS 03400	Ribeirão dos Cristais	Pb			nr	

LEGENDA:

	Ótima	Bom	Regular	Ruim	Péssima
Química					
Mutagenicidade					
Toxicidade					
Deformidade					
ICB					

nr = não realizado

A análise de deformidade em mento de *Chironomus* registrou uma alta porcentagem desse efeito (30%), dez vezes maior que a considerada natural, embora o dado não seja conclusivo, já que o número de larvas analisado (N = 40) foi aquém do ideal. Uma vez que não se tem registrado níveis elevados de contaminantes nesse local e diante do fato de que a comunidade permaneceu em estado ruim, exibindo, ainda, indícios de exposição à agentes químicos teratogênicos, é possível que outros contaminantes, não analisados, sejam, juntamente com o

esgoto doméstico, os responsáveis pelas alterações observadas no bentos, principalmente pela alta frequência de deformidades.

9.6.6 Considerações e Recomendações

9.6.6.1 BACIA DO ALTO TIETÊ – CABECEIRAS

A Agência Ambiental da CETESB de Mogi das Cruzes, desenvolvendo ações corretivas e de investigação para a avaliação e identificação das fontes de contribuição de zinco no Reservatório do Taiaçupeba, obteve como resultado a transferência das empresas Produquímica Indústria e Comércio Ltda e Mixmicro Indústria e Comércio de Produtos Químicos Ltda, que se localizavam junto as cabeceiras do reservatório. Obteve também a suspensão da utilização de produto a base de zinco pela Empresa de Mineração Horii Ltda, tendo a empresa Imerys do Brasil Comércio e Extração de Minérios Ltda encerrado suas atividades. Em complementação às ações de controle, também foi determinado a estas empresas a realização de estudos de contaminação de solo e de águas superficiais e subterrâneas, visando a adoção das medidas de remediação necessárias.

Quanto ao lodo depositado pela ETA da SABESP no Reservatório do Taiaçupeba, conforme plano em estudo, prevê-se sua remoção até o final de 2005.

A variação do regime hidrológico e das regras operacionais do Reservatório de Ponte Nova estão, aparentemente, influenciando na qualidade das águas e do ambiente aquático da região, como verificado no Rio Tietê, na captação de Biritiba-Mirim. Portanto, sugere-se que haja uma ampla discussão, dentro da Bacia, das regras operacionais e suas conseqüências aos diferentes usos da água na Região do Alto-Tietê/Cabeceiras.

9.6.6.2 BACIA BILLINGS

No Reservatório Rio Grande, próximo à barragem da Anchieta, os sedimentos demonstram contaminação por metais, efeitos tóxicos subletais e mutagenicidade, o que remete para a continuidade do monitoramento das fontes da região.

Em função dessa contaminação nos sedimentos do Reservatório Rio Grande, notadamente mercúrio, desaconselha-se quaisquer ações que venham a causar alterações nas condições redox desses sedimentos, que podem promover a sua remobilização.

9.6.6.3 BACIA GUARAPIRANGA

A grande quantidade de cobre que vem sendo detectada ao longo dos anos no Reservatório do Guarapiranga, torna urgente a definição em nível institucional, de um plano para a solução do acúmulo deste metal no sedimento.

A ocorrência de valores extremamente altos de copépodes ciclopóides no Guarapiranga, especialmente próximo à captação (GUAR 00900), pode prejudicar o tratamento de água para abastecimento, por meio da passagem indesejada destes organismos pelo sistema. Neste sentido, recomenda-se atenção especial em situações de pH elevado (acima de 8) e concentrações mais elevadas de metais (como alumínio e cobre) durante o início do período chuvoso (outubro-novembro), no qual têm sido observados aumentos populacionais deste grupo.

9.6.6.4 BACIA DO COTIA

O manancial do Baixo Cotia apresentou contaminação química e microbiológica, além de valores elevados de potencial de formação de THMs, recomendando-se assim cuidados especiais no tratamento dessas águas.

Quanto ao manancial dos Cristais, sugere-se a continuidade do monitoramento com vistas a verificar a possibilidade de identificação de outras fontes geradas nessa região. O sistema de afastamento de efluentes líquidos implantado foi uma medida muito eficiente de se evitar que a ETA receba este material, constatando-se, a

partir de então, a ausência dos efeitos mutagênicos observados por meio do teste de Ames, na água de abastecimento público, no entanto o problema persiste no corpo d'água a jusante.

9.6.6.5 BACIA DO ALTO TIETÊ – ZONA METROPOLITANA

A contaminação química associada aos efeitos tóxicos no Rio Baquirivu-Guaçu, remete para o prosseguimento da investigação das fontes responsáveis por esse problema.

Apesar dos investimentos já realizados pela SABESP no tratamento dos esgotos da RMSP, os dados obtidos ainda demonstram uma situação de má qualidade destas águas, não sendo observadas melhorias nos Rios Tietê, Tamanduateí e Pinheiros.

9.7 UGRHI 7 – Baixada Santista

9.7.1 Características da UGRHI

A Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos 07 situa-se a leste do Estado de São Paulo, sendo composta por 9 municípios, conforme descrito na tabela 7.1.

Tabela 7.1 – Características da UGRHI 7

Área de drenagem	2.886 km².
Constituintes principais	Rios Cubatão, Moji, 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	Esse território abrange a região metropolitana da Baixada Santista e apresenta ocupação urbana e industrial intensa. Destacam-se o distrito industrial de Cubatão, o porto de Santos e a vegetação natural protegida de Mata Atlântica.
Usos da água	Abastecimento público e industrial; recepção de efluentes domésticos e industriais; pesca de subsistência; recreação; navegação e geração de energia elétrica.
Principais atividades	Turismo, pesca, refino de petróleo, siderurgia e indústrias químicas e de fertilizantes.
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.

Na tabela 7.2 está descrita a carga orgânica poluidora de origem doméstica.

Tabela 7.2 - Carga orgânica poluidora de origem doméstica.

Município	Concessão	População Censo 2000		Atendimento (%)		Carga Poluidora		Corpo Receptor
		Total	Urbana	Coleta	Tratam.	Potencial	Remanesc.	
Bertioga	Sabesp	30.903	30.039	28	100	1622	1259	Rio Itapanhaú
Cubatão	Sabesp	107.904	107.260	31	100	5792	4356	Rio Cubatão
Guarujá	Sabesp	265.155	265.076	58	100	14314	7672	Enseada / Estuário de Santos
Itanhaém	Sabesp	71.947	71.100	11	81	3839	3566	Rio Poço, Rio Itanhaém e Rio Curitiba
Mongaguá	Sabesp	35.106	34.950	21	100	1887	1570	Mar
Peruíbe	Sabesp	51.384	50.297	17	100	2716	2347	Rio Preto
Praia Grande	Sabesp	191.811	191.811	46	100	10358	6546	Mar
Santos	Sabesp	417.777	415.543	98	100	22439	4847	Baía de Santos e Canal São Jorge
São Vicente	Sabesp	302.678	302.541	52	100	16337	9541	Rio Mariana
TOTAL GERAL		1.474.66	1.468.61	59	99	79.305	41.703	

A tabela 7.3 descreve os pontos de amostragem.

Tabela 7.3 – Descrição dos Pontos de Amostragem

Código do Ponto	Latitude	Longitude	Projetos	Descrição	Local
ANCO07900			MR	Rio Branco	Na ponte da Rodovia Pedro Taques, antes do pedágio
CAMO00900	23 55 21	46 43 46	RB	Reservatório Capivari-Monos	Junto à Estação de Recalque da SABESP.
CFUG02900	23 52 36	46 27 09	RB	Canal de Fuga II da UHE Henry Borden	Canal de fuga II da Usina Hidroelétrica Henry Borden, na saída da turbina da Usina Externa.
CUBA02700	23 53 18	46 27 19	RB	Rio Cubatão	Na ponte Preta, em frente à antiga Estação de Tratamento de Água do Rio Cubatão.
CUBA03900	23 52 58	46 24 49	RB	Rio Cubatão	Ponte da estrada de ferro Santos-Jundiá, cerca de 1,5 Km a jusante da confluência com o Perequê.
CUBA03901	23 52 47	46 24 40	SED	Rio Cubatão	Rio Cubatão, 100m a montante da linha férrea.
IPAU07800	23 49 03	46 09 12	MR	Rio Itapanhaú	Na balsa para Itatinga.
IPAU07900	23 50 10	46 09 48	MR	Rio Itapanhaú	Margem esquerda, no ancoradouro da Marina do Forte.
ITAE07900	23 46 48	45 58 15	MR	Rio Itaguaré	Na ponte da Rodovia Rio / Santos.
MOJI02800	23 51 11	46 22 51	RB	Rio Moji	Ponte na Rodovia Piaçaguera-Guarujá, que liga Cubatão a Guarujá.
MOJI07900	23 54 59	46 22 37	SED	Rio Moji	Na foz do rio Moji, em frente ao dique do Furadinho, perto de um poste de madeira, a montante do Largo do Caneú.
NAEM07900			MR	Rio Itanhaém	Na Rua Domerval Pereira Leite, na altura do nº 214, na margem oposta ao late Clube.
PERE02900	23 52 06	46 25 04	RB	Rio Perequê	No Rio Perequê. Junto a captação da Carbocloro.
PETO07900	24 19 44	47 00 22	MR	Rio Preto	Na ponte do caminho do Guaraú.
PIAC02700	23 51 27	46 23 33	RB	Rio Piaçaguera	Ponte localizada na COSIPA, continuação da antiga Rua 3, Vila Parisi, 300m jusante Adubos Trevo.
REIS07900			MR	Rio Canal Barreiros	Na ponte pênsil.

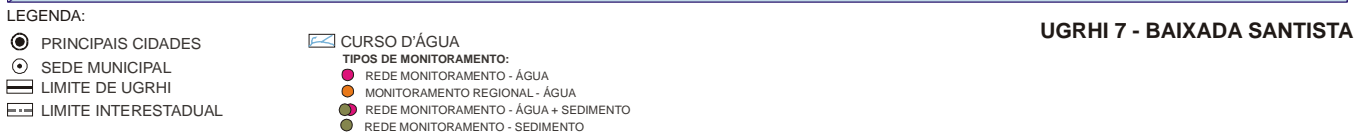
MR = Monitoramento Regional

RB = Rede Básica de Monitoramento

SED = Rede de Sedimento

O tratamento dos dados de qualidade dos pontos de amostragem referentes ao monitoramento regional será realizado no Relatório de Qualidade das Águas Litorâneas – Balneabilidade das Praias de 2004.

A figura 7.1 apresenta o mapa esquemático desta UGRHI contendo os seus principais corpos de água e municípios, bem como a localização dos pontos de amostragem.



9.7.1.1 RESULTADOS DE VARIÁVEIS DE QUALIDADE DAS ÁGUAS

A tabela 7.4 compara a média de 2004 com a dos últimos dez anos para as principais variáveis.

Tabela 7.4 – Médias das principais variáveis sanitárias

Código do ponto	Condutividade		Turbidez		COD		PPTHM		Nitrato		Nitrog. Amon.		OD		DBO _(5,20)		FT		Coliforme Termot.		Clorofila a	
	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004
CAMO00900	25	21	11	8	5,18	4,59	355	519	0,22	0,21	0,07	0,11	6,7	7,7	3	3	0,085	0,042	234	150	7,26	1,47
CFUG02900	150	135	3	3	8,85	5,34	241	350	0,42	0,37	0,08	0,07	7,7	7,3	3	4	0,068	0,062	91	22	23,45	27,19
CUBA02700	43	42	8	5	4,19	3,72	133	449	0,50	1,86	0,05	0,04	7,4	6,8	2	2	0,092	0,030	1.190	920	0,74	0,00
CUBA03900	1573	1400	8	5					0,87	1,03	0,67	0,58	6,8	6,3	4	3	0,309	0,058	17.798	8.341		
MOJI02800	289	154	7	5					5,49	3,06	9,30	3,46	6,7	6,4	2	2	3,678	1,013	2.773	3.220		
PERE02900		59		4						0,94		0,04		6,5		2		1,040		1.272		
PIAC02700	1605	1382	18	6					2,11	1,70	5,63	2,07	3,8	4,5	6	2	72,498	1,813	6.988	3.311		

Observação: os dados brutos destas e das demais variáveis de qualidade das águas constam nas tabelas do Anexo 2.

A tabela 7.5 descreve a Comparação das porcentagens de resultados não conformes em relação aos padrões de qualidade (Resolução CONAMA 20/86) de 2004 com as dos últimos dez anos para pH e metais

Tabela 7.5 – Comparação das porcentagens de resultados não conformes em relação aos padrões de qualidade de 2004 com as dos últimos dez anos para pH e metais

Código do ponto	pH				Alumínio				Manganês				Níquel				Cobre				Zinco				Mercúrio			
	NC 2004	NT 2004	%NC 2004	%NC 1994-2003	NC 2004	NT 2004	%NC 2004	%NC 1994-2003	NC 2004	NT 2004	%NC 2004	%NC 1994-2003	NC 2004	NT 2004	%NC 2004	%NC 1994-2003	NC 2004	NT 2004	%NC 2004	%NC 1994-2003	NC 2004	NT 2004	%NC 2004	%NC 1994-2003	NC 2004	NT 2004	%NC 2004	%NC 1994-2003
CAMO00900	4	6	67	24	6	6	100	97	0	6	0	11	0	6	0	3	0	6	0	3	0	6	0	0	0	5	0	32
CFUG02900	0	6	0	11	1	2	50	53	0	6	0	17	0	2	0	7	0	6	0	11	0	6	0	3	0	2	0	15
CUBA02700	0	6	0	13	2	2	100	89	0	6	0	12	0	2	0	10	0	6	0	12	0	6	0	3	0	2	0	3
CUBA03900	0	6	0	15	3	3	100	89	0	6	0	2	0	2	0	17	0	6	0	0	0	6	0	0	0	6	0	0
MOJI02800	1	6	17	44	4	4	100	97	5	6	83	97	1	3	33	4	0	6	0	9	0	6	0	2	0	2	0	22
PERE02900	1	2	50		2	2	100		0	2	0		0	2	0		0	2	0		0	2	0		0	2	0	
PIAC02700	0	6	0	37	5	5	100	100	6	6	100	99	1	3	33	60	0	6	0	19	0	6	0	5	0	2	0	26

NC: Número de Resultados Não Conformes

NT: Número Total de Resultados Considerados

Observação: os dados brutos destas e das demais variáveis de qualidade das águas constam nas tabelas do Anexo 2.

9.7.2 Qualidade das águas

9.7.2.1 ABASTECIMENTO PÚBLICO

As tabelas 7.6 e 7.7 contêm os resultados do IAP – Índice de qualidade das águas para fins de abastecimento público e do IQA – Índice de qualidade das águas, cujos dados são utilizados no cálculo do IAP, respectivamente.

Tabela 7.6 – Resultados mensais e média anual do IAP – 2004

CÓDIGO DO PONTO	CORPO D'ÁGUA	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA
CAMO00900	Reservatório Capivari-Monos	19				76		11				8		28
CFUG02900	Canal de Fuga II da UHE Henry Borden		87				81		85				14	67
CUBA02700	Rio Cubatão		72				62		70				0	51
CUBA03900	Rio Cubatão		58		57		63		52		52		60	57
MOJI02800	Rio Moji		40		56		45		51		37		53	47
PIAC02700	Rio Piaçaguera		42		42		32		31		32		42	37

QUALIDADE: PÉSSIMA RUIM REGULAR BOA ÓTIMA

Tabela 7.7 – Resultados mensais e média anual do IQA – 2004

CÓDIGO DO PONTO	CORPO D'ÁGUA	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA
CAMO00900	Reservatório Capivari-Monos	70		68		77		66		81		68		72
CFUG02900	Canal de Fuga II da UHE Henry Borden		87		85		81		85		66		76	80
CUBA02700	Rio Cubatão		73		70		62		70		80		62	69
CUBA03900	Rio Cubatão		60		61		63		52		53		61	58
MOJI02800	Rio Moji		41		56		49		55		43		58	51
PERE02900	Rio Perequê										60		56	58
PIAC02700	Rio Piaçaguera		52		50		40		40		39		54	46

QUALIDADE: PÉSSIMA RUIM REGULAR BOA ÓTIMA

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 6 (Alto Tietê) para a UGRHI 7 (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 CUBA 02700 situa-se no Rio Cubatão, a montante do Canal de Fuga, na captação da SABESP. O outro ponto, CUBA 03900, está localizado a jusante do Canal de Fuga (CFUG 02900) e, portanto, a qualidade de suas águas é influenciada pelas águas do Reservatório Billings.

Tanto a água proveniente do Reservatório Billings quanto a do trecho inicial do Rio Cubatão apresentaram qualidade Ótima e Boa, respectivamente, para o abastecimento público da Baixada Santista, de acordo com a média do IAP.

Já o IAP do Reservatório do Capivari Monos, cujas águas são revertidas para o sistema Guarapiranga, apresentou classificação Péssima, sendo fortemente influenciado pelo potencial de formação de THMs.

Altos valores de clorofila *a* foram obtidos para o ponto CFUG 02900, que está relacionado com a influência das águas do Reservatório Billings, podendo trazer problemas em relação ao abastecimento público, em função da possível presença de algas potencialmente tóxicas.

9.7.2.2 PROTEÇÃO DA VIDA AQUÁTICA

As tabelas 7.8 e 7.9 contêm, respectivamente, os resultados do IVA – Índice de qualidade das águas para proteção da vida aquática e do IET – Índice de estado trófico, cujos dados são utilizados para o cálculo do IVA respectivamente.

Tabela 7.8 – Resultados mensais e média anual do IVA – 2004

CÓDIGO DO PONTO	CORPO D'ÁGUA	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA
CAMO00900	Reservatório Capivari-Monos	2,2				3,2		4,4		3,4		4,4		3,5
CFUG02900	Canal de Fuga II da UHE Henry Borden		3,4		4,4		5,6		4,4		5,4		5,4	4,8
CUBA02700	Rio Cubatão		3,2		3,2		3,4		3,4		4,4		4,4	3,7
MOJI02800	Rio Moji		5,2		5,2		7,6		5,2		7,6		7,6	6,4
PIAC02700	Rio Piaçaguera		5,2		6,4		7,6		6,4		6,4		5,4	6,2

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

Tabela 7.9 – Resultados mensais e média anual do IET – 2004

CÓDIGO DO PONTO	CORPO D'ÁGUA	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA
CAMO00900*	Res. Capivari-Monos	37,83		39,94		45,79		49,36		39,94		49,94		40,61
CFUG02900*	Canal de Fuga II		0,00		52,37		48,29		53,74		62,39		68,90	52,86
CUBA02700*	Rio Cubatão		45,79		45,79		29,94		24,97		49,94		45,79	22,27
CUBA03900	Rio Cubatão		29,94		49,94		29,94		66,95		64,54		53,16	49,08
MOJI02800	Rio Moji		100,17		89,01		96,38		94,86		102,23		92,80	95,91
PIAC02700	Rio Piaçaguera		78,02		96,38		97,76		113,16		120,17		63,16	94,77

PTO *: Pontos para os quais o IET foi calculado com base nos resultados de clorofila e fósforo total (**exceto** meses com borda destacada).

ESTADO: ■ HIPEREUTRÓFICO ■ EUTRÓFICO ■ MESOTRÓFICO ■ OLIGOTRÓFICO



Para o Reservatório Capivari-Monos o índice de estado trófico indicou, na média, condições oligotróficas, ou seja, suas águas não se encontram eutrofizadas, podendo ser consideradas pouco produtivas. No Canal de Fuga II, a média anual do índice de estado trófico indicou estado mesotrófico, apesar dos resultados dos meses de outubro e dezembro indicarem eutrofização. Nos rios Moji e Piaçaguera, observaram-se elevados valores de fósforo total, resultando em classificação hipereutrófica para ambos. Essas concentrações de fósforo são, provavelmente, provenientes de esgoto doméstico e/ou industrial, pois os valores de coliformes termotolerantes, nestes locais, estiveram acima do limite estabelecido para classe 2 pelo CONAMA 20/86.

Nos dois pontos do Rio Cubatão a média anual do índice de estado trófico indicou estado oligotrófico e mesotrófico.

Nessa UGRHI merece destaque a toxicidade aguda à *Ceriodaphnia dubia* no ponto MOJI00800, em três amostras (junho, outubro e dezembro). No ponto CFUG02900 foi detectada toxicidade aguda (junho) e toxicidade crônica (fevereiro, abril, agosto, outubro e dezembro). No ponto PIAC 02700 verificou-se também toxicidade aguda (junho) e crônica (abril e em agosto). No ponto PERE02900 foi detectada toxicidade aguda (outubro) e crônica (dezembro). Além desses pontos, verificou-se toxicidade crônica nos pontos CUBA02700 (junho, agosto, outubro e dezembro) e no CAMO00900 (novembro). No ponto PIAC02700, os efeitos tóxicos observados, em junho e agosto, estão relacionados à salinidade da água.

Na figura 7.2 pode ser visualizado o gráfico do percentual de ocorrência das variáveis que influenciaram o IVA, da UGRHI 07, quando classificado nas categorias Regular, Ruim ou Péssima.

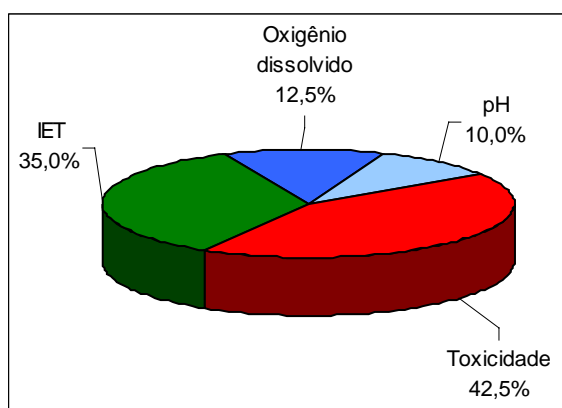


Figura 7.2 - Gráfico do percentual de ocorrência das variáveis que influenciaram o IVA, da UGRHI 07, quando classificado nas categorias Regular, Ruim ou Péssima

9.7.3 Qualidade dos sedimentos

A caracterização granulométrica dos sedimentos do Rio Moji mostrou uma predominância da fração areia frente aos finos, indicando ser um compartimento com relativa capacidade de associação com metais pesados e compostos orgânicos. Os valores de resíduo volátil (2,87 %) e de umidade (49,56 %) confirmam em parte esse diagnóstico, não havendo contudo uma predominância entre uma ou outra fração.

Com relação aos resultados de metais pesados e compostos orgânicos, há uma certa melhora em relação aos resultados de 2003, embora ainda sejam encontrados chumbo e mercúrio em níveis de concentração que indicam acumulação por essas espécies químicas nos sedimentos. Vale destacar a ocorrência de hexaclorobenzeno, no entanto, em concentração inferior ao valor preconizado pela EPA para proteção sob o ponto de vista ecológico (USEPA, 2003). Diante de tais resultados, faz-se necessário um acompanhamento das fontes responsáveis pela presença dessas substâncias na bacia do Rio Moji e aprimorar o conhecimento do efeito dos sedimentos do Canal do Piaçaguera na qualidade dos sedimentos do Rio Moji.





















A caracterização granulométrica dos sedimentos do Rio Cubatão apresenta uma distribuição equitativa entre as frações areia (52,2%) e de finos (21,1% de silte e 43,2% de argila). Tais resultados atribuem a esses sedimentos capacidade de associar-se a espécies químicas como metais e compostos orgânicos. Os resultados de resíduo volátil (3,28%) e de umidade (64,7%) confirmam essas propriedades dos sedimentos do Rio Cubatão.

Com relação à contaminação dos sedimentos do Rio Cubatão, destaca-se a concentração de mercúrio próxima a PEL e os demais metais entre TEL e PEL, o que indica um processo de acumulação de metais nesse compartimento. Faz-se necessário acompanhar a ocorrência de mercúrio constatada em 2004, notadamente quanto às fontes que estão causando tais concentrações nos sedimentos.

Tabela 7.10 - Resultados obtidos na bacia do Rio Tietê, Alto Zona Metropolitana, relativos às variáveis utilizadas para avaliação da qualidade de sedimentos

Código do ponto	Corpo de água	Substância química	Mutagenicidade Teste de AMES
CUBA03901	Rio Cubatão	Pb, Cu, Cr, Hg, Ni, Zn	
MOJI07900	Rio Moji	Pb	

LEGENDA:

	Ótima	Bom	Regular	Ruim	Péssima
Química					
Mutagenicidade					
Toxicidade					
Deformidade					
ICB					

9.7.4 Diagnóstico e Recomendações

Em função da toxicidade observada no ponto do Canal Fuga, cujas águas são provenientes do Reservatório Billings, que pode estar associada a algas potencialmente tóxicas, a CETESB verificará a necessidade do monitoramento de comunidades fitoplanctônicas, número de células de cianobactérias e microcistinas, neste local.

Com base nos elevados valores de nitrogênio e fósforo identificados nas águas dos Rios Moji e Piaçaguera, evidencia-se a necessidade da continuidade do controle ambiental das indústrias instaladas nesta sub-bacia, com vistas a reduzir a carga de nitrogênio e fósforo, tanto dos depósitos de rejeitos industriais quanto dos efluentes finais.

A mutagenicidade e a presença de HCB (níveis baixos) obtidas no sedimento do Rio Moji, sugerem influência da dinâmica estuarina, cujo transporte de sedimentos precisa ser melhor compreendido. Em 2005, a CETESB deverá incluir a determinação de hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPAs) na análise do sedimento do ponto do Rio Moji, em frente do dique do Furadinho.

9.8 UGRHI 8 – Sapucaí/Grande

9.8.1 Características da UGRHI

A Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos 08 é composta por 22 municípios, cujas principais características encontram-se descritas na tabela 8.1.

Tabela 8.1 – Características da UGRHI 8

Área de drenagem	9.170 km ² .
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	Curtumes e indústrias alimentícias, com o predomínio de laticínios.

A tabela 8.2 mostra a carga orgânica poluidora de origem doméstica.

Tabela 8.2 – Carga orgânica poluidora – doméstica.

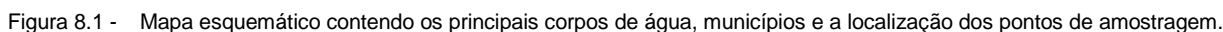
Município	Concessão	População Censo 2000		Atendimento (%)		Carga Poluidora		Corpo Receptor
		Total	Urbana	Coleta	Tratam.	Potencial	Remanesc.	
Aramina	DAE	4.761	4.144	100	100	224	45	Cór. Paraíso
Batatais	DAE	51.035	48.281	98	0	2607	2607	Cór. das Araras
Buritizal	Sabesp	3.665	2.897	100	100	156	31	Cór. dos Buritis
Cristais Paulista	SAE	6.563	3.883	100	100	210	42	Cór. Taquara
Franca	Sabesp	287.400	281.869	94	98	15221	4004	Cór. Bagres, Sta Bárbara, Pouso Alto e B. Jardim
Guaíra	DEAGUA	34.599	32.264	100	100	1742	348	Cór. José Glussecó e Rib. do Jardim
Guará	Dep. de	18.929	17.964	98	3	970	947	Rib. Verde
Igarapava	Sabesp	25.928	24.040	95	0	1298	1298	Cór. Santa Rita
Ipua	SAAE	11.868	11.191	100	100	604	121	Cór. Santana
Itirapuã	Sabesp	5.446	4.342	95	100	234	56	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 Cordeiras
Patrocínio Paulista	SAAE	11.418	8.608	100	0	465	465	Rio Sapucaizinho
Pedregulho	Sabesp	14.981	10.900	95	100	589	141	Cór. da Cascata
Restinga	Sabesp	5.563	4.120	99	100	222	46	Cór. Santo Antônio
Ribeirão Corrente	Sabesp	3.882	2.940	90	100	159	44	Rib. Corrente
Rifaina	Sabesp	3.321	2.862	83	0	155	155	Rio Grande
Santo Antônio da Alegria	SAE	5.758	4.193	100	100	226	45	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
TOTAL GERAL		609.635	571.604	96	64	30.867	15.941	

A tabela 8.3 descreve os pontos de amostragem.

Tabela 8.3 – Descrição dos Pontos de Amostragem.

Código do Ponto	Latitude	Longitude	Projetos	Descrição	Local
BAGR04600	20 37 51	47 28 18	RB	Ribeirão dos Bagres	Ponte na rodovia de acesso à SP-334, no município de Restinga.
GRDE02300	20 01 27	48 14 04	RB	Rio Grande	Ponte na rod. SP-413, no trecho que liga Miguelópolis/Guaíra a Uberaba, jusante Usina Volta Grande.
SAMI02300	20 38 34	47 40 32	RB	Rio Sapucaí-Mirim	Ponte na rodovia que liga Nuporanga a São José da Bela Vista.
SAMI02800	20 13 36	48 13 44	RB	Rio Sapucaí-Mirim	Ponte na rodovia que liga Guaíra a Miguelópolis.

RB = Rede Básica de Monitoramento



A tabela 8.4 mostra a comparação da média de 2004 com a dos últimos dez anos para as principais variáveis sanitárias.

Tabela 8.4 – Comparação da média de 2004 com a dos últimos dez anos para as principais variáveis sanitárias

Código do ponto	Condutividade		Turbidez		COD		PFTHM		Nitrato		Nitrog. Amon.		OD		DBO _(5,20)		FT		Coliforme Termot.		Clorofila <i>a</i>	
	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004
BAGR04600	538	320	16	17					4,16	0,33	11,45	5,85	6,5	7,2	9	5	0,167	0,099	40.815	29.476		
GRDE02300	58	38	4	4					0,12	0,06	0,05	0,31	7,2	7,3	2	2	0,023	0,018	3	3	0,75	0,93
SAMI02300	50	79	26	34					0,35	0,25	0,23	0,79	7,6	7,6	2	2	0,072	0,113	321	509		
SAMI02800	62	46	28	42					0,38	0,20	0,13	0,08	7,1	7,4	2	2	0,060	0,119	182	703		

Observação: os dados brutos destas e das demais variáveis de qualidade das águas constam nas tabelas do Anexo 2.

A tabela 8.5 descreve a comparação das porcentagens de resultados não conformes de 2004 em relação aos padrões de qualidade estabelecidos pela Resolução CONAMA 20/86, bem como a comparação com as porcentagens de não conformidade dos últimos dez anos para pH e metais

Tabela 8.5 – Resultados não conformes para pH e metais

Código do ponto	pH				Alumínio				Manganês				Níquel				Cobre				Zinco				Mercúrio			
	NC 2004	NT 2004	%NC 2004	%NC 1994-2003	NC 2004	NT 2004	%NC 2004	%NC 1994-2003	NC 2004	NT 2004	%NC 2004	%NC 1994-2003	NC 2004	NT 2004	%NC 2004	%NC 1994-2003	NC 2004	NT 2004	%NC 2004	%NC 1994-2003	NC 2004	NT 2004	%NC 2004	%NC 1994-2003	NC 2004	NT 2004	%NC 2004	%NC 1994-2003
BAGR04600	0	6	0	13																								
GRDE02300	1	6	17	50	3	6	50	50	0	6	0	0	0	6	0	6	0	6	0	0	0	6	0	0	1	2	50	0
SAMI02300	2	6	33	33	6	6	100	100	3	6	50	19	0	6	0	0	0	6	0	19	0	6	0	0	2	6	33	0
SAMI02800	4	6	67	28	6	6	100	100	4	6	67	17	0	6	0	0	1	6	17	6	0	6	0	0	4	6	67	20

NC: Número de Resultados Não Conformes

NT: Número Total de Resultados Considerados

Observação: os dados brutos destas e das demais variáveis de qualidade das águas constam nas tabelas do Anexo 2.

9.8.2 Qualidade das águas

9.8.2.1 ABASTECIMENTO PÚBLICO

As tabelas 8.6 e 8.7 contêm os resultados do IAP – Índice de qualidade das águas para fins de abastecimento público e do IQA – Índice de qualidade das águas, cujos dados são utilizados no cálculo do IAP, respectivamente.

Tabela 8.6 – Resultados mensais e média anual do IAP – 2004

CÓDIGO DO PONTO	CORPO D'ÁGUA	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA
BAGR04600	Ribeirão dos Bagres		41		42		59		56		55		46	50
GRDE02300	Rio Grande - UGRHI 08		43		86		83		82		78		85	76
SAMI02300	Rio Sapucaí-Mirim		42		49		60		75		42		48	53
SAMI02800	Rio Sapucaí-Mirim		42		49		57		59		40			49

QUALIDADE: PÉSSIMA RUIM REGULAR BOA ÓTIMA

Tabela 8.7 – Resultados mensais e média anual do IQA – 2004

CÓDIGO DO PONTO	CORPO D'ÁGUA	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA
BAGR04600	Ribeirão dos Bagres		46		52		60		58		56		48	54
GRDE02300	Rio Grande - UGRHI 08		86		86		83		82		85		85	84
SAMI02300	Rio Sapucaí-Mirim		59		51		68		79		60		64	64
SAMI02800	Rio Sapucaí-Mirim		60		61		68		64		54			62

QUALIDADE: PÉSSIMA RUIM REGULAR BOA ÓTIMA

O IAP do Rio Sapucaí Mirim passou de Bom para Regular, entre os pontos SAMI02300 e SAMI02800, devido ao incremento dos metais alumínio, ferro e manganês. O Rio Grande apresentou um IAP médio enquadrado na categoria Boa em 2004.

9.8.2.2 PROTEÇÃO DA VIDA AQUÁTICA

As tabelas 8.8 e 8.9 descrevem os resultados do IVA – Índice de qualidade das águas para proteção da vida aquática e do IET – Índice de estado trófico, cujos dados são utilizados para o cálculo do IVA, respectivamente.

Tabela 8.8 – Resultados mensais e média anual do IVA – 2003

CÓDIGO DO PONTO	CORPO D'ÁGUA	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA
GRDE02300	Rio Grande - UGRHI 08		3,4		2,2		3,4		3,4		3,4		2,2	3,0
SAMI02300	Rio Sapucaí-Mirim		4,2				4,2		5,4		4,2		4,2	4,4
SAMI02800	Rio Sapucaí-Mirim		7,8		4,2		5,4		5,4		5,4		4,2	5,4

QUALIDADE: PÉSSIMA RUIM REGULAR BOA ÓTIMA

Tabela 8.9 – Resultados mensais e média anual do IET – 2003

CÓDIGO DO PONTO	CORPO D'ÁGUA	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA
GRDE02300*	Rio Grande		32,76		33,92		38,33		44,42		28,17		29,90	34,59
SAMI02300	Rio Sapucaí-Mirim		66,50		56,72		54,00		56,27		73,59		70,47	62,92
SAMI02800			56,03		68,22		57,60		56,72		73,09		71,48	63,86

PTO * : Pontos para os quais o IET foi calculado com base nos resultados de clorofila e fósforo total (exceto meses com borda destacada).

ESTADO: HIPEREUTRÓFICO EUTRÓFICO MESOTRÓFICO OLIGOTRÓFICO

No Rio Grande, o ponto GRDE02300, localizado a jusante da Usina de Volta Grande, as médias mensais dos índices de estado trófico IET (CL) e IET (FT); indicaram predominantemente o estado oligotrófico, portanto não eutrofizado.

No Rio Sapucaí-Mirim, durante alguns meses, os coliformes termotolerantes apresentaram-se acima dos valores estabelecidos pela CONAMA 20/86 (BRASIL, 1986), para classe 2. O ponto SAMI02300, que se localiza a jusante do Ribeirão dos Bagres, corpo d'água classe 4, que recebe esgoto doméstico "in natura" e efluente industrial, apresentou durante todo o ano classificação eutrófica para o IET (FT); sendo o mesmo constatado para o ponto SAMI02800, localizado a jusante, no Rio Sapucaí-Mirim.

Notou-se, em 2004, um incremento dos resultados não conformes de mercúrio no Rio Sapucaí Mirim e no Ribeirão dos Bagres.

Vale mencionar a toxicidade crônica à *Ceriodaphnia dubia* detectada em duas amostragens do ponto GRDE02300 (em agosto e em outubro).

A figura 8.2 assina o gráfico do percentual de ocorrência das variáveis que influenciaram o IVA, quando classificado nas categorias Regular, Ruim ou Péssima.

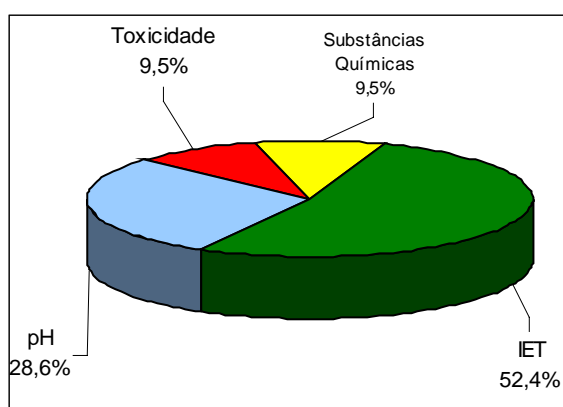


Figura 8.2 – Gráfico do percentual de ocorrência das variáveis que influenciaram o IVA, quando classificado nas categorias Regular, Ruim ou Péssima

9.8.3 Considerações e Recomendações

Em 2004 não se detectou valores não conformes de cromo nas águas do Ribeirão dos Bagres, o que indica a eficácia da ação de controle junto aos curtumes e recurtimentos. Entretanto, o mercúrio detectado nas águas do Rio Sapucaí Mirim e Ribeirão dos Bagres, indica a necessidade de investigar as causas, que podem ter origem industrial ou agrícola. Assim, em 2005, a CETESB intensificará as determinações de mercúrio, tanto nos corpos receptores quanto nos principais efluentes líquidos industriais.

9.9 UGRHI 9 – Mogi-Guaçu

9.9.1 Características da UGRHI

A Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos 09 é composta por 38 municípios, cujas principais características encontram-se descritas na tabela 9.1.

Tabela 9.1 – Características da UGRHI 9

Área de drenagem	15.218km².
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, citrus e milho. Ocorrem também áreas de pastagens. Incidência de Unidades de Conservação.
Usos da água	Abastecimento público e industrial; afastamento de efluentes domésticos e industriais e irrigação de plantações; geração de energia e pesca.
Principais atividades	Indústrias alimentícias, usinas de açúcar e álcool e papel e celulose.

A tabela 9.2 contém a carga poluidora de origem doméstica.

Tabela 9.2 – Carga orgânica poluidora – doméstica.

Município	Concessão	População Censo 2000		Atendimento (%)		Carga Poluidora		Corpo Receptor
		Total	Urbana	Coleta	Tratam.	Potencial	Remanesc.	
Aguai	PM	28.161	24.674	76	0	1332	1332	Cór. Itupeva
Águas da Prata	Sabesp	7.087	6.037	98	93	326	88	Rib. do Quartel
Águas de Lindóia	PM	16.191	15.464	100	40	835	568	Rib. do Barreiro
Américo Brasiliense	PM	28.293	27.653	92	0	1493	1493	Cór. Mamendu e Xavier
Araras	SAEMA	104.205	97.876	100	100	5285	1057	Rio das Araras
Barrinha	SAAE	24.207	23.944	75	0	1293	1293	Cór. Jatobá
Conchal	PM	22.634	20.254	84	0	1094	1094	Rib. Conchal
Descalvado	SAAE	28.972	24.190	100	0	1306	1306	Rib. Bonito
Dumont	DAE	6.306	5.869	100	0	317	317	Cór. Dumont
Engenheiro Coelho	PM	10.025	7.004	100	0	378	378	Rib. Guaiaquica
Espírito Santo do Pinhal	Sabesp	40.410	34.681	100	100	1873	375	Rib. dos Porcos
Estiva Gerbi	PM	8.859	7.646	87	0	413	413	Rib. Anhumas e Cór. Ipê
Guariba	Sabesp	31.056	30.194	100	100	1630	326	Cór. Guariba
Guataporã	DAE	6.372	4.145	100	8	224	210	Rio Mogi-Guaçu
Itapira	SAE	63.691	58.360	92	100	3151	832	Rib. dos Penhas
Jaboticabal	SAAEJ	67.389	63.821	100	2	3446	3391	Cór. Jaboticabal

continua

Leme	SAECIL	80.641	77.771	95	0	4200	4200	Rib. do Meio
Lindóia	PM	5.310	4.704	46	0	254	254	Rio do Peixe
Luís Antônio	DAE	7.155	6.552	100	100	354	71	Rio da Onça
Mogi-Guaçu	SAE	124.134	116.117	85	71	6270	3243	Rio Mogi-Guaçu
Mogi-Mirim	SEMAE	81.372	73.025	80	0	3943	3943	Rio Mogi-Mirim
Motuca	PM	3.872	2.443	100	0	132	132	Cór. Simão
Pirassununga	SAEP	64.853	57.592	100	0	3110	3110	Rib. do Ouro
Pitangueiras	DAE	31.116	29.264	88	0	1580	1580	Cór. Pitangueiras
Pontal	DAE	29.656	28.560	83	0	1542	1542	Cór. Machado
Porto Ferreira	PM	47.278	45.407	93	0	2452	2452	Rio Mogi-Guaçu
Pradópolis	DAE	12.906	11.868	100	100	641	128	Rio Mogi-Guaçu
Rincão	PM	10.329	8.257	100	0	446	446	Cór. Paciente
Santa Cruz da Conceição	PM	3.524	1.928	70	0	104	104	Rib. do Roque
Santa Lúcia	PM	7.856	7.049	100	0	381	381	Cór. Monjolinho
Santa Cruz das Palmeiras	PM	25.554	24.026	100	0	1297	1297	Cór. Pessegueiro
Santa Rita do Passa Quatro	DAE	26.268	22.632	86	0	1222	1222	Cór. do Marinho e Capituva
Santo Antônio do Jardim	Sabesp	6.152	3.272	93	100	177	45	Rib. Santa Bárbara
São João da Boa Vista	Sabesp	77.213	71.594	100	100	3866	773	Rio Jaguari Mirim
Serra Negra	Sabesp	23.838	20.588	79	75	1112	585	Rib. Serra Negra
Sertãozinho	DAE	94.650	90.517	89	0	4888	4888	Cór. Sul
Socorro	Sabesp	32.626	20.934	88	0	1130	1130	Rio do Peixe
Taquaral	DAE	2.722	2.581	100	40	139	95	Cór. da Vala e Cór. Fundo das Cruzes
TOTAL GERAL		1.292.88	1.178.49	92	36	63.639	46.095	

A tabela 9.3 descreve os pontos de amostragem.

Tabela 9.3 – Descrição dos Pontos de Amostragem.

Código do ponto	Latitude	Longitude	Projetos	Descrição	LOCAL
ARAS02900	22 16 46	47 13 23	MR	Rio das Araras	Ponte de madeira sobre Rio Araras na Foz -ETE.
ARAS03400	22 21 04	47 20 57	MR	Rio das Araras	Montante do lançamento da ETE - Ponte do Bairro Loreto.
DREZ02600	22 29 36	47 12 51	MR	Córrego do Xadrez	A montante da cidade de Engenheiro Coelho. Na ponte Pesqueiro
ERAZ02700	22 21 15	47 10 55	MR	Ribeirão Ferraz	Ponte sobre na SP 191, km 23,5
ERAZ02990	22 17 46	47 10 54	MR	Ribeirão Ferraz	Foz do Ribeirão Ferraz próximo ao Pesqueiro na cidade de Conchal.
IPPE02900	22 16 05	46 57 30	MR	Córrego do Ipê	Ponte sobre o Córrego Ipê na estrada do Pica-Pau.
JAMI02900	21 58 07	47 16 06	MR	Rio Jaguari-Mirim	Na foz do Rio Jaguari-Mirim.
MEIO02900	22 05 50	47 16 13	MR	Ribeirão do Meio	Ponte de madeira sobre o Ribeirão do Meio, ao lado da Fazenda.
MOGU02100	22 15 57	46 41 31	RB	Rio Mogi-Guaçu	Ponte na rodovia de terra que liga Pinhal a Jacutinga, em Minas Gerais.
MOGU02150	22 22 42	46 53 59	MR	Rio Mogi-Guaçu	Rio Mogi Guaçu a montante da barragem da AES - Usina Elétrica de Mogi Guaçu.
MOGU02160	22 21 49	46 58 11	MR	Rio Mogi-Guaçu	Ponte na Rodovia SP-340, a jusante da cidade de Mogi-Guaçu.

continua

MOGU02180	22 21 03	47 00 15	MR	Rio Mogi-Guaçu	Dentro da International Paper, depois da última plataforma, 200 metros a jusante do lançamento do efluente líquido.
MOGU02200	22 17 56	47 07 56	RB	Rio Mogi-Guaçu	Ponte na rodovia que liga Leme a Conchal, em Pádua Sales.
MOGU02210	22 17 21	47 11 07	MR	Rio Mogi-Guaçu	À jusante da confluência com o córrego Ferraz ou do Pinhal.
MOGU02220	22 16 21	47 12 11	MR	Rio Mogi-Guaçu	À jusante da confluência com o córrego Arari ou Araras.No município de Mogi-Guaçu.
MOGU02240	22 08 53	47 15 58	MR	Rio Mogi-Guaçu	A jusante da Usina Cresciumal, em frente a placa do IBAMA que protege a mata ciliar.
MOGU02250	22 05 47	47 15 19	MR	Rio Mogi-Guaçu	Rio Mogi Guaçu, a montante do Ribeirão do Meio - Bairro Taquari Ponte.
MOGU02260	22 05 50	47 15 21	MR	Rio Mogi-Guaçu	A jusante da confluência do ribeirão do Meio.
MOGU02300	21 56 30	47 19 11	RB	Rio Mogi-Guaçu	Junto à captação da ETA da Academia da Força Aérea, em Pirassununga.
MOGU02330	21 55 26	47 21 32	SED	Rio Mogi-Guaçu	A 1 km da barragem de Cachoeira das Emas.
MOGU02340	21 55 30	47 22 04	MR	Rio Mogi-Guaçu	Na Cachoeira de Emas, antes da barragem.
MOGU02350	21 55 32	47 22 06	MR	Rio Mogi-Guaçu	Na Cachoeira das Emas, depois da barragem em frente ao Restaurante César.
MOGU02450	21 50 37	47 29 41	MR	Rio Mogi-Guaçu	A jusante da cidade de Porto Ferreira - Ponte na Rod. Anhanguera, no Km 228
MOGU02490	21 43 27	47 38 21	MR	Rio Mogi-Guaçu	Na Usina Santa Rita, na divisa de Santa Rita de Passa Quatro com Descalvado.
MOGU02900	21 00 44	48 10 20	RB	Rio Mogi-Guaçu	No Rancho Sto Antônio, próximo à rodovia que liga Sertãozinho a Pitangueiras.
MOMI02400	22 27 09	46 56 20	MR	Rio Mogi Mirim	Rio Mogi Mirim na Ponte da SP 147 Km 56,8 no Bairro do Mirante.
MOMI03800	22 23 40	46 58 19	MR	Rio Mogi Mirim	Rio Mogi Mirim na Ponte da SP 340, no Km 166,5.
OQUE02900	22 01 38	47 18 14	MR	Ribeirão do Roque	Ponte de madeira sobre Rib. do Roque (Foz).(P13). Na Vicinal Ricieri Scatolini.
ORIZ02900	22 16 40	46 56 26	MR	Rio Orizanga	Ponte sobre a Rod. Almino Afonso, em Martinho Prado, ao lado da Fazenda Mombaça.
PEVA02900	22 02 54	47 15 00	MR	Rio da Itupeva	Ponte de madeira sobre na Foz do Rio Itupeva em estrada de terra. (antigo P12).
QUEM02300	22 08 30	47 28 51	MR	Ribeirão do Moquem	Em Sta. Cruz da conceição, a montante da Represa Euclides Moreli.
TELA02700	21 57 12	47 21 59	MR	Córrego Batistela	Na captação da SAEP, no bairro Vila Sta. Fé.Conhecido também como Corrego da Barra.(P17)
TELA02900	21 56 30	47 21 29	MR	Córrego Batistela	Na foz do Ribeirão da Batistela/Barra (P16)
TINO03600	22 11 47	47 23 51	MR	Córrego Constantino	Ponte sobre o Córrego Constantino , na Rodovia Anhanguera, em Leme.

MR = Monitoramento Regional

RB = Rede Básica de Monitoramento

SED = Rede de Sedimento

A figura 9.1 apresenta o mapa esquemático desta UGRHI contendo os seus principais corpos de água e municípios, bem como a localização dos pontos de amostragem.

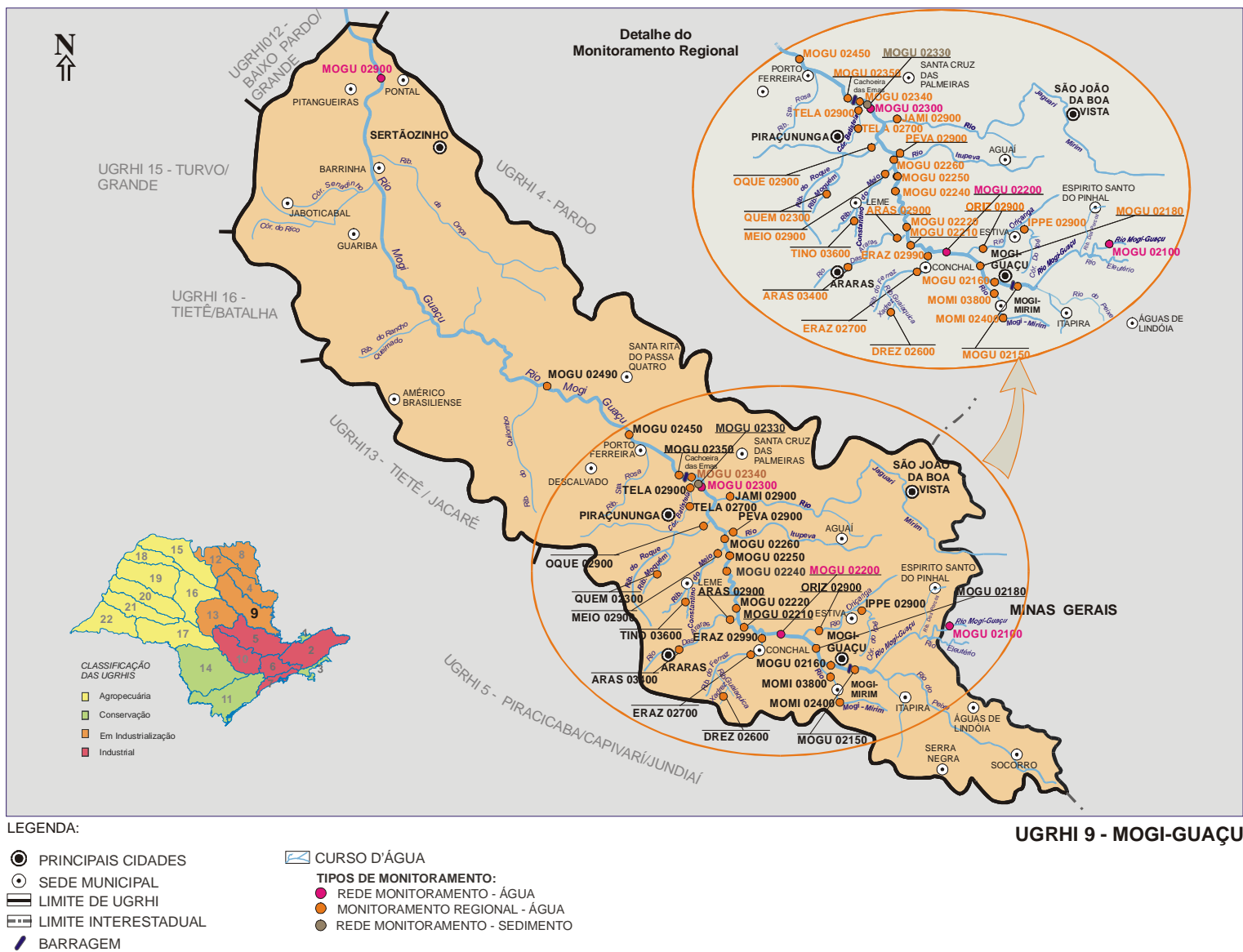


Figura 9.1 – Mapa esquemático contendo os principais corpos de água, municípios e a localização dos pontos de amostragem.

9.9.2 Resultados de variáveis de qualidade das águas

A tabela 9.4 mostra a comparação da média de 2004 com a dos últimos dez anos para as principais variáveis sanitárias.

Tabela 9.4 – Comparação da média de 2004 com a dos últimos dez anos para as principais variáveis sanitárias.

Código do ponto	Condutividade		Turbidez		COD		PFTHM		Nitrato		Nitrog. Amon.		OD		DBO _(5,20)		FT		Coliforme Termot.		Clorofila a	
	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004
ARAS02900	161	187	51	30					0,06		5,46	3,0	2,7	9	22	0,652	1,432	26.833	335.536			
ARAS03400	198	136	47	29					0,15		0,76	4,7	5,5	7	6	0,145	0,159	53.458	152.057			
DREZ02600	36	31	27	20					0,05		0,09	3,5	5,4	2	2	0,060	0,097	92	545			
ERAZ02700	30	38	22	18					0,09		0,14	6,8	6,5	2	2	0,052	0,070	2.146	10.667			
ERAZ02990	47	45	32	20					0,08		0,25	5,1	4,7	5	6	0,118	0,097	10.318	62.086			
IPPE02900	67	62	32	26					0,05		0,08	7,0	6,8	2	2	0,066	0,068	763	731			
JAMI02900	82	64	39	51					0,38		0,08	7,1	6,9	3	2	0,114	0,113	198	986			
MEIO02900	146	119	34	28					0,07		4,17	3,1	2,3	5	6	0,322	0,781	11.340	11.893			
MOGU02100	55	57	34	28				0,29	0,25	0,09	0,09	8,0	8,4	3	2	0,072	0,082	2.903	2.594			
MOGU02150	68	58	44	44					0,20		0,12	5,5	5,0	2	2	0,072	0,107	234	64		1,79	
MOGU02160	74	65	43	44					0,19		0,16	6,6	6,2	2	2	0,092	0,100	34.311	18.172			
MOGU02180	147	102	42	41					0,19		0,24	5,9	5,8	3	2	0,174	0,113	23.830	19.253			
MOGU02200	100	93	39	33				0,27	0,30	0,17	0,19	6,3	5,6	3	2	0,105	0,167	6.224	2.392			
MOGU02210	57	48	30	23					0,12		0,25	5,9	5,5	3	2	0,113	0,092	44.015	37.069			
MOGU02220	156	104	41	31					0,21		0,72	5,1	5,3	4	4	0,263	0,175	10.626	6.567			
MOGU02240	139	107	48	28					0,33		0,19	5,7	5,3	3	3	0,158	0,136	2.782	1.534			
MOGU02250	137	110	43	32					0,33		0,15	5,6	5,4	3	5	0,157	0,139	2.037	1.175			
MOGU02260	127	101	43	27					0,30		0,16	5,9	5,8	4	4	0,153	0,125	3.975	1.756			
MOGU02300	89	87	38	29	7,74	5,47	327	300	0,34	0,40	0,13	0,09	6,2	6,3	2	9	0,115	0,124	944	274	1,33	0,80
MOGU02340	114	88	29	33					0,36		0,12	5,8	6,5	2	2	10,887	0,126	1.253	1.062			
MOGU02350	112	97	43	33					0,31		0,10	7,6	7,4	2	3	0,141	0,147	934	2.093			
MOGU02450	114	89	41	33					0,34		0,10	7,5	7,4	3	4	0,311	0,118	17.848	11.897			
MOGU02490	107	85	38	33					0,33		0,10	7,1	6,6	2	2	0,161	0,125	4.107	5.120			
MOGU02900	73	71	31	41				0,30	0,35	0,08	0,07	5,9	6,1	2	2	0,066	0,120	2.517	3.147			
MOMI02400	73	57	43	13					0,05		0,37	2,0	3,7	3	3	0,129	0,096	1.194	4.551			
MOMI03800	248	218	58	35					0,08		6,14	0,9	1,6	29	31	1,070	2,498	1.822.291	5.604.771			
OQUE02900	49	42	40	43					0,25		0,07	7,5	7,6	2	3	0,075	0,079	953	2.511			
ORIZ02900	82	71	29	26					0,27		0,35	5,4	5,5	6	3	0,159	0,156	1.622	3.319			
PEVA02900	47	26	19	18					0,10		0,06	7,5	7,4	2	2	0,053	0,074	594	628			
QUEM02300	35	38	55	26					0,27		0,06	7,1	7,3	2	2	0,055	0,048	520	1.263			
TELA02700	34	31	12	10					0,05		1,06	4,0	4,9	4	8	0,109	0,489	15.114	61.457			
TELA02900	22	20	15	6					0,05		0,05	4,4	4,2	2	2	0,048	0,027	733	448			
TINO03600	150	130	17	54					0,14		0,66	4,1	4,8	6	5	0,117	0,155	12.122	44.625			

Observação: os dados brutos destas e das demais variáveis de qualidade das águas constam nas tabelas do Anexo 1.

Na tabela 9.5 estão as comparações das porcentagens de resultados não conformes de 2004 em relação aos padrões de qualidade estabelecidos pela Resolução CONAMA 20/86, bem como a comparação com as porcentagens de não conformidade dos últimos dez anos para pH e metais.

Tabela 9.5 - Resultados não conformes para pH e metais

Código do ponto	pH				Alumínio				Manganês				Níquel				Cobre				Zinco				Mercúrio			
	NC 2004	NT 2004	%NC 2004	%NC 1994-2003	NC 2004	NT 2004	%NC 2004	%NC 1994-2003	NC 2004	NT 2004	%NC 2004	%NC 1994-2003	NC 2004	NT 2004	%NC 2004	%NC 1994-2003	NC 2004	NT 2004	%NC 2004	%NC 1994-2003	NC 2004	NT 2004	%NC 2004	%NC 1994-2003	NC 2004	NT 2004	%NC 2004	%NC 1994-2003
DREZ02600	1	6	17	7																								
MOGU02100	0	6	0	11	6	6	100	100	0	6	0	11	0	6	0	0	0	6	0	0	1	6	17	0	0	3	0	25
MOGU02200	0	6	0	8	6	6	100	100	2	6	33	23	1	6	17	3	0	6	0	2	2	6	33	0	0	2	0	11
MOGU02300	0	6	0	1	6	6	100	100	0	6	0	29	1	6	17	3	0	6	0	2	0	6	0	2	0	6	0	26
MOGU02900	0	6	0	7	6	6	100	100	0	6	0	18	0	6	0	3	0	6	0	2	0	6	0	2	0	6	0	21
TELA02700	0	6	0	14																								
TELA02900	1	6	17	21																								

NC: Número de Resultados Não Conformes

NT: Número Total de Resultados Considerados

Observação: os dados brutos destas e das demais variáveis de qualidade das águas constam nas tabelas do Anexo 2.

9.9.3 Qualidade das águas

9.9.3.1 ABASTECIMENTO PÚBLICO

As tabelas 9.6 e 9.7 contêm os resultados do IAP – Índice de qualidade das águas para fins de abastecimento público e do IQA – Índice de qualidade das águas, cujos dados são utilizados no cálculo do IAP, respectivamente.

Tabela 9.6 – Resultados mensais e média anual do IAP – 2004

CÓDIGO DO PONTO	CORPO D'ÁGUA	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA
MOGU02100	Rio Mogi-Guaçu		48		59				62		47		56	55
MOGU02200	Rio Mogi-Guaçu		0		47						40		51	35
MOGU02300	Rio Mogi-Guaçu		30										58	44
MOGU02900	Rio Mogi-Guaçu		42		47		44		65		55		39	49

QUALIDADE: PÉSSIMA RUIM REGULAR BOA ÓTIMA

Tabela 9.7 – Resultados mensais e média anual do IQA – 2004

CÓDIGO DO PONTO	CORPO D'ÁGUA	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA
ARAS02900	Rio das Araras		38		26		20		15		43	39		30
ARAS03400	Rio das Araras		49		52		51		45		40	40		46
DREZ02600	Córrego do Xadrez		60		58		78		57		60	46		60
ERAZ02700	Ribeirão Ferraz		58		62		65		49		64	57		59
ERAZ02990	Ribeirão Ferraz		48		37		50		47		48	47		46
IPPE02900	Córrego do Ipê		67		58		72		75		75	55		67
JAMI02900	Rio Jaguari-Mirim		53		62		63		69		68	52		61
MEIO02900	Ribeirão do Meio		45		46		43		23		45	36		40
MOGU02100	Rio Mogi-Guaçu		57		67				66		60		66	63
MOGU02150	Rio Mogi-Guaçu		54		66		76		88		63		60	68
MOGU02160	Rio Mogi-Guaçu		52		57		58		54		49		52	54
MOGU02180	Rio Mogi-Guaçu		54		55		57		50		47		52	53
MOGU02200	Rio Mogi-Guaçu		57		56				64		51		64	58
MOGU02210	Rio Mogi-Guaçu		46		47		56		54		52		50	51
MOGU02220	Rio Mogi-Guaçu		49		47		61		51		57		60	54
MOGU02240	Rio Mogi-Guaçu				63		56		63		58		53	58
MOGU02250	Rio Mogi-Guaçu		50		63		64		59		63		56	59
MOGU02260	Rio Mogi-Guaçu		53		62		59		63		63		65	61
MOGU02300	Rio Mogi-Guaçu		67		56				59		57		70	62
MOGU02340	Rio Mogi-Guaçu		58		60		68		65			55		61
MOGU02350	Rio Mogi-Guaçu		56		62		69		56		69		57	61
MOGU02450	Rio Mogi-Guaçu		57		55		61		57		57		57	57
MOGU02490	Rio Mogi-Guaçu		53		62		58		62		59		62	59
MOGU02900	Rio Mogi-Guaçu		57		51		53		67		62		51	57
MOMI02400	Rio Mogi Mirim		45		55		55		55		54	36		50
MOMI03800	Rio Mogi Mirim		24		20		19		15		14	37		22
OQUE02900	Ribeirão do Roque		61		60		69		68		67			65
ORIZ02900	Rio Orizanga		61		49		62				63	49		57
PEVA02900	Rio da Itupeva		66		70		76		69		71	61		69
QUEM02300	Ribeirão do Moquem		69		63		70		75			60		67
TELA02700	Córrego Batistela		48		44		48		70		24	50		47
TELA02900	Córrego Batistela		50		56		76		66		65	57		62
TINO03600	Córrego Constantino		62		56		57		49		26	40		48

QUALIDADE: PÉSSIMA RUIM REGULAR BOA ÓTIMA

O Rio Mogi-Guaçu, no trecho de Pádua Sales (MOGU02200) apresenta um IAP médio anual Ruim, cuja classificação foi “puxada para baixo” pela classe Péssima do mês de fevereiro, sendo o níquel a variável responsável por essa classificação. Os demais pontos do Rio Mogi Guaçu apresentaram médias anuais do IAP variando entre as classe Regular e Boa.

Dos afluentes do Rio Mogi Guaçu, os Rios Mogi Mirim e Araras apresentaram um IQA médio, em 2004, Ruim, indicando o comprometimento de suas águas pelo lançamento de despejos domésticos sem tratamento.



9.9.3.2 PROTEÇÃO DA VIDA AQUÁTICA

As tabelas 9.8 e 9.9 contêm, respectivamente, os resultados do IVA – Índice de qualidade das águas para proteção da vida aquática e do IET – Índice de estado trófico, cujos dados são utilizados para o cálculo do IVA, respectivamente.

Tabela 9.8 – Resultados mensais e média anual do IVA – 2004

CÓDIGO DO PONTO	CORPO D'ÁGUA	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA
ARAS02900	Rio das Araras								7,6		7,6	7,6		7,6
ERAZ02990	Ribeirão Ferraz				6,6									6,6
MEIO02900	Ribeirão do Meio		7,6		7,6				7,6		7,6			7,6
MOGU02100	Rio Mogi-Guaçu		5,4		4,2		4,2		4,2		4,2		4,2	4,4
MOGU02150	Rio Mogi-Guaçu										5,6			5,6
MOGU02200	Rio Mogi-Guaçu		10,2		4,2		4,2		4,2		6,4		5,4	5,8
MOGU02300	Rio Mogi-Guaçu		3,2		4,2		4,2		3,2		4,2		4,2	3,9
MOGU02900	Rio Mogi-Guaçu		4,2		4,2		5,4		5,4				5,4	4,9
MOMI02400	Rio Mogi Mirim		6,6									6,6		6,6
MOMI03800	Rio Mogi Mirim		7,6		7,6				7,6		7,6	7,6		7,6
TELA02700	Córrego Batistela											4,6		4,6
TELA02900	Córrego Batistela		4,6		5,6									5,1
TINO03600	Córrego Constantino											6,6		6,6

QUALIDADE: PÉSSIMA RUIM REGULAR BOA ÓTIMA

Tabela 9.9 – Resultados mensais e média anual do IET – 2004

CÓDIGO DO PONTO	CORPO D'ÁGUA	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA
ARAS02900	Rio das Araras		84,76		95,15		112,70		113,82		83,31		82,23	95,33
ERAZ02900	Ribeirão Ferraz		54,54		54,54		59,94		68,42		69,01		62,72	61,53
MEIO02900	Ribeirão do Meio		74,47		75,79		96,95		110,05		83,16		73,52	85,66
MOGU02100	Rio Mogi-Guaçu		55,30		60,82		59,94		57,60		65,55		59,94	59,86
MOGU02150	Rio Mogi-Guaçu		77,22		53,16		51,32		51,96		57,60		70,65	60,32
MOGU02200	Rio Mogi-Guaçu		65,91		72,27		69,30		66,72		74,67		72,27	70,19
MOGU02300*	Rio Mogi-Guaçu		53,73		66,15		64,27		47,06		73,73		66,95	46,72
MOGU02900	Rio Mogi-Guaçu		63,16		59,94		66,95		62,87		68,42		70,82	65,36
MOMI02400	Rio Mogi-Mirim		59,94		58,62		62,27		69,94		59,94		61,80	62,09
MOMI02800	Rio Mogi-Mirim		94,62		95,30		111,13		124,86		112,13		74,21	102,04
TELA02700	Córrego Bastitela		54,80		65,18		67,17		49,94		110,05		29,94	62,85
TELA02900	Córrego Bastitela		41,32		44,80		43,73		49,20		49,94		29,94	43,15
TINO03600	Córrego Constantino		47,60		55,05		64,54		61,32		86,38		67,81	63,78

PTO *: Neste ponto, a análise de clorofila a, realizada apenas no mês de agosto, foi descartada para o cálculo do IET.

ESTADO: HIPEREUTRÓFICO EUTRÓFICO MESOTRÓFICO OLIGOTRÓFICO

No Rio Mogi-Guaçu, as médias anuais para todos os pontos indicaram nível eutrófico do IET (FT), praticamente sem oscilações ao longo do ano.

O ponto MOGU02100, localizado próximo da divisa do Estado de São Paulo com Minas Gerais, apresentou cargas elevadas de fósforo total, indicando eutrofização, aporte esse proveniente do Estado de Minas Gerais.

Para o ponto MOGU02200, localizado a jusante do município de Mogi-Guaçu, o IET (FT) indicou em sua média anual estado eutrófico, sendo que no mês de outubro houve aumento da carga, elevando a sua classificação, para hipereutrófico.

No ponto MOGU02300, localizado na captação do município de Pirassununga, o IET (FT/CCL) indicou, em sua média anual, estado eutrófico, sendo que no mês de fevereiro foi constatado estado mesotrófico.

Para o ponto MOGU02900, localizado a jusante dos municípios de Pitangueiras e Pontal, o IET (FT) indicou em sua média anual estado eutrófico, que não sofreu oscilações ao longo do ano. Os pontos MOGU02100, MOGU02200 e MOGU02900 apresentaram valores de coliformes termotolerantes acima do limite estabelecido pela CONAMA 20/86 para classe 2, na maioria dos meses. As altas cargas de fósforo neste rio são provavelmente decorrentes da associação entre fontes difusas e esgoto doméstico.

Quanto aos novos pontos da rede de monitoramento, localizados nos afluentes do Rio Mogi-Guaçu, com exceção do ponto TELA02900, todos mantiveram-se eutrofizados no ano de 2004. A classificação hipereutrófica foi atingida no Ribeirão do Meio, Rio das Araras e Rio Mogi-Mirim. Os valores de coliformes termotolerantes para todos os afluentes do Rio-Mogi-Guaçu (exceto TELA02900) estiveram acima do limite estabelecido para as classes 2 e 3 da legislação vigente.

Nessa UGRHI merece destaque a toxicidade crônica à *Ceriodaphnia dubia* verificada no ponto MOGU02900, em duas amostras (em junho e agosto). Além disso, verificou-se efeito tóxico crônico em uma amostragem (fevereiro) do ponto MOGU02100.

Na figura 9.2 pode-se observar o percentual de ocorrência das variáveis que influenciaram o IVA, quando classificado nas categorias Regular, Ruim ou Péssima.

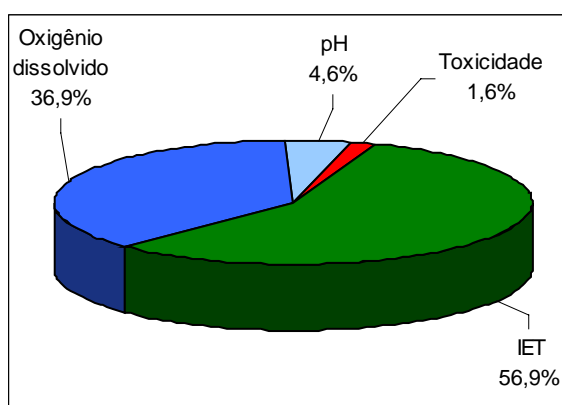


Figura 9.2 - Gráfico do percentual de ocorrência das variáveis que influenciaram o IVA, quando classificado nas categorias Regular, Ruim ou Péssima

▫ COMUNIDADE BENTÔNICA

Na UGRHI 9, a comunidade bentônica foi avaliada apenas no Rio Mogi-Guaçu (MOGU02330). A tabela 9.10 indica o diagnóstico obtido a partir dessa análise.

Tabela 9.10 – Diagnóstico da comunidade bentônica.

	CÓDIGO DO PONTO
	MOGU 02330
ICB _{RIO}	

QUALIDADE: ■ Péssima ■ Ruim ■ Regular ■ Boa ■ Ótima

A comunidade bentônica do Rio Mogi-Guaçu exibiu riqueza elevada ($S = 15$), sem dominância ($DOM = 48\%$) e, portanto, com alta diversidade ($ICS = 11,10$). Na sua composição ocorreram grupos considerados sensíveis (Ephemeroptera – Trichorythidae e Trichoptera – Leptoceridae) e aqueles tolerantes não alcançaram abundância



relativa elevada ($T/DT = 32\%$) (figura 9.3). Consequentemente, a comunidade indicou qualidade boa para esse habitat.

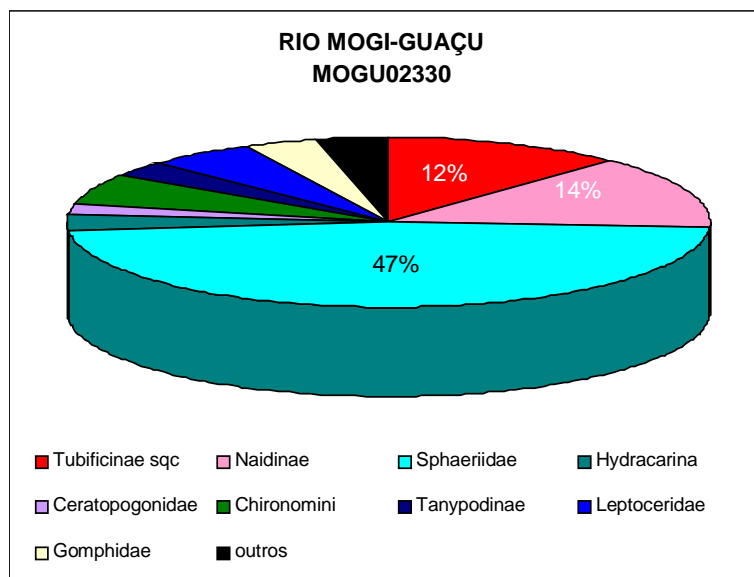


Figura 9.3 - Estrutura da comunidade bentônica do rio Mogi-Guaçu (MOGU 02330). Tubificinae sqc = tubificíneo sem queta capilar.

A concentração medida de oxigênio na água de fundo (7,54 mg/l) não indicou ser este um fator estressante para a biota, embora o resultado de coliformes tenha apontado para a entrada de efluentes domésticos in natura ($1,4 \times 10^3$ NMP/100mL). A condutividade foi mediana (69,9 μ S/cm) e as concentrações de clorofila a (0,76 μ g/L) e fósforo total (0,21 mg/L) indicaram baixo grau de trofia.

No ano de 2003, a comunidade bentônica foi avaliada em um ponto a montante do ano de 2004, tendo resultado em qualidade Regular. Ou seja, o Rio Mogi-Guaçu exibiu melhor qualidade de habitat na região a montante da Cachoeira das Emas, embora em termos de contaminação fecal e grau de eutrofização os dois pontos não tenham diferido.

9.9.4 Qualidade dos sedimentos

A caracterização granulométrica dos sedimentos do Rio Mogi Guaçu apresentou uma composição de cerca de 59,8 % de areia e os demais 40,2 % de finos (silte e argila), não havendo dessa forma uma predominância entre uma e outra fração. Da mesma forma, os resultados de resíduo volátil (3,36%) e umidade (48,3%) não indicam a predominância nem de fração mineral, nem de matéria orgânica, muito embora seja um material com significativo potencial de acumulação de espécies químicas xenobióticas.





















Com relação à contaminação dos sedimentos, foi observada a presença de chumbo entre TEL e PEL, desenvolvendo acumulação. Foi encontrado também nos sedimentos a substância Hexaclorobenzeno, embora em concentração (0,95 μ g/kg) muito abaixo do valor estipulado como sendo de proteção sob o ponto de vista ecológico (20 μ g/kg), segundo a EPA (2003). Com isso, faz-se necessário realizar uma avaliação da presença desse tipo de composto na bacia, pois trata-se de um organoclorado que pode vir a desempenhar acumulação na cadeia aquática.

A tabela 9.11 mostra os resultados obtidos para essa UGRHI, relativos às variáveis utilizadas para avaliação da qualidade de sedimentos.

Tabela 9.11. Resultados obtidos para a UGRHI-9, relativos às variáveis utilizadas para avaliação da qualidade de sedimentos.

Código do ponto	Corpo de água	Substância química	Mutagenicidade Teste de AMES	Toxicidade <i>Hyalella azteca</i>	Deformidade	ICB
MOGU 02330	Rio Mogi-Guaçu	Pb			nr	

LEGENDA:

	Ótima	Bom	Regular	Ruim	Péssima
Química					
Mutagenicidade					
Toxicidade					
Deformidade					
ICB					

nr = não realizado

No entanto, a comunidade bentônica ainda não apresentou sinais preocupantes de estresse, assim como não foram observadas toxicidade e atividade mutagênica.

9.9.5 Considerações e Recomendações

Os Rios Mogi Mirim e Araras, afluentes que contribuem no trecho crítico do Rio Mogi Guaçu, apresentaram as piores condições de qualidade. Os Ribeirões Ferraz e do Meio e os Córregos Batistela e Constantino também demonstram certo comprometimento dos níveis de oxigênio dissolvido e coliformes termotolerantes. Portanto, faz-se necessário investimentos urgentes no tratamento dos esgotos domésticos dos municípios inseridos nesta UGRHI.

É importante salientar o registro de baixos valores de oxigênio dissolvido no trecho crítico do Rio Mogi Guaçu (MOGU02200), especialmente na época da estiagem, de forma que existe a necessidade de se manter vazões mínimas neste rio, a jusante da barragem da AES-Tietê.

9.10 UGRHI 10 – Sorocaba/Médio Tietê

9.10.1 Características da UGRHI

A Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos 10 é composta por 33 municípios, cujas principais características estão contidas na tabela 10.1.

Tabela 10.1 – Características da UGRHI 10

Área de drenagem	11.708 km².
Constituintes principais	Rio Tietê, desde a saída do Res. de Pirapora até a barragem do Res. Barra Bonita; Rios Sorocaba, Pirajibú, Ipanema, Tatuí e Sarapuí.
Reservatórios	Itupararanga (Rio Sorocaba).
Usos do solo	O território abrangido por essa UGRHI contém áreas urbanas, vegetação natural, pastagens, reflorestamento, culturas de horta, frutas, milho e cana de açúcar, além da extração e processamento de calcário. Incidem Unidades de Conservação.
Usos da água	Abastecimento público e industrial; recepção de efluentes domésticos e industriais ; geração de energia elétrica; recreação e irrigação
Principais atividades	Indústrias têxteis, alimentícias, química, mecânica e eletroeletrônica, além da presença de agroindústrias.



A tabela 10.2 contém a carga orgânica poluidora de origem doméstica.

Tabela 10.2 – Carga orgânica poluidora de origem doméstica.

Município	Concessão	População Censo 2000		Atendimento (%)		Carga Poluidora		Corpo Receptor
		Total	Urbana	Coleta	Tratam.	Potencial	Remanesc.	
Alambari	Sabesp	3.668	2.447	39	0	132	132	Rio Alambari
Alumínio	Sabesp	15.249	13.726	81	0	741	741	Rio Piragibu e Rib. Varjão
Anhembi	Sabesp	4.537	3.266	91	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	76	100	739	290	Cór. Vacario
Bofete	Sabesp	7.355	5.229	90	100	282	79	Cór. do Tanque
Boituva	Sabesp	34.190	32.360	68	90	1747	892	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	63	81	586	347	Cór. Olaria
Cerquilha	SAAEC	29.508	27.996	98	50	1512	919	Rib. da Serra, Cór. Taquaral e Rio Sorocaba
Cesário Lange	Sabesp	12.840	8.893	83	95	480	177	Rio Aleluia
Conchas	Sabesp	14.905	11.278	89	0	609	609	Rib. Conchas e Rib. dos Lopes
Ibiúna	Sabesp	64.160	21.181	70	66	1144	721	Rio Sorocaba
Iperó	Sabesp	19.183	13.473	63	95	728	379	Rio Sorocaba
Itu	SAAE	135.304	123.881	98	85	6690	2232	Ribeirão Guarau, Varjão e Tapera Grande
Jumirim	PM	2.193	1.093	70	100	59	26	Cór. sem nome
Laranjal Paulista	Sabesp	22.081	19.515	91	1	1054	1046	Rio Sorocaba
Mairinque	CIÁGUA	39.688	34.071	78	0	1840	1840	Cór. Marmeleiro
Pereiras	CODEPE	6.256	4.166	100	100	225	45	Rib. Conchas
Piedade	Sabesp	50.119	22.051	63	0	1191	1191	Rio Pirapora
Porangaba	Sabesp	6.628	3.440	99	100	186	39	Rio Feio
Porto Feliz	SAAE	45.452	36.544	95	7	1973	1868	Rios Tietê e Avecuia
Quadra	Sabesp	2.656	672	90	100	36	10	Rib. Palmeira
Salto de Pirapora	Sabesp	35.088	27.351	82	70	1477	799	Rio Pirapora
São Roque	Sabesp	66.430	48.581	74	0	2623	2623	Rios Carambei e Guaçu e Cór. Marmeleiro
Sarapuá	Sabesp	7.801	5.104	58	0	276	276	Rio Fazendinha
Sorocaba	SAAE	494.649	487.907	97	0	26347	26347	Rio Sorocaba
Tatuí	Sabesp	93.299	85.483	91	21	4616	3910	Rio Tatuí
Tietê	SEMAE	31.478	28.444	93	2	1536	1513	Rio Tietê e Ribeirão da Serra
Torre de Pedra	Sabesp	2.190	1.267	77	100	68	26	Rib. Torre de Pedra
Vargem Grande Paulista	Sabesp	32.548	32.548	19	0	1758	1758	Rib. Vargem Grande
Votorantim	SAAE	95.940	92.736	98	57	5008	2770	Cór. Itapeva, Vidal, Cubatão e Ferrarezi
TOTAL GERAL		1.561.47	1.356.00	89	25	73.224	60.390	

Obs: A carga de esgoto doméstico do distrito de Caucaia do Alto - município de Cotia (UGRHI 06 Alto Tietê) - contribui para a bacia do Sorocaba (Reservatório Ituparanga).

A tabela 10.3 descreve os pontos de amostragem.

Tabela 10.3 – Descrição dos Pontos de Amostragem

Código do Ponto	Latitude	Longitude	Projetos	Descrição	Local
IPAN02500	23 24 00	47 35 36	RB	Córrego Ipanema	Ponte do Km 12,5 da estrada que liga Sorocaba a Iperó.
SOIT02100	23 36 26	47 17 44	RB	Reservatório Ituparanga	No meio do corpo central, lado esquerdo da Praia do Escritório, em frente a uma ilha.
SOIT02601	23 37 58	47 21 46	BAL	Reservatório Ituparanga	Na praia do Piratuba, na Represa de Ituparanga, no Condomínio Antilhas.
SOIT02801	23 37 23	47 24 10	BAL	Reservatório Ituparanga	No Clube ACM, na Represa de Ituparanga.
SOIT02900	23 36 42	47 23 52	RB	Reservatório Ituparanga	Próximo a barragem, na estrada que liga Ibiúna a Votorantim.

continua



9.10.2 Resultados de variáveis de qualidade das águas

A tabela 10.4 traz a comparação da média de 2004 com a dos últimos dez anos para as principais variáveis sanitárias.

Tabela 10.4 - Médias das principais variáveis sanitárias.

Código do ponto	Condutividade		Turbidez		COD		PFTMH		Nitrato		Nitrog. Amon.		OD		DBO _(5,20)		FT		Coliforme Termot.		Clorofila a	
	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004
IPAN02500	97	110	24	13					0,42	0,37	0,05	0,07	7,1	7,1	3	2	0,083	0,093	215	394		
SOIT02100	79	91	7	7					0,21	0,24	0,04	0,09	7,5	7,2	2	2	0,056	0,054	2	4	7,78	3,86
SOIT02900	76	88	5	5	5,57	4,27	186	219	0,20	0,21	0,06	0,09	7,4	7,3	2	2	0,044	0,044	2	11	3,14	1,33
SORO02100	157	212	28	27					0,71	1,08	1,59	3,15	3,7	1,0	16	31	0,448	0,712	943.325	199.960		
SORO02200	173	201	39	12					0,65	0,59	1,32	2,30	1,6	1,5	7	10	0,310	0,305	88.981	13.382		
SORO02700	157	173	34	24	8,45	5,55	347	400	1,43	3,40	1,31	1,35	4,3	4,3	8	7	0,257	0,248	470	130	8,43	3,37
SORO02900	146	158	39	56					1,34	3,22	0,28	0,89	6,5	5,6	5	5	0,261	0,545	10.676	850	1,48	
TIBB02100	216	263	9	5					3,15	4,64	0,71	0,48	7,0	6,9	6	6	0,120	0,117	3	2	33,82	34,69
TIBB02700	195	252	11	6					1,62	2,92	0,12	0,08	7,9	8,5	3	4	0,075	0,082	8	1	33,23	34,26
TIBT02500	303	364	11	3					1,19	3,65	4,40	5,00	4,9	3,4	11	35	0,288	0,596	44	8	43,45	47,47
TIET02350	421	444	36	78					1,21	1,90	9,34	10,98	6,4	6,6	17	20	1,079	0,714	98.265	64.865	5,24	
TIET02400	378	390	48	96					4,12	3,51	8,21	10,14	2,1	2,7	18	23	1,148	1,148	9.313	1.896	9,01	3,48
TIET02450	330	396	50	108					2,60	4,09	6,12	10,86	2,9	1,9	16	26	0,827	1,010	4.833	1.825		
TIRG02900	432	495	24	37					0,96	0,40	10,31	13,47	0,9	11,7	25	20	1,366	1,717	321.490	40.561		

Observação: os dados brutos destas e das demais variáveis de qualidade das águas constam nas tabelas do Anexo 2.

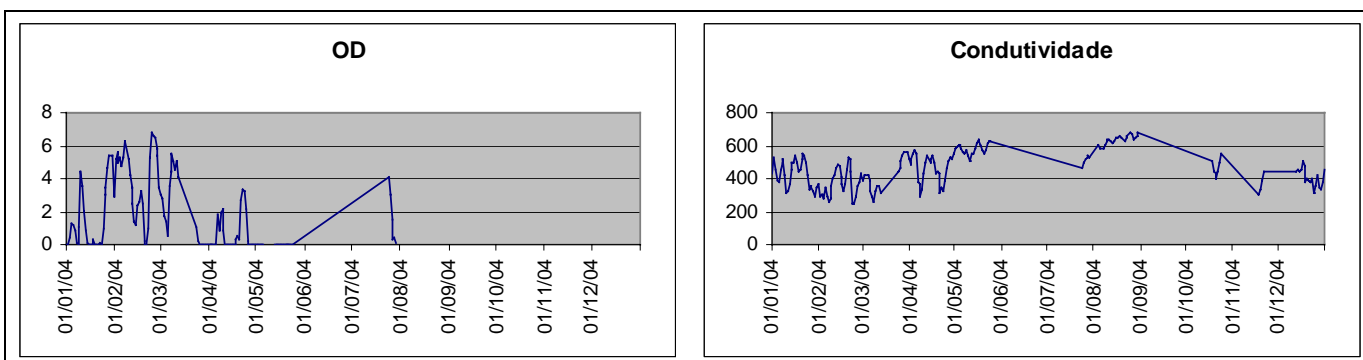


Figura 10.2 - Variação temporal do oxigênio dissolvido e condutividade para as estações de monitoramento automático Rio Tietê – Rasgão

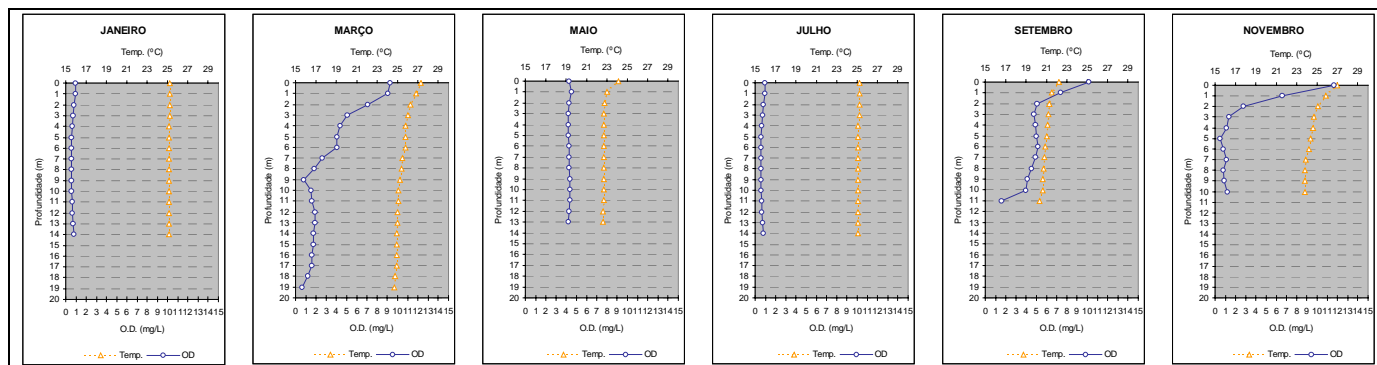


Figura 10.3 - Perfis de oxigênio dissolvido e temperatura - Reservatório Barra Bonita, corpo central, após a junção dos braços do Tietê e Piracicaba (TIBB02100)

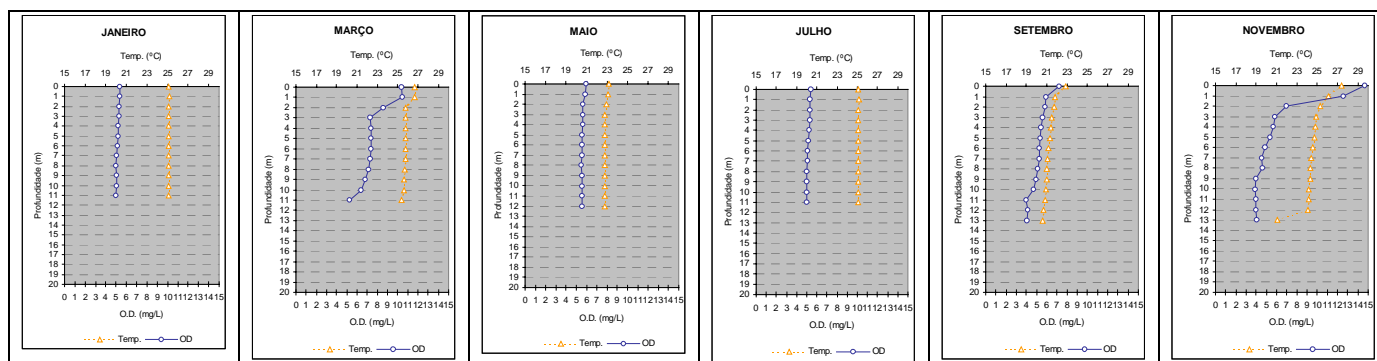


Figura 10.4 - Perfis de oxigênio dissolvido e temperatura - Reservatório Barra Bonita – corpo central, na direção do Córrego Araquazinho (TIBB02700)

A tabela 10.5 compara as porcentagens de resultados não conformes de 2004 em relação aos padrões de qualidade estabelecidos pela Resolução CONAMA 20/86, bem como a comparação com as porcentagens de não conformidade dos últimos dez anos para pH e metais.

Tabela 10.5 – Comparação das porcentagens de resultados não conformes em relação aos padrões de qualidade de 2004 com as dos últimos dez anos para pH e metais.

Código do ponto	pH				Alumínio				Manganês				Níquel				Cobre				Zinco				Mercúrio				Urânio			
	NC 2004	NT 2004	%NC 2004	%NC 1994-2003	NC 2004	NT 2004	%NC 2004	%NC 1994-2003	NC 2004	NT 2004	%NC 2004	%NC 1994-2003	NC 2004	NT 2004	%NC 2004	%NC 1994-2003	NC 2004	NT 2004	%NC 2004	%NC 1994-2003	NC 2004	NT 2004	%NC 2004	%NC 1994-2003	NC 2004	NT 2004	%NC 2004	%NC 1994-2003	NC 2004	NT 2004	%NC 2004	%NC 1994-2003
IPAN02500	0	6	0	6	6	6	100	96	1	6	17	23	0	2	0	0	0	2	0	0	0	2	0	0	0	6	0	25	0	6	0	0
SOIT02100	0	6	0	3	6	6	100	81	0	6	0	3	0	2	0	7	0	2	0	0	0	2	0	0	0	2	0	14				
SOIT02900	0	6	0	0	6	6	100	75	0	6	0	3	0	2	0	0	0	2	0	0	0	2	0	0	0	2	0	0				
SORO02100	0	6	0	0	6	6	100	97	1	6	17	42	0	6	0	5	0	6	0	5	0	6	0	2	0	6	0	17				
SORO02200	0	6	0	0	6	6	100	100	5	6	83	73	0	6	0	3	0	6	0	5	0	6	0	0	0	6	0	14	0	6	0	0
SORO02700	0	6	0	5	6	6	100	100	4	6	67	68	0	6	0	0	0	6	0	0	0	6	0	0	0	6	0	18	0	6	0	0
SORO02900	0	6	0	0	6	6	100	100	4	6	67	62	0	6	0	2	0	6	0	9	0	6	0	0	0	6	0	18				0
TIBB02100	0	6	0	0	4	6	67	62	0	6	0	7	0	6	0	10	0	6	0	0	0	6	0	0	0	6	0	27				
TIBB02700	1	6	17	14	4	6	67	42	0	6	0	4	0	6	0	9	0	6	0	3	0	6	0	0	0	6	0	9				
TIBT02500	0	6	0	1	5	6	83	59	2	6	33	53	0	5	0	5	0	6	0	2	1	5	20	0	0	6	0	13				
TIET02350	0	6	0	0	6	6	100	100	6	6	100	95	4	6	67	31	5	6	83	10	1	6	17	8	0	6	0	21				
TIET02400	0	6	0	0	6	6	100	100	6	6	100	97	3	6	50	39	5	6	83	32	2	6	33	6	0	6	0	25				
TIET02450	0	6	0	0	6	6	100	100	6	6	100	100	2	6	33	16	4	6	67	14	2	6	33	3	0	6	0	20				
TIRG02900	0	6	0	0	6	6	100	100	6	6	100	98	2	6	33	45	2	6	33	18	1	6	17	3	0	6	0	21				

NC: Número de Resultados Não Conformes

NT: Número Total de Resultados Considerados

Observação: os dados brutos destas e das demais variáveis de qualidade das águas constam nas tabelas do Anexo 2.

9.10.3 Qualidade das águas

Para facilitar a avaliação da qualidade das águas desta UGRHI, adotou-se a subdivisão por bacias hidrográficas, conforme segue:

- Bacia do Tietê Médio-Superior
- Bacia do Sorocaba



9.10.3.1 BACIA DO TIETÊ MÉDIO-SUPERIOR

9.10.3.1.1 ABASTECIMENTO PÚBLICO

A tabela 10.6 traz os resultados mensais e média anual do IAP – 2004.

Tabela 10.6 – Resultados mensais e média anual do IAP – 2004

CÓDIGO DO PONTO	CORPO D'ÁGUA	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA
TIBB02100	Reservatório de Barra Bonita	50		78		78			75	84		67		72
TIBB02700	Reservatório de Barra Bonita	81		73		87			86	88		58		79
TIBT02500	Braço do Rio Tietê	78		60		36		41		42		40		50
TIET02350	Rio Tietê		36		23		28		20		23		20	25
TIET02400	Rio Tietê	16		26		30		17		22		10		20
TIET02450	Rio Tietê	18		24		32		14		24		11		20
TIRG02900	Reservatório de Rasgão	20		36		19			15	16		20		21

QUALIDADE: PÉSSIMA RUIM REGULAR BOA ÓTIMA

A tabela 10.7 mostra os resultados mensais e média anual do IQA – 2004.

Tabela 10.7 – Resultados mensais e média anual do IQA – 2004.

CÓDIGO DO PONTO	CORPO D'ÁGUA	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA
TIBB02100	Reservatório de Barra Bonita	50		81		79			76	84		67		73
TIBB02700	Reservatório de Barra Bonita	81		74		87			87	88		58		79
TIBT02500	Braço do R Tiete	78		60		36		41		42		41		50
TIET02350	Rio Tietê		51		31		41		26		29		32	35
TIET02400	Rio Tietê	26		37		36		26		27		25		30
TIET02450	Rio Tietê	29		32		37		23		30		19		28
TIRG02900	Reservatório de Rasgão	23		47		22			18	20		30		27

QUALIDADE: PÉSSIMA RUIM REGULAR BOA ÓTIMA

Com exceção do Reservatório de Barra Bonita, o Médio Tietê apresentou qualidade Ruim, inviabilizando o seu uso para o abastecimento público. As variáveis sanitárias (OD, DBO_{5,20}, nitrogênio e fósforo totais e coliformes termotolerantes) foram as responsáveis pela classificação Ruim.

9.10.3.2 PROTEÇÃO DA VIDA AQUÁTICA

As tabelas 10.8 e 10.9 contêm, respectivamente, os resultados do IVA – Índice de qualidade das águas para proteção da vida aquática e do IET – Índice de estado trófico, cujos dados são utilizados para o cálculo do IVA.

Tabela 10.8 – Resultados mensais e média anual do IVA – 2004

CÓDIGO DO PONTO	CORPO D'ÁGUA	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA
TIBB02100	Reservatório de Barra Bonita	6,6		4,2		4,4			3,2	4,2		4,2		4,5
TIBB02700	Reservatório de Barra Bonita	4,2		4,2		3,2			4,2			5,4		4,2
TIBT02500	Braço do R Tiete	4,2		6,4		6,6		6,6		5,2		6,4		5,9
TIET02350	Rio Tietê		2,2		6,4		4,6		8,8		6,4		6,4	5,8
TIET02400	Rio Tietê	8,8		5,4		6,6		6,8		10,2		10,2		8,0
TIET02450	Rio Tietê	6,4		7,6		7,6		11,2		7,6		11,2		8,6
TIRG02900	Reservatório de Rasgão	11,2				11,2			11,2	11,2				11,2

QUALIDADE: PÉSSIMA RUIM ACEITÁVEL BOA ÓTIMA

Tabela 10.9 – Resultados mensais e média anual do IET – 2004

CÓDIGO DO PONTO	CORPO D'ÁGUA	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA
TIBB02100*	Res. Barra Bonita	73,16		61,24		49,32			52,34	68,70		73,18		61,96
TIBB02700*	Res. Barra Bonita	61,64		67,03		45,47			56,24	52,01		72,81		59,13
TIBT02500*	Braço do Tietê	62,87		81,61		69,36		66,84		84,03		83,42		74,99
TIET02350	Rio Tietê		39,94		92,96		39,94		107,15		95,52		83,16	76,45
TIET02400*	Rio Tietê	99,83		67,85		71,42		49,63		73,54		66,98		66,17
TIET02450	Rio Tietê	92,80		79,48		93,52		109,19		82,80		100,50		93,05
TIRG02900	Res. de Rasgão	109,43		86,38		105,79			106,31	108,27		98,27		102,41

PTO* : Pontos para os quais o IET foi calculado com base nos resultados de clorofila e fósforo total (exceto meses com borda destacada).

ESTADO: ■ HIPEREUTRÓFICO ■ EUTRÓFICO ■ MESOTRÓFICO ■ OLIGOTRÓFICO

Nesta bacia as médias do IET indicaram estado eutrófico e hipereutrófico, destacando-se o Reservatório de Rasgão e os pontos do Rio Tietê, TIET02350, TIET02450 e TIBT02500, com cargas elevadas de fósforo total. As altas concentrações de surfactantes, coliformes termotolerantes e nitrogênio amoniacal do Reservatório de Rasgão, indicam que grande parte desta carga de fósforo total é proveniente de esgoto doméstico.

No reservatório Barra Bonita o IET (FT, CL) também indicou eutrofização. Observa-se ainda que parte das cargas de fósforo total as quais chegam ao reservatório de Barra Bonita são provenientes do Rio Tietê. O ponto TIBB02100 apresentou condições mesotróficas, devido às baixas concentrações de clorofila *a*, as quais indicam a degradação da comunidade fitoplanctônica, no período de estiagem.

O trecho situado entre as cidades de Pirapora do Bom Jesus e Laranjal Paulista já se encontra na região do Médio Tietê. A maior concentração de matéria orgânica encontra-se no trecho inicial do Médio Tietê, evidenciando assim que os poluentes recebidos na RMSP, bem como da bacia do Jundiá, consistem nas principais fontes de degradação da qualidade das águas do Médio Tietê.

Em 2004, notam-se porcentagens maiores de resultados não conformes para cobre, níquel e zinco. Esta contaminação, provavelmente, tem sua origem na bacia do Alto Tietê.

▫ COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA

As análises da comunidade fitoplanctônica foram realizadas em apenas um ponto de coleta no Reservatório Barra Bonita – TIBB02700, a cada dois meses.

O diagnóstico da qualidade da água do reservatório pelo índice da comunidade fitoplanctônica foi, na média, Regular, ressaltando que nos meses de março e novembro o diagnóstico foi Ruim. De maneira geral, houve uma melhora no diagnóstico quando comparado com os dados do ano anterior; entretanto, as densidades de cianofíceas ou cianobactérias foram maiores para este período.

Na tabela 10.10 está assinalado o diagnóstico da comunidade fitoplanctônica.

Tabela 10.10 – Diagnóstico da comunidade fitoplanctônica

CÓDIGO DO PONTO	CORPO DE ÁGUA	JAN	MAR	MAI	AGO	SET	NOV	MÉDIA
TIBB02700	Res. Barra Bonita							

QUALIDADE: ■ Ruim ■ Regular ■ Boa ■ Ótima



As altas densidades e dominância do grupo das cianofíceas, ou cianobactérias, principalmente pelo gênero *Microcystis* nos meses de março e novembro foram importantes neste diagnóstico. Além disso, foi registrada a presença de outras espécies consideradas na literatura como potencialmente tóxicas como: *Planktothrix*, *Anabaena*, *Aphanizomenon*, entre outras. Esses organismos ocorrem em grandes concentrações geralmente em ambientes eutróficos ou hipereutróficos. A figura 10.5 mostra o gráfico da densidade dos principais grupos fitoplanctônicos.

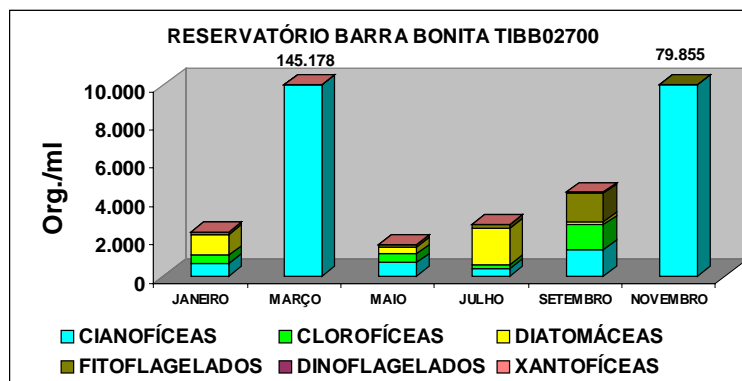


Figura 10.5 - Gráfico dos grupos fitoplanctônicos.

9.10.3.3 BACIA DO RIO SOROCABA

9.10.3.3.1 ABASTECIMENTO PÚBLICO

As tabelas 10.11 e 10.12 contêm os resultados do IAP – Índice de qualidade das águas para fins de abastecimento público e do IQA – Índice de qualidade das águas, cujos dados são utilizados no cálculo do IAP.

Tabela 10.11 – Resultados mensais e média anual do IAP – 2004

CÓDIGO DO PONTO	CORPO D'ÁGUA	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA
IPAN02500	Córrego Ipanema	71		70		70		58		74		61		67
SOIT02100	Reservatório Itupararanga	74		76		87		78		91		84		82
SOIT02900	Reservatório Itupararanga	82				87		78				83		82
SORO02100	Rio Sorocaba	27		22		17		18		16		21		20
SORO02200	Rio Sorocaba	32		36		35		47		26		35		35
SORO02700	Rio Sorocaba	57				55		51				7		42
SORO02900	Rio Sorocaba	29		60		56		37		39		54		46

QUALIDADE: PÉSSIMA (roxo) RUIM (laranja) REGULAR (amarelo) BOA (verde) ÓTIMA (azul)

Tabela 10.12 – Resultados mensais e média anual do IQA – 2004

CÓDIGO DO PONTO	CORPO D'ÁGUA	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA
IPAN02500	Córrego Ipanema	74		73		73		63		74		67		71
SOIT02100	Reservatório Itupararanga	78		82		89		81		92		85		85
SOIT02900	Reservatório Itupararanga	84		83		88		80		90		84		85
SORO02100	Rio Sorocaba	29		24		19		21		18		22		22
SORO02200	Rio Sorocaba	34		38		37		51		29		38		38
SORO02700	Rio Sorocaba	61		59		61		59		62		56		60
SORO02900	Rio Sorocaba	48		65		60		56		43		62		56

QUALIDADE: PÉSSIMA (roxo) RUIM (laranja) REGULAR (amarelo) BOA (verde) ÓTIMA (azul)

As águas do Reservatório de Itupararanga apresentaram qualidade Ótima, em 2004, para o abastecimento público, de acordo com o IAP.

O Rio Sorocaba, entre Votorantim e Sorocaba, teve sua qualidade enquadrada na categoria Ruim, devido aos resultados das variáveis sanitárias (OD, DBO_{5,20}, nitrogênio e fósforo totais e coliformes termotolerantes). Em Cerquilha, a média anual do IAP foi Regular, sendo que a qualidade Péssima obtida no mês de novembro foi influenciada pelo elevado valor do potencial de formação de THMs.

O ponto SOIT 02900 apresentou um número de células de cianobactérias ultrapassando 10.000 células/mL, considerado pela legislação vigente para padrão de potabilidade como alerta, indicando necessidade de intensificação do monitoramento.

9.10.3.4 PROTEÇÃO DA VIDA AQUÁTICA

As tabelas 10.13 e 10.14 contêm, respectivamente, os resultados do IVA – Índice de qualidade das águas para proteção da vida aquática e do IET – Índice de estado trófico, cujos dados são utilizados para o cálculo do IVA.

Tabela 10.13 – Resultados mensais e média anual do IVA – 2004

CÓDIGO DO PONTO	CORPO D'ÁGUA	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA
IPAN02500	Córrego Ipanema	4,2		3,2		4,4		4,2		3,2		4,2		3,9
SOIT02100	Reservatório Itupararanga	5,4		2,2		3,2		4,4				3,2		3,7
SOIT02900	Reservatório Itupararanga	3,4		2,2		2,2		5,4				2,2		3,1
SORO02100	Rio Sorocaba	7,6		11,2		11,2		11,2		11,2		11,2		10,6
SORO02200	Rio Sorocaba	7,6		6,6		6,6				7,6		10,2		7,7
SORO02700	Rio Sorocaba	5,4		5,4		4,4		5,4		4,2		4,4		4,9
SORO02900	Rio Sorocaba	5,2		4,2		4,2		5,2		6,4		4,2		4,9

PTO * : Pontos para os quais o IET foi calculado com base nos resultados de clorofila e fósforo total (exceto meses com borda destacada).

QUALIDADE: PÉSSIMA RUIM REGULAR BOA ÓTIMA

Tabela 10.14 – Resultados mensais e média anual do IET – 2004

CÓDIGO DO PONTO	CORPO D'ÁGUA	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA
IPAN02500	Córrego Ipanema	61,64		53,16		49,94		73,87		45,79		68,02		58,74
SOIT02100*	Res. Itupararanga	55,79		38,50		49,02		50,74		44,93		51,06		45,51
SOIT02900*	Res. Itupararanga	39,94		38,00		40,54		66,95		32,07		40,11		39,44
SORO02100	Rio Sorocaba	93,52		85,79		88,02		92,23		93,69		93,69		91,16
SORO02200	Rio Sorocaba	80,39		73,16		63,16		83,87		88,77		72,42		76,96
SORO02700*	Rio Sorocaba	69,01		59,57		53,50		59,91		68,00		47,06		57,13
SORO02900	Rio Sorocaba	86,67		59,94		70,82		85,18		105,94		64,54		78,85

PTO * : Pontos para os quais o IET foi calculado com base nos resultados de clorofila e fósforo total (exceto meses com borda destacada).

ESTADO: HIPEREUTRÓFICO EUTRÓFICO MESOTRÓFICO OLIGOTRÓFICO

No Reservatório de Itupararanga as condições de trofia variaram ao longo do ano de oligotrófica a eutrófica, a média anual do ponto SOIT02100 foi mesotrófica e do ponto SOIT02900 foi oligotrófica. Neste corpo d'água, no período de estiagem, ocorrem baixas concentrações de clorofila a e altas concentrações de fósforo total.

O Rio Sorocaba está em pleno processo de eutrofização ou em estágio já avançado, evidenciado pelas elevadas cargas de fósforo total, apesar das concentrações de clorofila a terem sido baixas, devido ao ambiente ser predominantemente lótico.

O ponto SORO02100, que se localiza entre as cidades de Votorantim e Sorocaba, requer atenção, pois os valores de fósforo total indicaram estado hipereutrófico, e as concentrações de Nitrogênio amoniacal, surfactantes e coliformes termotolerantes, em todos os meses, estiveram bem acima dos limites estabelecido pelo CONAMA



20/86 para classe 2, sendo que coliformes termotolerantes variaram de 69000 a 370000 NMP/100mL, portanto, as altas cargas devem-se ao aporte de esgoto doméstico “in natura”.

No córrego Ipanema, afluente do Rio Sorocaba, a média anual do índice de estado trófico calculado com valores de fósforo total, indicou estado eutrófico, este aporte deve-se, provavelmente, a fontes difusas.

Nessa UGRHI, vale mencionar a toxicidade aguda à *Ceriodaphnia dubia* detectada em duas amostras do ponto SORO 02100 (em julho e setembro) e a toxicidade crônica (em maio). Além disso, foi constatado efeito tóxico crônico nos pontos IPAN 02500 (em maio), SOIT 2900 (em janeiro e julho) e SOIT 02100 (em janeiro e julho).

COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA

As análises da comunidade fitoplanctônica foram realizadas em dois pontos no Reservatório Itupararanga – SOIT02900 e SOIT02100 a cada dois meses.

O diagnóstico da qualidade da água do Reservatório Itupararanga pela comunidade fitoplanctônica revelou qualidade Boa para o ponto localizado próximo a barragem SOIT02900. Entretanto, no mês de janeiro foram registradas altas densidades de cianofíceas ou cianobactérias, com presença do gênero *Cylindrospermopsis*, considerado na literatura como alga potencialmente tóxica. Este diagnóstico manteve-se quando comparado com os dados de 2003.

O diagnóstico da comunidade fitoplanctônica está descrito na tabela 10.15.

Tabela 10.15 – Diagnóstico da comunidade fitoplanctônica

CÓDIGO DO PONTO	CORPO DE ÁGUA	JAN	MAR	MAI	JUL	SET	NOV	MÉDIA
SOIT02900	Res. Itupararanga	Regular	Boa	Ótima	Boa	Ótima	Boa	Boa
SOIT02100		Ruim	Boa	*	*	Boa	Boa	Regular

QUALIDADE: Ruim Regular Boa Ótima

* Amostra não coletada

Para o ponto SOIT02100, o diagnóstico foi Ruim no mês de janeiro pela alta densidade e dominância de cianofíceas ou cianobactérias. Neste local, observou-se grande quantidade de algas do gênero *Microcystis*, *Aphanizomenon*, *Cylindrospermopsis* entre outras. Para a espécie *Cylindrospermopsis raciborskii* há registros de neurotoxicidade (Lagos *et al.*, 1999) e hepatotoxicidade (Hawkins *et al.*, 1985).

Este reservatório tem demonstrado, pela presença de algas potencialmente tóxicas, que está em franco processo de eutrofização. Isto pode ser comprovado pelos resultados de nutrientes sendo que os valores de fósforo total estiveram em alguns meses acima do limite da CONAMA/20 (BRASIL, 1986).

A figura 10.6 mostra o gráfico dos grupos fitoplanctônicos.

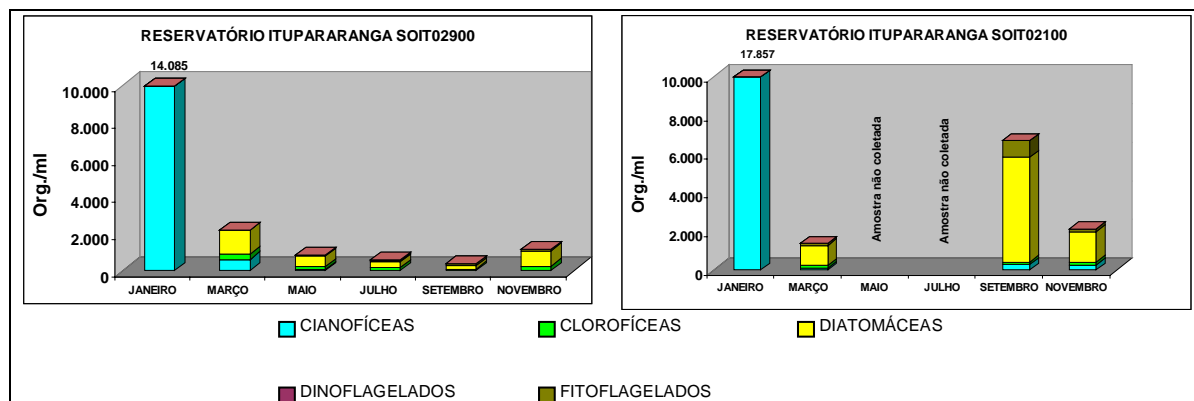


Figura 10.6 Densidade dos principais grupos fitoplanctônicos

COMUNIDADE BENTÔNICA

Na bacia do Rio Sorocaba, a comunidade bentônica foi avaliada em apenas uma localidade, no Rio Sorocaba, próxima à captação do município de Cerquillo (SORO02700). A tabela 10.16 indica o diagnóstico obtido a partir dessa análise.

Tabela 10.16 – Diagnóstico da comunidade bentônica.

	CÓDIGO DO PONTO
	SORO 02700
ICB _{RIO}	

QUALIDADE: Pessima Ruim Regular Boa Ótima

A comunidade bentônica do Rio Sorocaba exibiu riqueza ($S = 12$) e diversidade ($ICS = 8,39$) medianas, apesar da ausência de dominância. Na composição, houve presença de organismo sensível (Trichoptera da família Polycentropodidae). Os organismos de maior representatividade foram Sphaeriidae (molusco bivalve) e Tubificinae cqc (*Branchiura sowerbyi*). Ambos classificados como de tolerância mediana (Barbour *et al.*, 1997; Mandaville, 2002)(figura 10.4). O diagnóstico final foi indicativo de qualidade Regular.

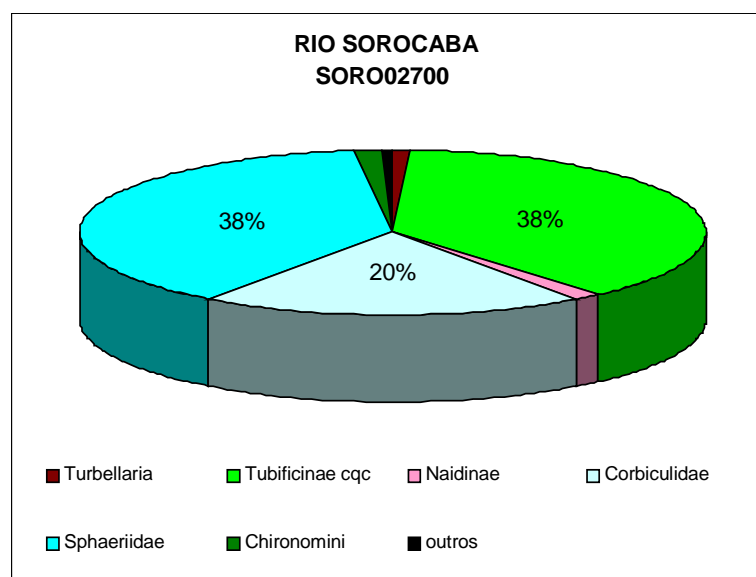


Figura 10.7 - Estrutura da comunidade bentônica do rio Sorocaba (SORO 02700). Tubificinae cqc = tubificídeo com queta capilar

A concentração de oxigênio da água de fundo foi baixa (2,9 mg/l), podendo ter sido limitante à ocorrência de alguns membros da biota bentônica. A condutividade foi alta (201 $\mu\text{S}/\text{cm}$), mas não há indícios de cargas elevadas de esgoto doméstico “in natura” (coliformes termotolerantes = 208 NMP/100mL) e nem de grau elevado de trofia (clorofila $a = 2,03 \mu\text{g}/\text{L}$ e fósforo total = 0,26 mg/L).

Com relação aos resultados do ano de 2003, a comunidade apontou para uma piora de qualidade de habitat, tendo perdido em riqueza (de 18 para 12) e densidade (de 15.673 ind./m² para 9.763 ind./m²). A concentração do oxigênio na água próxima ao fundo foi baixa nos dois anos, assim como foram similares os indicadores de contribuição fecal e grau de trofia, não podendo ser fatores relacionados a piora da condição ecológica desse ponto.

9.10.3.4.1 BALNEABILIDADE DOS RESERVATÓRIOS

Os resultados obtidos ao longo de 2004 para as praias do Reservatório de Itupararanga (tabela 10.17) indicam qualidade excelente para o banho.

Tabela 10.17 - Resultados de *E. coli* (UFC/100mL) obtidos nas amostragens mensais

MUNICÍPIO	RESERVATÓRIO	PRAIA-LOCAL DE AMOSTRAGEM	DATAS DAS AMOSTRAGENS											
			27/01/04	12/02/04	23/03/04	28/04/04	19/05/04	21/06/04	21/07/04	23/08/04	15/09/04	15/10/04	30/11/04	30/12/04
Votorantim	ITUPARARANGA	CLUBE ACM DE SOROCABA	192	7	12	1	2	1	36	1	1	5	-	-
		PRAIA DO PIRATUBA	91	4	8	1	2	4	2	4	1	4	-	-

9.10.4 Qualidade dos sedimentos

A caracterização granulométrica dos sedimentos coletados no Rio Sorocaba mostrou uma predominância de frações silte (56,5%) e argila (31,3%), tratando-se de um ambiente tipicamente deposicional. Infelizmente, no ano de 2004 não foram realizadas determinações de série de resíduos e de umidade, não tendo sido possível avaliar a presença ou não de matéria orgânica em sua composição.





















Muito embora os resultados de caracterização granulométrica apontem para uma elevada presença de finos, não foi observada acumulação de metais pesados e na grande maioria dos compostos orgânicos nos sedimentos avaliados, com exceção do Lindane, superou aproximadamente duas vezes o limite de efeito severo (PEL), fato este que merece ser melhor investigado. Esse contaminante pode explicar a piora observada na estrutura da comunidade bentônica, já que não foi detectado no ano anterior. No entanto não foi observado efeito para *Hyalella azteca* e nem presença de compostos orgânicos mutagênicos.

A tabela 10.18 mostra os resultados obtidos para essa UGRHI, bacia do rio Sorocaba, relativos às variáveis utilizadas para avaliação da qualidade de sedimentos.

Tabela 10.18 - Resultados obtidos para a UGRHI-10, bacia do rio Sorocaba, relativos às variáveis utilizadas para avaliação da qualidade de sedimentos.

Código do ponto	Corpo de água	Substância química	Mutagenicidade Teste de AMES	Toxicidade <i>Hyalella azteca</i>	Deformidade	ICB
SORO 02700	Rio Sorocaba	Lindane			nr	

LEGENDA:

	Ótima	Bom	Regular	Ruim	Péssima
Química					
Mutagenicidade					
Toxicidade					
Deformidade					
ICB					

nr = não realizado

9.10.5 Considerações e Recomendações

Na figura 10.5 é apresentado o percentual de ocorrência das variáveis que influenciaram o IVA, da UGRHI 10, quando classificado nas categorias Regular, Ruim ou Péssima.

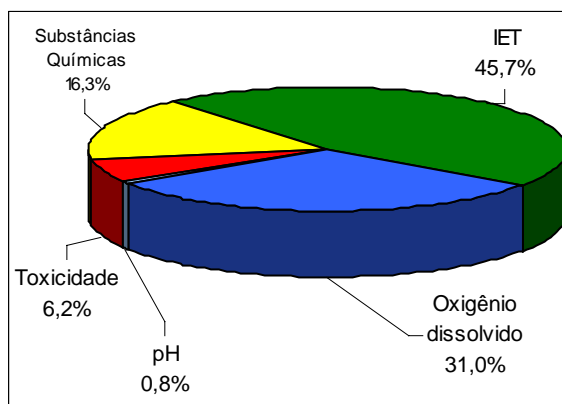


Figura 10.8 - Percentual de ocorrência das variáveis que influenciaram o IVA, da UGRHI 10, quando classificado nas categorias Regular, Ruim ou Péssima

Pode-se verificar que um dos principais problemas do Reservatório de Barra Bonita consiste na eutrofização de suas águas. O excesso de nutrientes favorece o crescimento acelerado de algas. As concentrações de nutrientes estiveram mais elevadas no Braço do Rio Tietê (TIBT02500), indicando que a contribuição mais expressiva tem origem na RMSP. Portanto, torna-se essencial a redução das cargas de nutrientes geradas nas UGRHIs do Alto Tietê e do Jundiaí/Capivari/Piracicaba, bem como na bacia do Rio Sorocaba.

Como os valores de células de cianobactérias ultrapassaram 10.000 céls/mL em alguns meses de amostragem, na água bruta do Reservatório Itupararanga, valor considerado pela legislação vigente como alerta, recomenda-se cuidados especiais no tratamento realizado pelas empresas de saneamento, bem como o monitoramento de cianotoxinas na água tratada.

Os efeitos tóxicos observados nas águas do Reservatório de Itupararanga, bem como a manutenção de seu estado trófico – IET (Fósforo), decorrente especialmente das concentrações de fósforo total, sugerem a necessidade de uma tratativa com a Secretaria da Agricultura no sentido de identificar a origem desses contaminantes. Ainda com relação aos nutrientes, também é expressiva a contribuição doméstica, tornando-se urgente a necessidade do tratamento dos esgotos gerados na bacia de contribuição do Reservatório de Itupararanga.

9.11 UGRHI 11 – Ribeira de Iguape/Litoral Sul

9.11.1 Características da UGRHI

A Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos 11 é composta por 23 municípios. O Rio Ribeira nasce no Estado do Paraná e somente passa a ser denominado Ribeira de Iguape após o município de Registro no Estado de São Paulo. As suas características estão contidas na tabela 11.1

Tabela 11.1 – Características da UGRHI 11

Área de drenagem	16.607 km².
Constituintes principais	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.
Usos do solo	Na atividade rural predominam as culturas de banana e chá. É significativa a presença de extração mineral de areia e turfa nas áreas de várzea. Pelo fato de abrigar a maior área de floresta de domínio da Mata Atlântica existente no Estado, grande parte dessa UGRHI está dentro de Unidades de Conservação.
Usos da água	Abastecimento público, recepção de efluentes domésticos e irrigação de plantações.
Principais atividades	Agricultura, pesca, indústria alimentícia e mineração.

A tabela 11.2 contém a carga orgânica poluidora de origem doméstica.

Tabela 11.2 – Carga orgânica poluidora - doméstica

Município	Concessão	População Censo 2000		Atendimento (%)		Carga Poluidora		Corpo Receptor
		Total	Urbana	Coleta	Tratam.	Potencial	Remanesc.	
Apiáí	Sabesp	27.136	16.639	71	0	899	899	Cór. Palmital e M. Clara
Barra do Chapéu	Sabesp	4.840	1.448	42	0	78	78	Rio Catas Altas
Barra do Turvo	Sabesp	8.107	2.879	73	94	155	70	Rio Pardo
Cajati	Sabesp	29.018	20.934	67	90	1130	585	Rio Jacupiranguinha
Cananéia	Sabesp	12.172	10.089	45	100	545	349	Mar Pequeno
Eldorado	Sabesp	13.884	6.726	88	100	363	108	Rio Ribeira de Iguape
Iguape	Sabesp	27.343	21.889	62	100	1182	596	Rio Ribeira de Iguape
Ilha Comprida	Sabesp	6.608	6.608	19	100	357	303	Rio Candapuí
Iporanga	Sabesp	4.564	2.076	90	100	112	31	Rio Iporanga
Itaoca	Sabesp	3.231	2.179	33	0	118	118	Rio Itaoca
Itapirapuã Paulista	Sabesp	3.577	1.654	79	100	89	33	Rio dos Criminosos
Itariri	Sabesp	13.588	7.438	51	87	402	259	Rio do Azeite
Jacupiranga	Sabesp	16.995	10.020	93	90	541	179	Rio Jacupiranga
Juquiá	Sabesp	20.448	12.394	59	96	669	366	Rio Juquiá
Juquitiba	Sabesp	26.479	17.376	13	100	938	841	Rio São Lourenço
Miracatu	Sabesp	22.358	10.884	55	79	588	383	Rio São Lourenço
Parquera-Açu	Sabesp	17.646	11.722	76	100	633	248	Rio Pariquerá-Açu
Pedro de Toledo	Sabesp	9.178	6.153	49	100	332	202	Rio Itariri
Registro	Sabesp	53.505	42.853	70	98	2314	1044	Rio Ribeira de Iguape
Ribeira	Sabesp	3.507	1.007	77	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	67	100	310	144	Ribeirão da Obra
TOTAL GERAL		358.565	234.124	60	88	12.643	7.448	

Na tabela 11.3 está a descrição dos pontos de amostragem.

9.11.2 Resultados de variáveis de qualidade das águas

Na tabela 11.4 descreve-se a comparação da média de 2004 com a dos últimos dez anos para as principais variáveis sanitárias.

Tabela 11.4 – Médias das principais variáveis sanitárias

Código do ponto	Condutividade		Turbidez		COD		PFTHM		Nitrato		Nitrog. Amon.		OD		DBO _(5,20)		FT		Coliforme Termot.	
	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004
JAPI02100	166	159	49	20					0,83	0,66	0,06	0,09	6,1	6,1	3	2	2,498	2,142	7.860	4.130
JUQI00800	25	22	12	11					0,42	0,58	0,05	0,03	7,5	7,0	2	2	0,049	0,088	428	559
JUQI02900	37	38	23	13					0,75	0,60	0,04	0,05	6,3	6,2	2	3	0,104	0,312	2.499	2.893
RIBE02500	112	107	51	34					0,25	0,22	0,05	0,15	8,5	8,7	3	2	0,123	0,080	2.053	210
RIIG02500	70	67	29	20					0,48	0,61	0,05	0,03	6,8	6,4	2	2	0,091	0,335	2.308	3.895
RIIG02900	77	66	53	26					1,04	0,74	0,05	0,04	5,6	5,6	3	2	0,325	0,448	541	354

Observação: os dados brutos destas e das demais variáveis de qualidade das águas constam nas tabelas do Anexo 2.

A tabela 11.5 contém as porcentagens de resultados não conformes de 2004 em relação aos padrões de qualidade estabelecidos pela Resolução CONAMA 20/86, bem como a comparação com as porcentagens de não conformidade dos últimos dez anos para pH e metais

Tabela 11.5 – Resultados não conformes para pH e metais

Código do ponto	pH				Alumínio				Manganês				Níquel				Cobre				Zinco				Mercúrio			
	NC 2004	NT 2004	%NC 2004	%NC 1994-2003	NC 2004	NT 2004	%NC 2004	%NC 1994-2003	NC 2004	NT 2004	%NC 2004	%NC 1994-2003	NC 2004	NT 2004	%NC 2004	%NC 1994-2003	NC 2004	NT 2004	%NC 2004	%NC 1994-2003	NC 2004	NT 2004	%NC 2004	%NC 1994-2003	NC 2004	NT 2004	%NC 2004	%NC 1994-2003
JAPI02100	0	6	0	0	3	3	100	93	3	6	50	44	0	2	0	0	0	6	0	11	0	6	0	0	0	2	0	33
JUQI00800	0	6	0	10	2	2	100	93	0	6	0	5	1	2	50	8	0	6	0	9	0	6	0	0	0	2	0	13
JUQI02900	1	6	17	6	2	2	100	100	0	6	0	6	0	2	0	0	0	6	0	11	0	6	0	0	0	2	0	0
RIBE02500	0	6	0	2	6	6	100	97	4	6	67	41	0	6	0	3	0	6	0	9	0	6	0	0	0	6	0	21
RIIG02500	0	6	0	9	2	2	100	97	0	6	0	29	0	2	0	11	0	6	0	13	0	6	0	0	0	2	0	10
RIIG02900	0	6	0	6	2	2	100	100	1	6	17	6	0	2	0	0	0	6	0	6	0	6	0	0	0	2	0	0

NC: Número de Resultados Não Conformes

NT: Número Total de Resultados Considerados

Observação: os dados brutos destas e das demais variáveis de qualidade das águas constam nas tabelas do Anexo 2.

9.11.3 Qualidade das águas

9.11.3.1 ABASTECIMENTO PÚBLICO

As tabelas 11.6 e 11.7 contêm os resultados do IAP – Índice de qualidade das águas para fins de abastecimento público e do IQA – Índice de Qualidade das Águas, cujos dados são utilizados no cálculo do IAP, respectivamente.

Tabela 11.6 – Resultados mensais e média anual do IAP – 2004

CÓDIGO DO PONTO	CORPO D'ÁGUA	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA
JAPI02100	Rio Jacupiranga		43		56		38		58		44		40	46
JUQI00800	Rio Juquiá		73		74		56		72		65		3	57
JUQI02900	Rio Juquiá		55		63		52		56		61		43	55
RIBE02500	Rio Ribeira		48		74		57		80		57		61	63
RIIG02500	Rio Ribeira de Iguape		58		70		57		61		46		39	55
RIIG02900	Rio Ribeira de Iguape		55		64		55		74		49		42	56

QUALIDADE: PÉSSIMA RUIM REGULAR BOA ÓTIMA

Tabela 11.7 – Resultados mensais e média anual do IQA – 2004

CÓDIGO DO PONTO	CORPO D'ÁGUA	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA
JAPI02100	Rio Jacupiranga		44		56		41		58		48		48	49
JUQI00800	Rio Juquiá		73		74		56		73		70		65	69
JUQI02900	Rio Juquiá		55		63		53		56		68		51	58
RIBE02500	Rio Ribeira		65		75		74		80		73		73	73
RIIG02500	Rio Ribeira de Iguape		58		70		58		61		55		51	59
RIIG02900	Rio Ribeira de Iguape		56		64		56		75		59		55	61

QUALIDADE: PÉSSIMA RUIM REGULAR BOA ÓTIMA

Os Rios Ribeira, Ribeira de Iguape e Juquiá apresentaram qualidade Boa, de acordo com o IAP em 2004. Apenas o Rio Jacupiranga teve sua qualidade enquadrada na categoria Regular, sendo fortemente influenciada pelo fósforo total, coliformes termotolerantes e pelas elevadas concentrações de alumínio, manganês e ferro.

9.11.3.2 PROTEÇÃO DA VIDA AQUÁTICA

As tabelas 11.8 e 11.9 contêm, respectivamente, os resultados do IVA – Índice de qualidade das águas para proteção da vida aquática e do IET – Índice de estado trófico, cujos dados são utilizados para o cálculo do IVA, respectivamente.

Tabela 11.8 – Resultados mensais e média anual do IVA – 2004

CÓDIGO DO PONTO	CORPO D'ÁGUA	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA
JAPI02100	Rio Jacupiranga		5,2		5,2		5,2		5,2		5,2		5,2	5,2
JUQI00800	Rio Juquiá		5,2		3,4		4,2		3,4		4,2		4,4	4,1
JUQI02900	Rio Juquiá		6,4		4,4		5,2		6,4		4,2		6,4	5,5
RIBE02500	Rio Ribeira		4,2		3,2		4,2		3,2		4,2		3,2	3,7
RIIG02500	Rio Ribeira de Iguape		5,2		2,2		5,2		5,2		3,2		4,2	4,2
RIIG02900	Rio Ribeira de Iguape		6,4		5,2		5,2		2,2		5,2		5,2	4,9

QUALIDADE: PÉSSIMA RUIM REGULAR BOA ÓTIMA



Tabela 11.9 – Resultados mensais e média anual do IET – 2004

CÓDIGO DO PONTO	CORPO D'ÁGUA	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA
JAPI02100	Rio Jacupiranga		116,38		103,16		106,38		87,76		111,74		104,86	105,05
JUQI00800	Rio Juquiá		78,02		39,94		64,54		39,94		55,79		49,94	54,70
JUQI02900	Rio Juquiá		84,21		45,79		82,04		89,94		61,64		79,48	73,85
RIBE02500	Rio Ribeira		69,94		45,79		63,16		45,79		64,54		53,16	57,06
RIIG02500	Rio Ribeira de Iguape		94,86		39,94		87,76		82,42		53,16		64,54	70,45
RIIG02900	Rio Ribeira de Iguape		89,25		81,64		88,02		39,94		81,64		92,80	78,88

ESTADO: ■ HIPEREUTRÓFICO ■ EUTRÓFICO ■ MESOTRÓFICO ■ OLIGOTRÓFICO

Para os corpos d'água desta UGRHI, foram obtidas médias anuais indicativas de nível eutrófico/ hipereutrófico, com maior atenção ao Rio Jacupiranga, que registrou, em todos os meses, valores elevados de fósforo total, devido ao aporte de efluente industrial, equivalente a ambiente em estado hipereutrófico.

Os pontos do Rio Ribeira de Iguape apresentam-se com altas concentrações de fósforo, com destaque para o ponto RIIG02900 que na média anual classificou-se como hipereutrófica. Nos pontos do Rio Juquiá, os valores mensais variaram de oligotrófico a hipereutrófico, mas com média anual eutrófica. O índice dessa bacia foi calculado somente com as concentrações de fósforo total, sendo estas elevadas, provavelmente devido ao lançamento de esgoto doméstico, pois os valores de coliformes termotolerantes estiveram acima do limite estabelecido para classe 2 pela CONAMA 20/86, exceto o ponto JUQI00800, enquadrado na classe 1.

Nessa UGRHI merece destaque a toxicidade crônica à *Ceriodaphnia dubia* detectada nos pontos JUQI00800 e JUQI02900 nos meses de abril, agosto e dezembro.

Na figura 11.2 esta contido o gráfico do percentual de ocorrência das variáveis que influenciaram o IVA, quando classificado nas categorias Regular, Ruim ou Péssima.

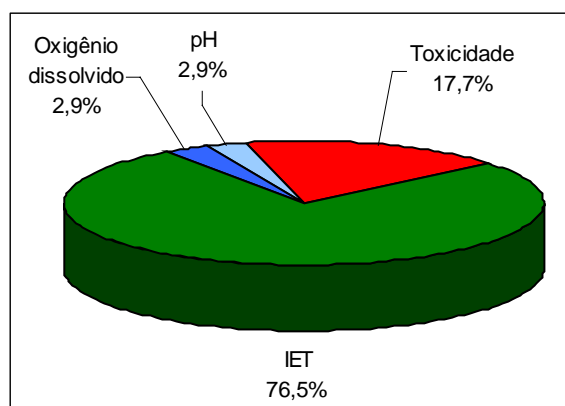


Figura 11.2 - Gráfico do percentual de ocorrência das variáveis que influenciaram o IVA, quando classificado nas categorias Regular, Ruim ou Péssima

COMUNIDADE BENTÔNICA

Na UGRHI 11, a comunidade bentônica foi avaliada em apenas uma localidade, no Rio Ribeira de Iguape (RIIG02010). A tabela 11.10 mostra o diagnóstico obtido a partir desses dados.

Tabela 11.10 – Diagnóstico da comunidade bentônica.

	CÓDIGO DO PONTO
	RIIG 02010
ICB _{RIO}	

QUALIDADE: ■ Péssima ■ Ruim ■ Regular ■ Boa ■ Ótima

O bentos do Rio Ribeira, em ponto localizado a jusante do Rio Iporanga, exibiu riqueza mediana ($S = 11$) e dominância de Chironomini (51%), obtendo assim diversidade dentro da faixa regular de qualidade ($ICS = 8,01$). Ocorreram organismos considerados sensíveis (tricópteros da família Leptoceridae e quironomídeos do gênero *Stempellina*), mas a participação relativa de tolerantes ($T/DT = 52\%$, principalmente Chironomini) foi mediana (figura 11.3). Consequentemente, o diagnóstico foi Regular para a qualidade desse habitat.

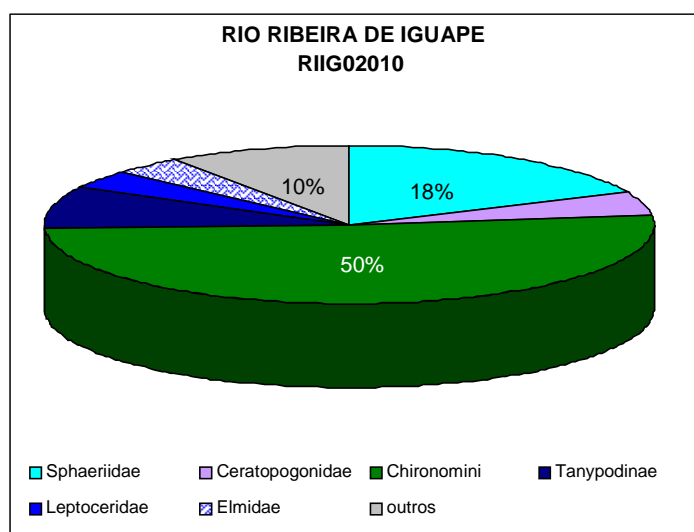


Figura 11.3.- Estrutura da comunidade bentônica do rio Ribeira de Iguape (RIIG 02010).

A condutividade na água superficial foi alta ($104,3 \mu\text{S}/\text{cm}$) e, embora a concentração de coliformes termotolerantes ($460 \text{ NMP}/100\text{mL}$) não tenha apontado para cargas elevadas de efluentes domésticos “in natura”, o resultado de clorofila *a* ($75 \mu\text{g}/\text{L}$) indicou condição eutrófica.

Em 2003, a fauna bentônica também foi investigada no Rio Ribeira de Iguape, porém em ponto localizado a jusante, próximo ao Valo Grande. Sofrendo influência das marés e sendo zona de mistura de águas doce e marinha, a fauna encontrava-se muito mais diversa ($S = 20$), incluindo componentes marinhos (Polichaeta – Nephtyidae), e densa ($7.059 \text{ ind.}/\text{m}^2$, contra $1.457 \text{ ind.}/\text{m}^2$, em 2004), qualificando o habitat em qualidade Boa. Alta diversidade é esperada em ambientes de transição entre dois ecossistemas, mas os dados abióticos também mostraram melhor qualidade das águas nesse ponto, com menor condutividade ($88 \mu\text{S}/\text{cm}$) e menor grau de trofia (clorofila *a* = $1,07 \mu\text{g}/\text{L}$).

9.11.4 Qualidade dos sedimentos

Os sedimentos do Rio Ribeira do Iguape, a jusante do Rio Iporanga, apresentaram baixo teor de finos (8,855 de silte e 1,86% de argila), que indicam tratar-se de material com capacidade relativamente baixa de associação com metais e compostos orgânicos. O resultado de resíduo volátil confirma essa hipótese e possibilita atribuir a esses





















sedimentos uma composição predominantemente mineral, ou seja, baixa concentração de matéria orgânica em sua constituição.

Com relação à contaminação dos sedimentos, foi encontrada uma concentração elevada para chumbo (133 mg/kg), superior a PEL (probabilidade de efeito severo à biota), que deve estar associada às atividades de mineração na bacia. Os demais metais, embora mostrem acumulação nos sedimentos desse ponto, estão em concentrações que não representam preocupação à biota aquática, conforme pode ser constatado na tabela 11.11.

Tabela 11.11 - Resultados obtidos para a UGRHI-11 relativos às variáveis utilizadas para avaliação da qualidade de sedimentos.

Código do ponto	Corpo de água	Substância química	Mutagenicidade Teste de AMES	Toxicidade <i>Hyalella azteca</i>	Deformidade	ICB
RIIG 02010	Rio Ribeira de Iguape	Cu, Cr, Ni, Zn Pb			nr	

LEGENDA:

	Ótima	Bom	Regular	Ruim	Péssima
Química					
Mutagenicidade					
Toxicidade					
Deformidade					
ICB					

nr = não realizado

Comparando com os resultados de contaminantes em sedimento obtidos em 2003, em amostragem realizada a jusante, próximo ao Valo Grande, a concentração de Pb em 2004 foi muito mais elevada (de 65,2 µg/g para 133 µg/g), mesmo porque o ponto de coleta nesse ano esteve localizado mais próximo da fonte, ou seja, a jusante de área de mineração de chumbo de empresa desativada, em processo de recuperação da área contaminada. O resultado atual indica ser importante a adoção de medidas de avaliação da extensão de tal ocorrência, na região de Iporanga.

Os metais que superaram os limites de início de efeito e de efeito severo (tabela 11.11) podem estar causando danos à biota bentônica, embora não tenham sido detectados efeitos nos ensaios ecotoxicológico e de mutagenicidade.

9.11.5 Considerações e Recomendações

Os elevados teores de fósforo total encontrados no Rio Jacupiranga desde meados de 2002, indicam a necessidade de uma investigação mais aprofundada das atividades mineradoras na região. A toxicidade detectada para *Ceriodaphnia dubia*, no trecho inicial do Rio Juquiá, indica a necessidade de continuar as investigações das causas de sua ocorrência.

O monitoramento do sedimento do Rio Ribeira constatou a presença de chumbo no trecho de Iporanga. A origem, provavelmente, está vinculada a antigas minerações de chumbo, hoje paralisadas no Estado do Paraná, mas com grandes áreas de disposição inadequada de rejeito dessas antigas minerações. Para tanto, recomenda-se a constituição de um fórum específico, que pode ser gerenciado pelo Comitê de Bacia Hidrográfica do Ribeira de Iguape e Litoral Sul, para otimizar e compilar todos os dados obtidos nas ações que já foram e vêm sendo realizadas nesta bacia, tais como o Plano de Mineração da SMA/CPLEA, os estudos com recursos do FEHIDRO, além dos estudos específicos realizados pela CETESB. Nesse sentido, recomenda-se ainda a retomada do programa de monitoramento de água captada pelas ETAs.

9.12 UGRHI 12 – Baixo Pardo/Grande

9.12.1 Características da UGRHI

A Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos 12 é composta por 12 municípios, cujas principais características encontram-se na tabela 12.1.

Tabela 12.1 - Características da UGRHI 12

Área de drenagem	7.249 km².
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	Predomina atividade agropecuária, caracterizada por pastagens e pelas culturas de cana-de-açúcar, laranja e soja.
Usos da água	Abastecimento público e industrial; afastamento de efluentes domésticos e industriais e irrigação de plantações.
Principais atividades	Indústrias alimentícias e usinas de açúcar e álcool.

A carga orgânica poluidora de origem doméstica esta descrita na tabela 12.2.

Tabela 12.2 – Carga orgânica poluidora de origem doméstica.

Município	Concessão	População Censo 2000		Atendimento (%)		Carga Poluidora		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 e Rib. Das
Bebedouro	SAAEB	74.797	69.950	98	30	3777	2889	Cór. Bebedouro e Cór. Do Mandembo
Colina	SAAEC	16.655	14.888	97	10	804	742	Cór. José Venâncio
Colômbia	Sabesp	5.955	4.116	100	9	222	206	Cór. Grande e Res. UHE Marimbondo
Guaraci	PM	8.815	7.361	100	0	397	397	Cór. 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	99	100	390	81	Rib. Banharão
Viradouro	PM	15.950	15.074	97	65	814	403	Cór. Viradouro e Cór. Bebedouro
TOTAL GERAL		311.896	289.528	99	51	15.635	9.262	

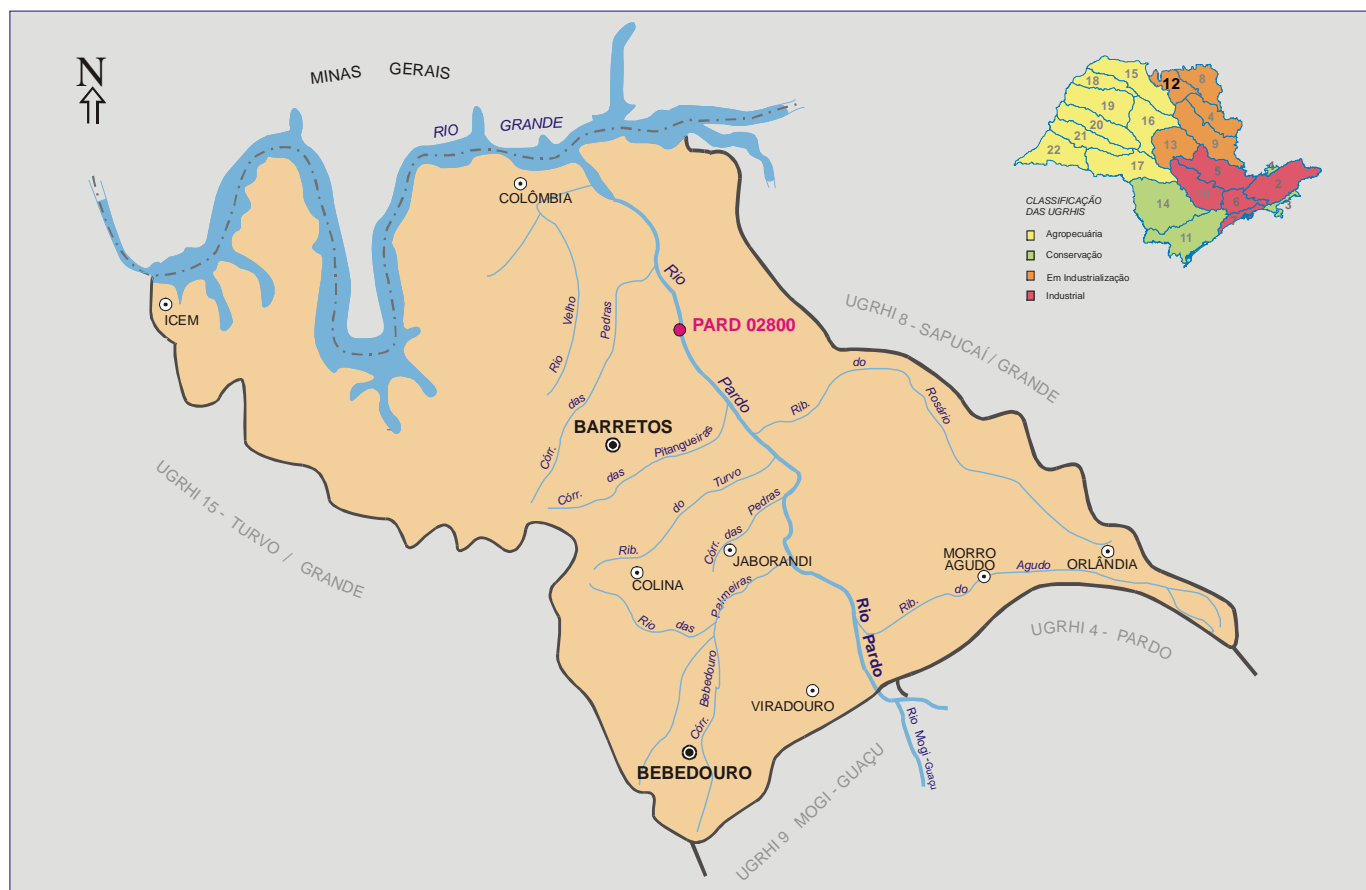
Na tabela 12.3 está a descrição dos pontos de amostragem.

Tabela 12.3 – Descrição dos Pontos de Amostragem

Código do Ponto	Latitude	Longitude	Projetos	Descrição	Local
PARD02800	20 27 01	48 27 15	RB	Rio Pardo	Ponte na variante da rodovia SP-425, no trecho que liga Guaíra a Barretos.

A figura 12.1 apresenta o mapa esquemático desta UGRHI contendo os seus principais corpos de água e municípios, bem como a localização dos pontos de amostragem.





LEGENDA:

● PRINCIPAIS CIDADES

○ SEDE MUNICIPAL

▬ LIMITE DE UGRHI

▬ LIMITE INTERESTADUAL

▬ CURSO D'ÁGUA

TIPOS DE MONITORAMENTO:

● REDE MONITORAMENTO - ÁGUA

UGRHI 12 - BAIXO PARDO / GRANDE

Figura 12.1 – Mapa esquemático da contendo os principais corpos de água, municípios e a localização dos pontos de amostragem.

9.12.2 Resultados de variáveis de qualidade das águas

Na tabela 12.4 contém a comparação da média de 2004 com a dos últimos dez anos para as principais variáveis sanitárias.

Tabela 12.4 – Médias das principais variáveis sanitárias

Código do ponto	Condutividade		Turbidez		COD		PFTHM		Nitrato		Nitrog. Amon.		OD		DBO _(5,20)		FT		Coliforme Termot.		Clorofila a	
	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004
PARD02800	67	66	25	22					0,34	0,37	0,08	0,09	6,6	6,8	2	2	0,073	0,085	2.196	2.630	0,81	0,43

Observação: os dados brutos destas e das demais variáveis de qualidade das águas constam nas tabelas do Anexo 2.

A tabela 12.5 estão descritas as porcentagens de resultados não conformes de 2004 em relação aos padrões de qualidade estabelecidos pela Resolução CONAMA 20/86, bem como a comparação com as porcentagens de não conformidade dos últimos dez anos para pH e metais

Tabela 12.5 - Resultados não conformes para pH e metais

Código do ponto	pH				Alumínio				Manganês				Níquel				Cobre				Zinco				Mercúrio			
	NC 2004	NT 2004	%NC 2004	%NC 1994-2003	NC 2004	NT 2004	%NC 2004	%NC 1994-2003	NC 2004	NT 2004	%NC 2004	%NC 1994-2003	NC 2004	NT 2004	%NC 2004	%NC 1994-2003	NC 2004	NT 2004	%NC 2004	%NC 1994-2003	NC 2004	NT 2004	%NC 2004	%NC 1994-2003	NC 2004	NT 2004	%NC 2004	%NC 1994-2003
PARD02800	0	6	0	7	6	6	100	100	0	6	0	15	0	6	0	2	0	6	0	2	1	6	17	3	0	6	0	11

NC: Número de Resultados Não Conformes

NT: Número Total de Resultados Considerados

Observação: os dados brutos destas e das demais variáveis de qualidade das águas constam nas tabelas do Anexo 2.

9.12.3 Qualidade das águas

9.12.3.1 ABASTECIMENTO PÚBLICO

As tabelas 12.6 e 12.7 contêm os resultados do IAP – Índice de qualidade das águas para fins de abastecimento público e do IQA – Índice de qualidade das águas, cujos dados são utilizados no cálculo do IAP, respectivamente.

Tabela 12.6 – Resultados mensais e média anual do IAP – 2004

CÓDIGO DO PONTO	CORPO D'ÁGUA	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA
PARD02800	Rio Pardo - UGRHs 4 e 12		43		48		58		54				50	51

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

Tabela 12.7 – Resultados mensais e média anual do IQA – 2004

CÓDIGO DO PONTO	CORPO D'ÁGUA	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA
PARD02800	Rio Pardo - UGRHs 4 e 12		55		53		67		58			62	62	59

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

Este trecho do Rio Pardo apresentou, em 2004, um IAP Regular. Os metais alumínio, ferro e manganês foram as variáveis responsáveis pela qualificação Regular.

9.12.3.2 PROTEÇÃO DA VIDA AQUÁTICA

As tabelas 12.8 e 12.9 contêm, respectivamente, os resultados do IVA – Índice de qualidade das águas para proteção da vida aquática e do IET – Índice de estado trófico, cujos dados são utilizados para o cálculo do IVA, respectivamente.

Tabela 12.8 – Resultados mensais e média anual do IVA – 2004

CÓDIGO DO PONTO	CORPO D'ÁGUA	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA
PARD02800	Rio Pardo - UGRHs 4 e 12		5,4		2,2		2,2		2,2			3,4	2,2	2,9

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

Tabela 12.9 – Resultados mensais e média anual do IET – 2004

CÓDIGO DO PONTO	CORPO D'ÁGUA	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA
PARD02800*	Rio Pardo		61,64		25,49		42,13		42,72			43,97	43,71	39,96

PTO * : Pontos para os quais o IET foi calculado com base nos resultados de clorofila e fósforo total (exceto meses com borda destacada).

ESTADO: ■ HIPEREUTRÓFICO ■ EUTRÓFICO ■ MESOTRÓFICO ■ OLIGOTRÓFICO

No Rio Pardo, o IET foi calculado com valores de fósforo total e de clorofila a, que indicaram estado oligotrófico na média anual. A limitação no crescimento das algas foi causada pelo fato desse ambiente ser lótico.



Nessa UGRHI, vale mencionar a toxicidade crônica à *Ceriodaphnia dubia* detectada no ponto PARD02800 em duas amostragens (fevereiro e novembro). No mês de fevereiro este efeito tóxico pode estar relacionado ao alto teor de zinco detectado.

Na figura 12.2 é apresentado o gráfico do percentual de ocorrência das variáveis que influenciaram o IVA, quando classificado nas categorias Regular, Ruim ou Péssima.

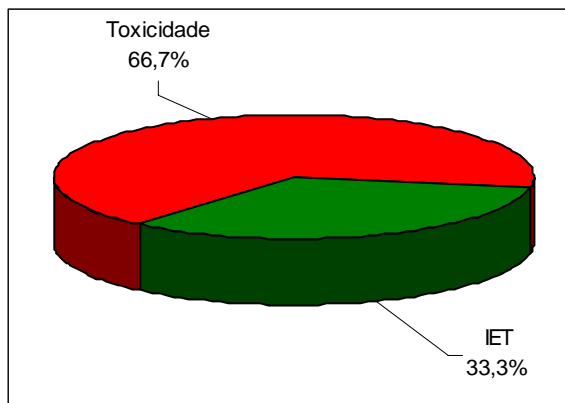


Figura 12.2 - Gráfico do percentual de ocorrência das variáveis que influenciaram o IVA, quando classificado nas categorias Regular, Ruim ou Péssima

9.12.4 Considerações e Recomendações

Embora a qualidade sanitária do trecho do Rio Pardo inserido nesta UGRHI tenha se apresentado boa, deve-se manter a investigação das causas da toxicidade para organismos aquáticos. Em 2005 a CETESB revitalizará o ponto PARD02700, localizado após a confluência do Mogi com o Pardo, a fim de melhorar o diagnóstico da qualidade das águas deste trecho do Rio.

9.13 UGRHI 13 – Tietê – Jacaré

9.13.1 Características da UGRHI

A Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos 13 é composta por 34 municípios, conforme descrição contida na tabela 13.1.

Tabela 13.1 – Características da UGRHI 13.

Área de drenagem	11.749 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	Presença de atividade agropecuária e agroindustrial. No uso rural predominam as culturas de cana de açúcar, laranja, pastagens e reflorestamento. Incide Unidades de Conservação.
Usos da água	Abastecimento público e industrial; Geração de energia elétrica; Recepção de efluentes domésticos e industriais e irrigação de plantações.
Principais atividades	Usinas de açúcar e álcool, mineração, curtumes e fundições.

A tabela 13.2 estão descritas as cargas orgânicas poluidoras de origem doméstica.

Tabela 13.2 – Carga orgânica poluidora de origem doméstica.

Município	Concessão	População Censo 2000		Atendimento (%)		Carga Poluidora		Corpo Receptor
		Total	Urbana	Coleta	Tratam.	Potencial	Remanesc.	
Agudos	Sabesp	32.482	30.687	90	0	1657	1657	Cór. dos Agudos
Araraquara	DAAE	181.989	173.086	97	100	9347	2094	Rib. Ouro e Rib.das Cruzes
Arealva	Sabesp	7.240	5.241	90	100	283	79	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 e 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	0	148	148	Rio Jacaré Guaçu
Ibaté	PM	26.453	25.102	95	100	1356	325	Cór. S. José Correntes e Bela Vista
Ibitinga	SAAE	46.598	43.837	82	0	2367	2367	Cór. São Joaquim
Igarapu 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	Cór. Água Branca
Jaú	SAEMJA	111.783	106.954	100	80	5776	2079	Rio Jaú
Lençóis Paulista	SAAE	55.026	52.332	100	0	2826	2826	Rio Lençóis
Macatuba	Sabesp	15.753	14.994	96	100	810	188	Cór. do Tanquinho
Mineiros do Tietê	SANEMIS	11.411	10.963	100	0	592	592	Rio São João
Nova Europa	PM	7.303	6.471	100	100	349	70	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 João
Torrinha	PM	8.817	7.274	100	0	393	393	Cór. do Taló, Rib.Pinheirinho e Cachoeirinha
Trabiju	PM	1.379	1.229	90	100	66	19	Rio Boa Esperança
TOTAL GERAL		1.315.98	1.244.30	96	31	67.193	51.095	

Na tabela 13.3 está a descrição dos pontos de amostragem.

Tabela 13.3 – Descrição dos Pontos de Amostragem

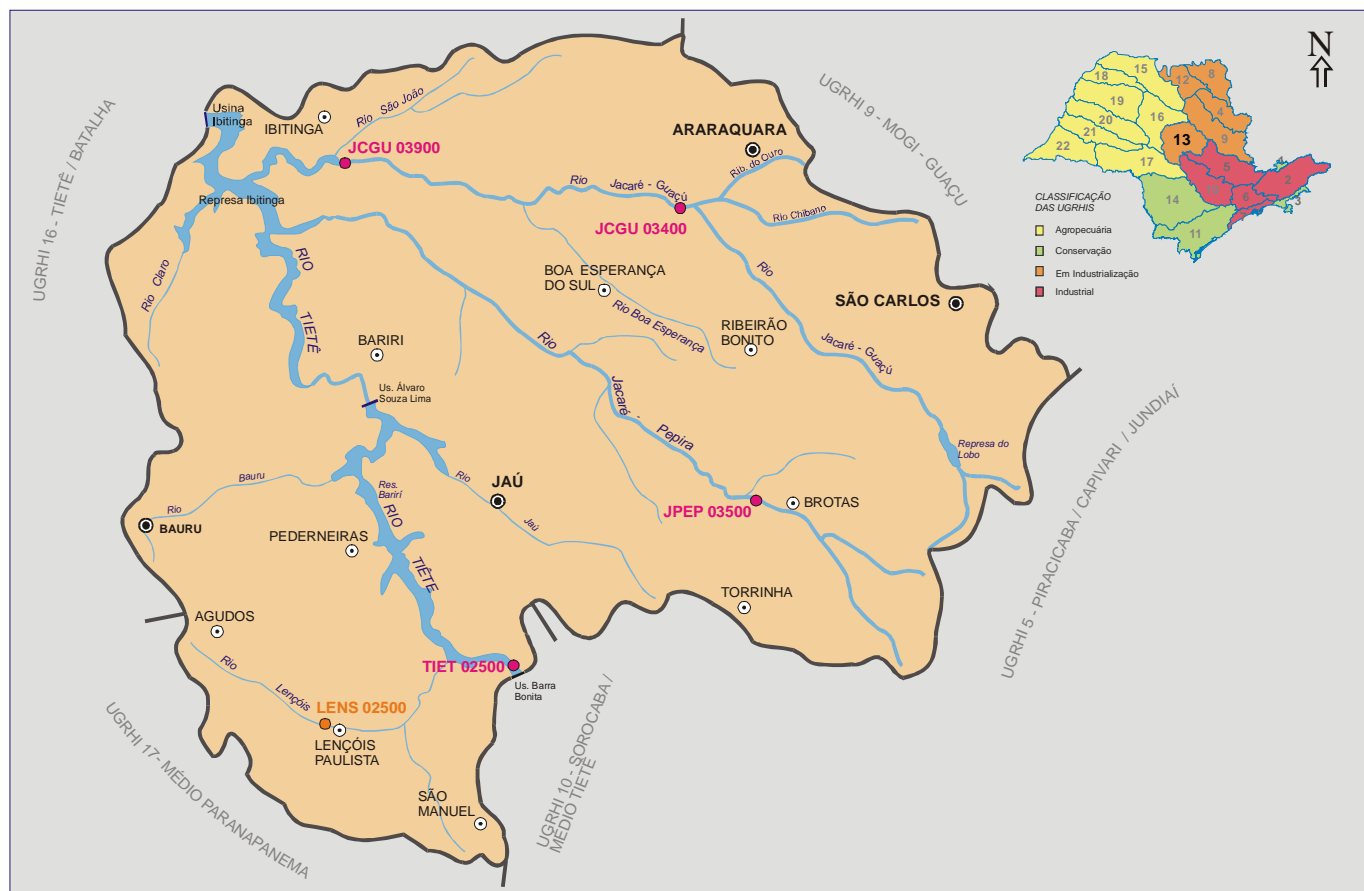
Código do Ponto	Latitude	Longitude	Projetos	Descrição	Local
JCGU03400	21 51 57	48 16 42	RB	Rio Jacaré-Guaçu	Ponte na rodovia SP-255, no trecho que liga Boa Esperança do Sul a Araraquara.
JCGU03900	21 49 33	48 49 57	RB	Rio Jacaré-Guaçu	Ponte na rodovia SP-304, no trecho que liga Ibitinga a Itajú.
JPEP03500	22 04 44	48 26 30	RB	Rio Jacaré-Pepira	Ponte na rodovia SP-255, no trecho que liga Jaú a Boa Esperança do Sul.
LENS02500	22 35 49	48 48 14	MR	Rio Lençóis	Na Rua Quinze de Novembro, 1111, na captação do município de Lençóis Paulistas.
TIET02500	22 30 26	48 32 46	RB	Rio Tietê	Ponte na rodovia SP-255 que liga São Manuel a Jaú, a jusante do res. de Barra Bonita.

MR = Monitoramento Regional

RB = Rede Básica de Monitoramento



A figura 13.1 apresenta o mapa esquemático desta UGRHI contendo os seus principais corpos de água e municípios, bem como a localização dos pontos de amostragem.



LEGENDA:

- PRINCIPAIS CIDADES
- SEDE MUNICIPAL
- ▬ LIMITE DE UGRHI
- ▬ LIMITE INTERESTADUAL
- ▬ CURSO D'ÁGUA
- TIPOS DE MONITORAMENTO:
- REDE MONITORAMENTO - ÁGUA
- MONITORAMENTO REGIONAL - ÁGUA

UGRHI 13 - TIETÊ - JACARÉ

Figura 13.1 - Mapa esquemático da contendo os principais corpos de água, municípios e a localização dos pontos de amostragem.

9.13.2 Resultados de variáveis de qualidade das águas

Na tabela 13.4 está a comparação da média de 2004 com a dos últimos dez anos para as principais variáveis sanitárias

Tabela 13.4 –Médias das principais variáveis sanitárias

Código do ponto	Condutividade		Turbidez		COD		PFTHM		Nitrato		Nitrog. Amon.		OD		DBO _(5,20)		FT		Coliforme Termot.	
	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004
JCGU03400	60	57	46	24					0,46	0,41	0,19	0,15	4,9	5	6	3	0,153	0,107	14.605	6.087
JCGU03900	56	62	25	30					0,39	0,55	0,11	0,06	5,0	6	3	2	0,097	0,095	2.729	3.691
JPEP03500	41	41	28	36					0,27	0,32	0,10	0,03	7,1	7	3	2	0,059	0,057	1.704	2.969
LENS02500					5,62	4,12	221	375	0,36	0,31	0,06	0,05	7,0	6	3	2	0,079	0,156	900	5.000
TIET02500	192	252	8	3					1,70	2,53	0,13	0,11	6,0	6	4	3	0,092	0,095	61	6

Observação: os dados brutos destas e das demais variáveis de qualidade das águas constam nas tabelas do Anexo 2.

Na tabela 13.5 está a comparação das porcentagens de resultados não conformes de 2004 em relação aos padrões de qualidade estabelecidos pela Resolução CONAMA 20/86, bem como a comparação com as porcentagens de não conformidade dos últimos dez anos para pH e metais.

Tabela 13.5 – Resultados não conformes para pH e metais

Código do ponto	pH				Alumínio				Manganês				Níquel				Cobre				Zinco				Mercúrio			
	NC 2004	NT 2004	%NC 2004	%NC 1994-2003	NC 2004	NT 2004	%NC 2004	%NC 1994-2003	NC 2004	NT 2004	%NC 2004	%NC 1994-2003	NC 2004	NT 2004	%NC 2004	%NC 1994-2003	NC 2004	NT 2004	%NC 2004	%NC 1994-2003	NC 2004	NT 2004	%NC 2004	%NC 1994-2003	NC 2004	NT 2004	%NC 2004	%NC 1994-2003
PARD02800	0	6	0	0	6	6	100	100	0	6	0	0	0	2	0	0	0	2	0	0	0	2	0	0	0	2	0	0
PARD02801	0	6	0	5	6	6	100	100	0	6	0	0	0	2	0	0	0	2	0	0	0	2	0	0	0	2	0	0
PARD02802	0	6	0	0	6	6	100	100	0	6	0	0	0	2	0	0	0	2	0	0	0	2	0	0	0	2	0	0
PARD02803	0	1	0	0	2	2	100	100	1	2	50	33	0	2	0	0	0	2	0	0	0	2	0	0	0	2	0	20
PARD02804	0	6	0	0	5	6	83	65	0	6	0	25	0	2	0	4	0	2	0	0	0	2	0	0	0	2	0	5

NC: Número de Resultados Não Conformes

NT: Número Total de Resultados Considerados

Observação: os dados brutos destas e das demais variáveis de qualidade das águas constam nas tabelas do Anexo 2.

9.13.3 Qualidade das águas

9.13.3.1 ABASTECIMENTO PÚBLICO

As tabelas 13.6 e 13.7 contêm os resultados do IAP – Índice de qualidade das águas para fins de abastecimento público e do IQA – Índice de qualidade das águas, cujos dados são utilizados no cálculo do IAP.

Tabela 13.6 – Resultados mensais e média anual do IAP – 2004

CÓDIGO DO PONTO	CORPO D'ÁGUA	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA
JCGU03400	Rio Jacaré-Guaçu		44		55		52		51		48		38	48
JCGU03900	Rio Jacaré-Guaçu		43		51		57		51		55		46	51
JPEP03500	Rio Jacaré-Pepira		48		51		60		64		48		44	53
TIET02500	Rio Tietê	65		75		86			77			75		75

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

Tabela 13.7 – Resultados mensais e média anual do IQA – 2004

CÓDIGO DO PONTO	CORPO D'ÁGUA	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA
JCGU03400	Rio Jacaré-Guaçu		53		63		58		56		57		49	56
JCGU03900	Rio Jacaré-Guaçu		50		60		66		56		65		58	59
JPEP03500	Rio Jacaré-Pepira		59		61		66		70		60		60	63
TIET02500	Rio Tietê	66		77		86			78			75		76

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

O Rio Jacaré Guaçu apresentou um IAP médio anual Regular, enquanto que as classificações médias do Rios Tietê e Jacaré Pepira enquadraram-se na categoria Boa.



9.13.3.2 PROTEÇÃO DA VIDA AQUÁTICA

As tabelas 13.8 e 13.9 contêm, respectivamente, os resultados do IVA – Índice de qualidade das águas para proteção da vida aquática e do IET – Índice de estado trófico, cujos dados são utilizados para o cálculo do IVA, respectivamente.

Tabela 13.8 – Resultados mensais e média anual do IVA – 2004

CÓDIGO DO PONTO	CORPO D'ÁGUA	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA
JCGU03400	Rio Jacaré-Guaçu		5,4		3,2		2,2		4,2		5,4		5,4	4,3
JCGU03900	Rio Jacaré-Guaçu		6,6		4,2		4,2		4,2		4,2		3,4	4,5
JPEP03500	Rio Jacaré-Pepira		5,4		2,2		3,2		4,2		4,2		4,2	3,9
LENS02500	Rio Lençóis					4,2								4,2
TIET02500	Rio Tietê	5,4		5,4		3,2			4,2			4,2		4,5

QUALIDADE: PÉSSIMA RUIM REGULAR BOA ÓTIMA

Tabela 13.9 – Resultados mensais e média anual do IET – 2004

CÓDIGO DO PONTO	CORPO D'ÁGUA	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA
JCGU03400	Rio Jacaré Guaçu		61,80		51,96		32,57		71,96		71,64		66,95	59,48
JCGU03900	Rio Jacaré Guaçu		65,79		61,32		60,30		66,61		66,95		39,94	60,15
JPEP03500	Rio Jacaré-Pepira		60,30		26,72		48,82		56,50		61,64		55,79	51,63
LENS02500	Rio Lençóis					73,93						63,16		68,55
TIET02500	Rio Tietê	65,79		59,94		49,94		55,79		55,79		73,87		60,19

ESTADO: HIPEREUTRÓFICO EUTRÓFICO MESOTRÓFICO OLIGOTRÓFICO

Nestes corpos d'água, o índice de estado trófico foi calculado somente pelos valores fósforo total. O ponto do Rio Tietê está a jusante do Reservatório de Barra Bonita e apresenta alta concentração de fósforo ao longo do ano com classificação eutrófica. No que se refere ao ponto do Rio Jacaré-Pepira, que se localiza a jusante da cidade de Brotas, ocorreram variações, desde estado oligotrófico a eutrófico, com média anual mesotrófica. Valores altos de fósforo total, em parte, devem-se a entrada de esgoto doméstico, pois os valores de coliformes termotolerantes, em alguns meses, estão acima do limite estabelecido pela CONAMA 20/86 para corpos d'água doce da Classe 3, que é de 4000 NMP/100mL.

Os dois pontos do Rio Jacaré-Guaçu estão a jusante da cidade de Araraquara, tendo variações no estado trófico ao longo do ano, acusando uma média anual eutrófica. Nesses dois pontos, constatou-se, em alguns meses, valores elevados de coliformes termotolerantes, acima do limite estabelecido pela CONAMA 20/86 para corpos d'água doce da Classe 3, indicando assim presença de esgoto doméstico.

No ponto do Rio Lençóis, que se localiza a jusante da cidade de Lençóis Paulista, as duas amostras anuais, indicaram tratar-se de ambiente eutrofizado, provavelmente decorrente da entrada de esgoto doméstico, pois os valores de coliformes termotolerantes estão acima do limite estabelecido pela CONAMA 20/86 para corpos d'água doce da Classe 2.

Na figura 13.2 é apresentado o gráfico do percentual de ocorrência das variáveis que influenciaram o IVA, quando classificado nas categorias Regular, Ruim ou Péssima.

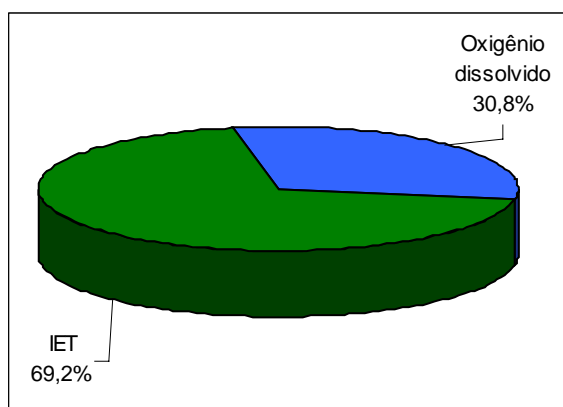


Figura 13.2 - Gráfico do percentual de ocorrência das variáveis que influenciaram o IVA, quando classificado nas categorias Regular, Ruim ou Péssima

9.13.4 Considerações e Recomendações

Apesar do Reservatório de Barra Bonita desempenhar um importante papel na recuperação da qualidade das águas do Rio Tietê, ainda se observam elevadas concentrações de nutrientes na água de saída deste reservatório.

Deve-se minimizar as fontes adicionais de nutrientes neste trecho do Rio Tietê. Portanto, recomenda-se priorizar o tratamento dos esgotos domésticos gerados nas sub-bacias dos Rios Jacaré-Guaçu, Jacaré-Pepira e Lençóis.

Com relação aos rios desta UGRHI, faz-se necessário a implementação de programas de conservação do solo e reconstituição de mata ciliar.

9.14 UGRHI 14 – Alto Paranapanema

9.14.1 Características da UGRHI

A Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos 14 é composta por 34 municípios, conforme descrição contida na tabela 14.1.

Tabela 14.1 – Características da UGRHI 14

Área de drenagem	22.795 km².
Constituintes principais	Rio Paranapanema, Rios Apiaí-Guaçu, Taquari, Itapetininga e Itararé e Ribeirão das Almas.
Reservatórios	Xavantes, Jurumirim e Paineiras.
Usos do solo	Predomínio da atividade agropecuária. Apresenta extensas áreas de pastagens e culturas de café, algodão e frutas. Incide Unidades de Conservação.
Usos da água	Abastecimento público e industrial; recepção de efluentes domésticos e industriais; geração de energia elétrica e irrigação de plantações.
Principais atividades	Agroindústrias e mineração

Na tabela 14.2 estão descritas as cargas orgânica poluidora de origem doméstica.

Tabela 14.2 - Carga orgânica poluidora de origem doméstica.

Município	Concessão	População Censo 2000		Atendimento (%)		Carga Poluidora		Corpo Receptor
		Total	Urbana	Coleta	Tratam.	Potencial	Remanesc.	
Angatuba	Sabesp	19.301	13.240	97	100	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	79	0	105	105	Cór. Bom Sucesso
Buri	Sabesp	17.649	13.677	86	100	739	230	Rib. Santa Luzia e Rio Paiaí Grande
Campina do Monte Alegre	Sabesp	5.187	4.157	83	100	224	75	Cór. da Cruz
Capão Bonito	Sabesp	46.716	36.574	97	100	1975	442	Rib. do Poço
Coronel Macedo	Sabesp	5.584	4.006	99	100	216	45	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	98	10	913	841	Rib. dos Carrapatos
Itapetininga	Sabesp	125.192	111.774	94	100	6036	1497	Cór. Cavalo e Carrito
Itapeva	Sabesp	82.833	60.927	97	0	3290	3290	Cór. Aranha e Rib. Pilão D'Água
Itaporanga	Sabesp	14.316	9.892	99	100	534	111	Rio Verde
Itararé	Sabesp	46.523	42.782	83	0	2310	2310	Cór. da Pedra
Manduri	SEMAN	8.260	6.361	98	0	343	343	Cór. Lageadinho
Nova Campina	Sabesp	7.296	3.874	92	100	209	55	Rib. Taquari Mirim
Paranapanema	Sabesp	15.489	11.656	89	100	629	181	Res. Jurumirim
Pilar do Sul	Sabesp	23.949	17.473	97	100	944	211	Rib. do Pilar
Piraju	Sabesp	27.871	24.274	99	0	1311	1311	Rio Paranapanema
Ribeirão Branco	Sabesp	21.230	8.985	81	100	485	171	Rib. Branco
Ribeirão Grande	Sabesp	7.393	2.330	95	100	126	30	Cór. Ribeirão Grande
Riversul	Sabesp	7.187	5.038	94	100	272	67	Rib. Vermelho
São Miguel Arcanjo	Sabesp	30.769	17.967	92	100	970	256	Cór. S. Miguel Arcanjo
Sarutaiá	Sabesp	3.733	2.822	94	100	152	38	Cór. do Barranco
Taguaí	Sabesp	7.450	6.395	99	100	345	72	Rio Fartura
Taquarituba	Sabesp	21.978	18.325	92	100	990	261	Rib. do Lajeado
Taquarivaí	Sabesp	4.472	2.283	76	100	123	48	Cór. Sem Nome
Tejupá	PM	5.332	2.719	95	0	147	147	Cór. da Pedra Branca
Timburi	Sabesp	2.733	1.814	99	0	98	98	Rib. Retiro
TOTAL GERAL		678.607	510.233	93	64	27.553	14.281	

Na tabela 14.3 está a descrição dos pontos de amostragem.

Tabela 14.3 – Descrição dos Pontos de Amostragem

Código do Ponto	Latitude	Longitude	Projetos	Descrição	Local
ITAP02800	23 33 25	48 22 19	RB	Rio Itapetininga	Ponte na estrada ACT-290, no Bairro da Polenghi em Angatuba.
ITAR02500	23 43 32	49 33 11	RB	Rio Itararé	Ponte na rod. que liga Itaporanga a Santana do Itararé (PR), na divisa de São Paulo com Paraná.
JURU02500	25 15 39	49 00 04	RB	Reservatório Jurumirim	Ponte na rodovia SP-255, no trecho que liga Avaré a Itaí.
PARP02100	23 35 28	48 29 40	RB	Rio Paranapanema	Ponte na rodovia que liga Campina do Monte Alegre a Buri.
TAQR02400	23 58 27	48 55 02	RB	Rio Taquari	Ponte na rodovia SP-258 (altura do Km 289) que liga Itapeva a Itararé.

RB = Rede Básica de Monitoramento

A figura 14.1 apresenta o mapa esquemático desta UGRHI contendo os seus principais corpos de água e municípios, bem como a localização dos pontos de amostragem.



Na tabela 14.4 está a comparação da média de 2004 com a dos últimos dez anos para as principais variáveis sanitárias.

Código do ponto	Condutividade		Turbidez		COD		PFTHM		Nitrato		Nitrog. Amon.		OD		DBO _(5,20)		FT		Coliforme Termot.		Clorofila a	
	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004
ITAP02800	48	43	43	96					0,39	0,35	0,09	0,09	6,8	6,4	3	2	0,116	0,097	961	389		
ITAR02500	58	63	35	55					0,33	0,27	0,05	0,07	7,4	7,5	3	2	0,086	0,085	639	625		
JURU02500	52	49	6	11					0,21	0,22	0,02	0,05	7,3	7,6	2	2	0,068	0,028	2	7	2,04	1,60
PARP02100	46	58	40	33					0,31	0,34	0,06	0,08	7,1	7,1	3	2	0,111	0,044	413	351		
TAQR02400	118	104	46	87					0,32	0,29	0,08	0,12	7,3	7,5	3	4	0,116	0,114	11.988	1.696		



Na tabela 14.5 contem a comparação das porcentagens de resultados não conformes de 2004 em relação aos padrões de qualidade estabelecidos pela Resolução CONAMA 20/86, bem como a comparação com as porcentagens de não conformidade dos últimos dez anos para pH e metais.

Tabela 14.5 – Resultados não conformes para pH e metais

Código do ponto	pH				Alumínio				Manganês				Níquel				Cobre				Zinco				Mercúrio			
	NC 2004	NT 2004	%NC 2004	%NC 1994-2003	NC 2004	NT 2004	%NC 2004	%NC 1994-2003	NC 2004	NT 2004	%NC 2004	%NC 1994-2003	NC 2004	NT 2004	%NC 2004	%NC 1994-2003	NC 2004	NT 2004	%NC 2004	%NC 1994-2003	NC 2004	NT 2004	%NC 2004	%NC 1994-2003	NC 2004	NT 2004	%NC 2004	%NC 1994-2003
ITAP02800	0	6	0	0	6	6	100	100	3	6	50	33	1	6	17	0	1	6	17	0	0	6	0	0	0	6	0	33
ITAR02500	0	6	0	0	6	6	100	100	1	6	17	32	0	6	0	2	0	6	0	5	0	6	0	0	0	6	0	21
JURU02500	0	6	0	0	6	6	100	94	0	6	0	0	0	6	0	6	0	6	0	11	0	6	0	0	0	6	0	27
PARP02100	0	6	0	2	6	6	100	100	3	6	50	35	0	6	0	3	0	6	0	10	0	6	0	0	0	6	0	19
TAQR02400	0	6	0	0	6	6	100	100	4	6	67	52	1	6	17	3	1	6	17	15	0	6	0	3	0	6	0	23

NC: Número de Resultados Não Conformes

NT: Número Total de Resultados Considerados

Observação: os dados brutos destas e das demais variáveis de qualidade das águas constam nas tabelas do Anexo 2.

9.14.3 Qualidade das águas

9.14.3.1 ABASTECIMENTO PÚBLICO

As tabelas 14.6 e 14.7 contêm os resultados do IAP – Índice de qualidade das águas para fins de abastecimento público e do IQA – Índice de qualidade das águas, cujos dados são utilizados no cálculo do IAP, respectivamente.

Tabela 14.6 – Resultados mensais e média anual do IAP – 2004

CÓDIGO DO PONTO	CORPO D'ÁGUA	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA
ITAP02800	Rio Itapetininga		9		0		67		64		37		53	38
ITAR02500	Rio Itararé		56		59		67		69		50		37	56
JURU02500	Reservatório Jurumirim		73		73		78		80		81		79	77
PARP02100	Rio Paranapanema		46		57		69		70		53		48	57
TAQR02400	Rio Taquari		59		63		55		61		27		40	51

QUALIDADE: PÉSSIMA RUIM REGULAR BOA ÓTIMA

Tabela 14.7 – Resultados mensais e média anual do IQA – 2004

CÓDIGO DO PONTO	CORPO D'ÁGUA	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA
ITAP02800	Rio Itapetininga		52		53		76		69		54		65	62
ITAR02500	Rio Itararé		68		67		71		77		60		53	66
JURU02500	Reservatório Jurumirim		81		85		86		88		85		80	84
PARP02100	Rio Paranapanema		67		66		73		76		62		62	68
TAQR02400	Rio Taquari		70		75		58		66		41		55	61

QUALIDADE: PÉSSIMA RUIM REGULAR BOA ÓTIMA

As águas dos corpos d'água inseridos nesta UGRHI mostraram um IAP médio anual oscilando entre as faixas Boa e Regular. No entanto, o Rio Itapetininga mostrou, para os meses de janeiro e março, um IAP Péssimo, sendo tal classificação influenciada pelos metais cádmio, chumbo e níquel. Nestes meses também se observou valores extremamente elevados de turbidez.



9.14.3.2 PROTEÇÃO DA VIDA AQUÁTICA

As tabelas 14.8 e 14.9 contêm, respectivamente, os resultados do IVA – Índice de qualidade das águas para proteção da vida aquática e do IET – Índice de estado trófico, cujos dados são utilizados para o cálculo do IVA, respectivamente.

Tabela 14.8 – Resultados mensais e média anual do IVA – 2004

CÓDIGO DO PONTO	CORPO D'ÁGUA	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA
ITAP02800	Rio Itapetininga		10,2		5,4		4,2		4,2		4,2		4,2	5,4
ITAR02500	Rio Itararé		4,4				3,2				4,2		4,2	4,0
JURU02500	Reservatório Jurumirim		2,2		2,2		3,4		2,2		2,2		3,4	2,6
PARP02100	Rio Paranapanema		4,4				3,2		4,2		3,2		3,2	3,6
TAQR02400	Rio Taquari		3,2				4,2		3,2		6,4		4,2	4,2

QUALIDADE: PÉSSIMA RUIM REGULAR BOA ÓTIMA

Tabela 14.9 – Resultados mensais e média anual do IET – 2004

CÓDIGO DO PONTO	CORPO D'ÁGUA	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA
ITAP02800	Rio Itapetininga		64,54		59,94		55,79		59,94		71,64		58,02	61,65
ITAR02500	Rio Itararé		53,16		45,79		49,94		45,79		64,54		68,02	54,54
JURU02500*	Res. Jurumirim		39,94		41,32		42,85		40,55		36,17		39,14	39,55
PARP02100	Rio Paranapanema		53,16		45,79		49,94		56,50		45,79		49,94	50,19
TAQR02400	Rio Taquari		49,94		45,79		55,79		45,79		76,38		72,42	57,69

PTO * : Pontos para os quais o IET foi calculado com base nos resultados de clorofila e fósforo total (exceto meses com borda destacada).

ESTADO: HIPEREUTRÓFICO EUTRÓFICO MESOTRÓFICO OLIGOTRÓFICO

O Reservatório Jurumirim, formado principalmente pelo Rio Paranapanema, enquadrado-se como oligotrófico, por apresentar baixas concentrações de nutrientes e de clorofila *a*. Para o Rio Itararé, localizado a jusante da cidade de Itararé, o IET (FT) indicou em sua média anual estado eutrófico, sendo que nos meses de outubro e dezembro este corpo d'água recebeu elevada carga de fósforo, provavelmente proveniente de esgoto doméstico, pois os valores de coliformes termotolerantes estiveram acima do limite estabelecido pela Resolução CONAMA 20/86 para classe 2.

Com relação ao Rio Taquari, para o ponto localizado a jusante da cidade de Itapeva, verificou-se alto grau de trofia, com média anual eutrófica, sendo que no mês de outubro os valores de coliformes termotolerantes estiveram muito acima do limite permitido pela legislação e o IET(FT) indicou neste mês estado hipereutrófico.

Para o Rio Itapetininga, a jusante da cidade de Itapetininga, os valores de fósforo total foram altos, indicando estado eutrófico, provavelmente oriundos de fertilizantes, pois apresentou baixos valores de coliformes.

Nessa UGRHI merece destaque a toxicidade crônica à *Ceriodaphnia dubia* detectada no ponto JURU 02500, em duas amostragens (junho e dezembro). No ponto ITAR 02500 verificou-se efeito tóxico crônico em fevereiro.

Na figura 14.2 é apresentado o gráfico do percentual de ocorrência das variáveis que influenciaram o IVA, quando classificado nas categorias Regular, Ruim ou Péssima.



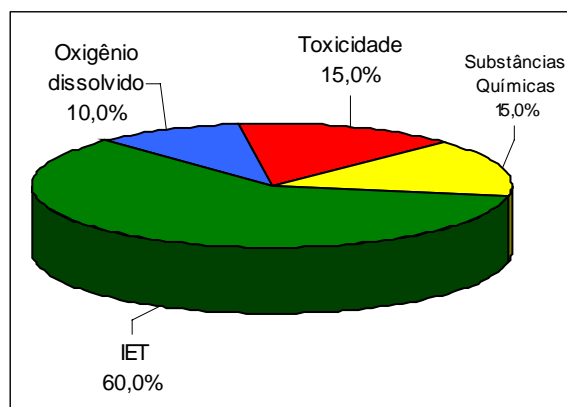


Figura 14.2 - Gráfico do percentual de ocorrência das variáveis que influenciaram o IVA, quando classificado nas categorias Regular, Ruim ou Péssima

9.14.4 Considerações e Recomendações

As águas do Reservatório Jurumirim apresentaram qualidade boa. No entanto, seus tributários possuem carga expressiva de nutrientes, podendo vir a comprometer seu estado trófico. Para evitar o aumento do aporte de nutrientes para o reservatório, deve-se priorizar o tratamento dos esgotos domésticos gerados nos seus formadores – Paranapanema e Taquari. Ressalte-se que em 2004, foram detectados, de forma inédita, dois eventos de toxicidade crônica nas águas deste Reservatório.

9.15 UGRHI 15 – Turvo/Grande

9.15.1 Características da UGRHI

A Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos 15 é composta por 64 municípios, conforme detalhe contido na tabela 15.1.

Tabela 15.1 – Características da UGRHI 15

Área de drenagem	16.037 km ² .
Constituintes principais	Rio São Domingos, Ribeirão da Onça, Rios Turvo, Preto e Rio Grande desde a UHE de Marimbondo até a foz no Rio Paranaíba.
Reservatórios	Água Vermelha e Ilha Solteira (parcial).
Usos do solo	Atividades urbanas, industriais, agropecuária, tendo como principais culturas café, soja, milho, citrus, cana-de-açúcar e algodão.
Usos da água	Abastecimento público e industrial; afastamento de efluentes domésticos e industriais e irrigação de plantações.
Principais atividades	Indústrias metalúrgicas, alimentícias, usinas de açúcar e álcool e movelaria.

A carga orgânica poluidora doméstica esta contida na tabela 15.2.

Tabela 15.2 – Carga orgânica poluidora - doméstica

Município	Concessão	População Censo 2000		Atendimento (%)		Carga Poluidora		Corpo Receptor
		Total	Urbana	Coleta	Tratam.	Potencial	Remanesc.	
Álvares Florence	Sabesp	4.317	2.655	100	87	143	44	Rib. Tomazão e 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 Coelho
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	97	100	98	22	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 e Cór. Aldeia
Guapiaçu	SAE	14.060	11.859	89	0	640	640	Rib. Claro e Cór. Ventura
Guarani d'Oeste	Sabesp	2.006	1.734	93	100	94	24	Cór. Água Vermelha
Indiaporã	Sabesp	4.058	3.188	100	100	172	34	Cór. da Água Vermelha
Ipiguá	DAE	3.527	1.944	100	0	105	105	Cór. Barra Funda, Japonês e 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 Tijuco
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
Olímpia	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	97	100	199	45	Cór. Barreirão
Ouroeste	Sabesp	6.290	4.660	100	100	252	50	Cór. da Galinha e Formoso
Palestina	DAE	9.097	7.228	100	0	390	390	Cór. Cerrinha
Palmares Paulista	Sabesp	8.437	8.106	89	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	77	89	34	Cór. das Pedras
Pindorama	SAE	13.103	12.083	100	0	652	652	Rio São Domingos
Pirangi	SAE	10.039	8.688	100	100	469	94	Rib. 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	97	100	371	83	Cór. Veadozinho
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	2	18198	17907	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
Taiapuã	SAE	5.618	4.846	100	100	262	52	Cór. S. José Taiapuã
Taiúva	SAE	5.506	4.759	100	70	257	113	Cór. Melo, Simões e Aurora
Tanabi	DAE	22.591	17.992	84	0	972	972	Rio Jataí
Turmalina	Sabesp	2.366	1.547	100	100	84	17	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. Variação
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
TOTAL GERAL		1.116.28	1.014.82	96	23	54.801	44.845	

Na tabela 15.3 está a descrição dos pontos de amostragem.

Código do Ponto	Latitude	Longitude	Projetos	Descrição	Local
ONCA02500	21 04 41	48 47 31	RB	Ribeirão da Onça	Ponte na rodovia que liga Palmares Paulista a Paraíso.
PRET02300	20 37 40	49 21 18	RB	Rio Preto	Ponte na estrada que liga a cidade de Ipigua à Rodovia BR -153.
PRET02800	20 17 40	49 38 10	RB	Rio Preto	Ponte na rodovia que liga Américo de Campos a Palestina.
RPRE02200	20 48 34	49 22 34	RB	Reservatório do Rio Preto	Na captação da ETA de São José do Rio Preto.
SDOM04500	21 03 02	49 03 49	RB	Ribeirão São Domingos	Ponte na Rua J. Zancaner, em Catiguá.
TURV02500	20 44 30	49 06 13	RB	Rio Turvo	Ponte na rodovia que liga São José do Rio Preto a Barretos.
TURV02800	20 25 04	49 16 01	RB	Rio Turvo	Na Fazenda Santa Maria, na divisa de Nova Granada e Icém.



Tabela 15.4 – Médias das principais variáveis sanitárias

Código do ponto	Condutividade		Turbidez		COD		PFTM		Nitrato		Nitrog. Amon.		OD		DBO _(5,20)		FT		Coliforme Termot.		Clorofila a	
	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004
ONCA02500	120	133	47	22					0,13	0,10	0,36	0,38	5,2	5,4	4	4	0,082	0,139	87.520	232.706		
PRET02300	256	236	49	51					0,08	0,05	9,29	5,48	0,8	0,5	41	32	0,955	2,539	2.460.827	2.665.604		
PRET02800	111	117	34	33					0,27	0,14	1,61	2,69	4,0	3,0	4	5	0,138	0,688	979	1.078		
RPRE02200	105	111	32	41	8,25	3,62	229	254	0,16	0,09	0,27	0,33	5,4	5,3	2	2	0,053	0,109	1.945	1.123	4,68	1,50
SDOM04500	191	234	46	37					0,98	0,05	3,30	4,47	1,6	1,2	14	11	0,251	1,186	167.608	224.455		
TURV02500	110	124	34	28					0,28	0,19	0,27	0,32	6,2	6,2	3	3	0,077	0,161	1.183	527		
TURV02800	102	107	35	33					0,38	0,23	0,11	0,13	6,1	5,7	2	2	0,091	0,155	320	122		

Observação: os dados brutos destas e das demais variáveis de qualidade das águas constam nas tabelas do Anexo 2.

A tabela 15.5 fornece a comparação das porcentagens de resultados não conformes de 2004 em relação aos padrões de qualidade estabelecidos pela Resolução CONAMA 20/86, bem como a comparação com as porcentagens de não conformidade dos últimos dez anos para pH e metais.

Tabela 15.5 – Resultados não conformes para pH e metais

Código do ponto	pH				Alumínio				Manganês				Níquel				Cobre				Zinco				Mercúrio			
	NC 2004	NT 2004	%NC 2004	%NC 1994-2003	NC 2004	NT 2004	%NC 2004	%NC 1994-2003	NC 2004	NT 2004	%NC 2004	%NC 1994-2003	NC 2004	NT 2004	%NC 2004	%NC 1994-2003	NC 2004	NT 2004	%NC 2004	%NC 1994-2003	NC 2004	NT 2004	%NC 2004	%NC 1994-2003	NC 2004	NT 2004	%NC 2004	%NC 1994-2003
ONCA02500	0	6	0	0	6	6	100	100	4	6	67	62	1	6	17	2	0	6	0	2	0	6	0	2	0	2	0	14
PRET02300	0	6	0	0	6	6	100	100	6	6	100	100	0	6	0	6	1	6	17	33	0	6	0	6	0	2	0	0
PRET02800	0	6	0	2	6	6	100	97	4	6	67	85	0	6	0	0	0	6	0	2	0	6	0	0	2	0	9	
RPRE02200	0	6	0	0	6	6	100	100	2	6	33	70	0	6	0	0	0	6	0	3	0	6	0	2	0	2	0	3
TURV02500	0	6	0	0	6	6	100	100	4	6	67	62	0	6	0	0	0	6	0	7	0	6	0	0	0	2	0	6
TURV02800	0	6	0	0	6	6	100	100	2	6	33	57	0	6	0	0	0	6	0	3	0	6	0	0	0	2	0	6

NC: Número de Resultados Não Conformes

NT: Número Total de Resultados Considerados

Observação: os dados brutos destas e das demais variáveis de qualidade das águas constam nas tabelas do Anexo 2.

9.15.3 Qualidade das águas

9.15.3.1 ABASTECIMENTO PÚBLICO

As tabelas 15.6 e 15.7 contêm os resultados do IAP – Índice de qualidade das águas para fins de abastecimento público e do IQA – Índice de qualidade das águas, cujos dados são utilizados no cálculo do IAP, respectivamente.

Tabela 15.6 – Resultados mensais e média anual do IAP – 2004

CÓDIGO DO PONTO	CORPO D'ÁGUA	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA
ONCA02500	Ribeirão da Onça		36		39		44		0		33		40	32
PRET02300	Rio Preto		13		12		13		13		15		14	13
PRET02800	Rio Preto		42		36		34		48		33			39
RPRE02200	Reservatório do Rio Preto		58				59		63				30	53
SDOM04500	Ribeirão São Domingos		1		26		29		23		17		21	19
TURV02500	Rio Turvo		51		53		59		67		47		45	54
TURV02800	Rio Turvo		53		59		59		74		54		44	57

QUALIDADE: PÉSSIMA

RUIM

REGULAR

BOA

ÓTIMA



Tabela 15.7 – Resultados mensais e média anual do IQA – 2004

CÓDIGO DO PONTO	CORPO D'ÁGUA	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA
ONCA02500	Ribeirão da Onça		42		42		47		50		35		45	43
PRET02300	Rio Preto		17		15		15		15		19		19	17
PRET02800	Rio Preto		50		41		38		51		41			44
RPRE02200	Reservatório do Rio Preto		60		43		71		73		55		55	59
SDOM04500	Ribeirão São Domingos		29		31		34		25		21		26	28
TURV02500	Rio Turvo		63		59		66		71		56		61	63
TURV02800	Rio Turvo		62		67		68		79		61		59	66

QUALIDADE: PÉSSIMA RUIM REGULAR BOA ÓTIMA

Apenas o trecho do Rio Preto, a jusante de São José do Rio Preto, e o Ribeirão São Domingos mostraram-se inadequados para o abastecimento público, uma vez que o IAP médio anual enquadrou-os nas classes Péssima e Ruim, respectivamente. A má classificação dessas águas foi influenciada pelos níveis elevados de matéria orgânica biodegradável ($DBO_{5,20}$), acarretando, inclusive, a ausência do oxigênio dissolvido. Estes pontos também acusaram concentrações bastante elevadas de coliformes termotolerantes e nitrogênio amoniacal, confirmando o lançamento de esgotos domésticos “in natura”.

O ponto de captação de São José do Rio Preto acusou qualificação Boa, de acordo com o IAP médio de 2004. O Ribeirão da Onça registrou, em 2004, uma piora de sua qualidade quando comparada com o ano anterior. O aumento do coliforme termotolerante em 2004 foi um dos motivos responsáveis pela classificação Ruim do IAP do Ribeirão do Onça.

9.15.3.2 PROTEÇÃO DA VIDA AQUÁTICA

As tabelas 15.8 e 15.9 contêm, respectivamente, os resultados do IVA – Índice de qualidade das águas para proteção da vida aquática e do IET – Índice de estado trófico, cujos dados são utilizados para o cálculo do IVA, respectivamente.

Tabela 15.8 – Resultados mensais e média anual do IVA – 2004

CÓDIGO DO PONTO	CORPO D'ÁGUA	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA
ONCA02500	Ribeirão da Onça		4,2		4,2		4,2		5,4		6,6		5,4	5,0
PRET02300	Rio Preto		7,6		11,2		7,6		7,6		7,6		7,6	8,2
PRET02800	Rio Preto		5,4		7,6		7,6		6,4		7,6		6,4	6,8
RPRE02200	Reservatório do Rio Preto		4,2		5,6		3,2		2,2		4,4		4,4	4,0
TURV02500	Rio Turvo		5,4		4,2		4,2		4,2		5,2		5,2	4,7
TURV02800	Rio Turvo		5,4		4,2		4,2		4,2		5,2		6,4	4,9

QUALIDADE: PÉSSIMA RUIM REGULAR BOA ÓTIMA

Tabela 15.9 – Resultados mensais e média anual do IET – 2004

CÓDIGO DO PONTO	CORPO D'ÁGUA	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA
ONCA02500	Ribeirão da Onça		59,94		62,87		64,27		73,09		72,27		69,76	67,03
PRET02300	Rio Preto		101,54		100,71		110,71		125,18		106,95		79,72	104,13
PRET02800	Rio Preto		67,70		76,72		77,60		81,44		89,25		109,60	83,72
RPRE02200*	Res. do Rio Preto		55,79		52,27		46,08		40,49		50,29		52,73	47,60
TURV02500	Rio Turvo		62,87		66,38		64,00		73,02		74,54		74,40	69,20
TURV02800	Rio Turvo		61,32		61,96		65,55				77,60		74,67	68,22

PTO * : Pontos para os quais o IET foi calculado com base nos resultados de clorofila e fósforo total exceto meses com borda destacada).

ESTADO: HIPEREUTRÓFICO EUTRÓFICO MESOTRÓFICO OLIGOTRÓFICO

A partir das análises das concentrações de fósforo total e clorofila *a*, a média anual do IET enquadrou o Reservatório do Rio Preto (ponto RPRE02200 - captação do município de São José do Rio Preto) como mesotrófico, sendo que ao longo dos meses este local apresentou altos valores de fósforo total e baixa produtividade, evidenciando portanto, alto grau de limitação. Os valores de coliformes termotolerantes estiveram acima do limite estabelecido pela Resolução CONAMA 20/86 para classe 2 nos meses de fevereiro e abril, com valores de 13.000 e 92.000NMP/100mL, respectivamente.

No ponto PRET02300, localizado a jusante da cidade de São José do Rio Preto e receptor de toda a carga orgânica poluidora daquele município, o IET (FT) indicou estado hipereutrófico permanentemente ao longo do ano de 2004. Os valores de coliformes termotolerantes estiveram muito acima do limite estabelecido pela Resolução CONAMA 20/86 para classe 2, com valores entre 490.000 e 4.900.000NMP/100mL, sendo esta elevada carga de fósforo total decorrente do aporte de efluentes domésticos “in natura”.

O ponto PRET02800, localizado a jusante do município de Américo de Campos, foi enquadrado em sua média anual do IET (FT) como hipereutrófico, sem grandes oscilações durante o ano. Coliformes termotolerantes e nitrogênio amoniacal também estiveram acima dos limites estabelecidos pela legislação vigente. As cargas poluidoras das águas do Rio Preto, neste ponto, são, muito provavelmente, consequência da emissão de esgoto doméstico e de fertilizantes, ao longo de todo o seu percurso.

O Ribeirão da Onça possui ponto de monitoramento (ONCA02500) localizado a jusante do município de Palmares Paulista, que utiliza este corpo como receptor de seus efluentes domésticos não tratados. Este ponto apresentou-se eutrofizado durante todo o ano de 2004, segundo o IET (FT). Da mesma maneira, ultrapassaram os limites estabelecidos pela legislação as concentrações de coliformes termotolerantes, sendo portanto a emissão de esgoto “in natura” da cidade de Palmares Paulista principal a responsável pela eutrofização deste local.

O Rio Turvo recebe as águas do Ribeirão da Onça, bem como do Rio São Domingos (Classe 4). O ponto TURV02500, a jusante destes afluentes, foi classificado como eutrófico em sua média anual do IET (FT), embora tenha apresentado nos meses de outubro e dezembro classificação hipereutrófica. Apenas nas duas primeiras análises do ano, os coliformes termotolerantes estiveram acima do limite estabelecido pela legislação. O ponto TURV02800, localizado próximo a cidade de Palestina, não apresentou coliformes termotolerantes acima do limite em nenhuma das análises realizadas, contudo as concentrações de fósforo total apresentaram o mesmo comportamento que as do ponto anterior. Desta maneira, pode-se, provavelmente, atribuir a eutrofia deste corpo d'água em seus dois pontos de monitoramento à contribuição de seus corpos d'água afluentes, bem como a origem difusa.

Nessa UGRHI destaca-se a toxicidade aguda à *Ceriodaphnia dubia* detectada no ponto PRET02300 em dezembro. Além desse ponto, verificou-se efeito tóxico crônico nos pontos PRET02800 (em fevereiro e em agosto) e TURV02500 (em fevereiro).

Na figura 15.2 é apresentado o gráfico do percentual de ocorrência das variáveis que influenciaram o IVA, da UGRHI 15, quando classificado nas categorias Regular, Ruim ou Péssima.

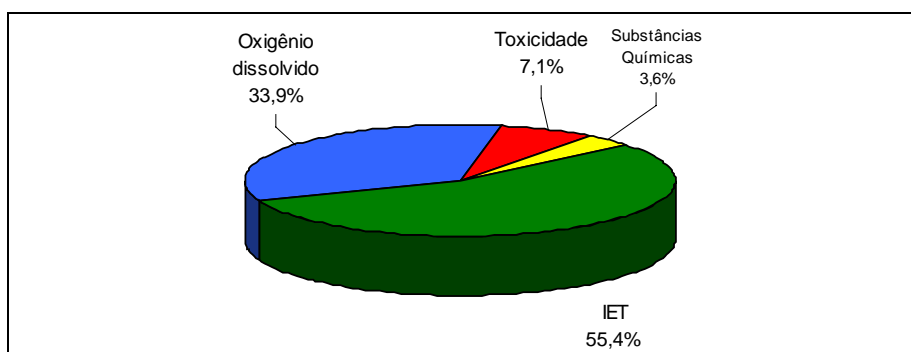


Figura 15.2 - Gráfico do percentual de ocorrência das variáveis que influenciaram o IVA, da UGRHI 15, quando classificado nas categorias Regular, Ruim ou Péssima

COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA

A comunidade fitoplanctônica foi analisada em um ponto pertencente ao Reservatório do Rio Preto RPRE02200 a cada dois meses, conforme observado na tabela 15.10.

Tabela 15.10 – CFres – Índice da Comunidade Fitoplanctônica

CÓDIGO DO PONTO	CORPO DE ÁGUA	FEV	ABR	JUN	AGO	OUT	DEZ	MÉDIA
RPRE 02200	Res. do Rio Preto							

QUALIDADE: Ruim Regular Boa Ótima

O diagnóstico da qualidade da água pelo índice da comunidade fitoplanctônica foi bom apesar de no mês de fevereiro ter sido registrada qualidade Regular. Neste mês, registrou-se a dominância de organismos pertencentes ao grupo das clorofíceas da ordem Chlorococcales e flagelados, considerados na literatura como indicadores de ambientes mesotróficos, bem como IET mais elevado. Os gêneros mais representativos deste ponto foram *Crucigenia*, *Monoraphidium*, *Trachelomonas*, *Cryptomonas*. O grupo das cianofíceas, ou cianobactérias, considerado o mais problemático sob o aspecto sanitário, esteve presente em densidades muito baixas. Comparando-se com os dados do ano anterior, houve um pequeno aumento na densidade total de organismos (figura 15.3).

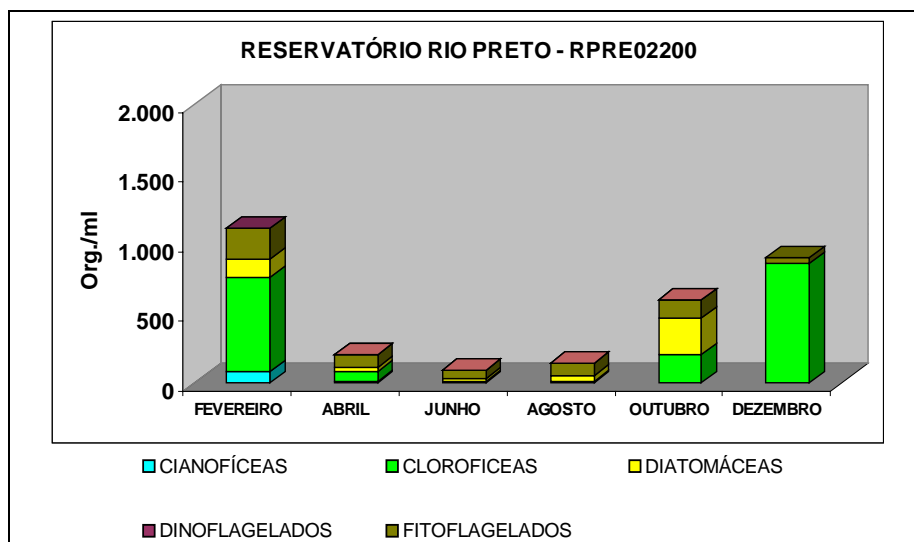


Figura 15.3 – Densidade dos principais grupos fitoplanctônicos.

9.15.4 Considerações e Recomendações

Os municípios de Catanduva, com 106.000 habitantes e de São José do Rio Preto, com 358.000 habitantes, lançam seus efluentes domésticos sem tratamento nas bacias dos Rios São Domingos e Preto, respectivamente. Tais lançamentos tem acarretado o comprometimento da qualidade desses corpos d'água em termos de oxigênio dissolvido e eutrofização. Portanto, torna-se essencial acelerar a implantação do tratamento dos esgotos urbanos na região.

Em 2004 constatou-se uma elevação dos valores de coliformes termotolerantes no Ribeirão do Onça, principalmente, na época chuvosa, o que deve ser melhor investigado.

9.16 UGRHI 16 – Tietê/Batalha

9.16.1 Características da UGRHI

A Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos 16 é composta por 33 municípios, conforme descrito na tabela 16.1.

Tabela 16.1 – Características da UGRHI 16

Área de drenagem	13.151 km².
Constituinte principal	Rio Tietê, da barragem da UHE de Ibitinga até a barragem da UHE de Promissão (140 km).
Reservatório	Promissão.
Usos do solo	No uso rural destacam-se extensas áreas de pastagens e culturas de café, cana de açúcar e milho. Incidência de Unidades de Conservação.
Usos da água	Abastecimento público e industrial; geração de energia elétrica; recepção de efluentes domésticos e industriais e irrigação de plantações.
Principais atividades	Indústrias alimentícias e curtumes

A tabela 16.2 contém a carga orgânica poluidora de origem doméstica.

Tabela 16.2 – Carga orgânica poluidora de origem doméstica.

Município	Concessão	População Censo 2000		Atendimento (%)		Carga Poluidora		Corpo Receptor
		Total	Urbana	Coleta	Tratam.	Potencial	Remanesc.	
Adolfo	Sabesp	3.678	3.063	100	100	165	33	Rib. Sobrado
Avai	Sabesp	4.596	3.196	87	100	173	52	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
Guaíçara	SAAE	9.204	8.073	75	0	436	436	Cór. Fiu
Guarantã	SAAE	6.294	4.821	98	100	260	56	Riacho Guarantã
Ibirá	Sabesp	9.444	8.301	95	99	448	111	Cór. Mococa
Irapuã	Sabesp	6.659	5.430	100	100	293	59	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	97	100	3468	777	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	97	100	478	107	Rio Batalha
Pongai	Sabesp	3.691	2.909	100	100	157	31	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	82	179	62	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	97	100	53	12	Cór. do Uru
Urupês	PM	11.833	9.787	100	0	528	528	Cór. Barreiro
TOTAL GERAL		465.139	409.833	92	39	22.131	15.354	



MR = Monitoramento Regional
RB = Rede Básica de Monitoramento

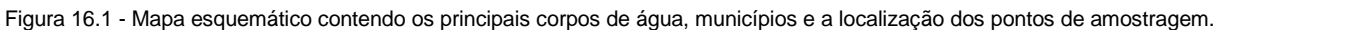


Tabela 16.4 – Médias das principais variáveis sanitárias

Código do ponto	Condutividade		Turbidez		COD		PFTMH		Nitrato		Nitrog. Amon.		OD		DBO _(5,20)		FT		Coliforme Termot.		Clorofila a	
	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004
BATA02050					9,49	4,54	232	379	0,34	0,30	0,06	0,05	5,9	5,3	3	2	0,035	0,027	226	632		
BATA02800	81	75	55	51					0,31	0,39	0,08	0,03	6,9	7,0	3	2	0,056	0,056	900	902		
TIET02600	160	199	8	5					0,88	1,16	0,09	0,03	6,6	6,3	3	2	0,040	0,042	40	10	9,87	8,73

Observação: os dados brutos destas e das demais variáveis de qualidade das águas constam nas tabelas do Anexo 2.

A tabela 16.5 traz a comparação das porcentagens de resultados não conformes de 2004 em relação aos padrões de qualidade estabelecidos pela Resolução CONAMA 20/86, bem como a comparação com as porcentagens de não conformidade dos últimos dez anos para pH e metais.

Tabela 16.5 – Resultados não conformes para pH e metais.

Código do ponto	pH				Alumínio				Manganês				Níquel				Cobre				Zinco				Mercúrio			
	NC 2004	NT 2004	%NC 2004	%NC 1994-2003	NC 2004	NT 2004	%NC 2004	%NC 1994-2003	NC 2004	NT 2004	%NC 2004	%NC 1994-2003	NC 2004	NT 2004	%NC 2004	%NC 1994-2003	NC 2004	NT 2004	%NC 2004	%NC 1994-2003	NC 2004	NT 2004	%NC 2004	%NC 1994-2003	NC 2004	NT 2004	%NC 2004	%NC 1994-2003
BATA02050	0	2	0	0	1	2	50	33	0	2	0	50	0	2	0	0	0	2	0	0	0	2	0	0	0	2	0	20
BATA02800	0	6	0	0	6	6	100	100	4	6	67	67	0	2	0	0	0	2	0	17	0	2	0	0	0	2	0	0
TIET02600	0	6	0	3	4	6	67	59	0	6	0	0	0	2	0	4	0	2	0	0	0	2	0	0	0	2	0	3

NC: Número de Resultados Não Conformes

NT: Número Total de Resultados Considerados

Observação: os dados brutos destas e das demais variáveis de qualidade das águas constam nas tabelas do Anexo 2.

9.16.3 Qualidade das águas

9.16.3.1 ABASTECIMENTO PÚBLICO

As tabelas 16.6 e 16.7 contêm os resultados do IAP – Índice de qualidade das águas para fins de abastecimento público e do IQA – Índice de qualidade das águas, cujos dados são utilizados no cálculo do IAP.

Tabela 16.6 – Resultados mensais e média anual do IAP – 2004

CÓDIGO DO PONTO	CORPO D'ÁGUA	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA
BATA02800	Rio Batalha		46		53		60		68		50		42	53
TIET02600	Rio Tietê		66		80		86		83		87		85	81

QUALIDADE: PÉSSIMA RUIM REGULAR BOA ÓTIMA

Tabela 16.7 – Resultados mensais e média anual do IQA – 2004

CÓDIGO DO PONTO	CORPO D'ÁGUA	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA
BATA02800	Rio Batalha		62		67		64		73		63		59	65
TIET02600	Rio Tietê		67		80		87		83		87		85	81

QUALIDADE: PÉSSIMA RUIM REGULAR BOA ÓTIMA



Para o abastecimento público, de acordo com o IAP médio anual, o Rio Batalha apresentou qualidade Boa e o trecho do Rio Tietê inserido nesta UGRHI, qualidade Ótima.

Embora em 2004 não tenha sido possível realizar o cálculo do IAP, para o ponto de captação de água bruta de Bauru, uma vez que não foi realizada a determinação da turbidez, as demais variáveis sanitárias (OD, DBO_{5,20}, nitrogênio e fósforo totais e coliformes termotolerantes) indicaram uma condição muito boa.

9.16.3.2 PROTEÇÃO DA VIDA AQUÁTICA

As tabelas 16.8 e 16.9 contêm, respectivamente, os resultados do IVA – Índice de qualidade das águas para proteção da vida aquática e do IET – Índice de estado trófico, cujos dados são utilizados para o cálculo do IVA.

Tabela 16.8 – Resultados mensais e média anual do IVA – 2004

CÓDIGO DO PONTO	CORPO D'ÁGUA	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA
BATA02050	Rio Batalha					3,4						3,2		3,3
BATA02800	Rio Batalha		4,2		4,2		3,2		2,2		4,2		3,2	3,5
TIET02600	Rio Tietê		4,4		3,2		3,2		3,2		4,4		3,2	3,6

QUALIDADE: PÉSSIMA RUIM REGULAR BOA ÓTIMA

Tabela 16.9 – Resultados mensais e média anual do IET – 2004

CÓDIGO DO PONTO	CORPO D'ÁGUA	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA
BATA02050	Rio Batalha					41,96						45,79		43,88
BATA02800	Rio Batalha		65,43		56,50		44,80		37,60		55,79		53,16	52,21
TIET02600*	Rio Tietê		50,40		47,54		49,81		49,42		51,28		53,82	50,38

PTO * : Pontos para os quais o IET foi calculado com base nos resultados de clorofila e fósforo total.

ESTADO: HIPEREUTRÓFICO EUTRÓFICO MESOTRÓFICO OLIGOTRÓFICO

Segundo o IET (FT), em sua média anual, o Rio Batalha foi enquadrado como oligotrófico no ponto BATA02050, localizado a jusante da cidade de Piratininga, somente com duas coletas anuais, e como mesotrófico no ponto BATA02800, sendo que para este último, foram registradas variações na classificação desde oligotrófica até eutrófica. Nos meses de fevereiro, abril e outubro o IET indicou altas concentrações de fósforo total, sendo que os valores de coliformes termotolerantes estiveram acima do limite estabelecido pela Resolução CONAMA 20/86 para classe 2, indicando a entrada de esgoto doméstico neste corpo d'água.

Para o Rio Tietê, no ponto TIET02600, localizado a jusante da UHE de Ibatinga, a média mensal do índice de estado trófico de fósforo total e clorofila *a*, indicou predominantemente estado mesotrófico, portanto não eutrofizado.

Na figura 16.2 é apresentado o gráfico do percentual de ocorrência das variáveis que influenciaram o IVA, quando classificado nas categorias Regular, Ruim ou Péssima.

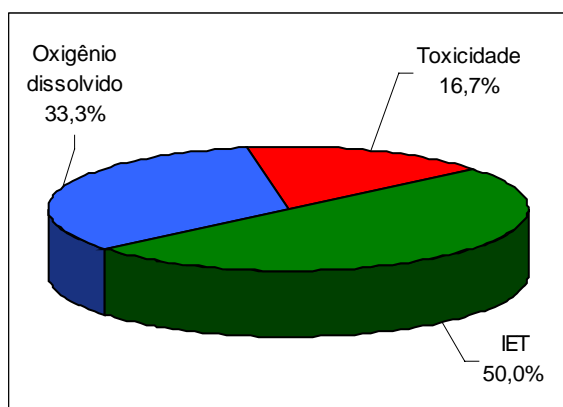


Figura 16.2 - Gráfico do percentual de ocorrência das variáveis que influenciaram o IVA, quando classificado nas categorias Regular, Ruim ou Péssima.

9.16.4 Considerações e Recomendações

Com relação aos rios desta UGRHI, faz-se necessário a implementação de programas de conservação do solo e reconstituição de mata ciliar.

9.17 UGRHI 17 – Médio Paranapanema

9.17.1 Características da UGRHI

A Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos 17 é composta por 42 municípios, conforme descrição contida na tabela 17.1.

Tabela 17.1 – Características da UGRHI 17

Área de drenagem	16.829 km².
Constituintes principais	Rio Paranapanema e seus afluentes, desde o Reservatório da UHE de Xavantes até a UHE de Capivara e Rios Capivara e Turvo.
Reservatório	Capivara.
Usos do solo	Destaca-se a presença de extensas áreas cultivadas com cana de açúcar, soja e milho. Incide Unidades de Conservação.
Usos da água	Abastecimento doméstico e industrial; geração de energia elétrica; recepção de efluentes domésticos e industriais e irrigação de plantações.
Principais atividades	Usina de açúcar e álcool, curtumes e frigoríficos.

A tabela 17.2 mostra a carga orgânica poluidora de origem doméstica.

Tabela 17.2 – Carga orgânica poluidora – doméstica.

Município	Concessão	População Censo 2000		Atendimento (%)		Carga Poluidora		Corpo Receptor
		Total	Urbana	Coleta	Tratam.	Potencial	Remanesc.	
Águas de Santa Bárbara	Sabesp	5.221	3.876	61	0	209	209	Rio Pardo
Alvinlândia	Sabesp	2.841	2.431	96	100	131	30	Cór. Jauzinho
Assis	Sabesp	87.144	83.281	100	45	4497	2878	Cór. Fortuninha e Jacu
Avaré	Sabesp	76.400	72.317	88	100	3905	1156	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	96	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
Maracá	Sabesp	12.973	11.394	95	100	615	148	Rib. do Cervo e Rib. Água das Anhumas
Ocaçu	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	92	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	97	28	54	42	Cór. São Jerônimo
Pedrinhas Paulista	Sabesp	2.861	2.314	98	100	125	27	Rio Pedrinhas
Platina	Sabesp	2.867	2.119	100	100	114	23	Cór. Pari-Veado
Pratânia	Sabesp	3.948	2.716	98	100	147	32	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	91	100	154	42	Rib. dos Pintos
Salto Grande	PM	8.442	7.385	30	0	399	399	Rio Paranapanema e 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	98	100	521	113	Rib. do Tarumã
Ubirajara	Sabesp	4.153	2.996	93	100	162	41	Cór. São João
TOTAL GERAL		619.330	546.428	94	66	29.507	14.813	

A tabela 17.3 descreve os pontos de amostragem.

Tabela 17.3 – Descrição dos Pontos de Amostragem

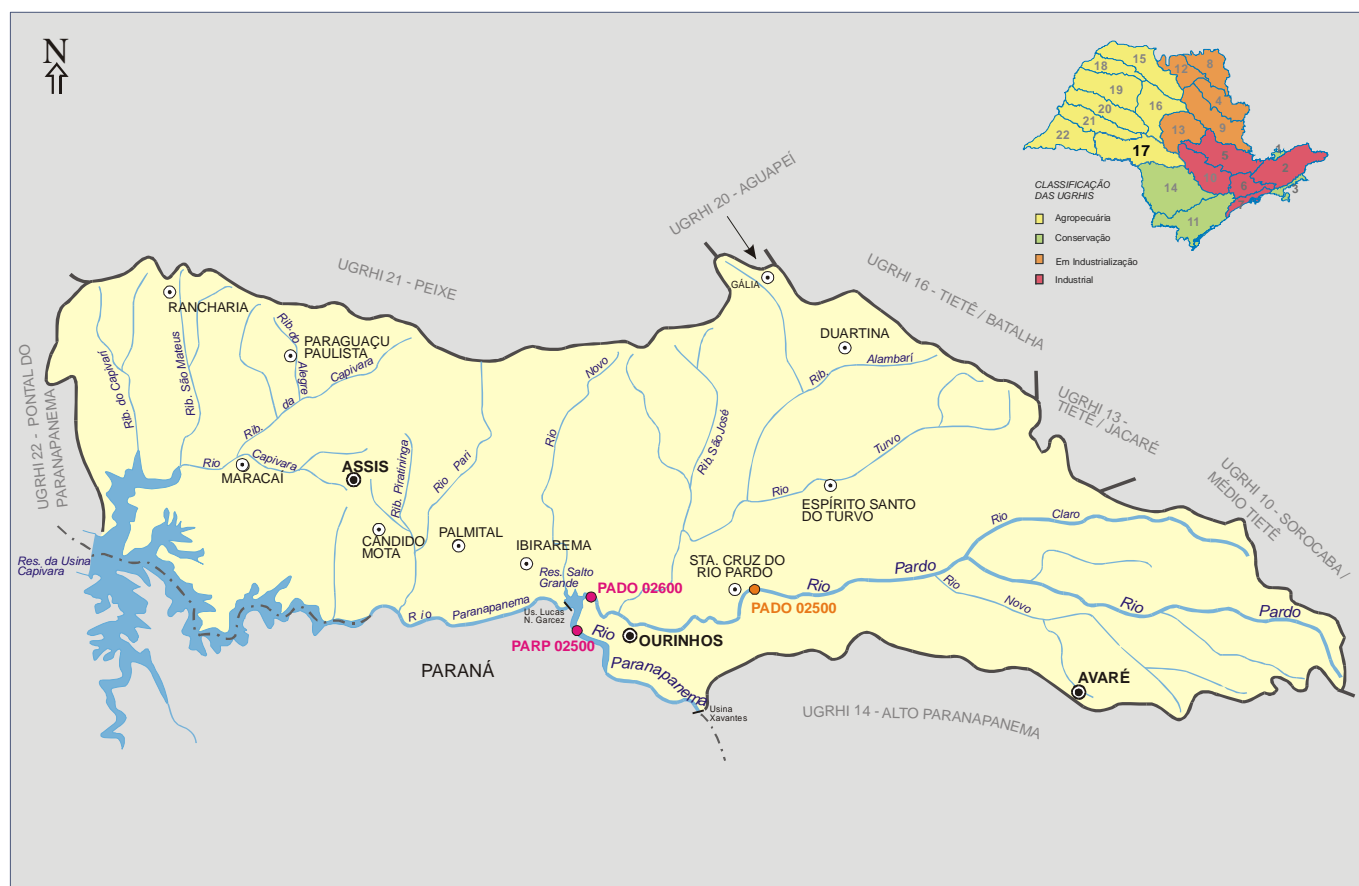
Código do Ponto	Latitude	Longitude	Projetos	Descrição	Local
PADO02500	22 54 17	49 37 13	MR	Rio Pardo	Na captação da SABESP em Santa Cruz do Rio Pardo.
PADO02600	22 57 14	49 52 02	RB	Rio Pardo	Captação de Ourinhos.
PARP02500	22 59 54	49 54 27	RB	Rio Paranapanema	Ponte na rodovia BR-153, no município de Ourinhos.

MR = Monitoramento Regional

RB = Rede Básica de Monitoramento

A figura 17.1 apresenta o mapa esquemático desta UGRHI contendo os seus principais corpos de água e municípios, bem como a localização dos pontos de amostragem.





LEGENDA:

- PRINCIPAIS CIDADES
- SEDE MUNICIPAL
- ▬ LIMITE DE UGRHI
- ▬ LIMITE INTERESTADUAL

CURSO D'ÁGUA

TIPOS DE MONITORAMENTO:

- REDE MONITORAMENTO - ÁGUA
- MONITORAMENTO REGIONAL - ÁGUA

UGRHI 17 - MÉDIO PARANAPANEMA

Figura 17.1 – Mapa esquemático contendo os principais corpos de água, municípios e a localização dos pontos de amostragem.

9.17.2 Resultados de variáveis de qualidade das águas

A tabela 17.4 traz a comparação da média de 2004 com a dos últimos dez anos para as principais variáveis sanitárias.

Tabela 17.4 – Médias das principais variáveis sanitárias.

Código do ponto	Condutividade		Turbidez		COD		PFTHM		Nitrato		Nitrog. Amon.		OD		DBO _(5,20)		FT		Coliforme Termot.		Clorofila a	
	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004
PADO02500					6,03	3,76	189	307	0,34	0,32	0,08	0,30	7,8	7,9	4	2	0,066	0,129	899	2.550		
PADO02600	64	53	41	66	5,57	4,06	187	300	0,25	0,33	0,11	0,04	7,9	7,4	3	2	0,069	0,055	7.354	6.159	0,79	0,63
PARP02500	53	55	8	6					0,28	0,30	0,10	0,03	7,6	7,3	3	2	0,031	0,018	1.069	966	1,34	

Observação: os dados brutos destas e das demais variáveis de qualidade das águas constam nas tabelas do Anexo 2.

A tabela 17.5 mostra a comparação das porcentagens de resultados não conformes de 2004 em relação aos padrões de qualidade estabelecidos pela Resolução CONAMA 20/86, bem como a comparação com as porcentagens de não conformidade dos últimos dez anos para pH e metais.

Tabela 17.5 – Resultados não conformes para pH e metais

Código do ponto	pH				Alumínio				Manganês				Níquel				Cobre				Zinco				Mercúrio			
	NC 2004	NT 2004	%NC 2004	%NC 1994-2003	NC 2004	NT 2004	%NC 2004	%NC 1994-2003	NC 2004	NT 2004	%NC 2004	%NC 1994-2003	NC 2004	NT 2004	%NC 2004	%NC 1994-2003	NC 2004	NT 2004	%NC 2004	%NC 1994-2003	NC 2004	NT 2004	%NC 2004	%NC 1994-2003	NC 2004	NT 2004	%NC 2004	%NC 1994-2003
PADO02500	0	2	0	0	2	2	100	100	1	2	50	33	0	2	0	0	0	2	0	0	0	2	0	0	0	2	0	20
PADO02600	0	6	0	2	6	6	100	100	4	6	67	42	0	6	0	2	1	6	17	7	0	6	0	0	0	6	0	9
PARP02500	0	6	0	2	5	6	83	75	0	6	0	0	0	6	0	0	0	6	0	4	0	6	0	0	0	6	0	20

NC: Número de Resultados Não Conformes

NT: Número Total de Resultados Considerados

Observação: os dados brutos destas e das demais variáveis de qualidade das águas constam nas tabelas do Anexo 2.

9.17.3 Qualidade das águas

9.17.3.1 ABASTECIMENTO PÚBLICO

As tabelas 17.6 e 17.7 contêm os resultados do IAP – Índice de qualidade das águas para fins de abastecimento público e do IQA – Índice de qualidade das águas, cujos dados são utilizados no cálculo do IAP, respectivamente.

Tabela 17.6 – Resultados mensais e média anual do IAP – 2004

CÓDIGO DO PONTO	CORPO D'ÁGUA	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA
PADO02600	Rio Pardo - UGRHI 17		58				60		57				6	45
PARP02500	Rio Paranapanema		74		73		73		67		68		70	71

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

Tabela 17.7 – Resultados mensais e média anual do IQA – 2004

CÓDIGO DO PONTO	CORPO D'ÁGUA	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA
PADO02600	Rio Pardo - UGRHI 17		64		59		64		59		60		52	60
PARP02500	Rio Paranapanema		74		73		76		69		70		72	72

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

Nesta UGRHI, o Rio Pardo consiste num 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.

O IAP do Rio Pardo, em Ourinhos (ponto PADO 02600), apresentou uma média Regular, atingindo no mês de novembro qualidade Péssima, devido ao potencial de formação de THMs. Neste mês, a turbidez também se mostrou extremamente elevada. A quantidade de coliformes termotolerantes nas águas deste trecho do Rio Pardo acusam o recebimento de esgotos domésticos.

Em 2004, o ponto de captação de água bruta de Santa Cruz do Rio Pardo apresentou um substancial incremento das variáveis sanitárias - coliformes termotolerantes e fósforo total.

9.17.3.2 PROTEÇÃO DA VIDA AQUÁTICA

As tabelas 17.8 e 17.9 contêm, respectivamente, os resultados do IVA – Índice de qualidade das águas para proteção da vida aquática e do IET – Índice de estado trófico, cujos dados são utilizados para o cálculo do IVA, respectivamente.

Tabela 17.8 – Resultados mensais e média anual do IVA – 2004

CÓDIGO DO PONTO	CORPO D'ÁGUA	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA
PADO02500	Rio Pardo - UGRHI 17					4,2						3,2		3,7
PADO02600	Rio Pardo - UGRHI 17		2,2		2,2		2,2		3,4		3,2		2,2	2,6
PARP02500	Rio Paranapanema		2,2		2,2		2,2		3,4		2,2		2,2	2,4

QUALIDADE: PÉSSIMA RUIM REGULAR BOA ÓTIMA

Tabela 17.9 – Resultados mensais e média anual do IET – 2004

CÓDIGO DO PONTO	CORPO D'ÁGUA	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA
PADO02500	Rio Pardo					73,66						53,16		63,41
PADO02600*	Rio Pardo		37,48		25,46		42,23		28,59		46,40		30,83	35,17
PARP02500	Rio Paranapanema		41,96		37,60		32,57		37,60		39,94		39,94	38,27

PTO * : Pontos para os quais o IET foi calculado com base nos resultados de clorofila e fósforo total.

ESTADO: HIPEREUTRÓFICO EUTRÓFICO MESOTRÓFICO OLIGOTRÓFICO

O índice de estado trófico para o Rio Pardo, ponto PADO02500, calculado pelos valores de fósforo total, com coletas em maio e novembro indicou, em sua média anual, estado eutrófico. Os valores de coliformes termotolerantes estiveram acima do limite estabelecido pela Resolução CONAMA 20/86 para classe 2, indicando a entrada de esgoto doméstico nesse corpo d'água. No ponto PADO02600, calculado pelos valores de fósforo total e clorofila a, a média anual indicou estado oligotrófico.

O Rio Paranapanema indicou baixa trofia, com média anual indicando classificação oligotrófica, sendo que o índice foi calculado somente com fósforo total. A elevada capacidade de diluição desse rio é o principal motivo para a melhor condição sanitária verificada em suas águas.

Na figura 17.2 mostra o gráfico do percentual de ocorrência das variáveis que influenciaram o IVA, quando classificado nas categorias Regular, Ruim ou Péssima.

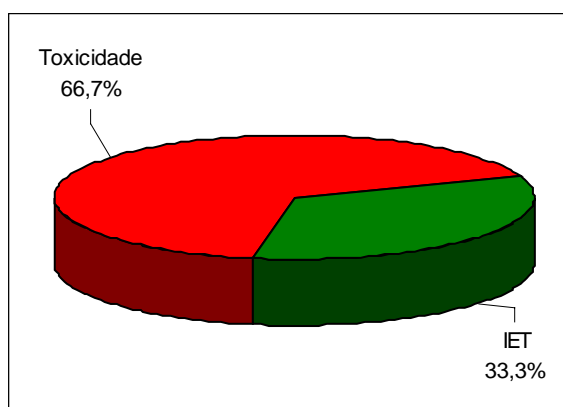


Figura 17.2 - Gráfico do percentual de ocorrência das variáveis que influenciaram o IVA, quando classificado nas categorias Regular, Ruim ou Péssima.

9.17.4 Considerações e Recomendações

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. Portanto, é indispensável direcionar os investimentos nesta UGRHI para o tratamento dos esgotos domésticos. Outro aspecto que reforça essa medida é o fato de existirem captações de abastecimento público, no próprio Rio Pardo, a jusante de lançamentos de esgotos domésticos sem tratamento.

9.18 UGRHI 18 – São José dos Dourados

9.18.1 Características da UGRHI

A Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos 18 é composta por 25 municípios, conforme descrição contida na tabela 18.1.

Tabela 18.1 – Características da UGRHI 18.

Área de drenagem	6.732 km².
Constituintes principais	Rio São José dos Dourados e Rio Paraná, desde a foz do Rio Paranaíba até a barragem do Reservatório de Ilha Solteira.
Reservatórios	Ilha Solteira.
Usos do solo	Predominam atividades agropecuárias, com destaque para fruticultura .
Usos da água	Abastecimento público; afastamento de efluentes domésticos e irrigação de plantações.
Principais atividades	Agroindústria.

A tabela 18.2 mostra a carga orgânica poluidora de origem doméstica.

Tabela 18.2 – Carga orgânica poluidora – doméstica.

Município	Concessão	População Censo 2000		Atendimento (%)		Carga Poluidora		Corpo Receptor
		Total	Urbana	Coleta	Tratam.	Potencial	Remanesc.	
Aparecida d'Oeste	Sabesp	4.930	3.659	99	100	198	41	Cór. do Boi
Auriflama	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	94	100	470	117	Cór. Buritis
Guzolândia	Sabesp	4.296	3.365	100	100	182	36	Cór. Lontra
Ilha Solteira	PM	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	100	860	172	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	84	100	44	15	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 Cór. Marreco
Santa Salete	Sabesp	1.379	541	100	100	29	6	Cór. da Paca e 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	Disposto no Solo
Três Fronteiras	Sabesp	5.147	4.063	96	100	219	51	Cór. Marreco
TOTAL GERAL		214.597	181.817	98	100	9.818	2.149	

Na tabela 18.3 descreve os pontos de amostragem.

Tabela 18.3 – Descrição dos Pontos de Amostragem

Código do Ponto	Latitude	Longitude	Projetos	Descrição	Local
SJDO02500	20 30 31	50 31 08	RB	Rio São José dos Dourados	Ponte na rodovia SP-463, no trecho que liga Araçatuba a Jales.

RB = Rede Básica de Monitoramento

A figura 18.1 apresenta o mapa esquemático desta UGRHI contendo os seus principais corpos de água e municípios, bem como a localização dos pontos de amostragem.

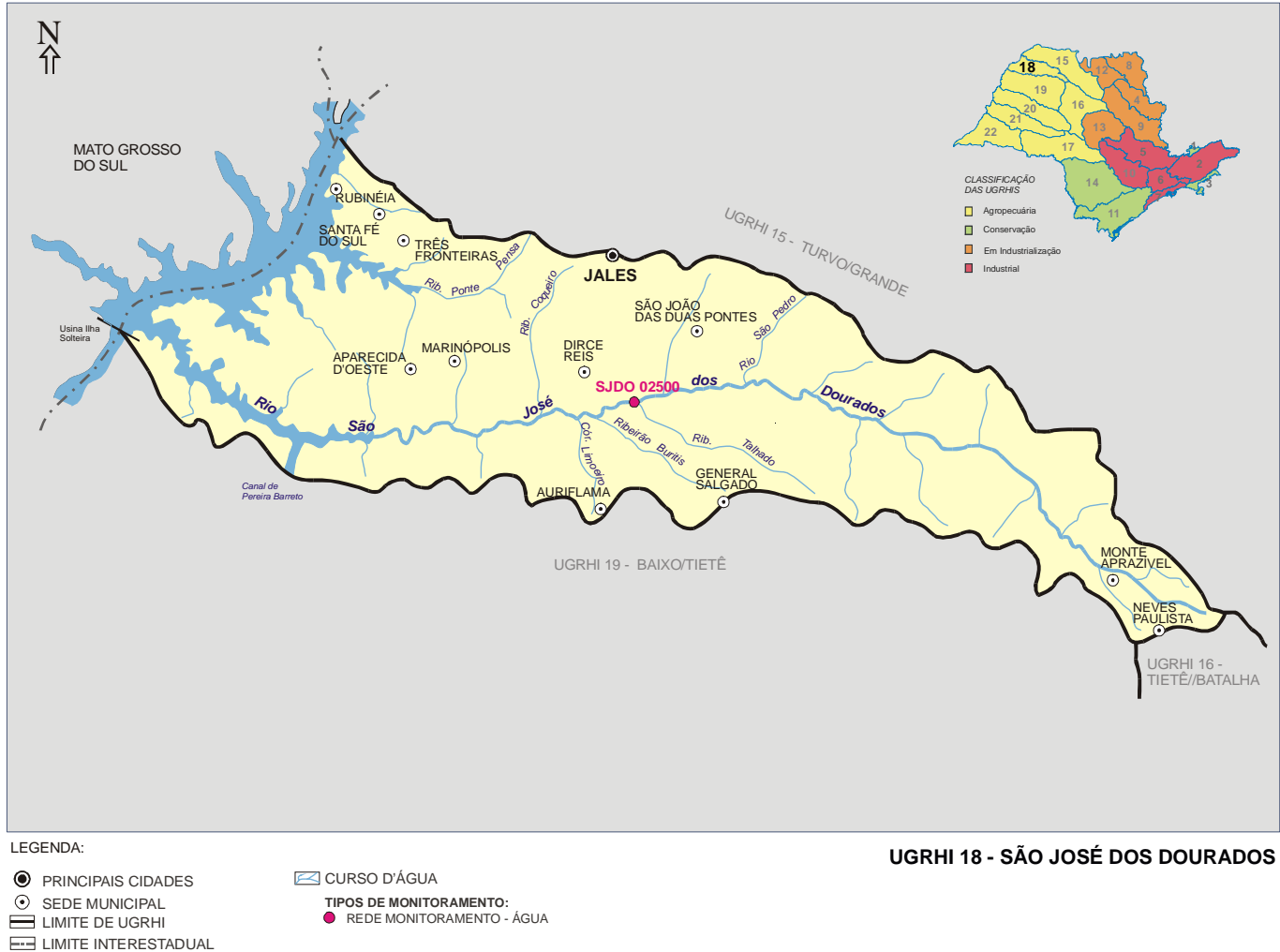


Figura 18.1 - Mapa esquemático contendo os principais corpos de água, municípios e a localização dos pontos de amostragem.

9.18.2 Resultados de variáveis de qualidade das águas

A tabela 18.4 traz a comparação da média de 2004 com a dos últimos dez anos para as principais variáveis sanitárias.

Tabela 18.4 – Médias das principais variáveis sanitárias

Código do ponto	Condutividade		Turbidez		COD		PFTHM		Nitrato		Nitrog. Amon.		OD		DBO _(5,20)		FT		Coliforme Termot.	
	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004
SJDO02500	104	144	41	24					0,32	0,91	0,09	0,07	7,3	6,9	3	4	0,078	0,082	976	493

Observação: os dados brutos destas e das demais variáveis de qualidade das águas constam nas tabelas do Anexo 2.

A tabela 18.5 mostra a comparação das porcentagens de resultados não conformes de 2004 em relação aos padrões de qualidade estabelecidos pela Resolução CONAMA 20/86, bem como a comparação com as porcentagens de não conformidade dos últimos dez anos para pH e metais.

Tabela 18.5 – Resultados não conformes para pH e metais

Código do ponto	pH				Alumínio				Manganês				Níquel				Cobre				Zinco				Mercúrio			
	NC 2004	NT 2004	%NC 2004	%NC 1994-2003	NC 2004	NT 2004	%NC 2004	%NC 1994-2003	NC 2004	NT 2004	%NC 2004	%NC 1994-2003	NC 2004	NT 2004	%NC 2004	%NC 1994-2003	NC 2004	NT 2004	%NC 2004	%NC 1994-2003	NC 2004	NT 2004	%NC 2004	%NC 1994-2003	NC 2004	NT 2004	%NC 2004	%NC 1994-2003
SJDO02500	0	6	0	0	6	6	100	97	1	6	17	19	0	6	0	0	0	6	0	8	0	6	0	0	0	2	0	7

NC: Número de Resultados Não Conformes

NT: Número Total de Resultados Considerados

Observação: os dados brutos destas e das demais variáveis de qualidade das águas constam nas tabelas do Anexo 2.

9.18.3 Qualidade das águas

9.18.3.1 ABASTECIMENTO PÚBLICO

As tabelas 18.6 e 18.7 contêm os resultados do IAP – Índice de qualidade das águas para fins de abastecimento público e do IQA – Índice de qualidade das águas, cujos dados são utilizados no cálculo do IAP, respectivamente.

Tabela 18.6 – Resultados mensais e média anual do IAP – 2004

CÓDIGO DO PONTO	CORPO D'ÁGUA	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA
SJDO02500	Rio São José dos Dourados		57		66		54		70		58		60	61

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

Tabela 18.7 – Resultados mensais e média anual do IQA – 2004

CÓDIGO DO PONTO	CORPO D'ÁGUA	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA
SJDO02500	Rio São José dos Dourados		69		69		59		71		66		66	66

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

Para o abastecimento público, o Rio São José dos Dourados apresentou qualidade Boa, de acordo com o IAP. Este rio é um importante afluente do Reservatório de Ilha Solteira, sendo monitorado em seu trecho Médio. Ressalta-se que nesta UGRHI não existe nenhum município com população superior a 50.000 habitantes, fato que contribui para a preservação de seus recursos hídricos.

9.18.3.2 PROTEÇÃO DA VIDA AQUÁTICA

As tabelas 18.8 e 18.9 contêm, respectivamente, os resultados do IVA – Índice de qualidade das águas para proteção da vida aquática e do IET – Índice de estado trófico, cujos dados são utilizados para o cálculo do IVA.

Tabela 18.9 – Resultados mensais e média anual do IVA – 2004

CÓDIGO DO PONTO	CORPO D'ÁGUA	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA
SJDO02500	Rio São José dos Dourados		4,2		4,2		4,2		4,2		4,2		4,2	4,2

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

Tabela 18.9 – Resultados mensais e média anual do IET – 2004.

CÓDIGO DO PONTO	CORPO D'ÁGUA	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA
SJDO02500	Rio São José dos Dourados		55,79		60,30		56,50		55,05		66,95		63,16	59,62

ESTADO: ■ HIPEREUTRÓFICO ■ EUTRÓFICO ■ MESOTRÓFICO ■ OLIGOTRÓFICO

O ponto SJDO02500, no Rio São José dos Dourados, foi classificado em 2004 como eutrófico. Dados de anos anteriores mostram variações nas concentrações de fósforo, sendo que em alguns meses, como no período de fevereiro a junho de 2003, o ambiente pode ser classificado como oligotrófico, segundo o IET (FT). No entanto, de um modo geral, nos últimos dez anos, as concentrações de fósforo são superiores a 0,025 mg/L, padrão para a classe 2, segundo a Resolução CONAMA 20/86 (BRASIL, 1986), com valor médio de 0,081 mg/L e valor máximo de 0,238 mg/L.

Os municípios dessa UGRHI coletam 97 % de seus efluentes domésticos, realizando tratamento de 99 % do que é coletado. Visto que os valores de coliformes termotolerantes não ultrapassaram os limites estabelecidos pela resolução *opus cit.* para a classe 2, sugere-se problemas de carreamento de fósforo de atividades agropecuárias intensificadas nos últimos 18 meses na região, ou mesmo do esgoto doméstico, uma vez que os sistemas de tratamento têm baixa eficiência de remoção de nutrientes.

A figura 18.2 mostra o gráfico do percentual de ocorrência das variáveis que influenciaram o IVA, quando classificado nas categorias Regular, Ruim ou Péssima.

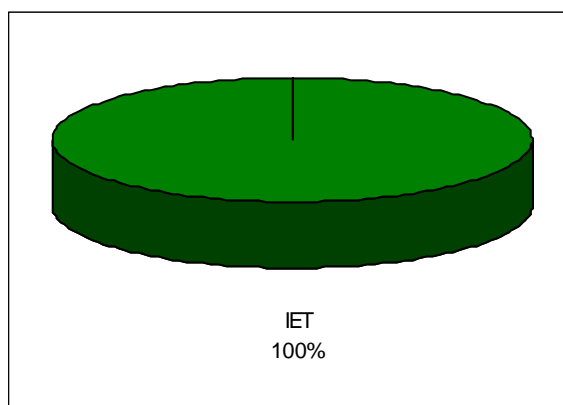


Figura 18.2 - Gráfico do percentual de ocorrência das variáveis que influenciaram o IVA, quando classificado nas categorias Regular, Ruim ou Péssima

9.18.4 Considerações e Recomendações

A qualidade das águas do Rio São José dos Dourados mostrou boas condições sanitária e ambiental ao longo de 2004, devendo tal situação ser mantida.



9.19 UGRHI 19 – Baixo Tietê

9.19.1 Características da UGRHI

A Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos 19 é composta por 42 municípios, conforme descrito na tabela 19.1.

Tabela 19.1 - Características da UGRHI 19

Área de drenagem	15.787 km².
Constituintes principais	Rio Tietê, desde a barragem da UHE de Promissão, até sua foz no Rio Paraná e Rio Paraná, desde a barragem de Ilha Solteira até a ilha denominada Ilha Comprida.
Reservatórios	Nova Avanhandava e Três Irmãos no Rio Tietê; Jupia no Rio Paraná.
Usos do solo	No uso rural destaca-se a atividade pecuária. Verifica-se ainda extensas áreas de pastagens e culturas de cana de açúcar, algodão e mamona. Incide Unidade de Conservação.
Usos da água	Abastecimento público e industrial; recepção de efluentes domésticos e industriais; irrigação de plantações; geração de energia e navegação.
Principais atividades	Usinas de açúcar e álcool e indústrias de calçados e alimentícias

A tabela 19.2 contém a carga orgânica poluidora de origem doméstica.

Tabela 19.2 – Carga orgânica poluidora – domestica.

Município	Concessão	População Censo 2000		Atendimento (%)		Carga Poluidora		Corpo Receptor
		Total	Urbana	Coleta	Tratam.	Potencial	Remanesc.	
Alto Alegre	Sabesp	4.262	3.019	100	86	163	51	Cór. do Coroados
Andradina	PM	55.161	50.838	100	80	2745	988	Cór. Pereira Jordão e da Figueira
Araçatuba	DAEA	169.240	164.440	100	100	8880	1776	Rib. Bagaçu e Cor. Paquerê
Avanhandava	PM	8.825	8.096	91	100	437	119	Cór. Alambari e 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	92	100	106	28	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. Biriguizinho
Braúna	PM	4.379	3.409	100	100	184	37	Cór. Água Limpa
Brejo Alegre	Sabesp	2.308	1.781	100	100	96	19	Cór. do Macuco
Buritama	PM	13.840	12.620	100	100	681	136	Rib. Palmeiras
Castilho	PM	14.946	11.958	100	100	646	129	Rib. Guataparã e Cór. São Roberto
Coroados	Sabesp	4.414	3.305	100	100	178	36	Cór do Campo
Gastão Vidigal	Sabesp	3.582	2.933	100	100	158	32	Cór. Brioso e Solo
Glicério	PM	4.431	3.098	95	100	167	40	Água Limpa
Guaraçaí	PM	8.894	6.683	95	100	361	87	Cór. do Ipê e Santo Antonio
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	Disposto no Solo
José Bonifácio	PM	28.593	24.892	100	100	1344	269	Cór. Cerradão
Lavinia	PM	5.137	4.134	80	100	223	80	Cór. Perobal
Lourdes	Sabesp	2.007	1.552	99	100	84	17	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 e Cór. Talhados
Mirandópolis	DAEM	25.928	22.279	85	0	1203	1203	Cór. São João da Saudade
Monções	Sabesp	2.055	1.743	99	100	94	20	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	Disposto no Solo
Nova Luzitânia	Sabesp	2.755	2.294	92	100	124	33	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	96	100	153	35	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	96	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	80	100	341	123	Cór. Campestre
Turiúba	Sabesp	1.894	1.490	100	100	80	16	Cór. Barreiro
Ubarana	PM	4.213	3.804	95	100	205	49	Cór. 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 e Cór. do Suspiro
Zacarias	Sabesp	1.947	1.332	100	100	72	14	Cór. Arribada
TOTAL GERAL		684.641	618.628	97	79	33.406	12.508	

9.19.2 Resultados de variáveis de qualidade das águas

A tabela 19.4 traz a comparação da média de 2004 com a dos últimos dez anos para as principais variáveis sanitárias.

Tabela 19.4 – Comparação da média de 2004 com a dos últimos dez anos para as principais variáveis sanitárias

Código do ponto	Condutividade		Turbidez		COD		PFTMH		Nitrato		Nitrog. Amon.		OD		DBO _(5,20)		FT		Coliforme Termot.		Clorofila <i>a</i>	
	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004
BAGU02700	88		146		5,87	4,14	296	309	0,47	0,30	0,08	0,04	5,2	5,6	3	2	0,104	0,079	1.207	6.245		
LAGE02500	80		43		5,05	2,71	195	195	0,45	0,30	0,07	0,04	6,0	6,0	4	2	0,043	0,027	387	547		
PARN02100	59	64	6	5					0,19	0,30	0,09	0,03	7,8	7,0	2	3	0,030	0,015	79	57	1,08	1,60
TIET02700	159	184	8	34					0,51	0,38	0,43	0,03	6,7	6,6	3	7	0,081	0,026	26	4		
TITR02100	127	172	4	6					0,34	0,34	0,08	0,04	7,8	7,1	3	4	0,024	0,030	19	21	2,08	
TITR02800	119	152	2	4					0,25	0,30	0,08	0,03	7,6	6,8	3	3	0,027	0,023	15	5	1,96	9,76
XOTE02500	69		19		5,36	5,62	255	357	0,31	0,30	0,05	0,03	4,4	4,0	3	2	0,045	0,034	260	255		

Observação: os dados brutos destas e das demais variáveis de qualidade das águas constam nas tabelas do Anexo 2.

A tabela 19.5 compara as porcentagens de resultados não conformes de 2004 em relação aos padrões de qualidade estabelecidos pela Resolução CONAMA 20/86, bem como a comparação com as porcentagens de não conformidade dos últimos dez anos para pH e metais.

Tabela 19.5 – Resultados não conformes para pH e metais

Código do ponto	pH				Alumínio				Manganês				Níquel				Cobre				Zinco				Mercúrio			
	NC 2004	NT 2004	%NC 2004	%NC 1994-2003	NC 2004	NT 2004	%NC 2004	%NC 1994-2003	NC 2004	NT 2004	%NC 2004	%NC 1994-2003	NC 2004	NT 2004	%NC 2004	%NC 1994-2003	NC 2004	NT 2004	%NC 2004	%NC 1994-2003	NC 2004	NT 2004	%NC 2004	%NC 1994-2003	NC 2004	NT 2004	%NC 2004	%NC 1994-2003
BAGU02700	0	2	0	0	2	2	100	100	0	2	0	17	1	2	50	17	0	2	0	17	0	2	0	0	0	2	0	40
LAGE02500	0	2	0	0	2	2	100	100	1	2	50	17	0	2	0	17	0	2	0	0	0	2	0	0	0	2	0	40
PARN02100	0	6	0	0	5	6	83	53	0	6	0	0	0	2	0	0	0	2	0	0	0	2	0	0	0	2	0	7
TIET02700	0	6	0	0	3	6	50	47	0	6	0	10	0	2	0	8	0	2	0	2	0	2	0	2	0	2	0	10
TITR02100	0	6	0	0	5	6	83	47	1	6	17	0	0	2	0	10	0	2	0	0	0	2	0	0	0	2	0	6
TITR02800	0	6	0	0	5	6	83	27	0	6	0	2	0	2	0	6	0	2	0	0	0	2	0	0	0	2	0	11
XOTE02500	0	2	0	0	2	2	100	50	1	2	50	33	0	2	0	0	0	2	0	0	0	2	0	0	0	2	0	20

NC: Número de Resultados Não Conformes

NT: Número Total de Resultados Considerados

Observação: os dados brutos destas e das demais variáveis de qualidade das águas constam nas tabelas do Anexo 2.

9.19.3 Qualidade das águas

9.19.3.1 ABASTECIMENTO PÚBLICO

As tabelas 19.6 e 19.7 contêm os resultados do IAP – Índice de qualidade das águas para fins de abastecimento público e do IQA – Índice de qualidade das águas, cujos dados são utilizados no cálculo do IAP, respectivamente.

Tabela 19.6 – Resultados mensais e média anual do IAP – 2004

CÓDIGO DO PONTO	CORPO D'ÁGUA	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA
PARN02100	Rio Paraná		70		82		80		83		78		82	79
TIET02700	Rio Tietê		71		88		83		76		86		69	79
TITR02100	Reservatório de Três Irmãos		86		77		90		88		60		83	81
TITR02800	Reservatório de Três Irmãos		84		76		91		84		84		88	85

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

Tabela 19.7 – Resultados mensais e média anual do IQA – 2004

CÓDIGO DO PONTO	CORPO D'ÁGUA	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA
PARN02100	Rio Paraná		71		83		82		83		78		82	80
TIET02700	Rio Tietê		71		88		83		76		86		69	79
TITR02100	Reservatório de Três Irmãos		86		77		90		88		60		83	81
TITR02800	Reservatório de Três Irmãos		84		76		91		84		84		88	85

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

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.

Embora em 2004 não tenha sido possível realizar o cálculo do IAP, para os pontos de captação de água bruta de Araçatuba (Rib. Baguaçu), Penápolis (Rib. Lageado) e Birigüi (Córrego Baixote), uma vez que não foi realizada a determinação da turbidez, notaram-se comprometimento das variáveis coliformes termotolerantes e oxigênio dissolvido nos mananciais do Baguaçu e do Baixote.

9.19.3.2 PROTEÇÃO DA VIDA AQUÁTICA

As tabelas 19.8 e 19.9 contêm, respectivamente, os resultados do IVA – Índice de qualidade das águas para proteção da vida aquática e do IET – Índice de estado trófico, cujos dados são utilizados para o cálculo do IVA, respectivamente.

Tabela 19.8 – Resultados mensais e média anual do IVA – 2004

CÓDIGO DO PONTO	CORPO D'ÁGUA	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA
BAGU02700	Ribeirão Baguaçu					4,2						5,4		4,8
LAGE02500	Ribeirão Lageado					2,2						4,4		3,3
PARN02100	Rio Paraná		2,2				2,2		2,2		3,4		3,4	2,7
TIET02700	Rio Tietê		3,4				2,2		3,4		3,4		3,4	3,2
TITR02100	Reservatório de Três Irmãos		3,4				3,4		2,2		4,4		3,4	3,4
TITR02800	Reservatório de Três Irmãos		2,2				2,2		3,4		4,6		3,4	3,2
XOTE02500	Córrego do Baixote					2,2						5,6		3,9

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

Tabela 19.9 – Resultados mensais e média anual do IET – 2004

CÓDIGO DO PONTO	CORPO D'ÁGUA	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA
BAGU02700	Rib. Baguaçu					55,05						63,16		59,11
LAGE02500	Rib. Lageado					41,96						45,79		43,88

ESTADO: ■ HIPEREUTRÓFICO ■ EUTRÓFICO ■ MESOTRÓFICO ■ OLIGOTRÓFICO



Para os afluentes do Reservatório Três Irmãos, as piores condições, quanto às concentrações de clorofila *a*, foram observadas no Ribeirão Baguaçu (BAGU02700), corpo d'água caracterizado como eutrófico. No Córrego do Baixote (XOTE02500), bem como no Ribeirão do Lageado (LAGE02500), afluente da Usina Hidrelétrica de Avanhandava, as concentrações de fósforo foram inferiores às concentrações do Ribeirão Baguaçu, que também apresentou valores para coliformes termotolerantes superiores aos estabelecidos para a Classe 2 da CONAMA 20/96.

Os pontos TIET02700, no Rio Tietê, e TITR02100 e TITR02800, no Reservatório de Três Irmãos, apresentaram baixas concentrações de fósforo, com médias anuais, indicando estados oligo e mesotrófico. No mês de abril, observaram-se as maiores concentrações de fósforo para estes pontos.

Nessa UGRHI, merece destaque a toxicidade aguda à *Ceriodaphnia dubia* verificada no ponto TITR02800 (outubro) e também a toxicidade crônica em duas amostragens deste ponto (agosto e dezembro). Além desse ponto, verificou-se efeito tóxico crônico nos pontos TITR02100 (fevereiro, junho, outubro e dezembro), TIET02700 (fevereiro, outubro e dezembro) e PARN02100 (outubro e dezembro).

Na figura 19.2 mostra o gráfico do percentual de ocorrência das variáveis que influenciaram o IVA, quando classificado nas categorias Regular, Ruim ou Péssima.

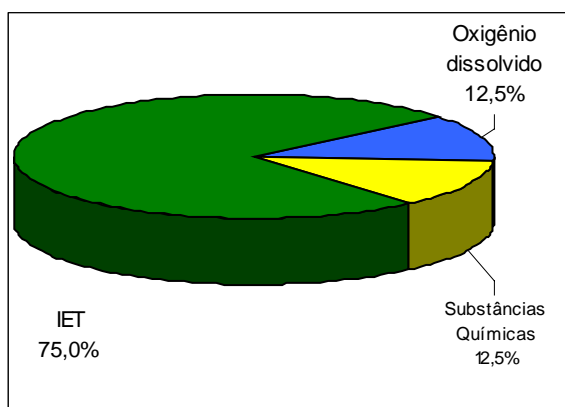


Figura 19.2 - Gráfico do percentual de ocorrência das variáveis que influenciaram o IVA, quando classificado nas categorias Regular, Ruim ou Péssima

9.19.4 Considerações e Recomendações

O manancial do Baguaçu acusou o comprometimento dos níveis de oxigênio dissolvido e coliformes termotolerantes, principalmente no período chuvoso. Recomenda-se às empresas de saneamento atenção especial no processo de tratamento de água bruta, bem como adotar medidas de proteção dos mananciais.

A recorrente toxicidade observada nas águas do Rio Tietê, entre o Reservatório de Promissão e o início do Reservatório Três Irmãos, recomenda que, ao longo de 2005, seja implantado pela CETESB o monitoramento das variáveis clorofila *a* e fitoplâncton neste trecho. Cabe salientar que a toxicidade observada é, provavelmente, originada de fontes difusas.

9.20 UGRHI 20 – Aguapeí

9.20.1 Características da UGRHI

A Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos 20 é composta por 32 municípios, conforme descrição contida na tabela 20.1.

Tabela 20.1 – Características da UGRHI 20

Área de drenagem	13.068 km².
Constituintes principais	Rios Aguapeí, Paraná, Feio ou Tibiriçá, Caingangue, Ribeirões Aguapeí-Mirim, Feio ou Lajeado, Iacri, Sapé e Claro.
Usos do solo	Predomínio de pastagens e de áreas cultivadas com café, feijão, milho, amendoim, algodão. Incidência de Unidade de Conservação.
Usos da água	Abastecimento público e industrial; recepção de efluentes domésticos e industriais e irrigação de plantações.
Principais atividades	Agroindústrias.

Na tabela 20.2 mostra a carga orgânica poluidora de origem doméstica.

Tabela 20.2 – Carga orgânica poluidora - doméstica

Município	Concessão	População Censo 2000		Atendimento (%)		Carga Poluidora		Corpo Receptor
		Total	Urbana	Coleta	Tratam.	Potencial	Remanesc.	
Álvaro de Carvalho	Sabesp	4.120	2.441	100	0	132	132	Cór. Santa Cecília
Arco-Íris	Sabesp	2.162	1.068	100	100	58	12	Cór. do Sumidouro
Clementina	PM	5.399	4.953	100	100	267	53	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	100	1965	393	Rib. da Garça e Rio Tibiriçá
Getulina	SAAE	10.375	7.540	100	100	407	81	Cór. Gavanheri
Guaimbê	SAAE	5.208	4.265	100	0	230	230	Rib. Guaimbê
Herculândia	PM	7.995	6.829	70	50	369	266	Cor. da Água Boa
Iacri	Sabesp	6.774	4.786	100	100	258	52	Cór. Jurema
Júlio Mesquita	PM	4.164	3.848	70	100	208	91	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. Luiziana
Monte Castelo	PM	4.089	3.004	90	0	162	162	Cór. Galante e solo
Nova Guataporanga	Sabesp	2.087	1.728	100	100	93	19	Cór. Barreiro e 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
Piçatú	Sabesp	4.625	3.807	96	100	206	48	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	80	266	114	Rib. Iacri, Cór. Mercedes e Cór. Veado
Rinópolis	PM	10.241	7.929	67	100	428	199	Cór. Andorinha
Salmourão	Sabesp	4.397	3.564	69	100	192	86	Cór. Cupri
Santa Mercedes	Sabesp	2.805	2.233	85	100	121	39	R. Marrecas
Santópolis do Aguapeí	Sabesp	3.814	3.585	97	100	194	43	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
Tupí 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
TOTAL GERAL		347.435	297.896	93	85	16.086	5.849	

A tabela 20.3 descreve os pontos de amostragem.



Código do Ponto	Latitude	Longitude	Projetos	Descrição	Local
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	RB	Rio Aguapeí	Ponte que liga Parapuã a Penápolis.
AGUA02800	21 13 15	51 29 52	RB	Rio Aguapeí	Ponte que liga Tupi Paulista a Andradina.
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 Tibiricá	Ponte na Rodovia BR-153, no trecho que liga Marília a São José do Rio Preto.

RB = Rede Básica de Monitoramento

UGRHI 20 - AGUAPEÍ

9.20.2 Resultados de variáveis de qualidade das águas



Tabela 20.4 – Médias das principais variáveis sanitárias

Código do ponto	Condutividade		Turbidez		COD		PFTHM		Nitrato		Nitrog. Amon.		OD		DBO _(5,20)		FT		Coliforme Termot.		Clorofila a	
	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004
AGUA02010	193		16		9,59				0,39	0,30	0,07	0,03	7,1	6,9	5	3	0,041	0,054	470	632		
AGUA02100	107	116	57	58					0,48	0,71	0,11	0,04	6,8	6,2	3	2	0,074	0,074	2.474	1.951		
AGUA02800	104	99	67	93					0,43	0,55	0,09	0,03	7,2	6,7	3	2	0,077	0,072	694	455		
CASC02050	96		22		6,71	4,74	316	242	0,31	0,30	0,15	0,08	6,8	7,0	5	5	0,046	0,047	1.102	1.549	20,31	35,71
TBIR03300	304		16		13,56				0,55	0,30	2,15	2,07	5,6	3,5	6	27	0,153	0,701	23.856	212.132		

Observação: os dados brutos destas e das demais variáveis de qualidade das águas constam nas tabelas do Anexo 2.

A tabela 20.5 mostra a comparação das porcentagens de resultados não conformes de 2004 em relação aos padrões de qualidade estabelecidos pela Resolução CONAMA 20/86, bem como a comparação com as porcentagens de não conformidade dos últimos dez anos para pH e metais.

Tabela 20.5 - Resultados não conformes para pH e metais

Código do ponto	pH				Alumínio				Manganês				Níquel				Cobre				Zinco				Mercúrio			
	NC 2004	NT 2004	%NC 2004	%NC 1994-2003	NC 2004	NT 2004	%NC 2004	%NC 1994-2003	NC 2004	NT 2004	%NC 2004	%NC 1994-2003	NC 2004	NT 2004	%NC 2004	%NC 1994-2003	NC 2004	NT 2004	%NC 2004	%NC 1994-2003	NC 2004	NT 2004	%NC 2004	%NC 1994-2003	NC 2004	NT 2004	%NC 2004	%NC 1994-2003
AGUA02010	0	2	0	0	2	2	100	83	1	2	50	33	0	2	0	17	0	2	0	17	0	2	0	0	0	2	0	40
AGUA02100	0	6	0	0	6	6	100	100	3	6	50	38	0	6	0	5	0	6	0	7	0	6	0	3	0	6	0	5
AGUA02800	0	6	0	0	6	6	100	97	3	6	50	58	0	6	0	3	2	6	33	6	0	6	0	3	0	6	0	10
CASC02050	0	2	0	0	2	2	100	100	0	2	0	0	0	2	0	0	0	2	0	17	0	2	0	0	0	2	0	20
TBIR03300	0	2	0	0	2	2	100	83	1	2	50	0	1	2	50	17	0	2	0	0	0	2	0	0	0	2	0	0

NC: Número de Resultados Não Conformes

NT: Número Total de Resultados Considerados

Observação: os dados brutos destas e das demais variáveis de qualidade das águas constam nas tabelas do Anexo 2.

9.20.3 Qualidade das águas

9.20.3.1 ABASTECIMENTO PÚBLICO

As tabelas 20.6 e 20.7 contêm os resultados do IAP – Índice de qualidade das águas para fins de abastecimento público e do IQA – Índice de qualidade das águas, cujos dados são utilizados no cálculo do IAP, respectivamente.

Tabela 20.6 – Resultados mensais e média anual do IAP – 2004

CÓDIGO DO PONTO	CORPO D'ÁGUA	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA
AGUA02100	Rio Aguapeí		29		55		50		55		38		49	46
AGUA02800	Rio Aguapeí		27		65		53		69		37		45	49

QUALIDADE: PÉSSIMA RUIM REGULAR BOA ÓTIMA

Tabela 20.7 – Resultados mensais e média anual do IQA – 2004

CÓDIGO DO PONTO	CORPO D'ÁGUA	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA
AGUA02100	Rio Aguapeí		58		63		61		62		49		64	60
AGUA02800	Rio Aguapeí		54		73		66		73		51		62	63

QUALIDADE: PÉSSIMA RUIM REGULAR BOA ÓTIMA



O Rio Aguapeí apresentou qualidade média Regular, de acordo com o IAP. Destaca-se o fato de que na época chuvosa, meses de fevereiro e dezembro, tem-se uma elevação dos valores de turbidez e metais, principalmente, alumínio e manganês.

Embora em 2004 não tenha sido possível realizar o cálculo do IAP, para o ponto de captação de água bruta de Marília, no Reservatório Cascata, uma vez que não foi realizada a determinação da turbidez, o número de células de cianobactérias ultrapassou 10.000 células/mL, valor este considerado pela legislação vigente para padrão de potabilidade como alerta, indicando necessidade de intensificação do monitoramento.

9.20.3.2 PROTEÇÃO DA VIDA AQUÁTICA

As tabelas 20.8 e 20.9 contêm, respectivamente, os resultados do IVA – Índice de qualidade das águas para proteção da vida aquática e do IET – Índice de estado trófico, cujos dados são utilizados para o cálculo do IVA, respectivamente.

Tabela 20.8 – Resultados mensais e média anual do IVA – 2004

CÓDIGO DO PONTO	CORPO D'ÁGUA	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA
AGUA02010	Rio Aguapeí					2,2						4,2		3,2
AGUA02100	Rio Aguapeí		5,4		4,2		4,2		2,2		5,4		4,2	4,3
AGUA02800	Rio Aguapeí		3,4		3,2		4,2		3,2		4,2		4,2	3,7
CASC02050	Reservatório Cascata					3,2						4,2		3,7
TBIR03300	Rio Tibiriçá					4,2						7,6		5,9

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

Tabela 20.9 – Resultados mensais e média anual do IET – 2004

CÓDIGO DO PONTO	CORPO D'ÁGUA	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA
AGUA02010	Rio Feio ou Aguapeí					37,60						61,64		49,62
AGUA02100	Rio Feio ou Aguapeí	59,94	64,14		55,05		56,50		37,60		64,54		61,64	57,06
AGUA02800	Rio Feio ou Aguapeí		32,57		51,96		62,27		44,80		68,02		64,54	54,02
CASC02050*	Res. Cascata					47,60						63,48		61,43
TBIR03300	Rio Tibiriçá					60,30						100,39		80,34

PTO * : Pontos para os quais o IET foi calculado com base nos resultados de clorofila e fósforo total (apenas para meses com borda destacada).

ESTADO: ■ HIPEREUTRÓFICO ■ EUTRÓFICO ■ MESOTRÓFICO ■ OLIGOTRÓFICO

O Reservatório Cascata (CASC02050) possui baixo grau de limitação, com base na comparação entre as concentrações de clorofila a e de fósforo total do mês de novembro, sendo este ponto classificado como eutrófico. As águas desse reservatório são lançadas no Rio Tibiriçá (TBIR03300), que recebe provavelmente além destas águas, grandes quantidades de esgoto doméstico in natura, como indicam as elevadas quantidades de coliformes termotolerantes, muito acima do limite da CONAMA 20/86, para qualquer classe de corpo d'água. O excesso dessas contribuições no Rio Tibiriçá explica as altas concentrações de fósforo total e conseqüente classificação do rio como hipereutrófico.

As concentrações de fósforo total do primeiro ponto de monitoramento do Rio Aguapeí (AGUA02010) variaram consideravelmente nas duas análises anuais, visto que o ponto foi classificado como oligotrófico e eutrófico, indicando a necessidade de um maior número de amostras. Já os pontos seguintes (AGUA02100 e AGUA02800) apresentaram de maneira mais constante a classificação eutrófica, devido às altas cargas de fósforo oriundas em parte do Rio Tibiriçá e em parte pelo lançamento de esgoto doméstico da região.

A figura 20.2 mostra o gráfico do percentual de ocorrência das variáveis que influenciaram o IVA, quando classificado nas categorias Regular, Ruim ou Péssima.

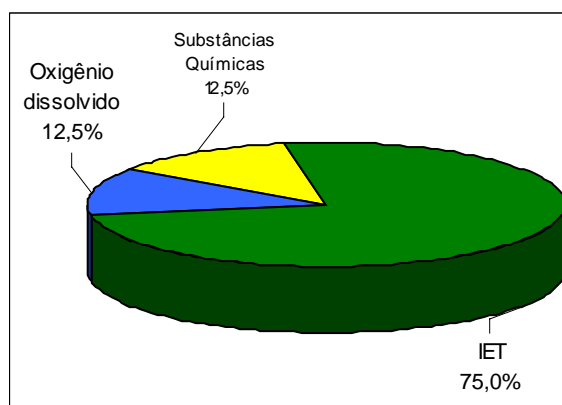


Figura 20.2 - Gráfico do percentual de ocorrência das variáveis que influenciaram o IVA, quando classificado nas categorias Regular, Ruim ou Péssima

▫ COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA

As análises da comunidade fitoplanctônica foram realizadas em um ponto do Reservatório Cascata em apenas dois meses de coleta, maio e novembro.

Os resultados obtidos por meio do índice da comunidade fitoplanctônica revelaram que o reservatório apresentou um diagnóstico regular no mês de novembro e bom no mês de maio. Este diagnóstico é considerado melhor quando comparado ao ano anterior (tabela 20.10).

Tabela 20.10 – Diagnóstico da comunidade fitoplanctônica (ICF_{RES} – Índice da Comunidade Fitoplanctônica).

CÓDIGO DO PONTO	DESCRIÇÃO	MAIO	NOV	MÉDIA
CASC02050	Reservatório Cascata			

QUALIDADE: ■ Ruim ■ Regular ■ Boa ■ Ótima

Não houve dominância do grupo das cianofíceas ou cianobactérias. Entretanto, os gêneros deste grupo que estiveram presentes nas amostras analisadas foram *Cylindrospermopsis* e *Aphanizomenon*, sendo que essas algas são consideradas pela literatura como potencialmente tóxicas. Existem relatos de intoxicações humanas relacionadas com a presença de espécies tóxicas de cianobactérias e o consumo da água em alguns países como Austrália, Inglaterra, China e África do Sul (Azevedo, 1998; Chorus & Bartram, 1999). Para a espécie *Cylindrospermopsis raciborskii* há registros de neurotoxicidade (Lagos *et al.*, 1999) e hepatotoxicidade (Hawkins *et al.*, 1985). As clorofíceas *Mougeotia*, *Staurastrum*, *Tetraedron* e *Golenkinia* também estiveram presentes, bem como *Cyclotella* e *Aulacoseira*, do grupo das diatomáceas. A figura 20.3 o gráfico dos grupos fitoplanctônicos.

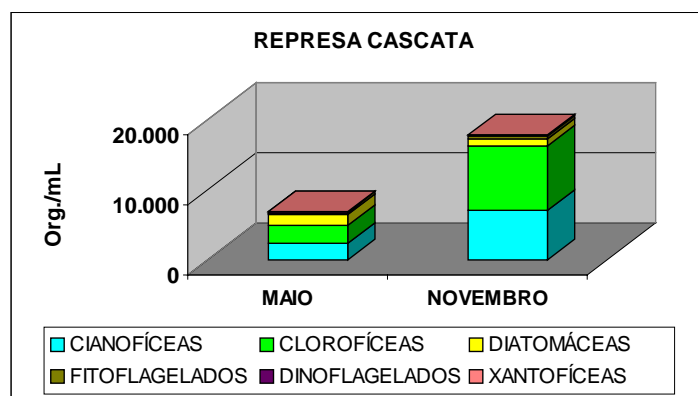


Figura 20.3 - Densidade dos principais grupos fitoplanctônicos.

9.20.4 Considerações e Recomendações

O comprometimento sanitário do Rio Tibiriza é caracterizado pelos lançamentos de esgotos domésticos “in natura”, principalmente, dos municípios de Marília e Garça, bem como do município de Tupã por meio da contribuição advinda do Córrego Afonso XII.

O manancial do Cascata acusou número de células de cianobactérias ultrapassando 10.000 céls/mL, valor considerado pela legislação vigente como alerta, recomendando-se cuidados especiais no tratamento realizado pela empresa de saneamento, bem como o monitoramento de cianotoxinas na água tratada. A CETESB intensificará a frequência de monitoramento do fitoplâncton deste manancial ao longo de 2005.

9.21 UGRHI 21 – Peixe

9.21.1 Características da UGRHI

A Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos 21 é composta por 26 municípios, conforme descrição contida na tabela 21.1.

Tabela 21.1 – Características da UGRHI 21

Área de drenagem	10.780 km².
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	Extensas áreas de pastagens e culturas de cana de açúcar, feijão, milho, amendoim e algodão.
Usos da água	Abastecimento público e industrial; Recepção de efluentes domésticos e industriais e Irrigação de plantações.
Principais atividades	Agroindústrias e frigoríficos.

Na tabela 21.2 mostra a carga orgânica poluidora de origem doméstica.

Tabela 21.2 – Carga orgânica poluidora – doméstica.

Município	Concessão	População Censo 2000		Atendimento (%)		Carga Poluidora		Corpo Receptor
		Total	Urbana	Coleta	Tratam.	Potencial	Remanesc.	
Adamantina	Sabesp	33.470	30.342	100	40	1638	1114	Rib. Tocantins e Boa Esperança
Alfredo Marcondes	Sabesp	3.687	2.663	100	100	144	29	Rio Taquaruçu
Álvares Machado	Sabesp	22.673	20.106	76	50	1086	756	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	93	77	168	72	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	Riacho Guarantã, Rib. Claro e Res. Ibitinga
Indiana	Sabesp	4.934	4.063	0	0	219	219	Solo
Inúbia Paulista	Sabesp	3.320	2.764	93	100	149	38	Rio Aguapeí-Mirim
Irapuru	PM	7.459	5.630	73	100	304	126	Cór. Patrimônio
Junqueirópolis	PM	17.000	13.409	86	40	724	525	Cór. Colibri
Lutécia	Sabesp	2.896	2.143	100	0	116	116	Cór. Boa Esperança
Mariópolis	Sabesp	3.852	2.804	75	100	151	61	Cór. Ranchos
Marília	DAEM	197.153	189.533	78	0	10235	10235	Cór. Cascatinha, do Pombo, do Barbosa, Palmital,
Martinópolis	PM	22.344	17.973	100	100	971	194	Cór. Capão Bonito
Oriente	Sabesp	5.883	5.063	100	100	273	55	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

continua

Tabela 21.3 – Descrição dos Pontos de Amostragem

Código do Ponto	Latitude	Longitude	Projetos	Descrição	Local
ARPE02800	22 19 09	50 01 21	MR	Reservatório do Arrependido	No reservatório do Rio Arrependido, na captação de Marília,
PEIX02100	22 18 16	50 03 00	RB	Rio do Peixe	Ponte na rodovia que liga Marília a Assis.
PEIX02100	22 18 11	50 02 52	SED	Rio do Peixe	Ponte na rodovia que liga Marília a Assis, no distrito de Amadeu Amaral
PEIX02800	21 36 16	51 42 10	RB	Rio do Peixe	Ponte na rodovia que liga Tupi Paulista a Presidente Venceslau.





SED = Rede de Sedimento

O mapa principal apresenta o município de Marília, SP, com sua rede hidrográfica detalhada. O Rio do Peixe é o curso principal, com afluentes como o Rio do Claro, Rio dos Veardos, Rio dos Guachos, Rio da Sede, Rio da Bonita, Rio do São, Rio do Baurão, Rio do Alegre e Rio do Peixe. Outros rios mostrados são o Rio do Veados e o Rio do Oso. O município é limitado por Mato Grosso do Sul a oeste, UGRHI 20 - AGUAPEI a norte, UGRHI 22 - PONTAL DO PARANAPANEMA a sudoeste e UGRHI 17 - MÉDIO PARANAPANEMA a sudeste. Locais marcados incluem JUNQUEIRÓPOLIS, ADAMANTINA (com o ponto PEIX 02800), PIQUEROBÍ, MARTINÓPOLIS, OSVALDO CRUZ, BASTOS, LUTÉCIA, ORIENTE, MARÍLIA (com o ponto PEIX 02100), OSCAR BRESSANE e ARPE 02800. Um inseto no canto superior direito mostra a classificação das UGRHs no estado de São Paulo, com a UGRHI 21 destacada em amarelo.

CLASSIFICAÇÃO DAS UGRHs

- Agropecuária
- Conservação
- Em Industrialização
- Industrial

UGRHI 21 - PEIXE

 PRINCIPAIS CIDADES
 SEDE MUNICIPAL
 LIMITE DE UGRHI
 LIMITE INTERESTADUAL

CURSO D'ÁGUA

TIPOS DE MONITORAMENTO:

● REDE MONITORAMENTO - ÁGUA + SEDIMENTO
● MONITORAMENTO REGIONAL - ÁGUA

Figura 21.1 - Mapa esquemático contendo os principais corpos de água, municípios e a localização dos pontos de amostragem.



9.21.2 Resultados de variáveis de qualidade das águas

A tabela 21.4 traz a comparação da média de 2004 com a dos últimos dez anos para as principais variáveis sanitárias

Tabela 21.4 – Comparação da média de 2004 com a dos últimos dez anos para as principais variáveis sanitárias

Código do ponto	Condutividade		Turbidez		COD		PFTMH		Nitrato		Nitrog. Amon.		OD		DBO _(5,20)		FT		Coliforme Termot.		Clorofila <i>a</i>	
	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004
ARPE02800	205		4		10,79	10,96	396	333	0,32	0,30	0,08	0,10	5,3	5,8	3	2	0,036	0,023	63	32	5,37	2,67
PEIX02100	175	187	133	92	10,18	4,97	381	450	0,67	0,84	0,20	0,10	6,7	6,6	6	3	0,150	0,113	26.639	12.082	2,54	1,00
PEIX02800	106	113	118	193					0,52	0,76	0,10	0,05	7,2	6,7	4	3	0,099	0,148	2.106	1.873		

Observação: os dados brutos destas e das demais variáveis de qualidade das águas constam nas tabelas do Anexo 2.

A tabela 21.5 mostra a comparação das porcentagens de resultados não conformes de 2004 em relação aos padrões de qualidade estabelecidos pela Resolução CONAMA 20/86, bem como a comparação com as porcentagens de não conformidade dos últimos dez anos para pH e metais.

Tabela 21.5 – Resultados não conformes para pH e metais

Código do ponto	pH				Alumínio				Manganês				Níquel				Cobre				Zinco				Mercúrio			
	NC 2004	NT 2004	%NC 2004	%NC 1994-2003	NC 2004	NT 2004	%NC 2004	%NC 1994-2003	NC 2004	NT 2004	%NC 2004	%NC 1994-2003	NC 2004	NT 2004	%NC 2004	%NC 1994-2003	NC 2004	NT 2004	%NC 2004	%NC 1994-2003	NC 2004	NT 2004	%NC 2004	%NC 1994-2003	NC 2004	NT 2004	%NC 2004	%NC 1994-2003
ARPE02800	0	2	0	17	1	2	50	17	2	2	100	83	0	2	0	0	0	2	0	17	0	2	0	0	0	2	0	20
PEIX02100	0	6	0	0	6	6	100	100	5	6	83	70	1	6	17	15	0	6	0	8	0	6	0	2	0	6	0	11
PEIX02800	0	6	0	0	6	6	100	97	4	6	67	63	1	6	17	11	3	6	50	11	0	6	0	4	0	6	0	12

NC: Número de Resultados Não Conformes

NT: Número Total de Resultados Considerados

Observação: os dados brutos destas e das demais variáveis de qualidade das águas constam nas tabelas do Anexo 2.

9.21.3 Qualidade das águas

9.21.3.1 ABASTECIMENTO PÚBLICO

As tabelas 21.6 e 21.7 contêm os resultados do IAP – Índice de qualidade das águas para fins de abastecimento público e IQA – Índice de qualidade das águas, cujos dados são utilizados no cálculo do IAP, respectivamente.

Tabela 21.6 – Resultados mensais e média anual do IAP – 2004

CÓDIGO DO PONTO	CORPO D'ÁGUA	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA
PEIX02100	Rio do Peixe		11				48		48				1	27
PEIX02800	Rio do Peixe		24		62		35		32		29		34	36

QUALIDADE: PÉSSIMA RUIM REGULAR BOA ÓTIMA

Tabela 21.7 – Resultados mensais e média anual do IQA – 2004

CÓDIGO DO PONTO	CORPO D'ÁGUA	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA
PEIX02100	Rio do Peixe		43		49		60		57		53		42	51
PEIX02800	Rio do Peixe		42		71		49		72		46		49	55

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

A captação de abastecimento público do Rio do Peixe (PEIX02100) apresentou qualidade Ruim. O IAP do Rio do Peixe foi influenciado, principalmente no período chuvoso (meses de fevereiro e dezembro), pelo elevado valor do potencial de formação de THMs. As elevadas concentrações de $\text{DBO}_{5,20}$ e dos metais alumínio, manganês e ferro, também no período chuvoso, influenciaram o IAP.

9.21.3.2 PROTEÇÃO DA VIDA AQUÁTICA

As tabelas 21.8 e 21.9 contêm, respectivamente, os resultados do IVA – Índice de qualidade das águas para proteção da vida aquática e do IET – Índice de estado trófico, cujos dados são utilizados para o cálculo do IVA, respectivamente.

Tabela 21.8 – Resultados mensais e média anual do IVA – 2004

CÓDIGO DO PONTO	CORPO D'ÁGUA	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA
ARPE02800	Reservatório do Arrependido					2,2						2,2		2,2
PEIX02100	Rio do Peixe		2,2		2,2		2,2		2,2		2,2		4,2	2,5
PEIX02800	Rio do Peixe		5,2		4,2		4,2		4,4		6,4		4,2	4,8

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

Tabela 21.9 – Resultados mensais e média anual do IET – 2004

CÓDIGO DO PONTO	CORPO D'ÁGUA	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA
ARPE02800*	Rib. Arrependido					43,73						41,49		42,44
PEIX02100*	Rio do Peixe		37,63		30,20		30,45		35,99		30,83		57,27	37,06
PEIX02800	Rio do Peixe		76,78		55,05		68,82		47,60		75,79		69,01	65,51

PTO * : Pontos para os quais o IET foi calculado com base nos resultados de clorofila e fósforo total (**exceto** meses com borda destacada).

ESTADO: ■ HIPEREUTRÓFICO ■ EUTRÓFICO ■ MESOTRÓFICO ■ OLIGOTRÓFICO

O Reservatório do Ribeirão Arrependido (ARPE02800), utilizado em parte para o abastecimento de Marília, encontra-se em bom estado de trofia (oligotrófico).

Já para o Rio do Peixe (PEIX02100), apesar da média anual do índice de estado trófico classificá-lo como oligotrófico, existem altas concentrações de fósforo total, compensadas pelas condições não propícias para o crescimento algal (ambiente lótico). Isto contudo, não impede a detecção das altas cargas de esgoto doméstico, devido ao número de coliformes termotolerantes estar muito acima dos limites estabelecidos pela legislação (CONAMA 20/86) para todas as classes.

Para o ponto PEIX02800, a jusante do município de Andradina, observaram-se quantidades de coliformes termotolerantes superiores às estabelecidas pela legislação (CONAMA 20/86) na maioria dos meses, embora em quantidades menores do que o ponto a montante (PEIX02100). Embora se perceba a redução da quantidade de coliformes termotolerantes, o acúmulo de fósforo total de origem doméstica neste trecho de rio é extremamente elevada, levando a se classificar o mesmo como eutrófico, com variações bruscas ao longo do ano.

O Rio do Peixe, no período chuvoso, apresentou uma forte degradação da qualidade de suas águas, indicada pelos elevados valores de turbidez. Avaliando as variáveis de qualidade monitoradas, constata-se que junto com o material sólido carregado pelas águas das chuvas, existe um aporte significativo de metais (alumínio, manganês, ferro e cobre), matéria orgânica e coliformes.



Na figura 21.2 é apresentado o gráfico do percentual de ocorrência das variáveis que influenciaram o IVA, quando classificado nas categorias Regular, Ruim ou Péssima.

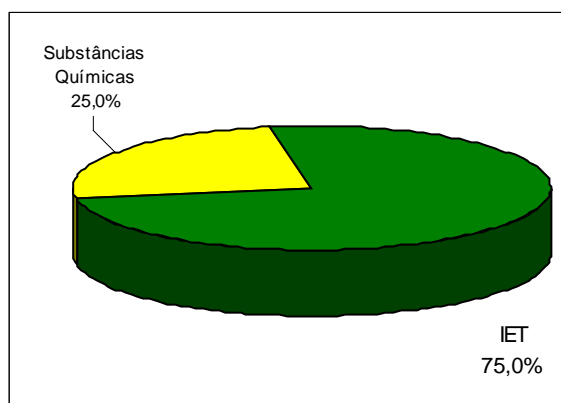


Figura 21.2 - Gráfico do percentual de ocorrência das variáveis que influenciaram o IVA, quando classificado nas categorias Regular, Ruim ou Péssima.

COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA

As análises da comunidade fitoplanctônica foram realizadas em um ponto do Reservatório do Arrependido em dois meses, maio e novembro.

Os resultados obtidos por meio do índice da comunidade fitoplanctônica revelaram que o reservatório apresentou um diagnóstico Ótimo no mês de maio e Bom no mês de novembro. Este diagnóstico é semelhante ao obtido com os dados do ano anterior (tabela 21.10).

Tabela 21.10 – Diagnóstico da comunidade fitoplanctônica

CÓDIGO DO PONTO	CORPO D'ÁGUA	MAIO	NOV	MÉDIA
ARPE02800	Res. Arrependido			

QUALIDADE: Ruim Regular Boa Ótima

A qualidade Boa e Ótima está relacionada com a boa distribuição entre os grupos. Os gêneros dominantes foram *Monoraphidium*, pertencente ao grupo das clorofíceas, e *Fragilaria*, pertencente ao grupo das diatomáceas. O grupo dos flagelados também esteve representado pelos gêneros *Trachelomonas*, *Euglena* entre outros (figura 21.3). É importante registrar que houve presença, em baixas concentrações, do gênero *Microcystis* considerado pela literatura como potencialmente tóxico e o gênero *Pseudanabaena*.

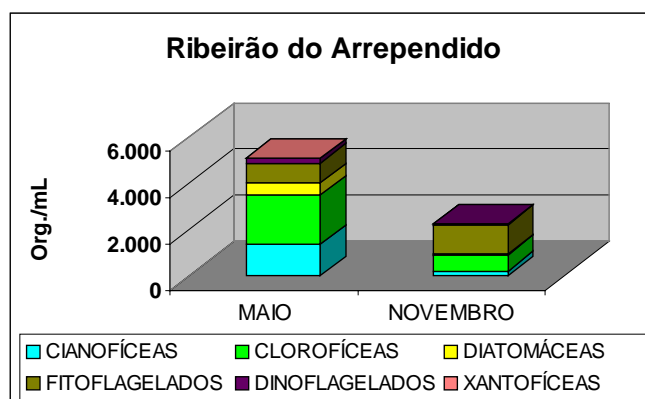


Figura 21.3 – Densidade dos principais grupos fitoplanctônicos.

▫ COMUNIDADE BENTÔNICA

A comunidade bentônica foi avaliada em apenas uma localidade, no Rio do Peixe (PEIX02100). A tabela 21.11 indica o diagnóstico obtido.

Tabela 21.11 – Diagnóstico da comunidade bentônica.

	CÓDIGO DO PONTO
	PEIX 02100
ICB _{RIO}	

QUALIDADE: ■ Péssima ■ Ruim ■ Regular ■ Boa ■ Ótima

A comunidade bentônica do Rio do Peixe foi muito pobre, tanto em riqueza ($S = 4$) quanto em densidade (182 ind./m²). Como não houve dominância, para a diversidade foi obtido valor indicativo de qualidade Regular (ICS = 3,41). Não ocorreram formas sensíveis na biota e a abundância relativa de organismos considerados tolerantes foi mediana (T/DT = 54%)(Fig. 24), tendo sido Ruim o diagnóstico para a qualidade desse habitat.(figura 21.4)

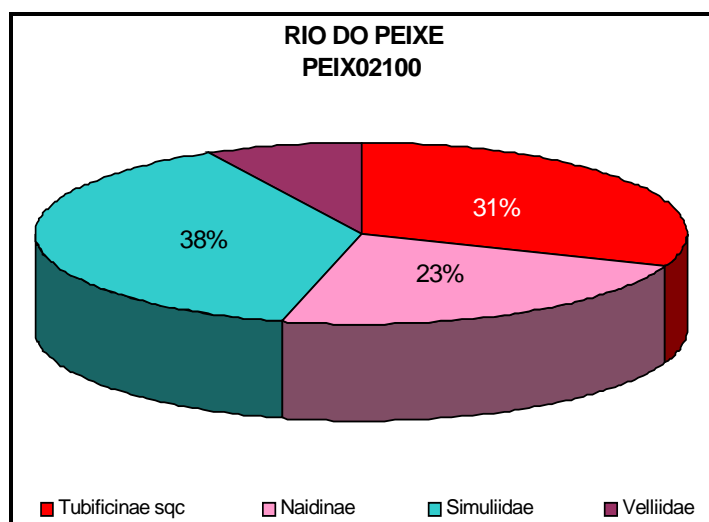


Figura 21.4 – Estrutura da comunidade bentônica do rio do Peixe (PEIX 02100).

A condutividade foi muito elevada (219 μ S/cm), assim como a concentração de coliformes ($1,9 \times 10^4$ NMP/100mL), indicando presença de contribuição externa apesar dos dados de clorofila *a* (2 μ g/L) e fósforo total (0,13 mg/L) não apontarem eutrofização.

Se o problema desse ponto fosse apenas esgoto doméstico, o bentos teria exibido densidades mais elevadas, já que esse tipo de impacto restringe a composição para formas tolerantes que, ao se depararem com alta oferta de alimento tendem a aumentar suas populações. Desta forma, o diagnóstico indicativo de qualidade Ruim provavelmente relaciona-se com estresse físico promovido ou pela presença de portos de areia ao longo do rio ou pelo mau estado de conservação da mata ciliar, já que não houve indícios da presença de contaminantes.

9.21.4 Qualidade dos sedimentos

A caracterização granulométrica dos sedimentos do Rio do Peixe mostrou uma predominância da fração areia frente aos finos, indicando ser um compartimento com baixa capacidade de associação com metais pesados e compostos orgânicos. Os valores de resíduo volátil (0,22%) e de umidade (21,4%) confirmam esse diagnóstico, além de atribuir a esse sedimento uma elevada fração mineral em sua constituição.























Com relação à contaminação desses sedimentos, somente foi verificada a presença de cobre, em concentração que representa acumulação por esta substância, mas em níveis que não causam preocupação à biota aquática (tabela 21.12).

Tabela 21.12 – Resultados obtidos relativos às variáveis utilizadas para avaliação da qualidade de sedimentos.

Código do ponto	Corpo de água	Substância química	Mutagenicidade Teste de AMES	Toxicidade <i>Hyalella azteca</i>	Deformidade	ICB
PEIX 02010	Rio do Peixe	Cu			nr	

LEGENDA:

	Ótima	Bom	Regular	Ruim	Péssima
Química					
Mutagenicidade					
Toxicidade					
Deformidade					
ICB					

nr = não realizado

A não ocorrência de contaminantes em níveis preocupantes ou compostos orgânicos mutagênicos e a não observação de efeitos tóxicos para *Hyalella azteca* (tabela 21.2), reforçam a hipótese de que as alterações observadas na comunidade provavelmente relacionam-se com estresse físico (ver discussão de qualidade da água – proteção da vida aquática).

9.21.5 Considerações e Recomendações

Na bacia do Rio do Peixe, faz-se necessárias medidas de saneamento básico, uma vez que suas águas acusaram o recebimento de esgotos domésticos sem tratamento.

Os baixos valores do IAP observados nos mananciais do Peixe estão associados com o potencial de formação de THMs, sugerindo às empresas de saneamento atenção especial no processo de tratamento de água bruta, bem como adotar medidas de proteção dos mananciais. Por outro lado, as águas do Reservatório do Arrependido mantiveram a qualidade boa do ponto de vista químico e biológico, tornando-se essencial a integração das entidades públicas no sentido de proteger esse manancial.

9.22 UGRHI 22 – Pontal do Paranapanema

9.22.1 Características da UGRHI

A Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos 22 é composta por 21 municípios, conforme descrição presente na tabela 22.1.

Tabela 22.1 – Características da UGRHI 22

Área de drenagem	12.493 km².
Constituintes principais	Rio Santo Anastácio, Rio Paranapanema e seus afluentes, desde a UHE de Capivara até a foz no Rio Paraná.
Usos do solo	Predomínio da pecuária extensiva com extensas áreas de pastagens e cultura de cana de açúcar. Incidência de Unidade de Conservação.
Usos da água	Abastecimento público e industrial; Recepção de efluentes domésticos e industriais e Irrigação de plantações.
Principais atividades	Usinas de açúcar e álcool, frigoríficos e abatedouros.

A carga orgânica de origem doméstica esta descrita na tabela 22.2.

Tabela 22.2 – Carga orgânica poluidora – doméstica.

Município	Concessão	População Censo 2000		Atendimento (%)		Carga Poluidora		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	86	100	347	108	Solo
Iepê	PM	7.258	5.959	95	100	322	77	Rib. dos Patos
Marabá Paulista	Sabesp	3.693	2.048	24	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 e Laranja Doce
Narandiba	Sabesp	3.741	2.281	93	100	123	32	Cór. da Onça
Pirapozinho	Sabesp	22.101	20.712	92	100	1118	295	Rib. Pirapozinho
Presidente Bernardes	Sabesp	14.640	10.152	93	100	548	140	Cór. Barro Preto e Cór. Guaruaia
Presidente Epitácio	Sabesp	39.274	36.331	82	100	1962	675	Rio Paraná
Presidente Prudente	Sabesp	189.104	185.150	98	80	9998	3727	Rio Mandaguari e 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	Cór. 7 de Setembro
Taciba	Sabesp	5.219	4.241	98	100	229	49	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
TOTAL GERAL		452.131	388.785	92	78	20.994	8.613	

Na tabela 22.3 está a descrição dos pontos de amostragem.

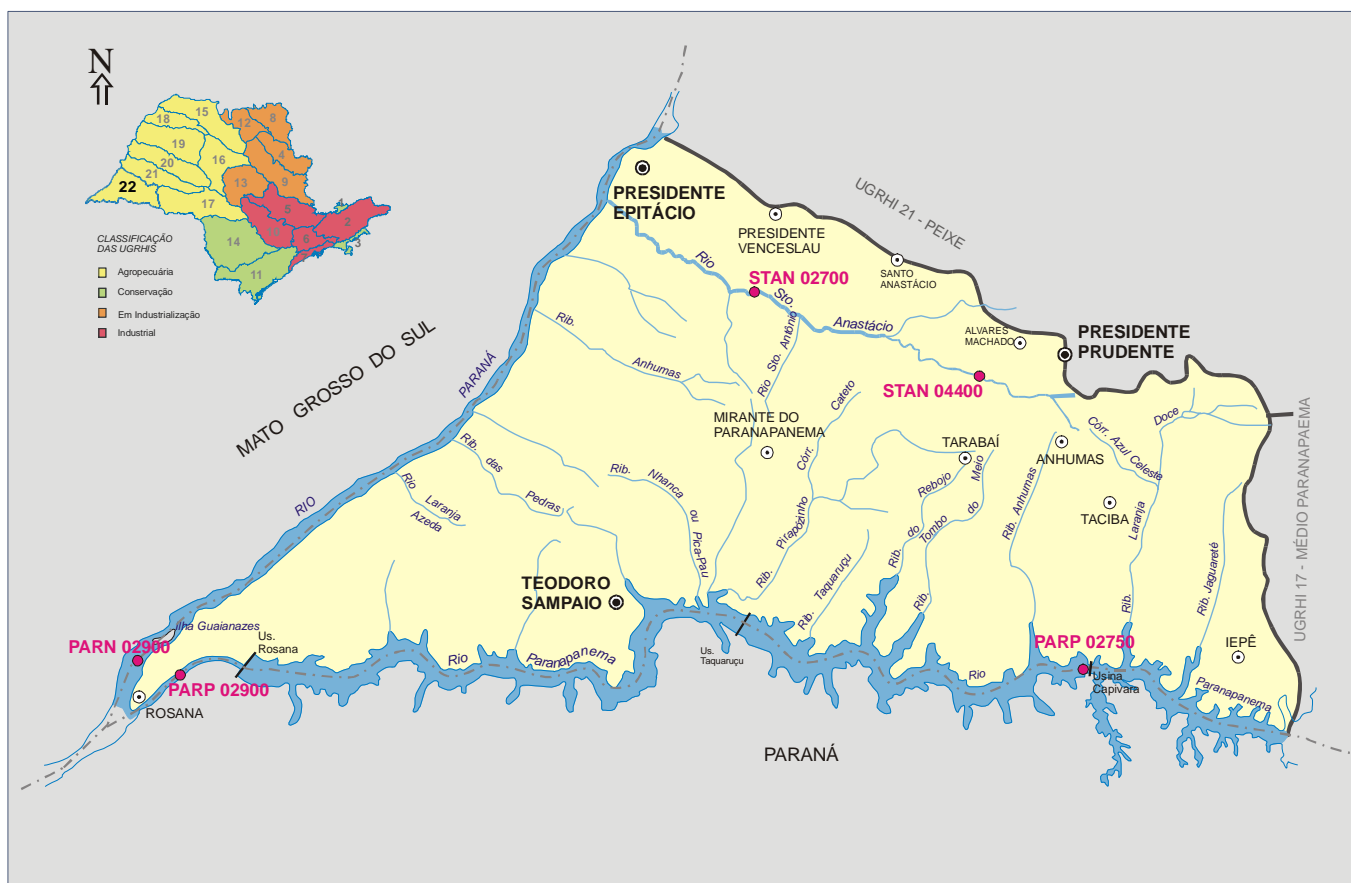
Tabela 22.3 – Descrição dos Pontos de Amostragem.

Código do Ponto	Latitude	Longitude	Projetos	Descrição	Local
PARN02900	22 28 36	52 57 26	RB	Rio Paraná	Na barragem do reservatório de Porto Primavera.
PARP02750	22 39 40	51 23 18	RB	Rio Paranapanema	800m a juntante da barragem de Capivara.
PARP02900	22 35 50	52 52 28	RB	Rio Paranapanema	A jusante da barragem da Usina de Rosana, na rodovia SP-613.
STAN02400	22 09 02	51 34 36	RB	Rio Santo Anastácio	Ponte sobre o Rio Sto. Anastácio, na divisa do bairro do Cruzeiro com o bairro Boa Esperança.
STAN02700	22 01 25	51 53 27	RB	Rio Santo Anastácio	Ponte na rodovia que liga Presidente Venceslau a Teodoro Sampaio, SP 563.

RB = Rede Básica de Monitoramento

A figura 22.1 apresenta o mapa esquemático desta UGRHI contendo os seus principais corpos de água e municípios, bem como a localização dos pontos de amostragem.





LEGENDA:

- PRINCIPAIS CIDADES
 ○ SEDE MUNICIPAL
 — LIMITE DE UGRHI
 - - - LIMITE INTERESTADUAL
 — CURSO D'ÁGUA
 ● TIPOS DE MONITORAMENTO:
 ● REDE MONITORAMENTO - ÁGUA

UGRHI 22 - PONTAL DO PARANAPANEMA

Figura 22.1 - Mapa esquemático contendo os principais corpos de água, municípios e a localização dos pontos de amostragem.

9.22.2 Resultados de variáveis de qualidade das águas

A tabela 22.4 traz a comparação da média de 2004 com a dos últimos dez anos para as principais variáveis sanitárias.

Tabela 22.4 – Médias das principais variáveis sanitárias

Código do ponto	Condutividade		Turbidez		COD		PFTHM		Nitrato		Nitrog. Amon.		OD		DBO _(5,20)		FT		Coliforme Termot.		Clorofila a	
	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004	Média 1994-2003	Média 2004
PARN02900	47	49	7	4					0,24	0,31	0,07	0,04	7,4	8,0	3	2	0,036	0,037	5	8		
PARP02750	55	59	14	9					0,23	0,32	0,08	0,03	7,5	7,3	3	2	0,029	0,019	50	11	1,58	3,21
PARP02900	54	56	13	5					0,28	0,31	0,08	0,03	8,0	7,8	3	2	0,027	0,036	7	3		
STAN02400		1372		59						0,42		23,95		0,1		84		8,509		257,036		
STAN02700	158	303	171	60					0,40	0,47	1,68	4,22	6,4	6,1	11	10	0,213	0,194	20,726	1,482		

Observação: os dados brutos destas e das demais variáveis de qualidade das águas constam nas tabelas do Anexo 2.

A tabela 22.5 mostra a comparação das porcentagens de resultados não conformes de 2004 em relação aos padrões de qualidade estabelecidos pela Resolução CONAMA 20/86, bem como a comparação com as porcentagens de não conformidade dos últimos dez anos para pH e metais.

Tabela 22.5 – Resultados não conformes para pH e metais

Código do ponto	pH				Alumínio				Manganês				Níquel				Cobre				Zinco				Mercúrio			
	NC 2004	NT 2004	%NC 2004	%NC 1994-2003	NC 2004	NT 2004	%NC 2004	%NC 1994-2003	NC 2004	NT 2004	%NC 2004	%NC 1994-2003	NC 2004	NT 2004	%NC 2004	%NC 1994-2003	NC 2004	NT 2004	%NC 2004	%NC 1994-2003	NC 2004	NT 2004	%NC 2004	%NC 1994-2003	NC 2004	NT 2004	%NC 2004	%NC 1994-2003
PARN02900	0	6	0	0	4	6	67	62	0	6	0	0	0	2	0	8	0	2	0	4	0	2	0	0	0	2	0	25
PARP02750	0	6	0	0	6	6	100	94	0	6	0	0	0	2	0	0	0	2	0	4	0	2	0	0	0	2	0	7
PARP02900	0	6	0	0	6	6	100	81	1	6	17	3	0	2	0	0	0	2	0	8	0	2	0	0	0	2	0	8
STAN02400	0	6	0	0	6	6	100	5	6	83	0	0	0	2	0	0	0	2	0	0	2	0	0	0	0	2	0	0
STAN02700	0	6	0	0	6	6	100	97	5	6	83	77	1	2	50	21	0	2	0	19	0	2	0	5	0	2	0	6

NC: Número de Resultados Não Conformes

NT: Número Total de Resultados Considerados

Observação: os dados brutos destas e das demais variáveis de qualidade das águas constam nas tabelas do Anexo 2.

9.22.3 Qualidade das águas

9.22.3.1 ABASTECIMENTO PÚBLICO

As tabelas 22.6 e 22.7 contêm os resultados do IAP – Índice de qualidade das águas para fins de abastecimento público e do IQA – Índice de qualidade das águas, cujos dados são utilizados no cálculo do IAP, respectivamente.

Tabela 22.6 – Resultados mensais e média anual do IAP – 2004

CÓDIGO DO PONTO	CORPO D'ÁGUA	JAN	FEV	MAR	ABR	MAIO	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA
PARN02900	Rio Paraná		89		77		89		82		88		90	86
PARP02750	Rio Paranapanema		80		83		80		87		80		81	82
PARP02900	Rio Paranapanema		89		91		86		80		87		91	87
STAN02400	Rio Santo Anastácio		9		8		17		12		12		13	12
STAN02700	Rio Santo Anastácio		44		53		46		50		33		42	45

QUALIDADE: PÉSSIMA RUIM REGULAR BOA ÓTIMA

Tabela 22.7 – Resultados mensais e média anual do IQA – 2004

CÓDIGO DO PONTO	CORPO D'ÁGUA	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA
PARN02900	Rio Paraná		89		77		90		82		88		90	86
PARP02750	Rio Paranapanema		81		84		88		90		83		84	85
PARP02900	Rio Paranapanema		89		91		89		82		90		91	89
STAN02400	Rio Santo Anastácio		13		9		20		15		17		15	15
STAN02700	Rio Santo Anastácio		52		65		56		56		44		55	55

QUALIDADE: PÉSSIMA RUIM REGULAR BOA ÓTIMA

Os Rios Paraná e Paranapanema mostraram, respectivamente, qualidade Ótima e Boa, de acordo com o IAP. Por outro lado, o Rio Santo Anastácio apresentou um IAP médio variando de Péssimo a Regular, cuja classificação foi influenciado pelas variáveis sanitárias (coliformes termotolerantes, nitrogênio amoniacal, fósforo total e oxigênio dissolvido), metais e sólidos totais.



9.22.3.2 PROTEÇÃO DA VIDA AQUÁTICA

As tabelas 22.8 e 22.9 contêm, respectivamente, os resultados do IVA – Índice de qualidade das águas para proteção da vida aquática e do IET – Índice de estado trófico, cujos dados são utilizados para o cálculo do IVA, respectivamente.

Tabela 22.8 – Resultados mensais e média anual do IVA – 2004

CÓDIGO DO PONTO	CORPO D'ÁGUA	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA
PARN02900	Rio Paraná		2,2		3,4		2,2		4,2		2,2			2,8
PARP02750	Rio Paranapanema		2,2		2,2		2,2		4,4		3,4		3,4	3,0
PARP02900	Rio Paranapanema		2,2		3,4		2,2		4,2		2,2			2,8
STAN02400	Rio Santo Anastácio		11,2		7,6		7,6		7,6		7,6		7,6	8,2
STAN02700	Rio Santo Anastácio		4,2		4,2		5,2		5,2		6,4		4,2	4,9

QUALIDADE: PÉSSIMA RUIM REGULAR BOA ÓTIMA

Tabela 22.9 – Resultados mensais e média anual do IET – 2004

CÓDIGO DO PONTO	CORPO D'ÁGUA	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA
PARN02900	Rio Paraná		32,57		37,60		37,60		67,70		39,94		39,94	42,56
PARP02750*	Rio Paranapanema		40,13		26,72		32,57		44,71		39,94		39,94	39,82
PARP02900	Rio Paranapanema		32,57		32,57				40,65		39,94		39,94	37,14
STAN02400	Rio Sto. Anastácio		151,01		100,50		96,31		109,60		84,54		103,95	107,65
STAN02700	Rio Sto. Anastácio		68,82		67,70		74,47		76,27		76,38		69,94	72,26

PTO * : Pontos para os quais o IET foi calculado com base nos resultados de clorofila e fósforo total (apenas para meses com borda destacada).

ESTADO: HIPEREUTRÓFICO EUTRÓFICO MESOTRÓFICO OLIGOTRÓFICO

Com relação aos Rios Paranapanema e Paraná, o índice de estado trófico em suas médias anuais indicou ambientes oligotrófico, embora no mês de agosto tenha apresentado estado eutrófico para o ponto PARN02900 (Rio Paraná) e mesotrófico para o PARP02750 (Rio Paranapanema).

Quanto ao ponto STAN02400, em todos os meses, as concentrações de fósforo total foram elevadas, caracterizando este ponto como hipereutrófico, ocorrendo em janeiro 44.1 mgP/L. Com oxigênio dissolvido praticamente igual a zero durante todas as análises e elevadas concentrações de coliformes termotolerantes. Para o ponto STAN02700, situado à jusante da cidade de Presidente Prudente, os níveis eutrófico/hipereutrófico indicaram alta concentração de fósforo total, devido ao aporte de esgoto, conforme indicam as altas quantidades de coliformes termotolerantes, superiores ao limite estabelecido pela legislação (CONAMA 20/96) para a classe 2.

Vale mencionar a toxicidade aguda à *Ceriodaphnia dubia* detectada no ponto STAN 02400 nas duas amostragens realizadas durante este ano (em fevereiro e agosto). Além desse ponto verificou-se efeito tóxico crônico nos pontos PARP 02750 (agosto, outubro e dezembro), PARN 02900 (abril) e PARP 02900 (abril).

Na figura 22.2 é apresentado o gráfico do percentual de ocorrência das variáveis que influenciaram o IVA, da UGRHI 22, quando classificado nas categorias Regular, Ruim ou Péssima.

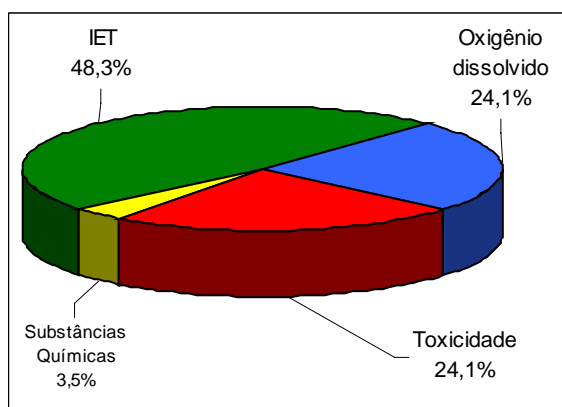


Figura 22.2 - Gráfico do percentual de ocorrência das variáveis que influenciaram o IVA, da UGRHI 22, quando classificado nas categorias Regular, Ruim ou Péssima

9.22.4 Considerações e Recomendações

Na bacia do Rio Santo Anastácio, os lançamentos domésticos, bem como os lançamentos dos frigoríficos e curtumes, devem ser os principais motivos da degradação da qualidade das águas. De modo a minimizar os impactos nos corpos receptores, recomenda-se uma melhor avaliação do desempenho das estações de tratamento das fontes acima citadas. .

10 Síntese das informações de qualidade das águas no Estado de São Paulo

10.1 IAP e IVA

As tabelas 18 e 19 apresentam a distribuição percentual dos índices de qualidade dos corpos d'água do Estado de São Paulo, agrupados segundo as Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos – UGRHI. Esses percentuais, obtidos ao longo do ano de 2004, referem-se à qualidade da água bruta para fins de abastecimento público – IAP e à proteção da vida aquática – IVA, respectivamente. Ressalte-se que os referidos percentuais foram obtidos em função do número de pontos monitorados, que variam de acordo com a UGRHI avaliada.

O conjunto dos corpos d'água que fornece água bruta para fins de abastecimento público apresentou uma predominância de qualidade Boa e Regular, de acordo com a classificação adotada.

Embora as classes Ruim e Péssima tenham totalizado 32% do total dos pontos monitorados, que é uma percentagem que pode e deve ser melhorada, a condição Péssima foi encontrada apenas em alguns dos corpos d'água localizados nas UGRHIs 5 (Jundiaí/Capivari/Piracicaba), 6 (Alto Tietê), 7 (Baixada Santista) e 15 (Turvo/Grande). Essa ocorrência pode ser creditada à significativa concentração urbana e industrial existente nessas unidades, que contém, à exceção da UGRHI 15, todas as regiões metropolitanas existentes no Estado, que estão entre as maiores do país. Nas demais UGRHIs, houve um predomínio das condições Boa e Ótima para os corpos d'água monitorados.

A Figura 12 demonstra, para os corpos d'água monitorados no Estado de São Paulo, os percentuais de ocorrência dos grupos de variáveis que influenciaram no IAP, quando classificado nas categorias Regular, Ruim ou Péssima.

Tabela 18 - Distribuição percentual do IAP – Índice de qualidade de água para fins de abastecimento público

N.º da UGRHI	DESCRIÇÃO DA UGRHI	QUALIDADE (%)				
		ÓTIMA	BOA	REGULAR	RUIM	PÉSSIMA
1	MANTIQUEIRA			100		
2	PARAIBA DO SUL	7	27	53	13	
3	LITORAL NORTE		86	14		
4	PARDO		50	50		
5	PIRACICABA/CAPIVARI/JUNDIAI		9	27	55	9
6	ALTO TIÊTE	5	27	15	18	35
7	BAIXADA SANTISTA		33	50	17	
8	SAPUCAI/GRANDE		50	50		
9	MOGI GUAÇU		25	50	25	
10	SOROCABA/MEDIO TIETE	15	21	21	43	
11	RIBEIRA DE IGUAPE/LITORAL SUL		83	17		
12	BAIXO PARDO/GRANDE			100		
13	TIETE/JACARÉ		50	50		
14	ALTO PARANAPANEMA		60	40		
15	TURVO/GRANDE		43	14	14	29
16	TIETE/BATALHA	50	50			
17	MEDIO PARANAPANEMA		50	50		
18	SAO JOSE DOS DOURADOS		100			
19	BAIXO TIÊTE	50	50			
20	AGUAPEI			100		
21	PEIXE				100	
22	PONTAL DO PARANAPANEMA	60		20		20
Estado de São Paulo		7	32	29	20	12

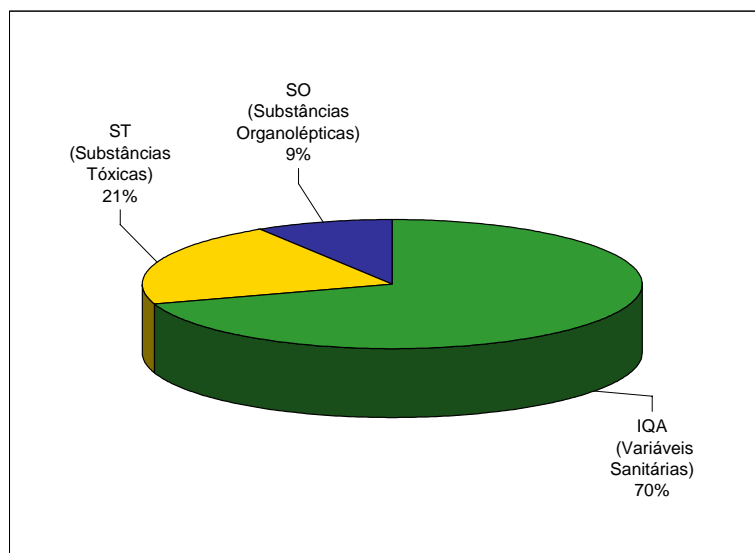


Figura 12 - Percentuais de Ocorrência dos Grupos de Variáveis Sanitárias, Organolépticas e Tóxicas

As faixas de qualidade com vistas a proteção da vida aquática - Ótima, Boa e Regular - totalizaram um percentual igual a 56. Também constatou-se um percentual elevado para a classe Ruim, registrando-se tal condição em 33% dos pontos avaliados no Estado de São Paulo.

Da mesma forma que o IAP, também registrou-se as piores condições de qualidade para a proteção da vida aquática nas UGRHIs mais densamente urbanizadas e industrializadas.

A figura 13 apresenta, para os corpos d'água monitorados do Estado de São Paulo, os percentuais de ocorrência das variáveis que influenciaram no IVA, quando classificado nas categorias Regular, Ruim ou Péssima.

Tabela 19 - Distribuição percentual do IVA – Índice de qualidade de água para proteção da vida aquática

N.º da UGRHI	DESCRIÇÃO DA UGRHI	QUALIDADE (%)				
		ÓTIMA	BOA	REGULAR	RUIM	PÉSSIMA
1	MANTIQUEIRA			100		
2	PARAIBA DO SUL		27	46	27	
3	LITORAL NORTE		57	43		
4	PARDO			100		
5	PIRACICABA/CAPIVARI/JUNDIAI		17	25	37	21
6	ALTO TIÊTE	3	3	35	45	14
7	BAIXADA SANTISTA			40	60	
8	SAPUCAI/GRANDE		33	34	33	
9	MOGI GUAÇU			15	62	23
10	SOROCABA/MEDIO TIETE		7	29	29	35
11	RIBEIRA DE IGUAPE/LITORAL SUL			50	50	
12	BAIXO PARDO/GRANDE		100			
13	TIETE/JACARÉ			100		
14	ALTO PARANAPANEMA	20		60		20
15	TURVO/GRANDE			17	66	17
16	TIETE/BATALHA		33	67		
17	MEDIO PARANAPANEMA	67		33		
18	SAO JOSE DOS DOURADOS			100		
19	BAIXO TIÊTE	14	43	29	14	
20	AGUAPEI		20	60	20	
21	PEIXE	67			33	
22	PONTAL DO PARANAPANEMA		60		20	20
Estado de São Paulo		4	15	37	33	11

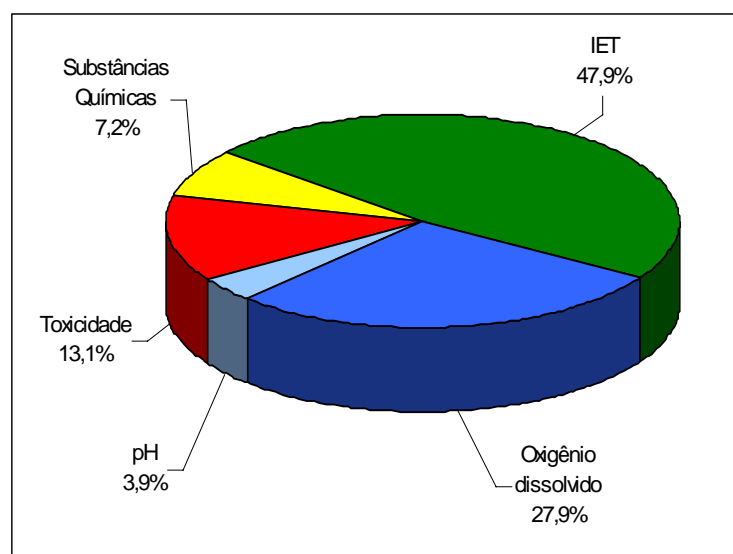


Figura 13 - Percentuais de ocorrência dos grupos de variáveis para o IVA

Verifica-se que o estado trófico e o oxigênio dissolvido foram os principais indicadores que afetaram negativamente o cálculo do IVA para o Estado de São Paulo. Ambos indicadores estão intimamente associados ao lançamento de esgotos domésticos sem tratamento adequado nos corpos d'água.

No final deste capítulo, são apresentados tanto os mapas esquemáticos dos níveis atuais de qualidade (2004) dos rios e reservatórios monitorados no Estado de São Paulo, com vistas ao abastecimento público (IAP) e a proteção da vida aquática (IVA) quanto os mapas esquemáticos dos níveis atuais da qualidade química, toxicológica e da comunidade bentônica dos sedimentos do Estado, assim como das qualificações anuais das praias dos Reservatórios Billings, Guarapiranga e Ituaparanga e dos lagos que compõe o Sistema Cantareira.

10.2 Qualidade das águas brutas captadas para abastecimento público monitoradas pela CETESB

A tabela 20 apresenta os pontos monitorados pela CETESB que são coincidentes com locais de captação de água utilizada para abastecimento público. Os índices obtidos referem-se a qualidade da água bruta (IAP médio anual) e a quantidade de água captada em litros por segundo.

A figura 14 apresenta a evolução da distribuição do IAP nos pontos da rede de monitoramento coincidentes com captações utilizadas para abastecimento, para o período de 2002 a 2004.

Tabela 20 – Vazão e qualidade da água bruta captada

UGRH	Código do Ponto	Manancial	Sistema	Município	Captação Média Anual 2004 (L/s)	IAP médio
2	JAGJ 00200	Res. do Jaguari	NOVACOM	Santa Isabel	53,7	66
	PARB 02050	Rio Paraíba	SAAE	Santa Branca	90,0	60
	PARB 02200	Rio Paraíba	SAAE - Jacareí	Jacareí	516,1	42
	PARB 02310	Rio Paraíba	SABESP	São José dos	1202,1	34
	PARB 02490	Rio Paraíba	SABESP	Tremembé	desativada	43
	PARB 02530	Rio Paraíba	DAE	Pindamonhangaba	430,0	52
3	PARB 02600	Rio Paraíba	SAAE - Aparecida	Aparecida	172,7	32
	CARO 02800	Rio Claro	SABESP	Caragatatuba	420,1	56
	GRAN 02400	Rio Grande	SABESP	Ubatuba	226,7	72
	SAFO 00300	Rio São Francisco	SABESP	São Sebastião	31,1	71
5	TOCA 02900	Córrego da Toca	SABESP	Ilha Bela	10,0	66
	ATIB 02010	Rio Atibaia	SAAE - Atibaia	Atibaia	465,6	45
	ATIB 02030	Rio Atibaia	SABESP	Itatiba	300,0	NC
	ATIB 02035	Rio Atibaia	DAEV	Valinhos	165,0	NC
	ATIB 02065	Rio Atibaia	SANASA	Campinas	3201,5	37
	ATIB 02800	Rio Atibaia	DAE	Sumaré	408,1	NC
	CMDC 02300	Rio Camanducaia	DAE	Amparo	160,0	NC
	CPIV 02130	Rio Capivari	SANASA	Campinas	187,4	28
	CRUM 02500	Rio Corumbataí	SAE - Piracicaba	Piracicaba	1390,8	30
	IRIS 02100	Rio Pirai	SABESP	Cabreuva	219,0	NC
	IRIS 02900	Res. do Ribeirão Pirai	SAAE - Indaiatuba	Indaiatuba / Salto	123,7	63
	JAGR 00010	Rio Jaguari	SABESP	Bragança Paulista	423,3	NC
	JAGR 02200	Rio Jaguari	SABESP	Pedreira	130,8	NC
	JAGR 02300	Rio Jaguari	Águas de Limeira	Limeira	591,9	NC
	JAGR 02500	Rio Jaguari	SABESP	Hortolândia	459,0	43
	JAGR 02800	Rio Jaguari	DAE - Paulínia	Paulínia	221,8	45
	JUMI 00800	Rib. Jundiá Mirim	DAE	Jundiá	1300,0	NC
	JUNA 02010	Rio Jundiá	DAE	Campo Limpo Paulista	400,0	NC
	PCAB 02100	Rio Piracicaba	DAE - Americana	Americana	795,6	37
	PCAB 02220	Rio Piracicaba	SEMAE de Piracicaba	Piracicaba	1390,8	9
	PIAL 02900	Ribeirão Pinhal	Cap. Rio Jaguari	Limeira	574,9	NC
6	BITQ 00100	Res. Billings	SABESP	São Paulo	4000,0	37
	COGR 00900	Res. das Graças	SABESP	Cotia	987,5	37
	COTI 03900	Rio Cotia	SABESP	Carapicuíba	887,5	17
	CRIS 03400	Rib. dos Cristais	SABESP	Cajamar	105,9	31
	GUAR 00900	Res. Guarapiranga	SABESP	São Paulo	13755,8	46
	JNDI 00500	Res. Jundiá	SABESP	Mogi das Cruzes	5392,5	62
	JQUJ 00900	Res. do Juqueri	SABESP	Mairiporã	29916,7	72
	PEBA 00900	Res. Taiaçupeba	SABESP	Suzano	9462,5	NC
	RGDE 02900	Res. Rio Grande	SABESP	S. B. do Campo	4733,3	77
	TGDE 00900	Res. Tanque Grande	SAEE - Guarulhos	Guarulhos	92,4	77
7	TIET 02090	Rio Tietê	SEMAE	Mogi das Cruzes	651,2	40
	CAMO 00900	Res. Capivari Monos	SABESP	Mogi Guaçu	1141,7	28
	CFUG 02900	Canal de Fuga II	SABESP	Cubatão	116,8	67
9	CUBA 02700	Rio Cubatão	SABESP	Cubatão	3645,0	51
	MOGU 02150	Rio Mogi Guaçu	SAMAE	Mogi Guaçu	524,2	NC
10	SOIT 02900	Res. de Itupararanga	SAEE - Votorantim	Votorantim	395,0	82
	SORO 02700	Rio Sorocaba	SAAE - Cerquilho	Cerquilho	91,5	42
13	LENS 02500	Rio Lençóis	SAE	Lençóis Paulista	150,6	NC
15	RPRE 02200	Res. Rio Preto	SEMAI	S. J. do Rio Preto	383,9	53
16	BATA 02050	Rio Batalha	DAE	Bauru	481,3	NC
17	PADO 02500	Rio Pardo	SABESP	Santa Cruz do Rio	65,0	NC
	PADO 02600	Rio Pardo	SAE - Ourinhos	Ourinhos	336,6	45
19	BAGU 02700	Rib. Baguaçu	DAEA	Araçatuba	532,3	NC
	LAGE 02500	Rib. Lageado	DAE	Penápolis	265,0	NC
	XOTE 02500	Córrego do Baixote	SAEB	Birigui	272,1	NC
20	CASC 02050	Res. Cascata	DAE	Marília	97,2	NC
21	ARPE 02800	Res. do Arrependido	DAE	Marília	486,0	NC
	PEIX 02100	Rio do Peixe	DAEM	Marília		27

NC: Não calculado

QUALIDADE: PÉSSIMA

RUIM

REGULAR

BOA

ÓTIMA



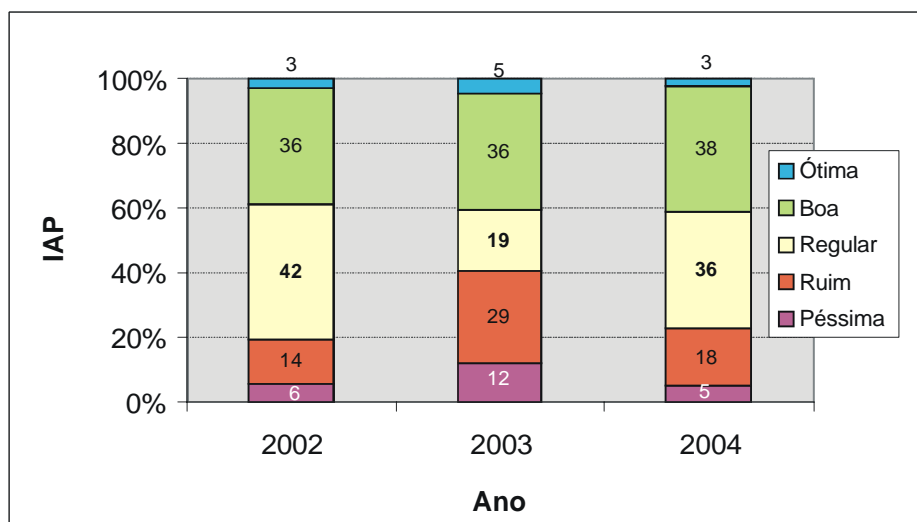


Figura - Evolução da distribuição do IAP em captações.

10.3 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). No caso do Índice de Estado Trófico (IET) aplicado neste relatório, 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 também 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 (FT) e clorofila *a* (CL) em 56 pontos de amostragem. Estes estão distribuídos entre 18 rios e 19 reservatórios do Estado de São Paulo. Para cada ponto apresentado na Tabela de Índices, o Índice de Estado Trófico (IET) foi calculado a partir da média dos índices anuais, calculados separadamente, para as concentrações de clorofila *a* e fósforo total.

As médias anuais dos índices de fósforo total e de clorofila *a* também são apresentadas separadamente, com o objetivo de se comparar as cargas potenciais existentes no sistema e as assimiladas, respectivamente. Na tabela 21 são apresentados os resultados do grau de limitação do processo da eutrofização dos corpos de água da Rede de Monitoramento da CETESB. No item de Metodologias estão detalhados os cálculos do IET, bem como as explicações da aplicação do conceito de grau de limitação.

Tabela 21 - Índices de Estado Trófico

UGRHI	Código do Ponto	Corpo d' Água	IET			Grau de Limitação
			Clorofila a	Fósf. Total	Média	
2	JAGJ00200	Res.do Jaguari	27,08	45,23	36,15	A
	PARB02050	Rio Paraíba - captação de Santa Branca	17,44	37,87	27,65	N
	PARB02200	Rio Paraíba - captação Jacareí	17,98	42,19	30,08	N
	PARB02310	Rio Paraíba - captação S.J. dos Campos	26,59	58,60	42,59	A
	PARB02490	Rio Paraíba - captação Tremembé	19,98	54,32	37,15	A
	PARB02530	Rio Paraíba - captação de Pindamonhangaba	22,89	60,16	41,53	A
	PARB02600	Rio Paraíba - captação Aparecida	21,44	65,67	43,55	A
	SANT00100	Res. Santa Branca	35,94	31,61	33,77	N
4	PARD02100	Rio Pardo	29,90	53,82	41,86	A
5	CPIV02130	Rio Capivari - captação Campinas	35,41	54,76	45,08	A
	IRIS02900	Res.do Ribeirão Pirai - captação Salto e Indaiatuba	26,19	78,41	52,30	A
	ATIB02010	Rio Atibaia - captação Atibaia	34,28	56,26	45,27	A
	ATIB02065	Rio Atibaia - captação Campinas	32,47	76,80	54,63	A
	CRUM02500	Rio Corumbataí - captação Piracicaba	27,32	73,02	50,17	A
	JAGR02500	Rio Jaguari - captação Paulínia e Hortolândia	8,94	62,67	35,81	A
	JAGR02800	Rio Jaguari - captação Limeira	20,47	59,59	40,03	A
	PCAB02100	Rio Piracicaba - captação Americana	37,29	61,56	49,42	A
	PCAB02220	Rio Piracicaba - captação Piracicaba	42,44	78,92	60,68	A
6	PCBP02500	Res. Barra Bonita	47,02	63,47	55,24	A
	BILL02100	Res. Billings - Corpo Central - Bororé	68,88	60,58	64,73	N
	BILL02500	Res. Billings - Ponte da Rod. dos Imigrantes	67,57	55,11	61,34	N
	BITQ00100	Res. Billings - Br. do Taquac. - Transposição	68,96	59,79	64,37	N
	RGDE02900	Res.do Rio Grande - captação da SABESP	52,50	49,95	51,22	N
	GUAR00100	Res. Guarapiranga	59,31	69,21	64,26	N
	GUAR00900	Res. Guarapiranga - captação da SABESP	61,20	53,77	57,49	B
	COGR00900	Res. das Graças - captação de Cotia Alto	51,64	54,17	52,91	A
	COTI03900	Rio Cotia - captação de Cotia Baixo	28,61	83,26	55,93	A
	JNDI00500	Res. do Jundiá	59,06	49,79	54,42	B
	PEBA00900	Res. Taiaçupeba - captação	60,22	48,40	54,31	B
	CRIS03400	Ribeirão dos Cristais - captação Cajamar	35,82	57,97	46,89	A
	JQUJ00900	Res. do Juquerí	44,48	50,55	47,52	N
	TGDE00900	Res. Tanque Grande	30,26	44,62	37,44	A
7	TJET02090	Rio Tietê - Captação Mogi das Cruzes	35,59	58,51	47,05	A
	CAMO00900	Res. Capivari - Monos	34,32	46,89	40,61	A
	CFUG02900	Canal de Fuga 2	62,91	42,81	52,86	B
8	GRDE02300	Rio Grande	28,13	41,04	34,59	N
9	MOGU02300	Rio Mogi-Guaçu - captação Pirassununga	28,33	65,10	46,72	A
10	SOIT02100	Res. de Itapararanga	41,80	49,21	45,51	A
	SOIT02900	Res. de Itapararanga	32,50	46,39	39,44	A
	SORO02700	Rio Sorocaba - captação Cerquilha	40,48	73,79	57,13	A
	TJET02400	Rio Tietê	35,42	96,93	66,17	A
	TIBT02500	Res. Barra Bonita	66,49	83,49	74,99	A
	TIBB02100	Res. Barra Bonita	60,84	63,09	61,96	N
	TIBB02700	Res. Barra Bonita	60,83	57,43	59,13	N
12	PARD02800	Rio Pardo	21,85	58,07	39,96	A
14	JURU02500	Res. Jurumirim	34,56	44,53	39,55	A
15	RPRE02200	Res. do Rio Preto - capt. S. J. do Rio Preto	31,74	63,47	47,60	A
16	TJET02600	Rio Tietê	50,66	50,10	50,38	N
17	PADO02600	Rio Pardo - captação de Ourinhos	18,44	50,74	34,59	A
19	PARN02100	Rio Paraná	35,28	35,03	35,16	N
	TITR02800	Res. Três Irmãos	53,41	39,02	46,21	B
20	CASC02050	Represa Cascata - captação de Marília	64,11	51,69	57,90	B
21	PEIX02100	Rio do Peixe	16,96	57,17	37,06	A
	ARPE02800	Represa Arrepido - captação de Marília	39,94	41,83	40,89	N
22	PARP02750	Rio Paranapanema	42,25	37,40	39,82	N

LEGENDA: HIPEREUTRÓFICO
A = Alto

EUTRÓFICO
N = Normal

MESOTRÓFICO

OLIGOTRÓFICO
B = Baixo



Destacam-se, em estado hipereutrófico, portanto, em acelerado processo de eutrofização, caracterizado pela alta concentração de fósforo total, o reservatório do Ribeirão Pirai (IRIS02900), captação de Salto e Indaiatuba, o rio Atibaia (ATIB02065) na captação de Campinas, o rio Piracicaba (PCAB02220), na captação de Piracicaba, o rio Cotia na captação do Baixo Cotia (COTI03900) e o rio Tietê (TIET02400 e TIBT02500), próximo ao reservatório de Barra Bonita.

No tocante aos resultados do índice relativo aos valores de clorofila *a*, as condições são diferentes das verificadas por meio das concentrações de fósforo total. Pode-se notar, nesse caso, uma predominância de ocorrência, 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. Em geral nos reservatórios, as concentrações de clorofila *a* e as de fósforo total indicaram o mesmo estado trófico, caracterizando um grau de limitação normal.

Com relação aos valores de clorofila *a*, não foi registrado o nível hipereutrófico. A maior incidência de níveis eutróficos ocorreu nos reservatórios Billings e no Canal de Fuga, nos reservatórios Guarapiranga, Jundiá, Taiaçupeba, Barra Bonita e na represa Cascata.

Os corpos d'água que indicam condição eutrófica (eutrófico/hipereutrófico), apresentando o mesmo estado de trofia para os IETs calculados tanto com as concentrações de fósforo como com as de clorofila *a* e portanto com grau de limitação normal, foram os reservatórios Billings, Guarapiranga (GUAR00100) e de Barra Bonita.

A figura 13 mostra os gráficos que representam a distribuição dos resultados das médias anuais dos índices de clorofila *a* e fósforo total.

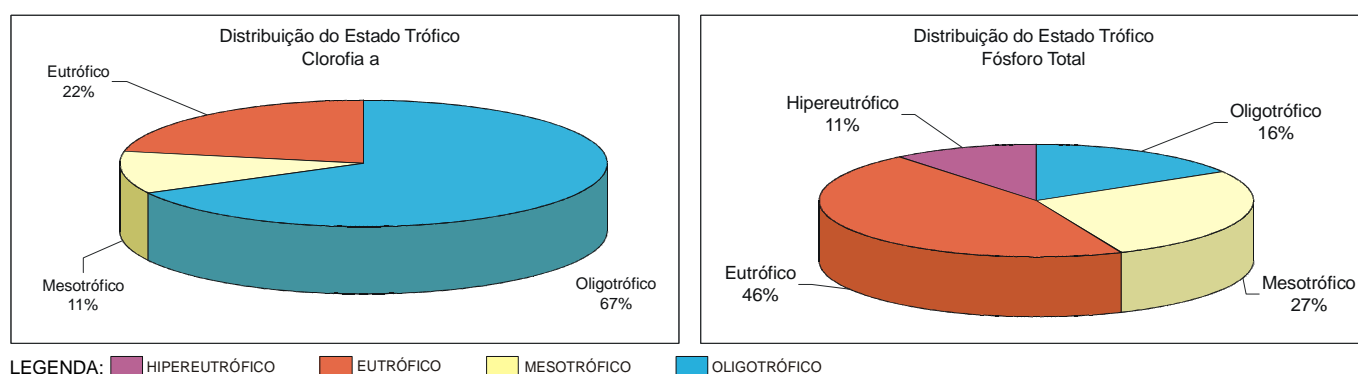


Figura 13 - Gráficos da distribuição dos resultados das médias anuais dos índices de clorofila *a* e fósforo total.

Observa-se que a carga de fósforo total é alta, sendo 57% dos pontos avaliados enquadrados em classes indicando alto grau de eutrofização (eutróficos e hipereutróficos). No que se refere ao índice relativo à clorofila *a*, nota-se a predominância de pontos de amostragem classificados como oligotróficos (71%), 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 se distinguir na análise dos resultados o tipo de corpos d'água (lênticos e lóticos).

A figura 14 compara o grau de eutrofização, avaliado por meio da clorofila *a* e do fósforo total, em ambientes lóticos (rios) nos anos de 1999 a 2004, embora não se trate exatamente dos mesmos pontos de amostragem ao longo dos anos. Constata-se que nos rios a carga de fósforo total, no ano de 2004, foi alta, ou seja, 69% dos pontos monitorados foram considerados eutrofizados e que houve uma pequena alteração com relação a essa percentagem nos últimos quatro anos. O ano de 2003 destaca-se como o de maior porcentagem para a condição hipereutrófica. É importante salientar que as alterações dos percentuais de eutrofização dos corpos d'água das bacias do Estado de São Paulo sofrem grande influência das características hidrológicas anuais. Durante os anos de maior estiagem, cargas de fósforo similares e que aportam nos mesmos corpos d'água, tendem a se concentrar

quando a redução de vazão dos rios ou volume dos reservatórios é significativa, levando a uma maior eutrofização.

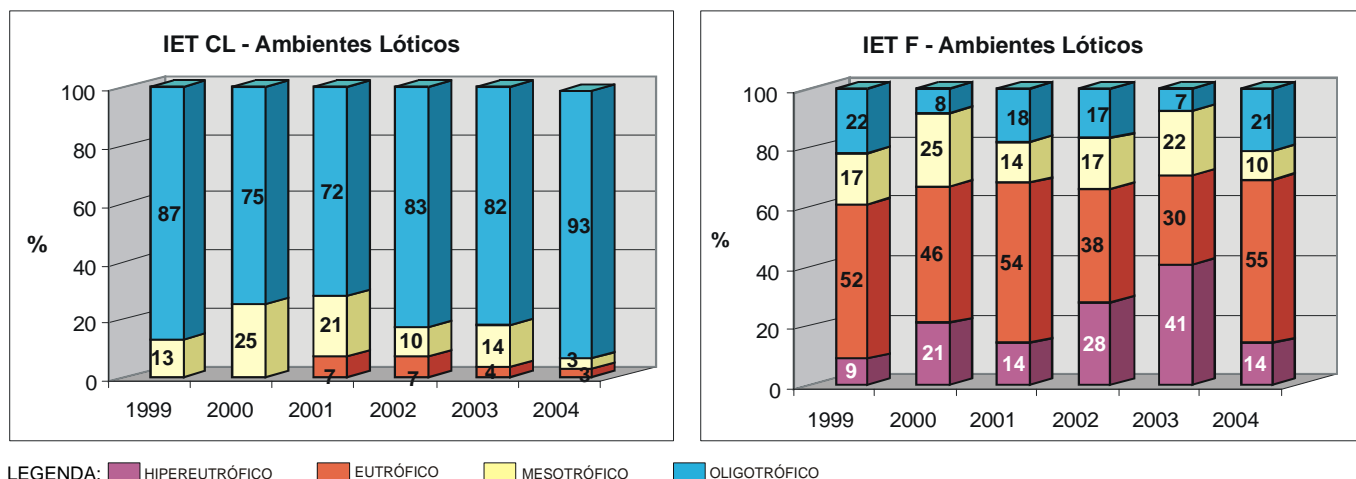


Figura 14 - Comparações em ambientes lóticos (rios) entre IET clorofila a e do IET fósforo - de 1999 a 2004.

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.

A figura 15 mostra o gráfico corresponde à distribuição dos níveis tróficos nos Reservatórios (ambientes lênticos) entre 1999 e 2004. No ano de 2004, 43% dos pontos foram considerados eutrofizados. Os valores encontrados em 2004, em comparação com as concentrações de fósforo total de 2003, apresentaram uma considerável redução (21%), na ocorrência de pontos eutrofizados, mas quando comparados com 2002, as concentrações de fósforo, nos corpos d’água, são praticamente as mesmas.

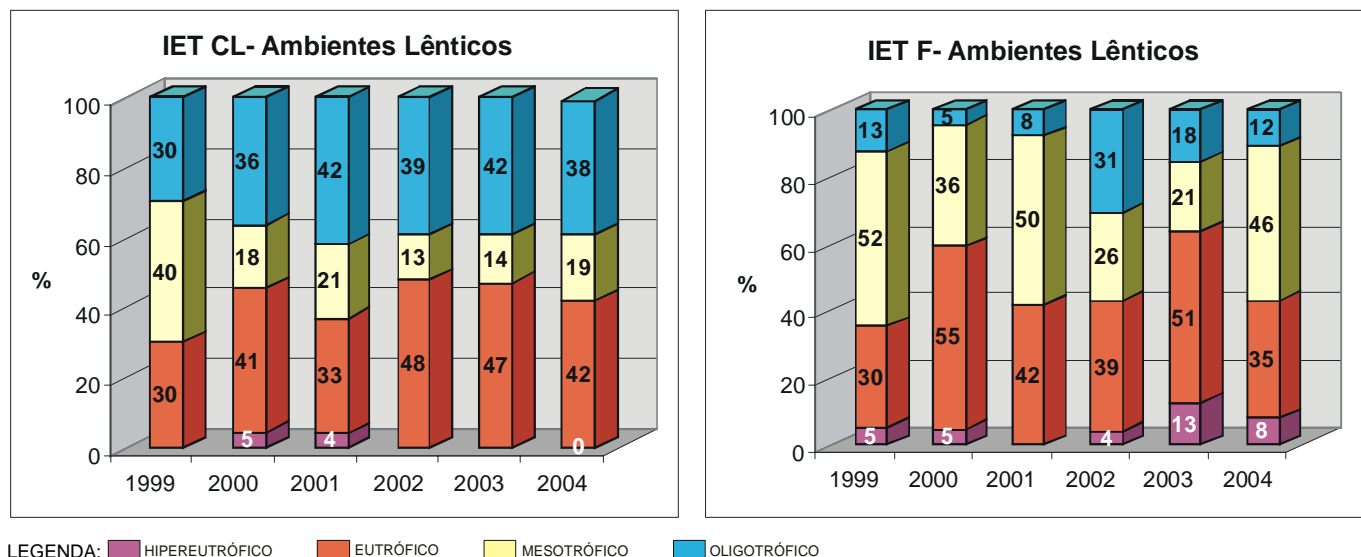


Figura 15 - Comparações em ambientes lênticos (reservatórios) entre IET clorofila a e do IET fósforo - anos de 1999 a 2004.

Nos ambientes lênticos houve uma maior similaridade entre os índices com clorofila a e fósforo total. Em 2004 o índice calculado com clorofila a, para ambientes lênticos, indicou 42% de estado eutrófico. Em comparação aos dois últimos anos, houve redução da eutrofização em 6% nos pontos analisados.

O exame da figura 16 contendo o 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 38% dos casos. Em alguns reservatórios como o Guarapiranga, Jundiá, Taiaçupeba, Três Irmãos e a represa Cascata, a carga de fósforo total indica estado trófico inferior aos dos indicados pelas concentrações de clorofila *a* (Tabela 21), portanto com alta capacidade de desenvolvimento de biomassa algal.

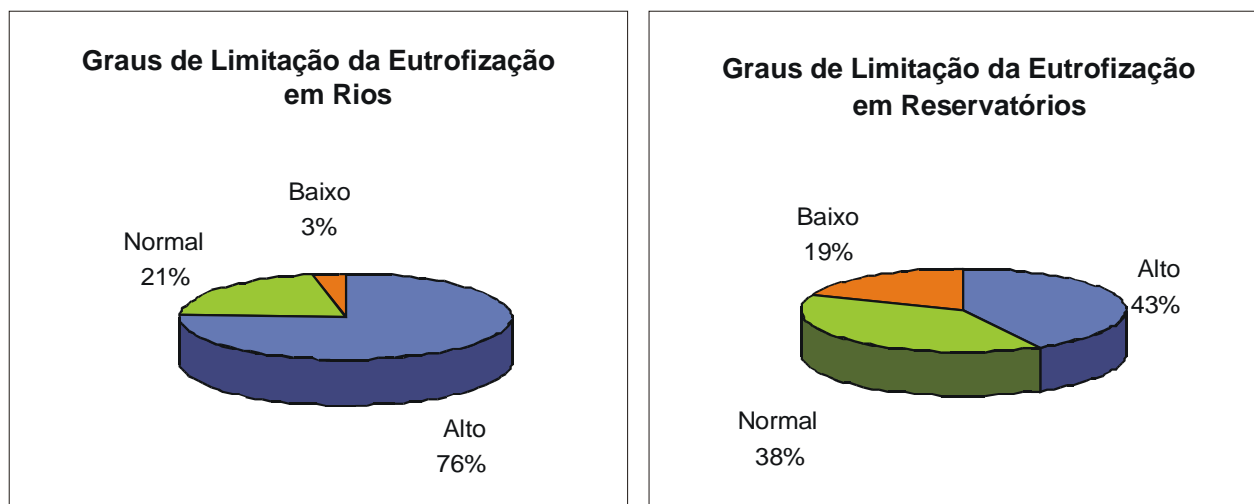


Figura 16 - Grau de Limitação em rios e reservatórios.

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 76% 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. O único registro com classificações correspondentes a “Baixo” ocorreu no Canal de Fuga 2, que recebe água do reservatório Rio das Pedras (Complexo Billings), mantendo características de ambiente lântico.

10.3.1 Avaliação da carga de fósforo total em todas as UGRHIs

O índice de estado trófico também foi calculado somente com as concentrações de fósforo total em 168 pontos da rede de monitoramento do Estado de São Paulo, com objetivo de avaliar a carga presente nestes corpos d'água.

Na tabela 22 estão representadas as UGRHIs, suas bacias e as respectivas porcentagens de pontos enquadrados nas categorias hipereutrófica e eutrófica, que indicam eutrofização. Deve-se levar em consideração que há uma considerável diferença no número de pontos (*n*) coletados em cada bacia, como por exemplo, a bacia da Mantiqueira (*n*=1) e a bacia do Piracicaba (*n*=15).

Tabela 22 - Ambientes eutrofizados indicado através da carga de fósforo total em todas as UGRHIs.

UGHRI	Bacia	Número de Pontos	Categoria				Eutrofizado
			Hipereutrófico		Eutrófico		
			Valores Abs.	%	Valores Abs.	%	
1	Mantiqueira	1	0	0	1	100	100
2	Paraíba do Sul	15	0	0	5	33	33
3	Litoral norte	7	0	0	0	0	0
4	Alto Rio Pardo	4	0	0	3	75	75
5	B. do Capivari	4	1	25	2	50	75
	B. do Rio Jundiá	2	0	0	0	0	0
	B. do Piracicaba	20	10	50	4	20	70
6	B. do Tietê Alto-Cabeceira	7	1	14	3	43	57
	B. do Res. Billings	8	1	13	5	63	75
	B. do Tietê Alto - Z. Metropolitana	5	2	40	0	0	40
	B. do Rio Cotia	5	3	60	1	20	80
	B. do Res. Guarapiranga	4	0	0	4	100	100
7	Baixada Santista	6	2	33	0	0	33
8	Rio Grande	3	0	0	2	67	67
9	Mogi-Guaçu	13	3	23	8	62	85
10	B. do Tietê Médio Superior	7	4	57	3	43	100
	B. do Sorocaba	7	3	43	2	29	71
11	Ribeira de Iguape	6	2	33	4	67	100
12	Baixo Rio Pardo	1	0	0	0	0	0
13	Tietê/Jacaré	5	0	0	4	80	80
14	Alto Paranapanema	5	0	0	3	60	60
15	Turvo	6	2	33	3	50	83
16	Tietê/Batalha	3	0	0	0	0	0
17	Médio Paranapanema	3	0	0	1	33	33
18	S. J. dos Dourados	1	0	0	1	100	100
19	Baixo Tietê	7	0	0	1	14	14
20	Aguapeí	5	1	20	3	60	80
21	Peixe	3	0	0	2	67	67
22	Pontal do Paranapanema	5	1	20	1	20	40

Apenas oito UGRHIs apresentaram menos de 50 % de seus pontos eutrofizados/hipereutrofizados foram oito, correspondendo às UGRHIs 3, 5 (Bacia do Jundiá), 6 (Bacia do AltoTietê -Cabeceira), 7, 16, 17, 19, e a 22.

Das 22 UGRHIs do Estado e suas respectivas bacias, 65,5% merecem atenção no que se refere a carga de fósforo total, sendo as principais fontes deste elemento a um corpo d'água, de modo geral, de origem dos esgotos domésticos (fezes humanas, nos detergentes para limpeza doméstica e em outros subprodutos das atividades humanas) e da drenagem de áreas agrícolas.

No total dos 168 pontos monitorados no ano de 2004, no que se refere ao parâmetro fósforo total, o índice de estado trófico classificou como eutrofizados.70% desses pontos. A figura 17 mostra a distribuições do estado trófico do IET fósforo total.

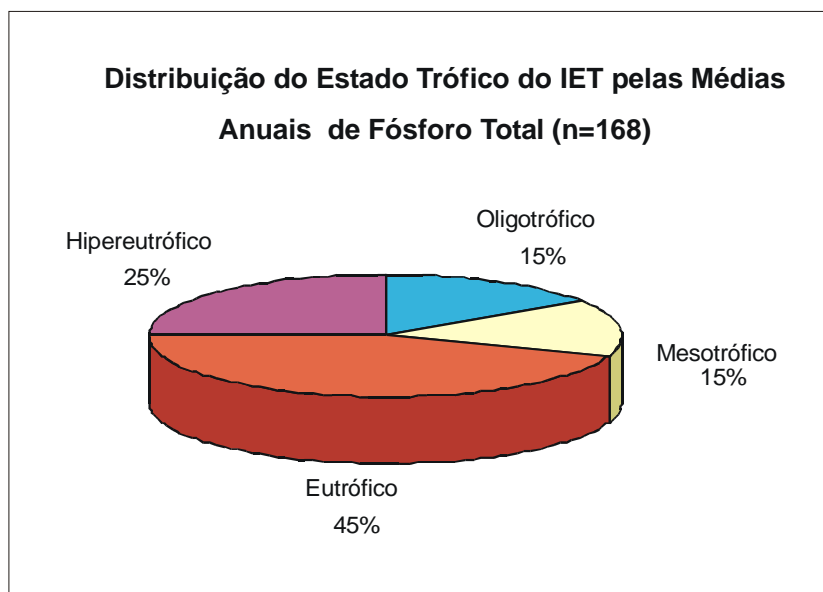


Figura 17 - Distribuições do estado trófico do IET fósforo total

Em quase todos os locais amostrados, os valores de coliformes termotolerantes encontram-se em desacordo com os limites estabelecidos pelo CONAMA 20/86 para sua respectivas classes. Esta situação demonstra que grande parte da carga poluidora do Estado é oriunda de esgoto doméstico. O tratamento dos esgotos das ETEs, quando não incorporam tecnologias de tratamento avançado para remoção efetiva de nutrientes, pode ser problemático aos corpos d'água pela carga remanescente, sobretudo de fósforo, apesar de propiciar a melhora na qualidade das águas.

10.4 Porcentagem de Resultados não conformes aos Padrões de Qualidade Classe 2 – CONAMA 20/86

A figura 18 mostra a distribuição dos pontos de amostragem monitorados pela CETESB nas classes de qualidade do Decreto Estadual N.º 10.755 de 1977, identificando que a maioria dos pontos (70%) encontram-se enquadrados na classe 2.

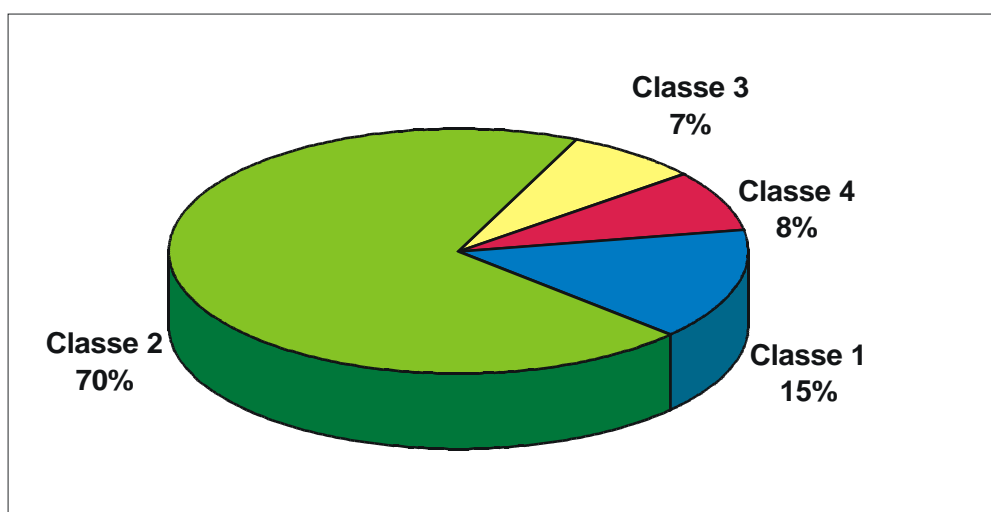


Figura 18 - Distribuição dos pontos de amostragem por classe de enquadramento.

A figura 19 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 básica de monitoramento e pelos monitoramentos regionais da CETESB.

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 de a mesma ser adequada para os usos nobres dos recursos hídricos. No entanto, alguns corpos d'água estão enquadrados em outras Classes: 1, 3 e 4.

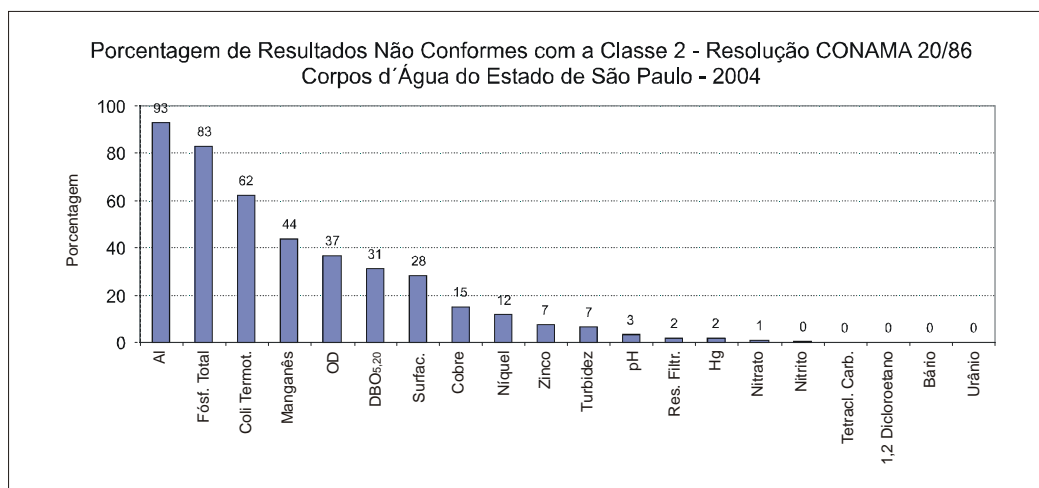


Figura 19 - Porcentagem de resultados não conformes com a classe 2

Nesta análise desconsideraram-se as variáveis chumbo, cádmio e fenóis, porque os limites de detecção dos métodos analíticos foram superiores aos dos padrões de qualidade.

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 mostraram-se 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. 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_{5,20} 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 de assimilação das 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 2004, uma vez que todos os metais avaliados apresentaram-se acima dos padrões de qualidade em menos de 15% do tempo.

10.5 Carga orgânica poluidora doméstica

Em função das considerações apresentadas em todas as 22 UGRHs 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. Apesar de certos trechos de rios estarem comprometidos pela quantidade elevada de matéria orgânica na água e conseqüente ausência de oxigênio dissolvido, em termos globais, no Estado de São Paulo, os corpos d'água apresentaram em 68% dos pontos um IAP médio anual enquadrado nas categorias Ótima, Boa e Regular.

A figura 20 apresenta a situação atual da porcentagem de tratamento dos esgotos domésticos nos municípios do Estado de São Paulo, agrupados por UGRHIs.

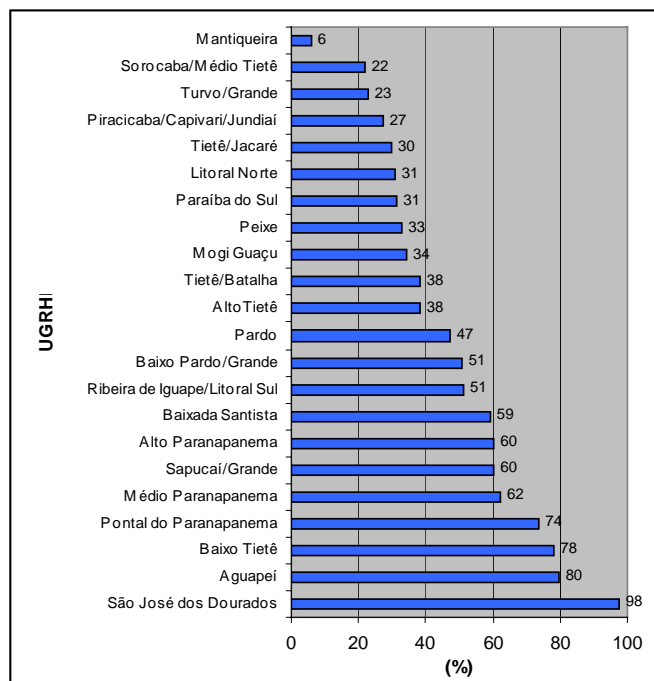


Figura 20 - Porcentagem de tratamento de esgotos domésticos das UGRHIs

A figura 21 confirma o fato de que ainda existe, em 2004, uma carência muito grande com relação ao tratamento dos esgotos domésticos no Estado de São Paulo, uma vez que apenas uma UGRHI atingiu uma taxa de tratamento superior a 80%. Considerando todo o volume de esgotos gerados em todo o Estado de São Paulo, obtém-se um tratamento da ordem de 39%.

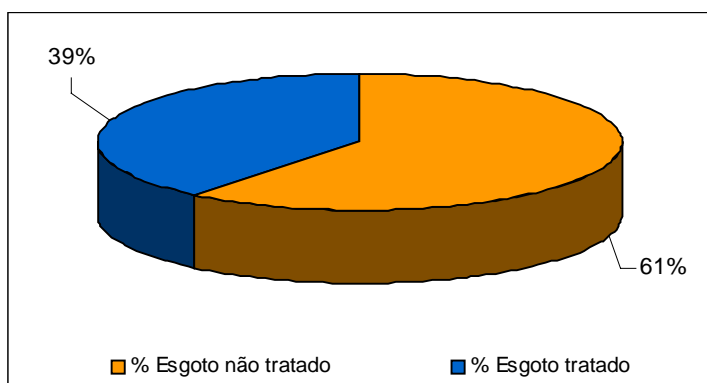


Figura 21 - Porcentagem de tratamento de esgoto doméstico no Estado de São Paulo

Em nível nacional, São Paulo encontra-se numa situação superior aos demais estados, conforme pode ser constatado por meio dos dados, recentemente publicados no Atlas de Saneamento do IBGE, 2000.

De acordo com o Atlas, o maior número percentual de distritos que coletam esgoto encontra-se nas bacias costeiras do Sudeste (95%) e nas bacias hidrográficas dos Rios São Francisco e da Prata (ambas com 63%), seguidas pelas bacias costeiras do Nordeste Oriental (57%) e do Sul (49%). As demais apresentam valores iguais ou inferiores a 20%. A situação é mais grave quando se considera que, nas grandes bacias hidrográficas, menos de 50% do esgoto coletado recebe tratamento

10.6 Acidentes ambientais envolvendo os recursos hídricos

10.6.1 Ações da CETESB em emergências químicas em corpos d'água

Em acidentes cujos produtos tóxicos atingem corpos d'água, são tomadas medidas preventivas como a comunicação do evento a estações de tratamento de água situadas à jusante do local do acidente e às comunidades que fazem uso desses corpos d'água como dessedentação de animais, irrigação e recreação. Isto é de vital importância para prevenir efeitos adversos à saúde pública.

As diferentes técnicas de remoção e limpeza empregadas pelas equipes de atendimento à emergência visam sempre a restauração da área atingida com base no menor dano adicional possível ao meio ambiente. Em determinadas situações, é feita a opção pela recuperação natural, como método menos impactante ao meio pois, em alguns casos, o trânsito de veículos e pedestres acabam causando danos mais severos do que o próprio derramamento.

A rápida contenção e remoção de produtos químicos derramados em corpos d'água é vital para se evitar sua dispersão e a conseqüente contaminação de outras áreas.

A Secretaria de Estado do Meio Ambiente do Estado de São Paulo, editou a Resolução SMA nº 81 de 01.12.98, a qual dispõe sobre o licenciamento ambiental de intervenções destinadas à conservação e melhorias de rodovias e sobre o atendimento a emergência no transporte rodoviário de produtos perigosos, para as concessionárias. Com isso nos trechos rodoviários sob concessão, pública ou privada, essas empresas estão obrigadas a implantar Planos de Ação de Emergência para o atendimento a acidentes envolvendo produtos perigosos no qual constam ações preventivas e corretivas visando mitigar os efeitos adversos ao homem e ao meio ambiente.

Em alguns casos, nas rodovias onde há cruzamentos com corpos d'água utilizados para captação pública, a SMA/CETESB exigiu da concessionária da rodovia a instalação de caixas, cuja finalidade é a de reter ou retardar o escoamento de produtos químicos vazados nos acidentes rodoviários de modo a proteger os mananciais.

A CETESB possui um Setor de Operações de Emergência que realiza o atendimento a situações emergenciais, causados por eventos acidentais ocorridos em fontes ou atividades que manipulam substâncias químicas, destacando-se o transporte rodoviário, marítimo e postos de revenda de combustíveis. Destaca-se entre outros atendimentos emergenciais o monitoramento (ar, água e solo) das áreas afetadas ou sob risco.

De 1978 a 2004, a CETESB atendeu a 5884 emergências químicas, que estão cadastradas no CADAC – Cadastro de Acidentes Ambientais.

A figura 22 apresenta a distribuição anual dos acidentes atendidos pela CETESB no Estado de São Paulo.



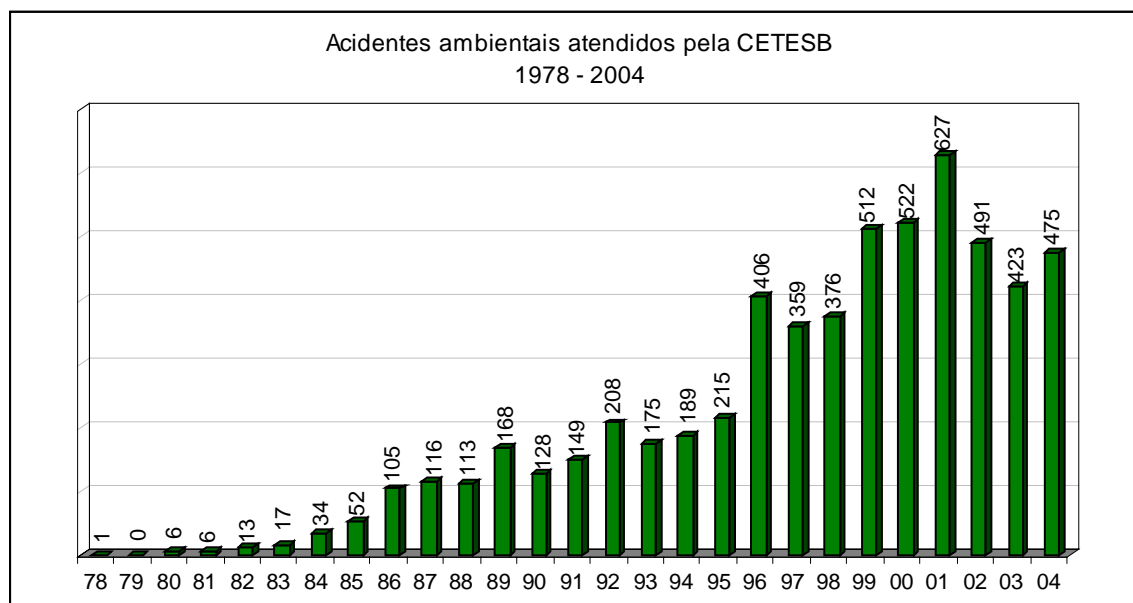


Figura 22 - Total de acidentes ambientais atendidos pela CETESB

Em 2004 foram atendidos 475 acidentes ambientais envolvendo produtos perigosos, sendo que 55 deles (12%) contaminaram corpos d'água (salgada e doce). Dessa forma, 26 correspondem a água doce e o restante ao ambiente marinho, conforme pode ser visualizado na figura 23.

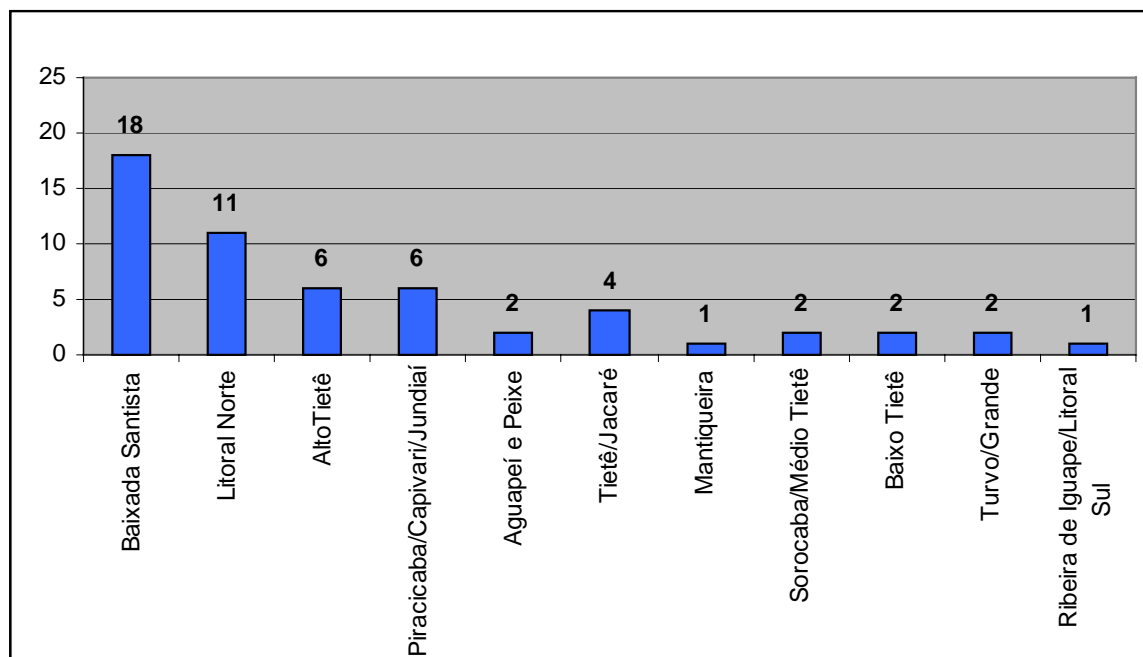


Figura 23 - Acidentes atendidos pela CETESB com contaminação de corpos d'água em 2004, nas UGRHs.

Houve 26 acidentes com contaminação de corpos d'água doce nas UGRHs do Estado de São Paulo, sendo que na UGRHI 5 do Piracicaba, Capivari, Jundiaí ocorreram 22% dos acidentes ambientais.

Na figura 24, verifica-se que a atividade de Transporte Rodoviário (32%) é a principal responsável por contaminação dos corpos de água doce, seguido pelos Postos de Revenda de Combustíveis, cujo percentual é de 10%.

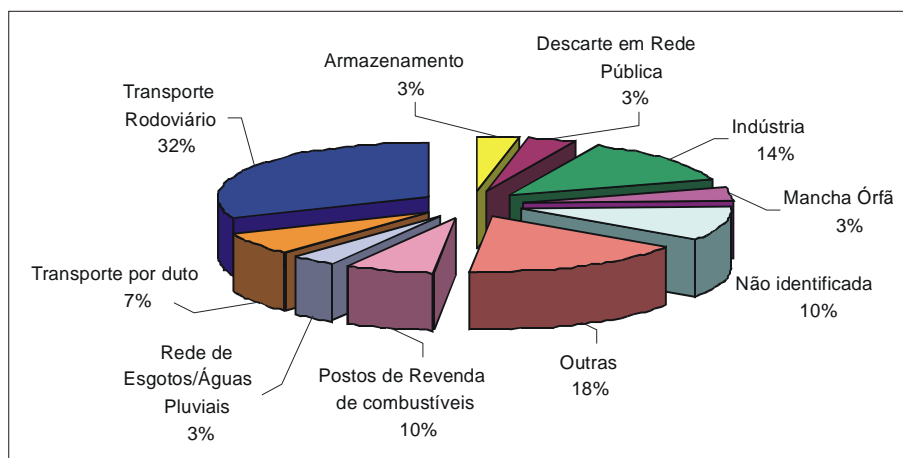


Figura 24 - Acidentes atendidos pela CETESB com contaminação de corpos d'água doce em 2004 por atividades.

10.7 Compilação das considerações e recomendações

10.7.1 Específicas

A compilação das considerações e recomendações elaboradas sobre a qualidade sanitária e ambiental dos recursos hídricos de cada Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos em que se divide o Estado de São Paulo é apresentada no quadro síntese.

Quadro síntese das UGRHIs com as respectivas considerações e recomendações

UGRHI	CONSIDERAÇÕES E RECOMENDAÇÕES
1	O esgoto doméstico consiste num dos problema que afeta a qualidade dos recursos hídricos desta UGRHI. A conclusão das obras de implantação da Estação de Tratamento de Esgotos, segundo a SABESP, está prevista para o ano de 2008.
2	<p>Tendo em vista as elevadas densidades populacionais e ausência de tratamento em níveis adequados dos municípios de Jacareí, São José dos Campos e Taubaté no Rio Paraíba e de Santa Isabel, no Rio Jaguari, os respectivos esgotos domésticos constituem-se na principal condicionante para a má qualidade da água do trecho do Rio Paraíba a jusante dessas fontes, onde se constata uma diminuição dos níveis do oxigênio dissolvido.</p> <p>No intuito de estabelecer um refinamento no perfil sanitário do Rio Paraíba, campanhas de monitoramento adensado da qualidade implementadas pela Cetesb regional nos últimos dois anos, evidenciam que nos seus 300 Km de extensão, o trecho mais crítico estende-se desde a captação da SABESP em S.J. dos Campos, até a ponte que liga o centro de Caçapava ao Bairro Menino Jesus. As obras necessárias a serem realizadas pelas empresas de saneamento, bem como as medidas a serem implementadas pelas empresas que operam os reservatórios tornam-se inadiáveis para minimizar os problemas constatados na qualidade das águas.</p> <p>Devido a má qualidade das águas captadas pelos municípios de São José dos Campos e Aparecida na época de chuvas, recomenda-se às empresas de saneamento atenção especial no processo de</p>

	<p>tratamento de água bruta, bem como a adoção de medidas de proteção das captações. Cabe reiterar, para o município de Aparecida, a urgência da conclusão dos estudos em andamento e a mudança do atual ponto de captação.</p> <p>A toxicidade observada nas águas do Reservatório de Santa Branca para os organismos aquáticos, sugere a necessidade de um estudo específico, com vistas a identificar as causas do efeito identificado.</p> <p>Os resultados de lindane obtidos no sedimento do Rio Paraíba sugerem a necessidade de prosseguimento da investigação em curso, notadamente nos seus afluentes de montante que drenam áreas de várzea ocupadas por atividades agrícolas.</p>
3	<p>Os baixos valores de oxigênio dissolvido e de pH encontrados nas valas provenientes do vazadouro do Município de São Sebastião, localizado na Praia da Baleia, no período mais chuvoso e de maior fluxo de turistas, confirmam as ações de controle que a CETESB vem desenvolvendo junto a esse município. A toxicidade dos organismos aquáticos observada nas águas do Rio Grande, na captação de Ubatuba, sugere a necessidade de um estudo específico, com vistas a identificar as causas do efeito observado.</p>
4	<p>O declínio da qualidade no trecho inicial do Rio Pardo (PARD02010) verificado em 2004, em relação ao fósforo total e coliformes termotolerantes, pode estar associado ao aporte difuso, tornando-se essencial o levantamento dos dados de quantidade desse corpo hídrico (chuva e vazão), bem como da carga proveniente do Estado de Minas Gerais.</p> <p>No trecho a jusante do município de Ribeirão Preto, a melhoria da qualidade das águas do Rio Pardo, em termos de oxigênio dissolvido, é reflexo do tratamento dos esgotos domésticos já realizados. Entretanto, deve-se ressaltar a necessidade de continuar as obras para a interceptação do esgoto doméstico de Ribeirão Preto.</p>
5	<p>▫ Bacia do Capivari</p> <p>Os municípios contidos na bacia hidrográfica do Rio Capivari devem intensificar as gestões para o tratamento dos seus esgotos domésticos, especialmente aqueles situados a montante da captação de Campinas, já que têm apresentado sistematicamente qualidade Ruim. Essa recomendação estende-se inclusive ao município de Campinas, que é o maior contribuinte de carga orgânica da referida bacia.</p> <p>▫ Bacia do Jundiá</p> <p>Em 2004 constatou-se uma piora acentuada na qualidade das águas do Rio Jundiá, em seu trecho Classe 2, decorrente principalmente dos lançamentos de esgotos domésticos sem tratamento. Ressalte-se que a CETESB continuará com sua ação de controle voltada para as concessionárias dos serviços de saneamento desse trecho do rio em 2005.</p> <p>No caso do manancial do Piraí, por ser um importante manancial para os municípios da região e pelo fato de que seu trecho médio apresenta forte comprometimento da qualidade de suas águas, a CETESB estará direcionando suas ações para a concessionária dos serviços de saneamento de Cabreúva, no sentido de minimizar os lançamentos de cargas poluidoras nesta bacia. Também está desenvolvendo projeto específico com vistas a criação de um sistema de suporte a decisão para o gerenciamento das cargas poluidoras lançadas na bacia.</p>

5

▫ **Bacia Piracicaba**

▫ **Rio Atibaia**

O Rio Atibainha tem mostrado má qualidade das águas, notadamente em termos de oxigênio dissolvido e coliformes termotolerantes, o que está associado ao lançamento de esgotos sanitários sem tratamento e, provavelmente, às vazões do corpo d'água, que sofrem influências da operação da barragem do Atibainha, que compõe o Sistema Cantareira.

Para o caso dos fenóis, no trecho final do Rio Atibaia, as fontes industriais potenciais encontram-se monitoradas sistematicamente pela CETESB, sendo atuadas no caso de não atendimento ao padrão de lançamento.

O sedimento do trecho final do Rio Atibaia apresentou toxicidade e acumulação dos metais níquel e zinco, de forma que, em 2005, a Agência Ambiental de Paulínia irá realizar um estudo específico junto às fontes poluidoras desses poluentes.

▫ **Rio Jaguari**

O trecho inicial do Rio Jaguari tem apresentado, sistematicamente, resultados de oxigênio dissolvido comprometidos. Esse resultado está associado a diversos fatores, dentre os quais se inclui o lançamento de esgotos sanitários sem tratamento prévio; efluentes industriais tratados (carga remanescente), principalmente a jusante do Ribeirão Lavapés, em Bragança Paulista e as vazões influenciadas pela operação das barragens do Jaguari e do Jacaré, integrantes do Sistema Cantareira.

▫ **Rio Piracicaba**

Em função dos resultados obtidos de cianobactérias na captação de Americana, recomenda-se avaliar a operação do reservatório de Salto Grande.

Os resultados das variáveis que vem interferindo nos índices da avaliação da qualidade das águas na bacia do Rio Piracicaba são basicamente decorrentes do lançamento das cargas poluidoras de origem doméstica não tratadas e remanescentes de tratamento já implantados. A melhoria desta condição deverá ser constatada com a implantação dos sistemas de tratamento dos esgotos dos municípios da bacia hidrográfica. A principal captação do município de Piracicaba, 95% da vazão de demanda, realizada no Rio Corumbatai, apresentou uma condição variando de regular a boa para as variáveis sanitárias. Porém, na avaliação do IAP, que leva em consideração os metais, a classificação destas águas mantêm-se, na maior parte do ano, com qualidade Regular. Atinge pior classificação na época de chuva, devido, principalmente, a presença de alumínio, ferro e manganês, bem como de coliformes termotolerantes, DBO_{5,20} e potencial de formação de THMs.

Com relação aos metais alumínio, ferro e manganês, que tem a possibilidade de serem originados no processo de lixiviação do solo, a CETESB deverá aprofundar investigações no intuito de identificar melhor a sua origem.

No Ribeirão Tatu, que recebe cerca de 80% dos esgotos gerados na área urbana de Limeira, foi detectado ainda a presença de níquel. Porém, encontra-se em implantação a Estação de Tratamento de Esgotos - Tatu (fase primária em operação), que tratará os esgotos domésticos e industriais, principalmente das empresas de bijuteria existentes no município. Os sedimentos dos Ribeirões Quilombo e Tatu também acusaram um acúmulo desta espécie química. Nos últimos anos, visando a diminuição do efluente industrial gerado pelas empresas do setor de bijuterias, a

	<p>CETESB desenvolve Projeto de Prevenção à Poluição.</p> <p>A deformidade observada na comunidade bentônica, bem como a toxicidade do sedimento do Rio Piracicaba, no trecho a jusante do Ribeirão Quilombo, sugerem uma investigação em 2005 dos compostos químicos que poderiam estar causando tais efeitos.</p> <p>Os resultados não conformes de cobre no Rio Piracicaba, trecho após o município de Piracicaba, notadamente no período chuvoso, indica a possibilidade de uma contribuição difusa deste poluente..</p>
6	<p>▫ Bacia do Alto Tietê – Cabeceiras</p> <p>A Agência Ambiental da CETESB de Mogi das Cruzes, desenvolvendo ações corretivas e de investigação para a avaliação e identificação das fontes de contribuição de zinco no Reservatório do Taiaçupeba, obteve como resultado a transferência das empresas Produquímica Indústria e Comércio Ltda e Mixmicro Indústria e Comércio de Produtos Químicos Ltda, que se localizavam junto as cabeceiras do reservatório. Obteve também a suspensão da utilização de produto a base de zinco pela Empresa de Mineração Horii Ltda, tendo a empresa Imerys do Brasil Comércio e Extração de Minérios Ltda encerrado suas atividades. Em complementação às ações de controle, também foi determinado a estas empresas a realização de estudos de contaminação de solo e de águas superficiais e subterrâneas, visando a adoção das medidas de remediação necessárias.</p> <p>Quanto ao lodo depositado pela ETA da SABESP no Reservatório do Taiaçupeba, conforme plano em estudo, prevê-se sua remoção até o final de 2005.</p> <p>A variação do regime hidrológico e das regras operacionais do Reservatório de Ponte Nova estão, aparentemente, influenciando na qualidade das águas e do ambiente aquático da região, como verificado no Rio Tietê, na captação de Biritiba-Mirim. Portanto, sugere-se que haja uma ampla discussão, dentro da Bacia, das regras operacionais e suas conseqüências aos diferentes usos da água na Região do Alto-Tietê/Cabeceiras.</p> <p>▫ Bacia Billings</p> <p>No Reservatório Rio Grande, próximo à barragem da Anchieta, os sedimentos demonstram contaminação por metais, efeitos tóxicos subletais e mutagenicidade, o que remete para a continuidade do monitoramento das fontes da região.</p> <p>Em função dessa contaminação nos sedimentos do Reservatório Rio Grande, notadamente mercúrio, desaconselha-se quaisquer ações que venham a causar alterações nas condições redox desses sedimentos, que podem promover a sua remobilização.</p> <p>▫ Bacia Guarapiranga</p> <p>A grande quantidade de cobre que vem sendo detectada ao longo dos anos no Reservatório do Guarapiranga, torna urgente a definição em nível institucional, de um plano para a solução do acúmulo deste metal no sedimento.</p> <p>A ocorrência de valores extremamente altos de copépodes ciclopóides no Guarapiranga, especialmente próximo à captação (GUAR 00900), pode prejudicar o tratamento de água para abastecimento, por meio da passagem indesejada destes organismos pelo sistema. Neste sentido, recomenda-se atenção especial em situações de pH elevado (acima de 8) e concentrações mais elevadas de metais (como alumínio e cobre) durante o início do período chuvoso (outubro-novembro), no qual têm sido observados aumentos populacionais deste grupo.</p>

	<p>▫ Bacia do Cotia</p> <p>O manancial do Baixo Cotia apresentou contaminação química e microbiológica, além de valores elevados de potencial de formação de THMs, recomendando-se assim cuidados especiais no tratamento dessas águas.</p> <p>Quanto ao manancial dos Cristais, sugere-se a continuidade do monitoramento com vistas a verificar a possibilidade de identificação de outras fontes geradas nessa região. O sistema de afastamento de efluentes líquidos implantado foi uma medida muito eficiente de se evitar que a ETA receba este material, constatando-se, a partir de então, a ausência dos efeitos mutagênicos observados por meio do teste de Ames, na água de abastecimento público, no entanto o problema persiste no corpo d'água a jusante.</p> <p>▫ Bacia do Alto Tietê – Zona Metropolitana</p> <p>A contaminação química associada aos efeitos tóxicos no Rio Baquirivu-Guaçu, remete para o prosseguimento da investigação das fontes responsáveis por esse problema.</p> <p>Apesar dos investimentos já realizados pela SABESP no tratamento dos esgotos da RMSP, os dados obtidos ainda demonstram uma situação de má qualidade destas águas, não sendo observadas melhorias nos Rios Tietê, Tamanduateí e Pinheiros.</p>
7	<p>Em função da toxicidade observada no ponto do Canal Fuga, cujas águas são provenientes do Reservatório Billings, que pode estar associada a algas potencialmente tóxicas, a CETESB verificará a necessidade do monitoramento de comunidades fitoplanctônicas, número de células de cianobactérias e microcistinas, neste local.</p> <p>Com base nos elevados valores de nitrogênio e fósforo identificados nas águas dos Rios Moji e Piaçaguera, evidencia-se a necessidade da continuidade do controle ambiental das indústrias instaladas nesta sub-bacia, com vistas a reduzir a carga de nitrogênio e fósforo, tanto dos depósitos de rejeitos industriais quanto dos efluentes finais.</p> <p>A mutagenicidade e a presença de HCB (níveis baixos) obtidas no sedimento do Rio Moji, sugerem influência da dinâmica estuarina, cujo transporte de sedimentos precisa ser melhor compreendido. em 2005, a CETESB deverá incluir a determinação de hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPAs) na análise do sedimento do ponto do Rio Moji, em frente do dique do Furadinho.</p>
8	<p>Em 2004 não se detectou valores não conformes de cromo nas águas do Ribeirão dos Bagres, o que indica a eficácia da ação de controle junto aos curtumes e recurtimentos. Entretanto, o mercúrio detectado nas águas do Rio Sapucaí Mirim e Ribeirão dos Bagres, indica a necessidade de investigar as causas, que podem ter origem industrial ou agrícola. Assim, em 2005, a CETESB intensificará as determinações de mercúrio, tanto nos corpos receptores quanto nos principais efluentes líquidos industriais.</p>
9	<p>Os Rios Mogi Mirim e Araras, afluentes que contribuem no trecho crítico do Rio Mogi Guaçu, apresentaram as piores condições de qualidade. Os Ribeirões Ferraz e do Meio e os Córregos Batistela e Constantino também demonstram certo comprometimento dos níveis de oxigênio dissolvido e coliformes termotolerantes. Portanto, faz-se necessário investimentos urgentes no tratamento dos esgotos domésticos dos municípios inseridos nesta UGRHI.</p> <p>É importante salientar o registro de baixos valores de oxigênio dissolvido no trecho crítico do Rio Mogi Guaçu (MOGU02200), especialmente na época da estiagem, de forma que existe a necessidade de se manter vazões mínimas neste rio, a jusante da barragem da AES-Tietê.</p>

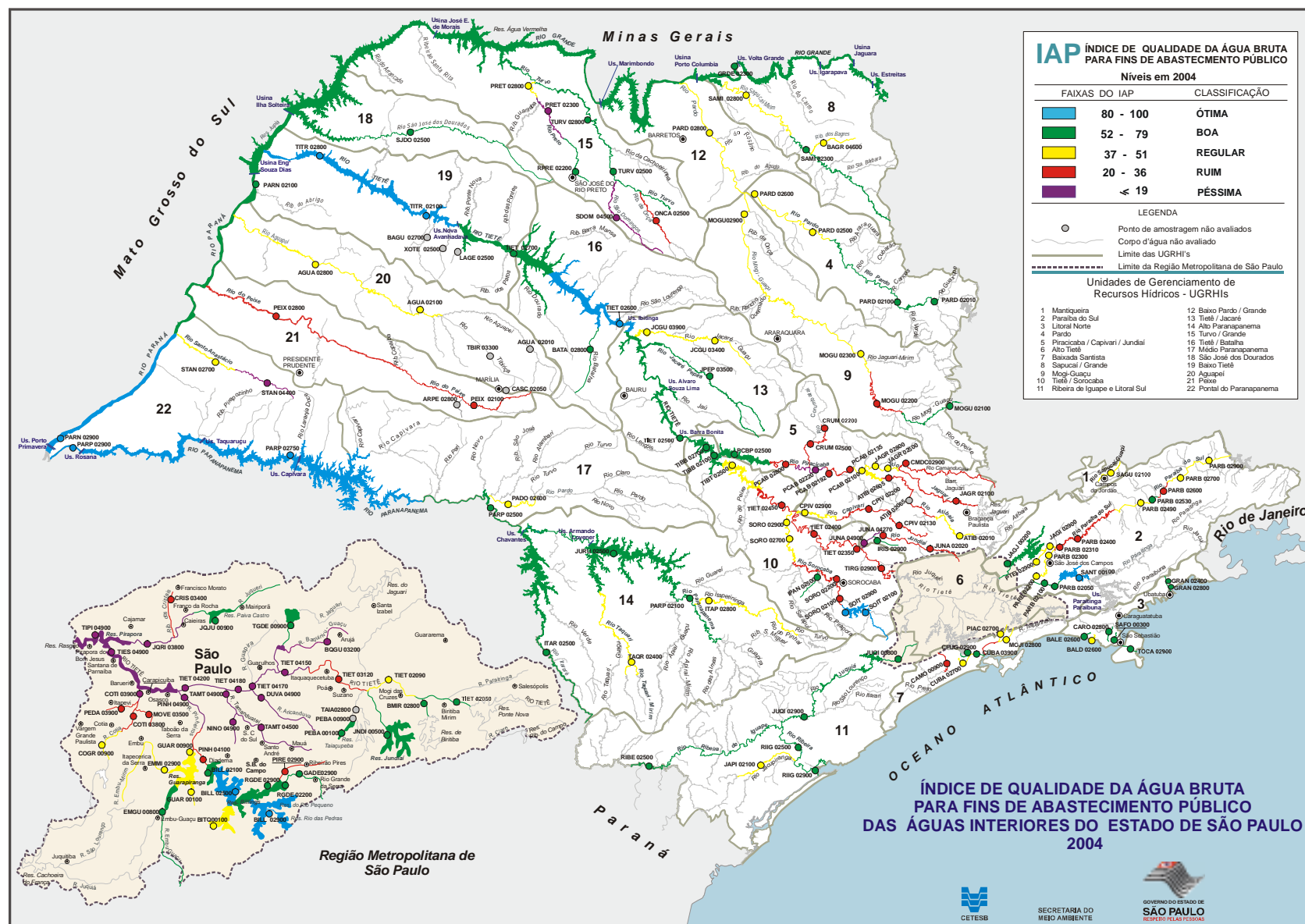
10	<p>Pode-se verificar que um dos principais problemas do Reservatório de Barra Bonita consiste na eutrofização de suas águas. O excesso de nutrientes favorece o crescimento acelerado de algas. As concentrações de nutrientes estiveram mais elevadas no Braço do Rio Tietê (TIBT 02500), indicando que a contribuição mais expressiva tem origem na RMSP. Portanto, torna-se essencial a redução das cargas de nutrientes geradas nas UGRHIs do Alto Tietê e do Jundiaí/Capivari/Piracicaba, bem como na bacia do Rio Sorocaba.</p> <p>Como os valores de células de cianobactérias ultrapassaram 10.000 céls/mL em alguns meses de amostragem, na água bruta do Reservatório Itupararanga, valor considerado pela legislação vigente como alerta, recomenda-se cuidados especiais no tratamento realizado pelas empresas de saneamento, bem como o monitoramento de cianotoxinas na água tratada.</p> <p>Os efeitos tóxicos observados nas águas do Reservatório de Itupararanga, bem como a manutenção de seu estado trófico – IET (Fósforo), decorrente especialmente das concentrações de fósforo total sugerem a necessidade de uma tratativa com a Secretaria da Agricultura, no sentido de identificar a origem desses contaminantes. Ainda com relação aos nutrientes, também é expressiva a contribuição doméstica, tornando-se urgente a necessidade do tratamento dos esgotos gerados na bacia de contribuição do Reservatório de Itupararanga.</p>
11	<p>Os elevados teores de fósforo total encontrados no Rio Jacupiranga desde meados de 2002, indicam a necessidade de uma investigação mais aprofundada das atividades mineradoras na região. A toxicidade detectada para <i>Ceriodaphnia dubia</i>, no trecho inicial do Rio Juquiá, indica a necessidade de continuar as investigações das causas de sua ocorrência.</p> <p>O monitoramento do sedimento do Rio Ribeira constatou a presença de chumbo no trecho de Iporanga. A origem, provavelmente, está vinculada a antigas minerações de chumbo, hoje paralisadas no Estado do Paraná, mas com grandes áreas de disposição inadequada de rejeito dessas antigas minerações. Para tanto, recomenda-se a constituição de um fórum específico, que pode ser gerenciado pelo Comitê de Bacia Hidrográfica do Ribeira de Iguape e Litoral Sul, para otimizar e compilar todos os dados obtidos nas ações que já foram e vêm sendo realizadas nesta bacia, tais como o Plano de Mineração da SMA/CPLEA, os estudos com recursos do FEHIDRO, além dos estudos específicos realizados pela CETESB. Nesse sentido, recomenda-se ainda a retomada do programa de monitoramento de água captada pelas ETAs.</p>
12	<p>Embora a qualidade sanitária do trecho do Rio Pardo inserido nesta UGRHI tenha se apresentado boa, deve-se manter a investigação das causas da toxicidade para organismos aquáticos. Em 2005 a CETESB revitalizará o ponto PARD02700, localizado após a confluência do Mogi com o Pardo, a fim de melhorar o diagnóstico da qualidade das águas deste trecho do Rio.</p>
13	<p>Apesar do Reservatório de Barra Bonita desempenhar um importante papel na recuperação da qualidade das águas do Rio Tietê, ainda se observam elevadas concentrações de nutrientes na água de saída deste reservatório.</p> <p>Deve-se minimizar as fontes adicionais de nutrientes neste trecho do Rio Tietê. Portanto, recomenda-se priorizar o tratamento dos esgotos domésticos gerados nas sub-bacias dos Rios Jacaré-Guaçu, Jacaré-Pepira e Lençóis.</p> <p>Com relação aos rios desta UGRHI, faz-se necessário a implementação de programas de conservação do solo e reconstituição de mata ciliar.</p>
14	<p>As águas do Reservatório Jurumirim apresentaram qualidade boa. No entanto, seus tributários possuem carga expressiva de nutrientes, podendo vir a comprometer seu estado trófico. Para evitar o aumento do aporte de nutrientes para o reservatório, deve-se priorizar o tratamento dos esgotos</p>

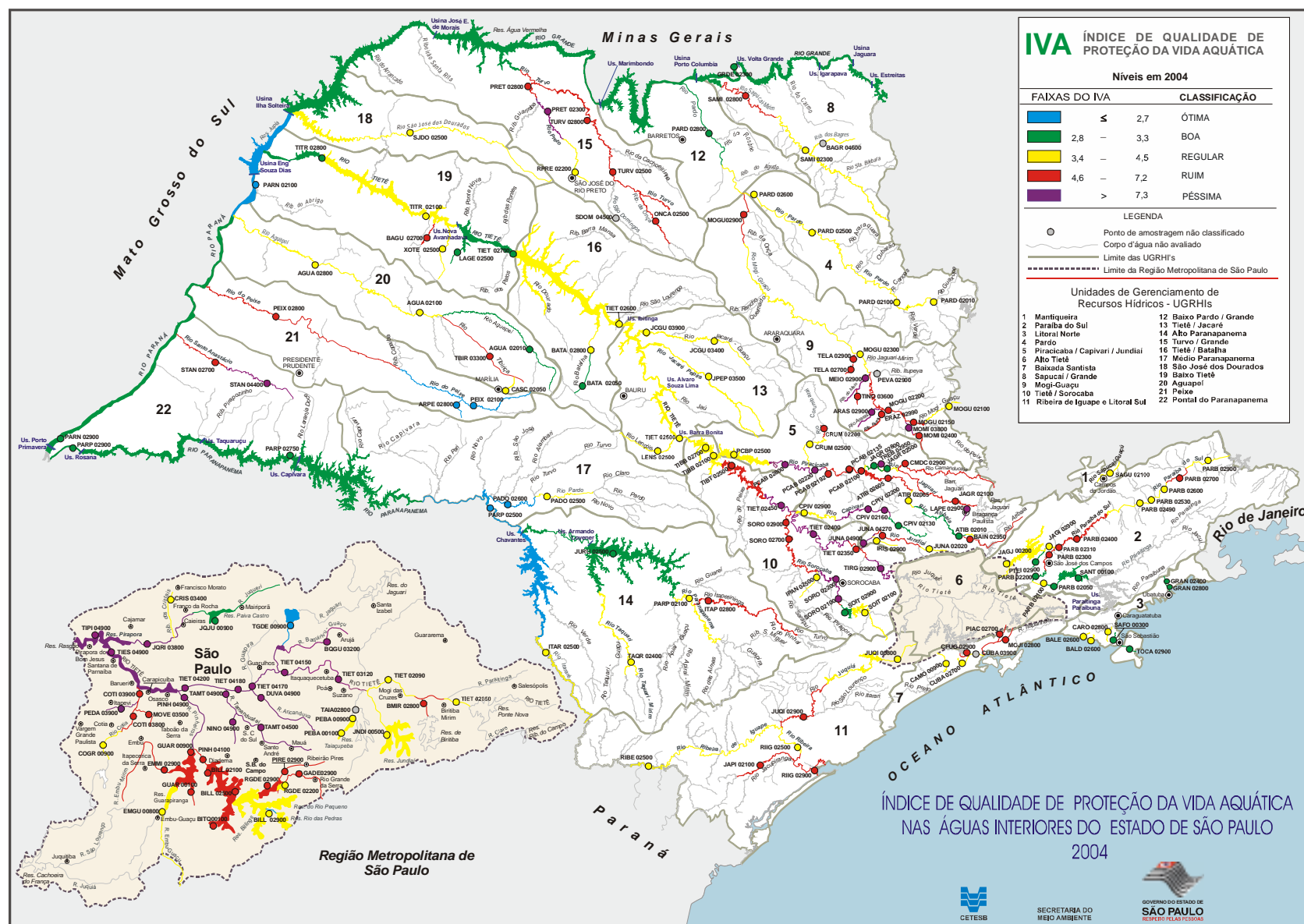
	domésticos gerados nos seus formadores – Paranapanema e Taquari. Ressalte-se que em 2004, foram detectados, de forma inédita, dois eventos de toxicidade crônica nas águas deste Reservatório.
15	<p>Os municípios de Catanduva, com 106.000 habitantes e São José do Rio Preto, com 358.000, lançam seus efluentes domésticos sem tratamento nas bacias dos Rios São Domingos e Preto, respectivamente. Tais lançamentos tem acarretado o comprometimento da qualidade desses corpos d'água em termos de oxigênio dissolvido e eutrofização. Portanto, torna-se essencial acelerar a implantação do tratamento dos esgotos urbanos na região.</p> <p>Em 2004, constatou-se uma elevação dos valores de coliformes termotolerantes no Ribeirão do Onça, principalmente, na época chuvosa, o que deve ser melhor investigado.</p>
16	Com relação aos rios desta UGRHI, faz-se necessário a implementação de programas de conservação do solo e reconstituição de mata ciliar..
17	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. Portanto, é indispensável direcionar os investimentos nesta UGRHI para o tratamento dos esgotos domésticos. Outro aspecto que reforça essa medida é o fato de existirem captações de abastecimento público, no próprio Rio Pardo, a jusante de lançamentos de esgotos domésticos sem tratamento.
18	A qualidade das águas do Rio São José dos Dourados mostrou boas condições sanitária e ambiental ao longo de 2004, devendo tal situação ser mantida.
19	<p>O manancial do Baguaçu acusou o comprometimento dos níveis de oxigênio dissolvido e coliformes termotolerantes, principalmente no período chuvoso. Recomenda-se às empresas de saneamento atenção especial no processo de tratamento de água bruta, bem como adotar medidas de proteção dos mananciais.</p> <p>A recorrente toxicidade observada nas águas do Rio Tietê, entre o Reservatório de Promissão e o início do Reservatório Três Irmãos, recomenda que, ao longo de 2005, seja implantado pela CETESB o monitoramento das variáveis clorofila a e fitoplâncton neste trecho. Cabe salientar que a toxicidade observada é, provavelmente, originada de fontes difusas.</p>
20	<p>O comprometimento sanitário do Rio Tibiriça é caracterizado pelos lançamentos de esgotos domésticos “in natura”, principalmente, dos municípios de Marília e Garça, bem como do município de Tupã por meio da contribuição advinda do Córrego Afonso XII.</p> <p>O manancial do Cascata acusou número de células de cianobactérias ultrapassando 10.000 céls/mL, valor considerado pela legislação vigente como alerta, recomendando-se cuidados especiais no tratamento realizado pela empresa de saneamento, bem como o monitoramento de cianotoxinas na água tratada. A CETESB intensificará a frequência de monitoramento do fitoplâncton deste manancial ao longo de 2005.</p>
21	<p>Na bacia do Rio do Peixe, faz-se necessárias medidas de saneamento básico, uma vez que suas águas acusaram o recebimento de esgotos domésticos sem tratamento.</p> <p>Os baixos valores do IAP observados nos mananciais do Peixe estão associados com o potencial de formação de THMs, sugerindo às empresas de saneamento atenção especial no processo de tratamento de água bruta, bem como adotar medidas de proteção dos mananciais. Por outro lado, as águas do Reservatório do Arrepentido mantiveram a qualidade boa do ponto de vista químico e biológico, tornando-se essencial a integração das entidades públicas no sentido de proteger esse manancial.</p>

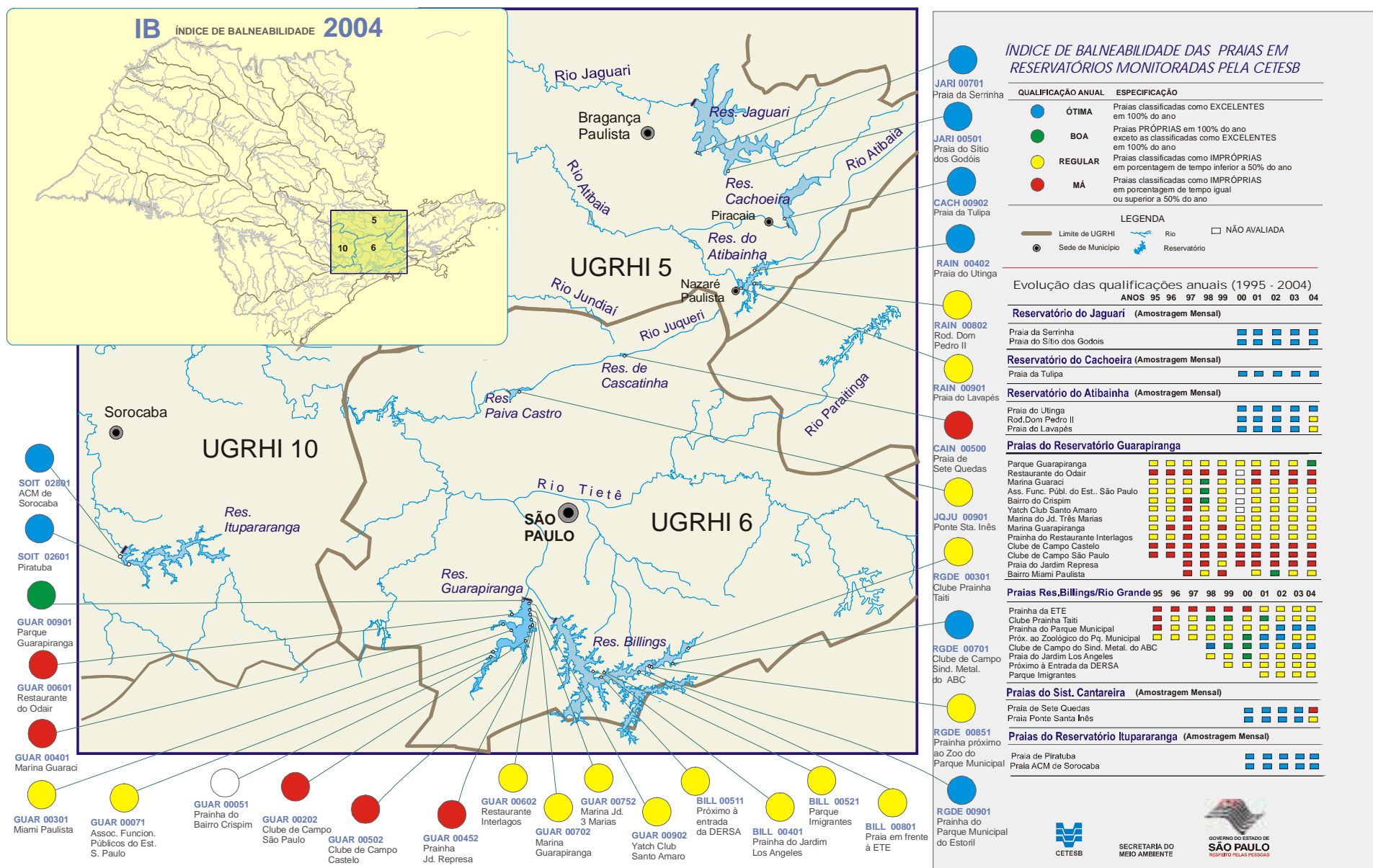
22	Na bacia do Rio Santo Anastácio, os lançamentos domésticos, bem como os lançamentos dos frigoríficos e curtumes, devem ser os principais motivos da degradação da qualidade das águas. De modo a minimizar os impactos nos corpos receptores, recomenda-se uma melhor avaliação do desempenho das estações de tratamento das fontes acima citadas. .
----	--

10.7.2 Gerais

- ▣ Sugere-se estudar a possibilidade de estender o programa de balneabilidade de lagos na região, notadamente junto aos reservatórios, visto que o uso destes ambientes para a recreação tem aumentado significativamente, principalmente nas UGRHIs 2, 13, 14, 16, 17, 19 e 22.
- ▣ As matas ciliares são definidas como sistemas vegetais essenciais ao equilíbrio ambiental e, portanto, devem representar uma preocupação central para o desenvolvimento rural sustentável em todo o Estado. A preservação e a recuperação das matas ciliares, aliadas às práticas de conservação e ao manejo adequado do solo, garantem a proteção de um dos principais recursos naturais: a água. As principais funções das matas ciliares são: controlar a erosão nas margens dos cursos d'água, evitando o assoreamento dos mananciais; minimizar os efeitos de enchentes; manter a quantidade e a qualidade das águas; filtrar os possíveis resíduos de produtos químicos como agrotóxicos e fertilizantes e auxiliar na proteção da fauna local. O Programa Estadual de Microbacias Hidrográficas (PEMBH) tem como objetivo desenvolver ações e implantar tecnologias que proporcionem o desenvolvimento rural sustentável, aliando a produção agrícola à conservação do meio ambiente, com o aumento da renda e qualidade de vida das famílias rurais. Nas UGRHIs 20, 21 e 22, a falta de práticas de conservação do solo e a ausência de mata ciliar estão intimamente associados ao arraste dos solos, uma vez que as médias dos metais constituintes do solo (ferro, manganês e alumínio) mostraram-se significativamente alteradas. Faz-se necessário a extensão e a implementação dos programas e projetos de conservação do solo existentes e a implementação de novos programas, visando a reconstituição de mata ciliar dos rios dessas UGRHIs, por meio de ações institucionais do Comitê de Bacia Hidrográfica, Secretaria da Agricultura - Programa Estadual de Microbacias Hidrográficas e Secretaria do Meio Ambiente.
- ▣ Para um melhor diagnóstico da qualidade dos recursos hídricos das UGRHIs, faz-se necessário um aperfeiçoamento no tratamento dos dados de quantidade, vazão e chuva. Portanto, para o próximo ano, deverá ser intensificado o envolvimento com o DAEE, para um fornecimento mais ágil dessas informações
- ▣ A carência no tratamento de esgoto doméstico no Estado de São Paulo exige que os agentes envolvidos na solução desse problema devam direcionar seu trabalho, em conjunto, no sentido de fomentar das empresas de saneamento e municípios a implantação de estações de tratamento.









11 Referências Bibliográficas

- AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. Microbiological examination. In: _____ **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 20 ed. Washington: APHA / AWWA / WEF, 1998.
- ARAÚJO, R.P.A. **Avaliação da toxicidade de sedimentos ao anfípodo de água doce *Hyaella meinerti* Stebbing, 1899 (Crustacea, Amphipoda)**. Dissertação de Mestrado, Instituto de Biociências/USP. São Paulo, 1998.184p.
- ASTM. American Society for Testing and Materials. Test method for mesuring the toxicity of sediment-associated contaminants with freshwater invertebrates. West Conshohocken, 2000. 117p. (ASTM E 1706-00).
- AZEVEDO, S.M.F.O. Toxinas de Cianobactérias: causas e consequências para a saúde pública. **Medicina on line**, v.1, n.3, 1998. Disponível em: <<http://www.medonline.com.br/microcis.htm>>
- BARBOUR, M.T. et al. **Revision to rapid bioassessment protocols for use in streams and rivers: periphyton, benthic, macroinvertebrates, and fish**. 1997. EPA 841-D-97-002. Disponível em: <<http://www.epa.gov/OWOW/monitoring/AWPD/RBP>>. Acesso em: 27/08/99.
- BEYRUTH, Z. Comunidade fitoplancônica da Represa Guarapiranga 1991-92 : aspectos ecológicos, sanitários e subsídios para realização da qualidade ambiental. Tese de Doutorado, Faculdade de Saúde Pública/USP, São Paulo,1996.
- BIESINGER, K.E.; CHRISTENSEN, G.M. Effects of various metals on survival, growth, reproduction, and metabolism of *Daphnia magna*. **J. Fish. Res. Board of Canada**. v. 29, n. 12, p. 1691-1700, 1972.
- BOTELHO, M. J. C. et al. **Desenvolvimento de índices biológicos para o monitoramento em reservatórios do Estado de São Paulo**. São Paulo: CETESB, 2005. (em fase de elaboração).
- BRANCO, S. M.; **Hidrobiologia aplicada à engenharia sanitária**. 3.ed. São Paulo: CETESB, 1986. 640p.
- BRASIL. Ministério da Saúde/FUNASA. Portaria nº 1469 de 29 de dezembro de 2000. **Normas de qualidade da água para consumo humano**. Brasília, DF. 2000,17p.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº 518, de 03/2004. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**. Poder Executivo. Brasília (DF), 26 mar. 2004, Seção1, p.266-270
- BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 20. Classificação das águas doces, salobras e salinas do Território Nacional. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**. Poder Executivo. Brasília (DF), 30 jul.1986, p.72-89
- 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 identificacion de oligoquetos acuáticos continentales de sud y centroamerica**. 2ª ed. Santo Tomé, 1992. 207p. (Colección CLIMAX nº 6).
- BURGESS, R.M; SCOTT, KJ. The significance of in-place contaminated marine sediments on the water column: processes and effects. In:_____ **Sediment toxicity assessment**. Boca Raton: Lewis Publ., 1992. p.129-163.
- BURT, J.; CIBOROWSKI, J.J.H.; REYNOLDSON, T.B. Baseline incidence of mouthpart deformities in Chironomidae (Diptera) from the Laurentian Great Lakes, Canada. **J. Great Lakes Res.**, v. 29, n. 1, p. 172-180, 2003.
- 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**. CCME, 2001. Disponível em: <http://www.ec.gc.ca/cegg-rcqe/English/Pdf/sediment_summary_table.htm>. Acesso em: 15/01/2002.
- _____. Canadian sediment quality guidelines for the protection of aquatic life: summary tables. In: _____ **Canadian environmental quality guidelines**. Winnipeg: CCME,1999. Disponível em: <http://www.ec.gc.ca/cegg-rcqe/English/Pdf/sediment_summary_table.htm>. Acesso em 28 set. 2001.
- _____. Canadian sediment quality guidelines for the protection of aquatic life: summary tables. In:_____ **Canadian environmental quality guidelines**. Winnipeg: CCME,1999. Disponível em:<http://www.ec.gc.ca/cegg-rcqe/English/Pdf/sediment_summary_table.htm>. Acesso em 05 nov. 2002.

CETESB, São Paulo. **Alguns aspectos da recuperação da qualidade das águas do Reservatório Billings na vigência do Artigo 46.** São Paulo, 1995. (Relatório Técnico)

_____. **Avaliação ecotoxicológica do Reservatório do Guarapiranga, com ênfase ao problema de algas tóxicas e algicidas.** São Paulo, 1995. 115p. (Relatório Técnico)

_____. **Avaliação do complexo Billings: comunidades aquáticas, água e sedimento** – (out/92 a out/93). São Paulo, 1996. 146p. (Relatório Técnico)

_____. **Comunidade planctônica e Clorofila - A do complexo Billings (out/92 a out/93).** São Paulo, 1996. 61p. (Relatório Técnico)

_____. **Diagnóstico ecológico da bacia do Ribeirão dos Cristais.** São Paulo, 2005. (no prelo).

_____. **Eutrofização e contaminação por metais no Reservatório do Guarapiranga: dados preliminares.** São Paulo, 1992. 131p. (Relatório Técnico)

_____. **Eutrofização e contaminação por metais no Reservatório do Guarapiranga.** São Paulo, 1992. (Relatório Técnico)

_____. **L5.201:** Actinomicetos: contagem em placas – método de ensaio. São Paulo, 1986. 26p. (Norma técnica)

_____. **L5.303:** Fitoplâncton de água doce: métodos qualitativo e quantitativo – método de ensaio. São Paulo, 1990. 23p. (Norma Técnica)

_____. **L5.306:** Determinação de pigmentos fotossintetizantes, Clorofila - A, B e C e Feofitina-A. São Paulo, 1990. 22p. (Norma Técnica)

_____. **L5.309:** Determinação de bentos de água doce: macroinvertebrados - métodos qualitativo e quantitativo. São Paulo, 2003. 14p. (Norma Técnica)

_____. **L5.620:** Mutação g nica reversa em *Salmonella typhimurium*: Teste de Ames - método de ensaio. São Paulo, 1993. 40p. (Norma Técnica)

_____. **L6.160:** Sedimentos: determina o da distribui o granulométrica - metodo de ensaio. São Paulo, 1995. 15p. (Norma Técnica)

_____. **Levantamento da contamina o ambiental do Sistema Estuarino de Santos e São Vicente.** São Paulo, 2001. (Relatório preliminar em publica o).

_____. **Relatório de qualidade das águas interiores do Estado de São Paulo : 2002.** São Paulo, 2003. (2v : v.1-271p., v.2-CD) Disponível em: < http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/rel_aguas_int_2002/index.htm> Acesso em: out. 2003.

_____. **Relatório de qualidade das águas interiores do Estado de São Paulo : 2003.** São Paulo, 2004. 268p.

CETESB/DAEE. **Vazões mínimas de referência para a Bacia do Rio Piracicaba.** São Paulo, 1992.

CETESB/SABESP. **Monitoramento integrado das Bacias do Alto e Médio Tietê: avalia o da qualidade da água, sedimento e peixes - relatório final.** São Paulo, 1998. 312p. (Relatório Técnico - Contrato de presta o de serviços 020/97 SABESP/CETESB)

_____. **Monitoramento integrado das Bacias do Alto e Médio Tietê: avalia o da qualidade da água, sedimento e peixes.** São Paulo, 1999. 138p. (Relatório Técnico - Aditamento ao contrato de presta o de serviços 020/97 SABESP/CETESB)

_____. **Relatório de qualidade das águas: consolida o dos dados do Sistema Produtor Billings / Taquacetuba e Guarapiranga (ago/2000 a mar/2003).** São Paulo, 2002. (Contrato SABESP/CETESB 3000/02)

CHORUS, I. ; BARTRAM, J. (Eds.). **Toxic cyanobacteria in water: a guide to their public health consequences, monitoring and management.** E&FN Spon: London, 1999. 416p.

CNEC–Consórcio Nacional de Engenharia; JNS–Engenharia, Consultoria e Gerenciamento. **Plano de desenvolvimento e prote o ambiental da bacia do Guarapiranga: projeto Guarapiranga.** São Paulo, 1997.

CONCURSO DAS ÁGUAS, 2: concurso público nacional de idéias para melhor aproveitamento das  guas da região metropolitana de São Paulo. São Paulo: Prefeitura do Município de São Paulo/Consórcio Intermunicipal das Bacias do Alto Tamandateí e Billings/SBPC, 1992. 144p

CONSÓRCIO DOS MUNICÍPIOS DO ABC. **Plano emergencial de recupera o dos mananciais da região do ABC.** São Paulo, 1998.

DAEE, São Paulo. **Levantamento, análise e processamento de dados fluviométricos da Bacia do Rio Piracicaba.** São Paulo, 1978.

_____. **Vazões médias, mínimas, volumes de regulariza o e curvas de permanência no Estado de São Paulo.** São Paulo, 1988.



- ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **Biological criteria for the protection of aquatic life: users manual for biological field assessment of Ohio surface waters.** Columbus: Division of Water Quality Monitoring and assessment, 1987. v.2
- EPLER, J.H. **Identification manual for the larval Chironomidae (Diptera) of Florida.** Tallahassee: Dept. Environ. Protection. 1995.
- FEAM, Minas Gerais. **Monitoramento da qualidade das águas superficiais do Estado de Minas Gerais – 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.
- HAWKINS, P.R. et al. Severe hepatotoxicity caused by the tropical cyanobacterium (blue green alga) *Cylindrospermopsis raciborskii* (Woloszynska) Seenaya and Subba Raju isolated from a domestic water supply reservoir. **App. Environ. Microbiol.**, v. 50, n. 5, p. 1292-1295, 1985.
- HELIÖVAARA, K.; VÄISÄNEN, R. **Insects and pollution.** Boca Raton: CRC. 1993. 363p.
- HENRIQUE-MARCELINO, R. M. et al. **Macrofauna bentônica de água doce: avanços metodológicos.** São Paulo: CETESB. 1992, 16p. + anexos. (Relatório Técnico)
- JARDIM, F. A. et al. Metodologia para a contagem de cianobactérias em células/ml: um novo desafio para o analista de laboratório. **Ver. Eng. Sanit. e Amb.** v.7, n.3/4, p.109-111, 2002.
- JESUS, Maria de Fátima Silva. DDT. In: _____ **Poluentes orgânicos persistentes: POPs.** Salvador: CRA, 2002. 500p. (Série Cadernos de Referência Ambiental, v.13)
- JOHNSON, R.K.; WIEDERHOLM, T.; ROSENBERG, D.M. Freshwater biomonitoring using individual organisms, populations, and species assemblages of benthic macroinvertebrates. In: ROSENBERG, D.M.; RESH, V.H. (Eds) **Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates.** New York: Chapman & Hall, 1993. p.40-158.
- KLEMM, D.J. et al. **Macroinvertebrate field and laboratory method for evaluating the biological integrity of surface waters.** Cincinnati: Environmental Monitoring Systems Laboratory/EPA, 1990.
- KLERKS, P.L.; WEIS, J.S. Genetic adaptation to heavy metals in aquatic organisms: a review. **Environ. Pollut.**, v. 45, p. 173-205, 1987.
- 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.
- KUHLMANN, M.L.; IMBIMBO, H.R.V.; WATANABE, H.M. **Macrofauna bentônica de água doce: avanços metodológicos 3.** São Paulo: CETESB, 2003. 74p. (Relatório Técnico)
- LAGOS, N. et al. The first evidence of paralytic shellfish toxins in the freshwater cyanobacterium *Cylindrospermopsis raciborskii*, isolated from Brazil. **Toxicon**, v. 37, p. 1359-1373, 1999.
- LAMPERT, W. Inhibitory and toxic effects of blue-green algae on *Daphnia*. **Int. Revue Ges. Hydrobiol.**, v. 66, n. 3, p. 285-298. 1981.
- LAWTON, L. et al. Determination of cyanobacteria in the laboratory. In: CHORUS, I.; BARTRAM, J. **Cyanobacteria in water: a guide to their public health consequences, monitoring and management.** London: E&FN Spon, 1999. 416p.
- LENAT, D.R. A biotic index for the Southeastern United States: derivation and list of tolerance values, with criteria for assigning water quality ratings. **JNABS**, v. 12, n. 3, p. 279-290, 1993.
- LOPRETTO, E.C.; TELL, G. (Eds) **Ecosistemas d'águas continentales: metodologias para su estudio.** La Plata: SUR, 1995. 895p. Tomo 2.
- LOPRETTO, E.C.; TELL, G. (Eds) **Ecosistemas d'águas continentales: metodologias para su estudio.** La Plata: SUR, 1995. 1401p. Tomo 3.
- MANDAVILLE, S.M. **Benthic macroinvertebrates in freshwaters: taxa tolerance values, metrics, and protocols.** 2002. Disponível em: < <http://www.lakes.chebucto.org/H-1/tolerance.pdf> > Acesso em: 21/01/2003.
- MARON, D. M.; AMES, B. N. Revised methods for the Salmonella mutagenicity test. **Mutat. Res.**, v. 113, p. 173-215, 1983.
- MATSUMURA-TUNDISI, T. Diversidade de zooplâncton em represas do Brasil. In: Henry, Raoul (Ed.). **Ecologia de reservatórios: estrutura, função e aspectos sociais.** Botucatu: FAPESP/FUNDIBIO, 1999. p. 41-54.
- MERRITT, R.W.; CUMMINS, K.W. (Eds) **An introduction to the aquatic insects of North America.** 3rd ed. Dubuque: Kendall/Hunt, 1996. 862p.
- MME/DNAEE. **Inventário das estações fluviométricas.** Brasília, 1995.

- MOZETO, A. A., JARDIM, W.F.; ARAGÃO, G.U. (Coord.) **Bases técnico-científicas para o desenvolvimento de critérios de qualidade de sedimentos (CQS): experimentos de campo e laboratório - relatório final.** São Carlos: UFSCar, 2003. 465p.
- PADISAK, J. *Cylindrospermopsis raciborskii* (Woloszynska) Seenayya et Subba Raju, an expanding, highly adaptive cyanobacterium: worldwide distribution and review of its ecology. **Arch. Hydrobiol. Suppl.** v.107, n.4, p.563-593, 1997.
- PATRICK, R.; PALAVAGE, D.M. The value of species as indicators of water quality. **Proc. Acad. Nat. Sci. Phil.**, v. 145, p. 55-92, 1994.
- PEJLER, B. Zooplanktic indicators of trophy and their food. **Hydrobiologia**, v. 101, p. 111-114. 1983.
- PENNAK, R.W. **Fresh-water invertebrates of the United States: Protozoa to Mollusca.** 3rd ed. New York: John Wiley & Sons, 1989. 628p.
- PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO. **Diagnóstico Cartográfico Ambiental do Município de São Paulo.** São Paulo, 1992. 33 p.
- RAND, G. M.; PETROCELLI, S.R. (Ed.) **Fundamentals of aquatic toxicology: methods and applications.** Washington: Hemisphere Publishing Corporation, 1985. 666p.
- ROCHA, O.; MATSUMURA TUNDISI, T. ; TUNDISI, J. G. Hot spots for zooplankton diversity in São Paulo state: origin and maintenance. **Verh. Internat. Verein. Limnol.**, v. 28, p. 872-876, 2002.
- SAMPAIO, E. V. ET AL. Composition and abundance of zooplankton in the limnetic zone of seven reservoirs of the Paranapanema river, Brazil. **Braz. J. Biol.**, v. 62, n. 3, p. 525-545, 2002.
- SANT'ANNA, C.L.; AZEVEDO, M.T.P. Contribution to the knowledge of potentially toxic cyanobacteria from Brazil. **Nova Hedwigia**, v.71 n.3/4, p.359-385, 2000.
- SÃO PAULO (Estado). Secretaria do Meio Ambiente. **Lei Estadual nº 9.866/97. Uma nova política de mananciais: diretrizes e normas para a proteção e recuperação das bacias hidrográficas dos mananciais de interesse regional do Estado de São Paulo.** São Paulo: SMA, 1997. 24p.
- SÃO PAULO (Estado). Secretaria do Meio Ambiente; Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental; PRIME Engenharia. **Avaliação da poluição por fontes difusas afluentes ao Reservatório Guarapiranga: relatório síntese.** São Paulo: SMA, 1998. 96p.
- SÃO PAULO (Estado). Secretaria do Meio Ambiente. Coordenadoria de Planejamento Ambiental. **Informações básicas para o planejamento ambiental.** São Paulo, 2002. 84p.
- SÃO PAULO (Estado). Secretaria do Meio Ambiente; Secretaria de Recursos Hídricos, Saneamento e Obras do Estado de São Paulo. **Gestão das Águas: 6 anos de percurso.** São Paulo: SMA, 1997. 227p. (2v.)
- SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Recursos Hídricos, Saneamento e Obras. Departamento de Águas e Energia Elétrica. **Relatório de situação dos recursos hídricos do Estado de São Paulo.** São Paulo, 1999. 119p.
- SEMINÁRIO Uso Múltiplo da Represa Billings.** São Paulo: Comitê da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê, 1997. 155p.
- SERAFIM Jr., et al. Rotifers of the Upper Paraná River floodplain: additions to the checklist. **Braz. J. Biol.**, v. 63, n. 2, p. 207-212, 2003.
- SILVA, W. M.; MATSUMURA TUNDISI, T. Distribution and abundance of Cyclopoida populations in a cascade of reservoirs of the Tietê River, Brazil. **Verh. Internat. Verein. Limnol.**, v. 28, p. 667-670, 2002.
- SILVÉRIO, P.F. **Bases técnico-científicas para a derivação de valores-guias de qualidade de sedimentos para metais: experimentos de campo e laboratório.** Tese de Doutorado, Escola de Engenharia de São Carlos/USP. São Carlos: USP, 2003. 132p.
- SLEPUKHINA, T.D. Comparison of different methods of water quality evaluation by means of oligochaetes. **Hydrobiologia**, v. 115, p. 183-186. 1984.
- STRASKRABA, M.; TUNDISI, J.G. **Diretrizes para o gerenciamento de lagos: gerenciamento da qualidade de represas.** v.9. São Carlos: ILEC/IE, 2000.
- SZLAUER, B. Zooplankton-based assessment of the Lake Miedwie (North-Western Poland) trophic status. **Electronic Journal of Polish Agricultural Universities, Fisheries**, v. 2, n. 1, 1999. Disponível em: <<http://www.ejpau.media.pl/series/volume2/issue1/fisheries/art-01.html>> Acesso em: 28/11/03.
- THORP, J.H.; COVICH, A.P. (Eds). **Ecology and classification of North American freshwater invertebrates.** San Diego: Academic, 1991. 911p.
- 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.** São Paulo, 1990.



- TOLEDO JR., A. P. et al. **A aplicação de modelos simplificados para a avaliação do processo da eutrofização em lagoas e reservatórios tropicais.** São Paulo: Cetesb, 1983. 34p. (Trabalho apresentado no Congresso Bras. de Eng. San. e Ambiental, 12. Camboriu, 20 a 25/05/1983)
- TRIVINHO-STRIXINO, S.; STRIXINO, G. **Larvas de Chironomidae do Estado de São Paulo: guia de identificação e diagnose dos gêneros.** São Carlos: UFSCar/PPG. 1995. 229p.
- TUNDISI, J.G. et al. Comparação do estado trófico de 23 reservatórios do Estado de São Paulo: eutrofização e manejo. In: _____ **Limnologia e manejo de represas**, v.1, Tomo1, p.165-209, 1988. (Série Monografias em Limnologia)
- VIGANÒ, L. et al. Quality assessment of bed sediments of the Po River (Italy). **Water Res.**, v. 37, n. 3, 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: recommendations**, 2nd ed., Geneva: WHO, 1993. (v.1)
- _____. **Guidelines for drinking water quality: health criteria and other supporting information**, 2nd ed., Geneva: WHO, 1996. (v.2)
- _____. **Guidelines for Drinking Water Quality**. 3rd ed, Geneva: WHO, 2003. Disponível em: <<http://www.who.int>>