



SÉRIE RELATÓRIOS

QUALIDADE DAS ÁGUAS INTERIORES NO ESTADO DE SÃO PAULO

2 0 1 6

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO • SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE
CETESB - COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO

QUALIDADE DAS ÁGUAS INTERIORES NO ESTADO DE SÃO PAULO

SÉRIE RELATÓRIOS

2 0 1 6

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO • SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE
CETESB - COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO

São Paulo
2017

Dados Internacionais de Catalogação
(CETESB – Biblioteca, SP, Brasil)

C418q CETESB (São Paulo)

Qualidade das águas interiores no estado de São Paulo 2016
[recurso eletrônico] / CETESB. - - São Paulo : CETESB, 2017.

1 arquivo de texto (287 p.) : il. color., PDF ; 50 MB. - - (Série Relatórios / CETESB, ISSN 0103-4103)

Publicado anteriormente como: Relatório de qualidade das águas superficiais no estado de São Paulo, Qualidade das águas superficiais no estado de São Paulo, e Relatório de qualidade das águas interiores no estado de São Paulo.

Disponível em:

<<http://aguasinteriores.cetesb.sp.gov.br/publicacoes-e-relatorios/>>.

ISBN 978-85-9467-018-2

1. Água – poluição 2. Águas interiores – qualidade – controle
3. São Paulo (Est.) I. Título. II. Série.

CDD (21.ed. Esp.) 363.739 463 169 081 61

CDU (2.ed. Port.) 502.175 (282:815.6)

Catalogação na fonte: Margot Terada - CRB 8.4422



**GOVERNO DO ESTADO
DE SÃO PAULO**

Governador Geraldo Alckmin

SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE

Secretário Ricardo de Aquino Salles

CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo

Diretor Presidente	Carlos Roberto dos Santos
Diretor de Gestão Corporativa - em exercício	Carlos Roberto dos Santos
Diretor de Controle e Licenciamento Ambiental	Geraldo do Amaral Filho
Diretora de Avaliação de Impacto Ambiental	Ana Cristina Pasini da Costa
Diretor de Engenharia e Qualidade Ambiental	Eduardo Luís Serpa

São Paulo
2017

FICHA TÉCNICA

Diretoria de Engenharia e Qualidade Ambiental

Eng. Eduardo Luis Serpa
Diretor

Coordenação geral

Quím. Maria Helena R. B. Martins
Gerente do Departamento de Qualidade Ambiental

Coordenação técnica

Eng. Nelson Menegon Jr.
Gerente da Divisão de Qualidade das Águas e do Solo
Biól. Marta Condé Lamparelli
Gerente da Divisão de Análises Hidrobiológicas
Biól. Fábio Netto Moreno
Gerente do Setor de Águas Interiores

Coordenação cartográfica

Geóg. Carmen Lucia V. Midaglia

Gerenciamento de dados

Téc. Amb. Beatriz Durazzo Ruiz

Equipe Técnica

Departamento de Qualidade Ambiental

Téc. Adm. Sandra Regina Moraes Melhado

Setor de Águas Interiores

Biól. Claudio Roberto Palombo
Eng. Quím. Uladyr Omindo Nayme

Setor de Programas e Ações Institucionais

Téc. Adm. João Bosco Ferraz

Departamento de Análises Ambientais

Farm. Bioq. Maria Inês Zanoli Sato

Setor de Comunidades Aquáticas

Biól. Maria do Carmo Carvalho
Biól. Adriana C. C. Ribeiro de Deus
Biól. Ana Maria Brockelmann
Biól. Denise Amazonas Pires
Biól. Helena Mitiko Watanabe
Biól. Hélio Rubens Victorino Imbimbo
Biól. Luciana Haipek Mosolino Lerche
Biól. Mônica Luisa Kuhlmann

Setor de Ecotoxicologia Aquática

Farm. Bioq. Rosalina Pereira de Almeida Araújo
Biól. Lucy Lina Ogura
Biól. Márcia Aparecida Aragão
Biól. William Viveiros

Setor de Análises Toxicológicas

Quím. Gilson Alves Quinágua
Farm. Bioq. Daniela Dayrell França
Téc. Amb. Wallace Anderson A. Soares
Biól. Barbara Held

Setor de Toxicologia e Genotoxicidade

Biól. Deborah Arnsdorff Roubicek
Biól. Flavia Mazzini Bertoni

Divisão de Microbiologia e Parasitologia

Biól. Mikaela Renata Funada Barbosa

Setor de Química Inorgânica

Quím. Sharlley Alves Silva
Quím. Robson Leocádio Franklin

Setor de Hidrologia

Eng. Luís Altivo Carvalho Alvim
Quím. Vinícius Marques da Silva
Téc. Amb. Valter da Silva Ferreira
Téc. Amb. Tânia Cristina Holmo Martin Lomazi

Estagiários

Marina Jardim dos Santos Lopes
Ligia Ferraz Avanzi

Coletas de Amostras e/ou Análises

Divisão de Amostragem
Setor de Química Inorgânica
Setor de Química Orgânica
Divisão de Microbiologia e Parasitologia
Setor de Comunidades Aquáticas
Setor de Ecotoxicologia Aquática
Setor de Metrologia e Calibração
Setor de Análises Toxicológicas

Setor de Toxicologia e Genotoxicidade
Divisão de Laboratório Campinas
Divisão de Laboratório Sorocaba
Divisão de Laboratório Cubatão
Divisão de Laboratório Taubaté
Divisão de Laboratório Ribeirão Preto
Divisão de Laboratório Marília
Divisão de Laboratório Limeira

Apoio

Agências Ambientais da Diretoria de Controle e Licenciamento Ambiental
Setor de Biblioteca

Colaboradores

Biól. Gisela de Assis Martini

Contribuições

CIAGRO – Centro Integrado de Informações Agrometeorológicas
COMDEC – Coordenadoria Municipal de Defesa Civil da Prefeitura de São Paulo
DAEE – Departamento de Águas e Energia Elétrica
EMAE – Empresa Metropolitana de Água e Energia
FCTH – Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica
Furnas – Centrais Elétricas S.A.
INMET – Instituto Nacional de Meteorologia
LIGHT Serviços de Eletricidade S/A.
SABESP – Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo
UNICAMP - Laboratório de Química Ambiental

Projeto Gráfico

Vera Severo

Editores/Diagramação

Yellow Design

Impressão

CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo

Distribuição

CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
Av. Prof. Frederico Hermann Jr., 345 – Alto de Pinheiros
Tel. 3133-3000 – CEP 05459-900 – São Paulo – SP
Disponível em: www.cetesb.sp.gov.br

Dedicatória

O relatório desse ano será o último que contou com a contribuição do coletor Oswaldo Atanagildo, carinhosamente apelidado de Gordela.

Com certeza, sentiremos muito a sua falta, pois não é fácil encontrar profissionais dedicados como ele. Gordela sempre fazia a sua atividade diária com aquele ingrediente básico dos seres humanos virtuosos: o amor.

As águas que correm nos rios de nosso estado, com certeza, estão repletas de lágrimas das pessoas que tiveram a oportunidade de trabalhar com essa pessoa tão especial.

Saudades de todos.



Apresentação

A divulgação e transparência das informações sempre foi uma preocupação da CETESB, no sentido de aprimorar a comunicação entre o Estado e a sociedade. Desta forma, há mais de 40 anos, são publicados anualmente os Relatórios de Qualidade Ambiental. Este ano estão disponíveis na página da CETESB na internet as seguintes publicações: Relatório de Qualidade das Praias Litorâneas, de Qualidade das Águas Interiores, de Qualidade das Águas Costeiras e de Qualidade do Ar.

Estes relatórios visam sintetizar os resultados obtidos pelas redes de monitoramento da CETESB e apresentam entre outras informações: dados de medição, comparações com os valores legais, principais tendências de comportamento dos poluentes, permitindo um diagnóstico ambiental amplo de forma a orientar e subsidiar o aprimoramento dos programas de controle ambiental e o planejamento e gestão do meio ambiente no Estado.

Este trabalho só é possível graças a equipes multidisciplinares dedicadas, experientes e coordenadas para efetuar os trabalhos que vão desde o planejamento das redes de avaliação e coleta de amostras até a divulgação e interpretação dos resultados.

Apesar da situação econômica vivida em 2016, a rede de monitoramento da CETESB, dada a sua importância para o diagnóstico ambiental do Estado e o esforço efetuado pela Companhia, continuou se expandindo.

Neste sentido, houve em 2016 o início de operação de duas estações de monitoramento automático da qualidade do ar: uma no Pico do Jaraguá, na RMSP e outra em Limeira e de duas estações manuais: uma no Guarujá e outra em Franca. A rede de monitoramento da qualidade do ar contou com 60 estações automáticas e 31 pontos de monitoramento manual no Estado de São Paulo.

Já a rede básica de água doce contou com um aumento de 24 pontos de amostragem, totalizando, em 2016, 449 pontos de amostragem distribuídos pelos principais rios e reservatórios, enquanto que a rede de águas costeiras foi constituída por 62 pontos em estuários e no Oceano Atlântico. Foram operadas 13 estações de monitoramento automático da qualidade das águas, entrando em operação no final de 2016 a estação localizada no rio Paraíba do Sul, no município de Queluz.

Foram emitidos 94 boletins em 2016 informando a população sobre as condições de balneabilidade das 149 praias do litoral paulista monitoradas em 165 pontos distribuídos pelos 15 municípios que constituem a costa do litoral paulista.

Todo este trabalho está em sintonia com a visão estratégica da CETESB de aprimorar os padrões de excelência de gestão ambiental e os serviços prestados aos usuários e à população em geral, assegurando a atuação da companhia como centro de referência nacional e internacional, no campo ambiental e na proteção da saúde pública.

Carlos Roberto dos Santos
Diretor Presidente da CETESB

Listas

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Porcentagem da população atendida pela coleta e pelo tratamento de esgotos e ICTEM nas áreas urbanas das 22 UGRHI.....	21
Tabela 1.1 – Redes de monitoramento de água doce – 2016.....	28
Tabela 1.2 – Variáveis de qualidade da Rede Básica (água doce).....	29
Tabela 1.3 – Variáveis de qualidade da Rede de Sedimento.....	30
Tabela 1.4 – Categorias e faixas de classificação dos Índices de Qualidade de Água.....	33
Tabela 1.5 – Critérios para o diagnóstico da qualidade dos sedimentos.....	34
Tabela 1.6 – Índices de Qualidade, sua finalidade, composição, redes de monitoramento e pontos da rede.....	35
Tabela 2.1 – Alterações de Pontos de Amostragem na Rede Básica em 2016.....	39
Tabela 2.2 – Registros Fotográficos dos novos pontos da CETESB e da Rede ANA/CETESB.....	45
Tabela 2.3 – Pontos de amostragem da rede de sedimento em 2016.....	48
Tabela 2.4 – Percentual de Tempo de operação com geração/transmissão de dados 2016.....	52
Tabela 2.5 – Pontos pertencentes ao Monitoramento Específico do Sistema Cantareira em 2016.....	53
Tabela 2.6 – Pontos pertencente ao Monitoramento Específico do Billings/Rio Grande/ Taiaçupeba em 2016.....	53
Tabela 2.7 – Descrição dos pontos de amostragem das redes de monitoramento – 2016.....	54
Tabela 2.8 – Pontos da Rede de Monitoramento da CETESB coincidentes com postos fluviométricos operados pelo FCTH/SAISP, DAEE, SABESP e CESP, entre outros.....	68
Tabela 2.9 – Resumo de pontos monitorados por UGRHI, tipo de projeto e densidade da rede em 2016.....	89
Tabela 2.10 – Número de pontos de amostragem no Rio Tietê.....	92
Tabela 2.11 – Número de pontos de amostragem nos Res. Guarapiranga, Rio Grande e Billings.....	92
Tabela 2.12 – Número de pontos de amostragem no Rio Paraíba do Sul e seus formadores.....	93
Tabela 2.13 – Número de pontos de amostragem no Rio Atibaia, Rio Cachoeira e suas represas.....	94
Tabela 2.14 – Número de pontos de amostragem Rio Jundiá e seus formadores.....	94
Tabela 2.15 – Número de pontos de amostragem no Rio Sorocaba, afluentes e Reservatório de Itupararanga.....	94
Tabela 2.16 – Número de pontos de amostragem no Rio Mogi Guaçu e seu reservatório.....	95
Tabela 2.17 – Número de pontos de amostragem no Rio Jaguari e Rio Jacaré pertencentes ao Sistema Cantareira.....	95
Tabela 2.18 – Número de pontos de amostragem no Rio Piracicaba.....	95
Tabela 2.19 – Número de pontos de amostragem nos Rios Capivari, Rio Corumbatã e Pirai.....	95
Tabela 2.20 – Número de pontos de amostragem nos Rios Sapucaí.....	95
Tabela 2.21 – Distribuição dos pontos por município em 2016.....	96
Tabela 2.22 – Relação de municípios com pontos utilizados para abastecimento e respectiva População Estimada em 2016. (Fonte IBGE, 2016).....	99
Tabela 2.23 – Composição da Matriz de análise dos fatores da Análise Multi-critério.....	102
Tabela 2.24 – Dados originais para geração do Índice de Abrangência Espacial do Monitoramento 2006 e 2016.....	103
Tabela 2.25 – Classes do Índice de Abrangência Espacial do Monitoramento (IAEM).....	104
Tabela 3.1 – Distribuição porcentual das categorias do IQA por UGRHI em 2016.....	116
Tabela 3.2 – Pontos de Amostragem com tendência de melhora ou piora do IQA, para o período de 2011 a 2016.....	120
Tabela 3.3 – Vazões captadas e médias anuais do IAP em 2016.....	121
Tabela 3.4 – Concentrações médias de <i>E. coli</i> , <i>Giardia</i> spp. e <i>Cryptosporidium</i> spp. em pontos de captação de água para consumo humano do estado de São Paulo em 2016.....	130
Tabela 3.5 – Distribuição porcentual das categorias do IVA por UGRHI em 2016.....	135
Tabela 3.6 – Tendências do IET em pontos com piora e melhora significativas, entre 2011 e 2016.....	145
Tabela 3.7 – Classificação das amostras dos corpos hídricos Classes Especial, 2 e 3 que apresentaram toxicidade aguda para o <i>Vibrio fischeri</i> em 2016.....	151
Tabela 3.8 – Evolução da classificação segundo o ICZ médio anual entre 2011 e 2016.....	165
Tabela 3.9 – Índice de balneabilidade.....	175
Tabela 3.10 – Porcentagem (%) de pontos em que cada contaminante encontrava-se entre TEL e PEL e excedeu o limite PEL e quando a origem foi antrópica.....	249
Tabela 3.11 – Histórico da Avaliação de Sedimento.....	251
Tabela 3.12 – Número de registros de reclamações de mortandade de peixes por UGRHI, no Estado de São Paulo em 2016.....	258

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Intensidades de chuva mensais e anuais no Estado de São Paulo em 2016.....	16
Gráfico 2 – Chuvas de 2016 nas UGRHI em relação à média histórica do Estado de São Paulo.	17
Gráfico 3 – Evolução do tratamento de esgotos domésticos no Estado de São Paulo – 2010 a 2016.	19
Gráfico 4 – Evolução da carga remanescente no Estado de São Paulo – 2011 a 2016.	20
Gráfico 5 – Carga remanescente de DBO por UGRHI – 2016.....	23
Gráfico 1.1 – Evolução dos pontos de amostragem por programa de monitoramento de água doce.	28
Gráfico 2.1 – Distribuição dos pontos de amostragem por tipo de monitoramento 2016	88
Gráfico 2.2 – Distribuição de pontos de amostragem por tipo de UGRHI.	91
Gráfico 3.1 – Porcentagens de resultados não-conformes na Rede Básica com relação aos padrões estabelecidos para a Classe 2, em 2016 e no período de 2011 a 2015.	114
Gráfico 3.2 – Evolução da Distribuição do IQA, no período de 2011 a 2016.	119
Gráfico 3.3 – Evolução da Distribuição do IAP, no período de 2011 a 2016	126
Gráfico 3.4 – Porcentagem de amostras positivas para os protozoários <i>Giardia</i> spp. e <i>Cryptosporidium</i> spp. em pontos de captação do estado de São Paulo - 2016	130
Gráfico 3.5 – Concentrações médias de <i>E. coli</i> , cistos de <i>Giardia</i> spp., oocistos de <i>Cryptosporidium</i> spp. em pontos de captação no ano de 2016.	131
Gráfico 3.6 – Concentrações médias de cistos de <i>Giardia</i> spp. em pontos de captação em amostragens realizadas nos anos de 2014 a 2016.....	132
Gráfico 3.7 – Concentrações médias de oocistos de <i>Cryptosporidium</i> spp. em pontos de captação em amostragens realizadas nos anos de 2014 a 2016.	133
Gráfico 3.8 – Evolução da Distribuição do IVA, no período de 2011 a 2016.....	139
Gráfico 3.9 – Distribuição Percentual do Índice de Estado Trófico por UGRHI no Estado de São Paulo em 2016.....	140
Gráfico 3.10 – Evolução da Distribuição do Índice de Estado Trófico - 2011 a 2016.....	144
Gráfico 3.11 – Distribuição percentual de efeito tóxico observado em 2016 em cada UGRHI e no Estado de São Paulo	148
Gráfico 3.12 – Porcentagem de ocorrência de efeitos tóxicos entre 2011 e 2016, no estado de São Paulo	149
Gráfico 3.13 – Porcentagem dos resultados de Toxicidade Aguda com <i>Vibrio fischeri</i> nas amostras de água, distribuídos em cada categoria.	150
Gráfico 3.14 – Porcentagem dos resultados de Toxicidade Aguda com <i>Vibrio fischeri</i> nas amostras de água Classe 4, distribuídos em cada categoria.....	151
Gráfico 3.15 – Toxicidade aguda com <i>Vibrio fischeri</i> nos pontos coincidentes nos últimos 5 anos.....	152
Gráfico 3.16 – Atividade estrogênica média nos locais avaliados de 2014 a 2016.	155
Gráfico 3.17 – Atividade estrogênica e DBO médias para cada local monitorado em 2015.....	156
Gráfico 3.18 – Tempo de residência no reservatório Billings em 2016.....	158
Gráfico 3.19 – Tempo de residência nos últimos 10 anos no Reservatório Billings.....	158
Gráfico 3.20 – Tempo de residência das águas no Reservatório Guarapiranga em 2016.....	159
Gráfico 3.21 – Tempo de residência das águas no Reservatório Rio Grande em 2016	161
Gráfico 3.22 – Evolução da classificação segundo o ICF médio dos 42 pontos analisados entre 2011 e 2016.....	162
Gráfico 3.23 – Densidade média anual e distribuição dos grupos da comunidade zooplânctônica dos reservatórios Jaguari (JARI 00800), Jacaré (JCRE 00500), Juqueri (JQUJ 00900), Billings (BILL 02100 e BITQ 00100), Guarapiranga (GUAR 00100 e GUAR 0900), e Barra Bonita (TIBB 02700) em 2016.	167
Gráfico 3.24 – Regressão linear para concentração da cafeína em função da concentração da DBO.....	173
Gráfico 3.25 – Perfil do IQA ao longo do Rio Paraíba do Sul em 2016 e nos últimos 5 anos.....	193
Gráfico 3.26 – Perfil do IVA ao longo do Rio Paraíba do Sul em 2016 e nos últimos 5 anos	193
Gráfico 3.27 – Perfil do IQA ao longo dos cursos d'água do Litoral Norte	194
Gráfico 3.28 – Perfil do IQA ao longo do Rio Atibaia em 2016 e nos últimos 5 anos.....	195
Gráfico 3.29 – Perfil do IVA ao longo do Rio Atibaia em 2016 e nos últimos 5 anos.	195
Gráfico 3.30 – Vazões médias mensais de 2016 e dos últimos 5 anos, no Ponto ATIB 02300.	196
Gráfico 3.31 – Hidrograma do Posto DAEE 4D-009 e vazões nas datas de coleta do ponto ATIB 02300 - 2016.....	196
Gráfico 3.32 – Carga de DBO em 2016 no ponto ATIB02300.....	197
Gráfico 3.33 – Carga de Fósforo em 2016 no ponto ATIB02300.....	197
Gráfico 3.34 – Perfil do IQA ao longo do Rio Jaguari em 2016 e nos últimos 5 anos.....	198
Gráfico 3.35 – Perfil do IVA ao longo do Rio Jaguari em 2016 e nos últimos 5 anos.	198
Gráfico 3.36 – Vazões médias mensais de 2016 e dos últimos 5 anos, no Ponto JAGR 02800.	199
Gráfico 3.37 – Vazões médias diárias e vazões nas datas de coleta em 2016, no Ponto JAGR 02800.....	199
Gráfico 3.38 – Vazões e Carga de DBO em 2016, no Ponto JAGR 02800.	200
Gráfico 3.39 – Vazões e carga de Fósforo em 2016, no Ponto JAGR 02800.....	200
Gráfico 3.40 – Evolução do volume do Sistema Equivalente ao longo de 2016	201
Gráfico 3.41 – Perfil do IQA nos reservatórios do Sistema Cantareira em 2016 e nos últimos 5 anos.....	201
Gráfico 3.42 – Perfil do IAP nos reservatórios do Sistema Cantareira em 2016 e nos últimos 5 anos	202
Gráfico 3.43 – Perfil do IVA nos reservatórios do Sistema Cantareira em 2016 e nos últimos 5 anos	203
Gráfico 3.44 – Média Anual de Clorofila <i>a</i> e Fósforo Total no reservatório Jaguari – 2011 a 2016.	203

Gráfico 3.45 – Concentrações de Clorofila <i>a</i> e Fósforo Total (PT) no reservatório Jaguari – 2016.	204
Gráfico 3.46 – Concentrações de Clorofila <i>a</i> e Fósforo Total (PT) no reservatório Jacareí 2016.	205
Gráfico 3.47 – Concentrações de Clorofila <i>a</i> e Fósforo Total (PT) no reservatório Cachoeira – 2016.	207
Gráfico 3.48 – Concentrações mensais de Clorofila <i>a</i> e Fósforo Total (PT) no reservatório Atibainha 2016.	208
Gráfico 3.49 – Média Anual de Clorofila <i>a</i> e Fósforo Total no reservatório Juqueri – 2011 a 2016.	210
Gráfico 3.50 – Concentrações mensais de Clorofila <i>a</i> e Fósforo Total no reservatório Juqueri em 2016.	211
Gráfico 3.51 – Concentrações de Clorofila <i>a</i> e Fósforo Total (PT) no Reservatório Águas Claras – 2016.	212
Gráfico 3.52 – Perfil do IQA ao longo do Rio Piracicaba em 2016 e nos últimos 5 anos.	214
Gráfico 3.53 – Perfil do IVA ao longo do Rio Piracicaba em 2016 e nos últimos 5 anos.	214
Gráfico 3.54 – Vazões médias mensais de 2016 e dos últimos 5 anos, no Ponto PCAB 02800.	215
Gráfico 3.55 – Vazões médias diárias e vazões nas datas de coleta em 2016, no Ponto PCAB 02800.	215
Gráfico 3.56 – Vazões e carga de DBO em 2016 no ponto PCAB02800.	216
Gráfico 3.57 – Vazões e carga de Fósforo em 2016 no ponto PCAB02800.	216
Gráfico 3.58 – Perfil do IQA ao longo do Rio Tietê em 2016 e nos últimos 5 anos.	217
Gráfico 3.59 – Perfil do IVA ao longo do Rio Tietê em 2016 e nos últimos 5 anos.	218
Gráfico 3.60 – Vazões médias mensais de 2016 e dos últimos 5 anos, no Ponto TIPI 04900.	218
Gráfico 3.61 – Vazões médias diárias e vazões nas datas de coleta em 2016, no Ponto TIPI 04900.	219
Gráfico 3.62 – Vazões e carga de DBO em 2016, no Ponto TIPI 04900.	219
Gráfico 3.63 – Vazões médias de descarga e cargas de DBO e Carbono Orgânico Total, no ponto TIPI 04900.	220
Gráfico 3.64 – Perfil de COT nos Afluentes do Rio Tietê em 2016 e nos últimos 5 anos.	220
Gráfico 3.65 – IQA – Reservatório Billings em 2016 e nos últimos 5 anos.	221
Gráfico 3.66 – Médias anuais de DBO e Carbono Orgânico Total no ponto PINH 04900.	222
Gráfico 3.67 – Perfil de COT nos afluentes do Rio Pinheiros em 2016 e nos últimos 5 anos.	222
Gráfico 3.68 – Perfil do IVA Reservatório Billings em 2016 e nos últimos 5 anos.	223
Gráfico 3.69 – Média anual de Clorofila <i>a</i> e Fósforo Total (PT) no reservatório Billings (BIL02100 e BITQ00100) de 2006 a 2016.	223
Gráfico 3.70 – Concentrações de Clorofila <i>a</i> e Fósforo Total (PT) no Reservatório Billings (BIRP00500) – 2016.	225
Gráfico 3.71 – Perfil do IQA no Reservatório Guarapiranga em 2016.	227
Gráfico 3.72 – Média Anual do IAP no ponto GUAR 00900 – Reservatório Guarapiranga.	228
Gráfico 3.73 – Perfil do IVA no Reservatório Guarapiranga em 2016.	228
Gráfico 3.74 – Média anual de Clorofila <i>a</i> e Fósforo Total (PT) no Reservatório Guarapiranga de 2011 a 2016.	229
Gráfico 3.75 – Perfil do IQA no Reservatório Rio Grande em 2016 e nos últimos 5 anos.	231
Gráfico 3.76 – Perfil do IAP no Reservatório Rio Grande em 2016 e nos últimos 5 anos.	232
Gráfico 3.77 – Perfil do IVA no Reservatório Rio Grande em 2016 e nos últimos 5 anos.	232
Gráfico 3.78 – Concentrações de Clorofila <i>a</i> e Fósforo Total (PT) no reservatório Rio Grande (RGDE02030) – 2016.	233
Gráfico 3.79 – Concentrações de Clorofila <i>a</i> e Fósforo Total (PT) no reservatório Rio Grande (RGDE02200) – 2016.	234
Gráfico 3.80 – Concentrações de Clorofila <i>a</i> e Fósforo Total (PT) no reservatório Rio Grande (RGDE02900) – 2011 a 2016.	236
Gráfico 3.81 – Perfil do IQA no Sistema Alto Tietê e rios afluentes em 2016 e nos últimos 5 anos.	238
Gráfico 3.82 – Perfil do IVA no Sistema Alto Tietê e rios afluentes e efluentes em 2016 e nos últimos 5 anos.	238
Gráfico 3.83 – Perfil do IAP no Sistema Alto Tietê e rios afluentes e efluentes em 2016 e nos últimos 5 anos.	239
Gráfico 3.84 – Média Anual de Clorofila <i>a</i> e Fósforo Total (PT) no Reservatório Jundiá – 2011 a 2016.	239
Gráfico 3.85 – Média Anual de Clorofila <i>a</i> e Fósforo Total (PT) no Reservatório Itaipu – 2011 a 2016.	241
Gráfico 3.86 – Classificação do IAP no Reservatório de Itupararanga entre 2011 e 2016.	243
Gráfico 3.87 – Média anual de Clorofila <i>a</i> e Fósforo Total (PT) no Reservatório Itupararanga de 2011 a 2016.	243
Gráfico 3.88 – Evolução dos registros de Mortandades de 2011 a 2016 no Estado de São Paulo de acordo com a vocação da UGRHI.	257
Gráfico 3.89 – Registros de reclamações de mortandades de peixes de acordo com a vocação das UGRHI em 2016 no Estado de São Paulo.	259
Gráfico 3.90 – Comparação entre as UGRHI que apresentaram os maiores números de reclamações de mortandades de peixes entre os anos de 2011 e 2016.	259
Gráfico 3.91 – Proporção entre as principais causas das ocorrências de mortandade de peixes atendidas pelo ELHC no período de 2010 a 2015.	261
Gráfico 3.92 – Detalhamento das causas das mortandades de peixes no Estado de São Paulo em 2016.	261

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Variação da intensidade de chuva em cada UGRHI em relação às suas respectivas médias históricas.	18
Figura 2.1 – Processo de codificação e georeferenciamento dos pontos de amostragem.	37
Figura 2.2 – Exemplo de localização do ponto JPEP 03150, no Rio Jacaré – Pepira, para cadastro no Banco Interáguas.	38
Figura 2.3 – Pontos ANA propostos inicialmente para o Estado de SP.	41
Figura 2.4 – Ex. Medição de vazão realizada pela CETESB no PARB 02400, no Vale do Paraíba. (Foto: R. Rossetti).	42
Figura 2.5 – Croqui de localização dos Pontos na Praia Municipal de Miguelópolis.	50
Figura 2.6 – Registro fotográfico da Estação Automática EF. 09–ACLA 00900–AGUAS CLARAS (Foto: C.L. Midaglia).	51
Figura 2.7 – Exemplo do Boletim Mensal do Boletim do Sist. Billings/ Rio Grande e Taiaçupeba.	54
Figura 2.8 – Classificação das 22 Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos por vocação.	87
Figura 3.1 – Distribuição porcentual das categorias do IQA em 2016 em função da época do ano.	119
Figura 3.2 – Distribuição porcentual das categorias do IAP em função da época do ano em 2016.	129
Figura 3.3 – Agrupamentos dos pontos de captação resultantes da análise conjunta das concentrações de <i>Giardia</i> spp. e <i>Cryptosporidium</i> spp. observadas nos monitoramentos de 2014 a 2016.	134
Figura 3.4 – Resultados de mutagenicidade dos ensaios de <i>Salmonella</i> /microsoma e Micronúcleo nas amostras de água avaliadas em 2016.	154
Figura 3.5 – Estrutura da comunidade fitoplanctônica – 2016.	163
Figura 3.6 – Estrutura da comunidade bentônica em 2016.	169
Figura 3.7 – Evolução dos parâmetros medidos pela Estação Automática Mogi das Cruzes de janeiro a dezembro de 2016.	179
Figura 3.8 – Evolução dos parâmetros medidos pela Estação Automática Rasgão de janeiro a dezembro de 2016.	180
Figura 3.9 – Evolução dos parâmetros medidos pela Estação Automática Laranjal Paulista de janeiro a dezembro de 2016.	181
Figura 3.10 – Evolução dos parâmetros medidos pela Estação Automática Cotia de janeiro a dezembro de 2016.	182
Figura 3.11 – Evolução dos parâmetros medidos pela Estação Automática Piracicaba de janeiro a dezembro de 2016.	183
Figura 3.12 – Evolução dos parâmetros medidos pela Estação Automática Rio Grande de janeiro a dezembro de 2016.	184
Figura 3.13 – Evolução dos parâmetros medidos pela Estação Automática Guarapiranga de janeiro a dezembro de 2016.	185
Figura 3.14 – Evolução dos parâmetros medidos pela Estação Automática Águas Claras de janeiro a dezembro de 2016.	186
Figura 3.15 – Evolução dos parâmetros medidos pela Estação Automática Taquacetuba de janeiro a dezembro de 2016.	187
Figura 3.16 – Evolução dos parâmetros medidos pela Estação Automática Summit Control de janeiro a dezembro de 2016.	188
Figura 3.17 – Evolução dos parâmetros medidos pela Estação Automática Pedreira de janeiro a dezembro de 2016.	189
Figura 3.18 – Evolução dos parâmetros medidos pela Estação Automática São Miguel Paulista de janeiro a dezembro de 2016.	190
Figura 3.19 – Evolução dos parâmetros medidos pela Estação Automática Cantareira – Jacaré de janeiro a dezembro de 2016.	191
Figura 3.20 – Média anual da Comunidade Fitoplanctônica e Contagem de Células de Cianobactérias no Reservatório Jaguarí – 2011 a 2016.	205
Figura 3.21 – Média mensal da Comunidade Fitoplanctônica e Contagem de Células de Cianobactérias no Reservatório Jaguarí em 2016.	205
Figura 3.22 – Média mensal da Comunidade Fitoplanctônica e Contagem de Células de Cianobactérias no Reservatório Jacaré em 2016.	206
Figura 3.23 – Média mensal da Comunidade Fitoplanctônica e Contagem de Células de Cianobactérias no Reservatório Cachoeira 2016.	208
Figura 3.24 – Média mensal da Comunidade Fitoplanctônica e Contagem de Células de Cianobactérias no Reservatório Atibainha em 2016.	209
Figura 3.25 – Média anual da Comunidade Fitoplanctônica e Contagem de Células de Cianobactérias no Reservatório Juqueri em 2016.	210
Figura 3.26 – Média mensal da Comunidade Fitoplanctônica e Contagem de Células de Cianobactérias no Reservatório Juqueri em 2016.	212
Figura 3.27 – Média mensal da Comunidade Fitoplanctônica e Contagem de Células de Cianobactérias no Reservatório Águas Claras em 2016.	213
Figura 3.28 – Média anual da composição da Comunidade fitoplanctônica e média anual do Número de Células de Cianobactérias – Reservatório Billings – 2005 a 2016.	225
Figura 3.29 – Média mensal da composição da Comunidade fitoplanctônica e do Número de Células de Cianobactérias – Reservatório Billings – Braço Rio Pequeno.	226
Figura 3.30 – Média anual da Comunidade Fitoplanctônica e Contagem de Células de Cianobactérias no Reservatório Guarapiranga– 2011 a 2016.	230
Figura 3.31 – Média mensal da Comunidade Fitoplanctônica e Contagem de Células de Cianobactérias no Reservatório Rio Grande (RGDE 02030).	234
Figura 3.32 – Média mensal da Comunidade Fitoplanctônica e Contagem de Células de Cianobactérias no Reservatório Rio Grande (RGDE 02200).	235
Figura 3.33 – Média anual da Comunidade Fitoplanctônica e Contagem de Células de Cianobactérias no Reservatório Rio Grande (RGDE 02900) – 2011 a 2016.	236
Figura 3.34 – Média anual da Comunidade Fitoplanctônica e Contagem de Células de Cianobactérias no Reservatório Jundiá – 2011 a 2016.	240
Figura 3.35 – Média anual da Comunidade Fitoplanctônica e Contagem de Células de Cianobactérias no Reservatório Taiaçupeba – 2011 a 2016.	242
Figura 3.36 – Média anual da Comunidade Fitoplanctônica e Contagem de Células de Cianobactérias no Reservatório Itaparanga. – 2011 a 2016.	244
Figura 3.37 – Foto. Mexilhão dourado (<i>Limnoperna fortunei</i>) coletado no reservatório Juqueri (ou Paiva Castro).	251
Figura 3.38 – Tendência de melhora ou piora no número de registros de mortandades de peixes no Estado de São Paulo.	260

LISTA DE MAPAS

Mapa 1 – Porcentagem de tratamento de esgoto doméstico por município – 2016	24
Mapa 2 – ICTEM por município – 2016	25
Mapa 2.1 – Pontos de Monitoramento da Rede Básica CETESB/ Rede Nacional de Monitoramento da Qualidade das Águas 2016	43
Mapa 2.2 – Pontos por projeto 2016	73
Mapa 2.3 – Localização dos pontos de amostragem das UGRHI 01 e 02 – 2016	75
Mapa 2.4 – Localização dos pontos de amostragem da UGRHI 05 – 2016.....	77
Mapa 2.5 – Localização dos pontos de amostragem da UGRHI 06 – 2016.....	79
Mapa 2.6 – Localização dos pontos de amostragem da UGRHI 07 – 2016.....	81
Mapa 2.7 – Localização dos pontos de amostragem da UGRHI 9 – 2016.....	83
Mapa 2.8 – Localização dos pontos de amostragem da UGRHI 10 – 2016.....	85
Mapa 2.9 – Situação das UGRHI no Estado de São Paulo em função do IAEM para o ano de 2006.	105
Mapa 2.10 – Situação das UGRHI no Estado de São Paulo em função do IAEM – 2016.....	108
Mapa 3.1 – IQA – 2016 nos pontos de amostragem da Rede Básica da CETESB.	117
Mapa 3.2 – IAP – 2016 nas captações superficiais monitoradas pela CETESB.	127
Mapa 3.3 – Médias anuais do IVA para o ano de 2016.	137
Mapa 3.4 – Médias anuais do IET para o ano de 2016.....	141
Mapa 3.5 – Localização e classificação das praias de rios e reservatórios – 2016.....	177
Mapa 3.6 – Distribuição espacial da qualidade dos sedimentos 2016.	247

Sumário

Introdução	15
Avaliação da Disponibilidade Hídrica no Estado de São Paulo.....	16
Coleta e Tratamento de Esgotos no Estado de São Paulo	19
Carga Orgânica Potencial e Remanescente.....	20
Porcentagens de Coleta e Tratamento por UGRHI e por Município.....	21
1 • Conceitos e Metodologia	27
1.1 Qualidade das Águas Doces	27
1.1.1 Redes de Monitoramento	27
1.1.2 Variáveis de Qualidade das Águas e do Sedimento	29
1.1.2.1 Variáveis da Rede Básica	29
1.1.2.2 Variáveis da Rede de Sedimento	30
1.1.2.3 Variáveis da Rede de Balneabilidade	31
1.1.2.4 Variáveis do Monitoramento Automático.....	31
1.1.3 Índices de Qualidade das Águas e do Sedimento.....	31
1.1.3.1 IQA – Índice de Qualidade das Águas.....	31
1.1.3.2 IAP – Índice de Qualidade das Águas Brutas para Fins de Abastecimento Público.....	31
1.1.3.3 IVA – Índice de Qualidade das Águas para Proteção da Vida Aquática	32
1.1.3.4 IET – Índice do Estado Trófico.....	32
1.1.3.5 ICF, ICZ e ICB – Índice da Comunidade Fitoplancônica, Índice da Comunidade Zooplancônica e Índice da Comunidade Bentônica	32
1.1.3.6 IB – Índice de Balneabilidade	33
1.1.3.7 CQS – Critério de Avaliação da Qualidade dos Sedimentos	33
1.1.4 Perfis de Temperatura e Oxigênio Dissolvido	35
1.1.5 Mortandade de Peixes	36
2 • Redes de Monitoramento	37
2.1 Caracterização dos pontos de amostragem	37
2.2 Rede de Amostragem Manual	38
2.2.1 Rede Básica.....	38
2.2.2 Rede de Sedimentos	48
2.2.3 Rede de Balneabilidade em Rios e Reservatórios	50
2.3 Rede Automática	51
2.4 Distribuição dos pontos de amostragem.....	54
2.4.1 Distribuição por UGRHI.....	87
2.4.2 Distribuição por Corpo d'Água.....	91
2.4.3 Distribuição de pontos por município	96
2.5 Pontos de Captação	98
2.6 Índice de Abrangência Espacial do Monitoramento - IAEM.....	102
2.6.1 Cenário do IAEM para os anos de 2006 e 2016	104
3 • Síntese da Qualidade das Águas no Estado de São Paulo	113
3.1 Atendimento aos Padrões da Legislação	114
3.2 Qualidade das águas	115
3.2.1 IQA – Índice de Qualidade das Águas	115
3.2.1.1 Distribuição porcentual do IQA por UGRHI.....	115
3.2.1.2 Influência da sazonalidade na distribuição porcentual das categorias do IQA.....	119
3.2.1.3 IQA entre 2011 e 2016	119
3.2.2 IAP – Índice de qualidade de água para fins de abastecimento público.....	121
3.2.2.1 IAP entre 2011 e 2016.....	126
3.2.2.2 Influência da sazonalidade na distribuição porcentual das categorias do IAP	129
3.2.2.3 Monitoramento de <i>Giardia</i> spp. e <i>Cryptosporidium</i> spp.	129

3.2.3 IVA – Índice de qualidade das águas para a proteção da vida aquática	134
3.2.3.1 Distribuição porcentual das categorias do IVA por UGRHI	135
3.2.3.2 IVA entre 2011 e 2016	139
3.2.4 IET – Índice de Estado Trófico	139
3.2.5 Análise da toxicidade	147
3.2.5.1 Ensaios ecotoxicológicos com o microcrustáceo <i>Ceriodaphnia dubia</i>	147
3.2.5.2 Toxicidade aguda com <i>Vibrio fischeri</i>	150
3.2.6 Análise de Mutagenicidade (teste de Ames)	153
3.2.6.1 Ensaio de <i>Salmonella</i> /microsoma – Teste de Ames	153
3.2.6.2 Ensaio de Micronúcleo in vitro	153
3.2.7 Interferentes endócrinos (atividade estrogênica)	154
3.2.8 ICF – Índice de Comunidade Fitoplanctônica	156
3.2.9 ICZRes – Índice de Comunidade Zooplantônica	165
3.2.10 ICB – Índice de Comunidade Bentônica	167
3.2.11 Outras variáveis	171
3.2.12 IB – Índice de Balneabilidade das praias em reservatórios e rios	173
3.2.13 Monitoramento Automático	179
3.2.14 Avaliação da Qualidade dos Principais Corpos Hídricos do Estado	192
3.2.14.1 Rio Paraíba do Sul	192
3.2.14.2 Cursos d'Água do Litoral Norte	194
3.2.14.3 Rio Atibaia	195
3.2.14.4 Rio Jaguari	198
3.2.14.5 Sistema Cantareira	201
3.2.14.6 Rio Piracicaba	214
3.2.14.7 Rio Tietê	217
3.2.14.8 Reservatório Billings	221
3.2.14.9 Reservatório Guarapiranga	227
3.2.14.10 Reservatório Rio Grande	231
3.2.14.11 Sistema Alto Tietê	237
3.2.14.12 Reservatório Ituparanga	243
3.3 Qualidade dos sedimentos	245
3.3.1.1 Análise dos perfis sedimentares	256
3.4 Mortandades de Peixes	257
4 • Conclusões	263
5 • Referências	267
Anexos	CD
Anexo A – Documentos Legais	CD
Anexo B – Índice de Abrangência Espacial do Monitoramento	CD
Apêndices	CD
Apêndice A – Relação de Postos Pluviométricos	CD
Apêndice B – Chuvas nas UGRHI	CD
Apêndice C – Dados de saneamento dos municípios paulistas	CD
Apêndice D – Índices de Qualidade das Águas	CD
Apêndice E – Significado Ambiental das Variáveis de Qualidade	CD
Apêndice F – Relação das Variáveis por Ponto de Amostragem	CD
Apêndice G – Localização dos pontos de amostragem por UGRHI	CD
Apêndice H – Relação de corpos hídricos monitorados em 2016	CD
Apêndice I – IAEM	CD
Apêndice J – Resultados do monitoramento de 2016	CD
Apêndice K – Dados das Variáveis de Qualidade de Água e do Sedimento - 2016	CD
Apêndice L – Perfil de Oxigênio Dissolvido e Temperatura em 2016	CD
Apêndice M – Média dos Índices de 2011 a 2016	CD
Apêndice N – Classificação Semanal e Resultados Analíticos de Balneabilidade de Rios e Reservatórios	CD
Apêndice O – Dados de Vazão, Demanda Bioquímica do Oxigênio e Cargas - 2016	CD
Apêndice P – Perfil Sedimentar - 2016	CD
Apêndice Q – Atendimento de Ocorrências de Mortandades de Peixes pela CETESB em 2016	CD

Introdução

A CETESB monitora a qualidade das águas superficiais no Estado de São Paulo desde 1974. Os principais objetivos desse monitoramento são:

- Fazer um diagnóstico da qualidade das águas superficiais do Estado, avaliando sua conformidade com a legislação ambiental;
- Avaliar a evolução temporal da qualidade das águas superficiais do Estado;
- Identificar áreas prioritárias para o controle da poluição das águas, tais como trechos de rios e estuários onde a sua qualidade possa estar mais comprometida, possibilitando, assim, ações preventivas e corretivas da CETESB e de outros órgãos;
- Subsidiar o diagnóstico e controle da qualidade das águas doces utilizadas para o abastecimento público, verificando se suas características são compatíveis com o tratamento existente, bem como para os seus usos múltiplos;
- Subsidiar a execução dos Planos de Bacia e Relatórios de Situação dos Recursos Hídricos, para a cobrança do uso da água e estudo do enquadramento dos corpos hídricos;
- Subsidiar a implementação da Política Nacional de Saneamento Básico (Lei 11.445/2007).

Para atender adequadamente aos seus objetivos e melhorar sua representatividade nas bacias hidrográficas do Estado, a rede de monitoramento da CETESB vem sofrendo sucessivas ampliações e adequações na malha de pontos.

A seca histórica de 2013/2014, por exemplo, motivou a CETESB a ampliar e intensificar o monitoramento da qualidade da água nos principais mananciais responsáveis pelo abastecimento de água na região Metropolitana de São Paulo. Considerando o contexto de criticidade hídrica e seu potencial para alterar a qualidade da água bruta com impactos diretos nos seus usos múltiplos, foram implantadas redes específicas de monitoramento nos Sistemas Cantareira, Guarapiranga e Alto Tietê. No Sistema Cantareira, a rede específica, implantada desde abril de 2014 antes do início da captação de água da reserva estratégica, monitora a qualidade da água nos reservatórios Jaguari, Jacaré, Cachoeira, Atibainha, Juqueri e Águas Claras com frequência bimensal, permitindo a elaboração de boletins que podem ser acessados no sítio da CETESB através do endereço eletrônico <http://aguasinteriores.cetesb.sp.gov.br/publicacoes-e-relatorios>.

A partir de 2015, o monitoramento da CETESB foi ampliado e intensificado nos braços formadores da represa Billings, a saber reservatório Rio Grande, braço do rio Pequeno e braço do rio Taquacetuba, os quais foram considerados como soluções de curto prazo pelo governo do Estado de São Paulo para reforço do abastecimento dos Sistemas Alto Tietê e Sistema Guarapiranga. No caso do Sistema Alto Tietê, a rede específica da CETESB monitora, com frequência mensal, a qualidade da água em 11 pontos de monitoramento posicionados na represa Billings, no braço do Rio Pequeno, no reservatório Rio Grande, nos rios Grande e Taiaçupeba-Mirim e no reservatório Taiaçupeba. Já no Sistema Guarapiranga, a rede específica monitora, com frequência bimestral, a qualidade da água no braço do rio Taquacetuba e em dois pontos no reservatório Guarapiranga.

A avaliação da qualidade da água doce é complementada por meio de análises temporais e espaciais. A temporal consiste na comparação dos dados obtidos em 2016, com os dos cinco anos anteriores (2011 a 2015), para a configuração de tendências. A espacial foi realizada através da elaboração de perfis sanitários dos principais corpos hídricos, objetivando identificar trechos críticos. A apresentação dos Índices de qualidade das águas (IQA), qualidade das águas para fins de Abastecimento Público (IAP), proteção da Vida Aquática (IVA), Estado Trófico (IET), Balneabilidade (IB) e Comunidades Biológicas (Fito e Zooplancônica e Organismos Bentônicos, representados pelo ICF, ICZ e ICB, respectivamente), também fazem parte dessa avaliação.

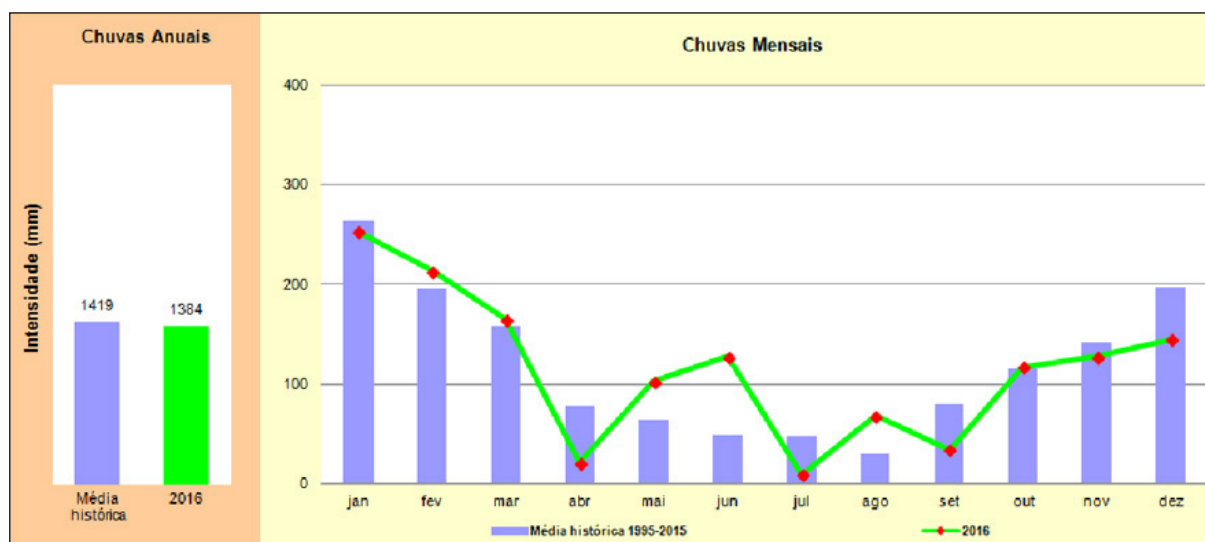
Na complementação das informações de qualidade das águas, o compartimento sedimento também é avaliado, utilizando-se o CQS – Critério de Avaliação da Qualidade dos Sedimentos, que contempla diferentes linhas de evidência, entre estas, as comunidades bentônicas, compostos químicos e ensaios ecotoxicológicos propiciando uma maior integração com as informações da coluna d'água.

O inventário anual da situação sanitária dos esgotos domésticos é realizado por sua importância em relação a sua qualidade dos recursos hídricos no Estado de São Paulo.

Avaliação da Disponibilidade Hídrica no Estado de São Paulo

A avaliação da disponibilidade hídrica no Estado de São Paulo foi realizada tomando-se as médias mensais dos valores registrados em 314 postos pluviométricos distribuídos pelas 22 UGRHI (Apêndice A). O resultado está apresentado no Gráfico 1.

Gráfico 1 – Intensidades de chuva mensais e anuais no Estado de São Paulo em 2016.

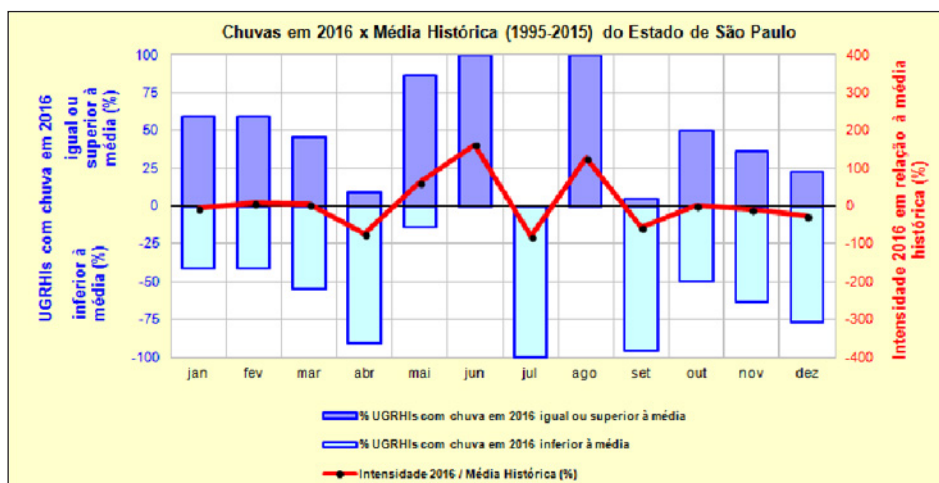


O Gráfico 1 mostra que o Estado de São Paulo apresentou intensidade média de chuva anual de 1.419 mm, no período 1995-2015. Esse intervalo temporal foi selecionado por apresentar dados em todas as UGRHI. O período de estiagem, historicamente considerado de abril a setembro, com precipitações mensais inferiores a 100 mm, apresentou-se bastante irregular em 2016, com os meses de abril, julho e setembro muito mais secos que o esperado e maio, junho e agosto bem mais chuvosos. Já o período tradicionalmente mais úmido, que se estende de outubro a março, registrou precipitações próximas das médias históricas, com exceção de dezembro, quando foi observado volume de chuvas 26% mais baixo.

O Gráfico 1 informa, ainda, que o Estado de São Paulo apresentou um volume anual de chuvas em 2016 de 1.384 mm, ou seja, pouco inferior à média dos 21 anos anteriores. Em relação ao ano crítico de 2014, quando foram registrados somente 1.066 mm de chuvas, 2015 e 2016 foram 40 e 30% mais úmidos, respectivamente.

Para avaliar as precipitações ocorridas ao longo de 2016 no conjunto das UGRHI, foi elaborado o Gráfico 2. Para tanto, foram comparadas as precipitações mensais em cada uma das UGRHI com as médias históricas do Estado, para se obter a porcentagem de unidades que registraram chuvas acima e abaixo da média. Calculou-se, também, a variação de intensidade pluviométrica do conjunto das UGRHI em relação à média histórica do Estado.

Gráfico 2 – Chuvas de 2016 nas UGRHI em relação à média histórica do Estado de São Paulo.



Os resultados mostrados no Gráfico 2 corroboram os do Gráfico 1. Constata-se no Gráfico 2 que os deslocamentos da linha vermelha são compatíveis com o posicionamento das barras azuis. Exemplificando, dezembro de 2016 apresentou intensidade de chuva 26% inferior à média histórica, podendo-se observar a linha vermelha no campo negativo (-26%) e a barra azul alcançando 77% também no campo negativo, indicando que 17 das 22 UGRHI tiveram um dezembro menos chuvoso do que a média histórica.

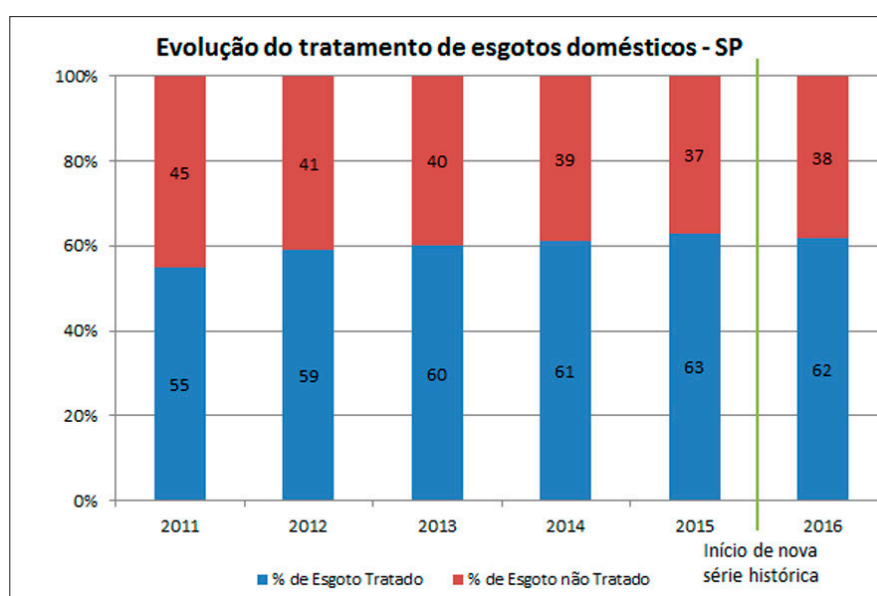
Assim, o distanciamento da linha vermelha do eixo zero exprime o quanto as intensidades de chuva observadas se diferenciaram da média histórica. De forma coerente com os resultados apresentados no Gráfico 1, a evolução dessa linha mostra relativo equilíbrio entre déficits e superávits pluviométricos, o que condiz com o fato de a precipitação de 2016 ter sido ligeiramente inferior à média (2,5%).

Coleta e Tratamento de Esgotos no Estado de São Paulo

Os dados das percentagens de população atendida pelos serviços de coleta e tratamento de esgotos são fornecidos pelos municípios ou pelas concessionárias, principalmente a SABESP, responsável pela operação dos sistemas de 363 municípios (2015/2016).

Em 2016, a CETESB deu continuidade ao constante aperfeiçoamento metodológico das bases disponíveis de dados sobre esgotamento sanitário no Estado de São Paulo, o que resultou na atualização do percentual de coleta de esgotos no Estado, de 91% em 2015, para 87% em 2016. Essa alteração teve reflexo no índice global de tratamento de esgoto doméstico de 2016, que apresentou a marca de 62%, como aponta o Gráfico 3.

Gráfico 3 – Evolução do tratamento de esgotos domésticos no Estado de São Paulo – 2010 a 2016.



Observação: Em função do aperfeiçoamento na base de dados de 2016, os dados deste ano não podem ser comparados com os anos anteriores.

O Governo do Estado de São Paulo está trabalhando para a universalização do saneamento nos municípios do Estado, considerando que o aumento da porcentagem da população atendida pelos serviços de coleta e tratamento de esgotos é fundamental para a melhoria da qualidade das águas e o desenvolvimento sustentável do Estado de São Paulo.

A presença de esgotos nas águas dos rios, reservatórios, estuários e regiões costeiras reduz a sua qualidade, podendo restringir seus múltiplos usos, bem como contribuir para o aumento da ocorrência de doenças de veiculação hídrica, causadas pelo contato primário ou pela ingestão da água contaminada. Nesses sentido é importante destacar a necessidade de ações de gestão integrada envolvendo diversos setores e agentes, associadas à gestão do uso e ocupação do solo, ocupações irregulares, cargas difusas, controle de efluentes industriais e agropecuários, demonstrando a complexidade do assunto.

Um dos principais parâmetros que indica a presença de esgotos domésticos sem tratamento é o aumento da presença do coliforme termotolerante *Escherichia coli* na água. O consequente aumento da concentração da matéria orgânica e a sua decomposição pelos microrganismos determinam a redução nos níveis de Oxigênio Dissolvido no meio aquático, que pode chegar a anoxia, dependendo das características do lançamento e do rio.

Quando os níveis de Oxigênio Dissolvido tendem a zero, a decomposição da matéria orgânica ocorre em meio anaeróbico, o que causa a emissão de subprodutos voláteis odoríferos dos corpos de água, causando incômodos à população e danos aos materiais e à flora. Em meio aeróbico, por outro lado, ocorre a decomposição da Matéria Orgânica Carbonácea e da Matéria Orgânica Nitrogenada, esta última convertida em Nitrato. Ambos Fósforo e Nitrato são nutrientes essenciais para a atividade biológica, sendo o Fósforo considerado como fator limitante. Quando em excesso, esses nutrientes provocam o crescimento excessivo de algas e macrófitas aquáticas, provocando a ocorrência do fenômeno denominado de Eutrofização. Com o lançamento indevido de esgotos domésticos também aumentam a Turbidez e as concentrações de Surfactantes e de Sólidos Totais.

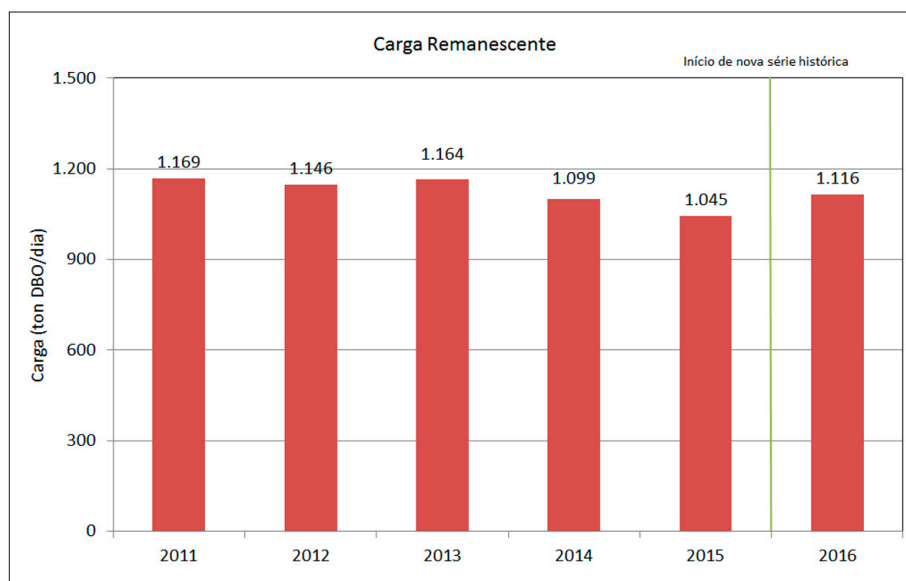
Carga Orgânica Potencial e Remanescente

A carga orgânica potencial de cada município é calculada a partir da população e da carga de matéria orgânica gerada diariamente por habitante, representada pela Demanda Bioquímica de Oxigênio – DBO. O valor diário obtido da literatura é de 54 g hab⁻¹. Com a carga potencial gerada pela população do município e as porcentagens de coleta e tratamento, bem como a eficiência do sistema de tratamento dos esgotos, calcula-se a carga orgânica remanescente, ou seja, aquela que é lançada nos corpos hídricos receptores.

Nas estações de tratamento de esgotos monitoradas pela CETESB, as eficiências dos processos de tratamento são calculadas por meio dos resultados das análises de DBO no efluente bruto e no tratado. Nos outros casos, adotam-se eficiências esperadas em função do tipo de tratamento relacionadas na literatura técnica. A eficiência média das estações de tratamento de esgotos em 2016 foi de 84%, colaborando para a redução da carga orgânica remanescente.

O aperfeiçoamento na base de dados de coleta de esgoto sanitário também teve reflexo na carga orgânica remanescente do ano de 2016, impedindo sua comparação com os anos anteriores. Em 2016, a somatória da carga remanescente, lançada nos corpos hídricos pelos 645 municípios do Estado, foi de aproximadamente 1.116 t DBO dia⁻¹.

Gráfico 4 – Evolução da carga remanescente no Estado de São Paulo – 2011 a 2016.



Observação: Em função do aperfeiçoamento na base de dados de 2016, os dados deste ano não podem ser comparados com os anos anteriores.

Porcentagens de Coleta e Tratamento por UGRHI e por Município

A avaliação dos sistemas de saneamento básico dos 645 municípios paulistas é uma ferramenta importante para explicar, em parte, o diagnóstico obtido pelo monitoramento da qualidade dos recursos hídricos.

A Tabela 1 apresenta a somatória de população atendida pela coleta e tratamento de esgotos domésticos por Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos - UGRHI. Já os dados relativos ao saneamento dos 645 municípios do Estado de São Paulo, que compõem o retrato estadual, estão apresentados no Apêndice C, onde constam os percentuais de coleta e tratamento de esgoto, bem como a carga orgânica potencial e remanescente para cada um dos municípios. Ambas as tabelas apresentam o Índice de Coleta e Tratabilidade de Esgotos da População Urbana de Municípios – ICTEM.

Tabela 1 – Porcentagem da população atendida pela coleta e pelo tratamento de esgotos e ICTEM nas áreas urbanas das 22 UGRHI.

Número	UGRHI	População Urbana	Atendimento (%)		Carga Remanescente kg/dia	ICTEM
	Descrição		Coleta	Tratamento		
1	Mantiqueira	60.098	51	48	1.797	5,16
2	Paraíba do Sul	2.030.143	91	74	42.539	6,80
3	Litoral Norte	312.282	45	38	11.169	4,63 *
4	Pardo	1.154.658	98	84	14.514	8,01
5	Piracicaba/Capivari/Jundiaí	5.403.642	91	73	102.569	7,11
6	Alto Tietê	20.823.378	83	52	637.838	5,28
7	Baixada Santista	1.809.173	71	14	87.205	2,46 *
8	Sapucaí/Grande	682.399	97	90	7.533	8,42
9	Mogi Guaçu	1.476.333	97	60	43.997	5,60
10	Sorocaba/Médio Tietê	1.813.117	87	74	34.460	7,06
11	Ribeira de Iguape/Litoral Sul	271.365	62	60	8.029	5,74
12	Baixo Pardo/Grande	337.481	99	72	6.997	7,05
13	Tietê/Jacaré	1.543.006	98	66	39.281	6,18
14	Alto Paranapanema	615.365	86	78	11.483	7,21
15	Turvo/Grande	1.240.203	98	92	12.144	9,78
16	Tietê/Batalha	502.484	97	91	6.765	8,03
17	Médio Paranapanema	648.424	95	92	10.718	7,74
18	São José dos Dourados	208.986	95	95	2.572	8,40
19	Baixo Tietê	744.885	98	97	10.802	8,00
20	Aguapeí	342.265	97	96	4.420	8,04
21	Peixe	433.687	88	47	14.382	5,01
22	Pontal de Paranapanema	459.544	95	90	5.198	8,45
Estado de São Paulo		42.912.920	87	62	1.116.410	6,06

(*) No cálculo do ICTEM foi adotada uma eficiência nula no tratamento dos municípios que utilizam sistemas de emissário submarino.

O ICTEM retrata uma situação que leva em consideração a efetiva remoção da carga orgânica, (em relação à carga orgânica potencial gerada pela população urbana) sem deixar, entretanto, de observar a importância de outros elementos que compõem um sistema de tratamento de esgotos, como a coleta, o afastamento e o tratamento. Além disso, considera também o atendimento à legislação quanto à eficiência de remoção (superior a 80% da carga orgânica) e a conformidade com os padrões de qualidade do corpo receptor dos efluentes.

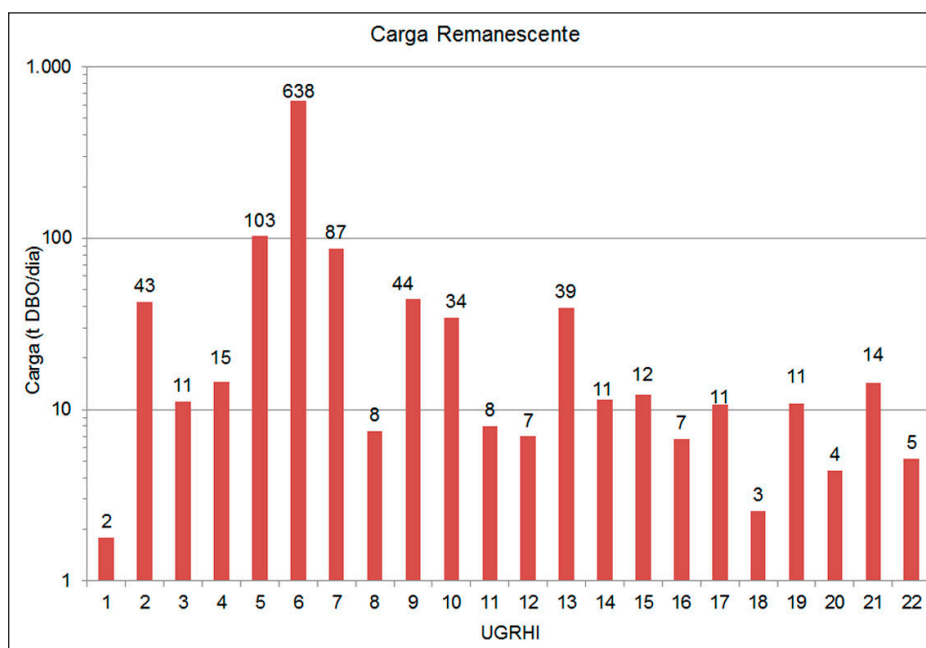
O indicador permite transformar os valores nominais de carga orgânica em valores de comparação entre situações distintas dos vários municípios, refletindo a evolução ou estado de conservação de um sistema público de tratamento de esgotos.

Por hipótese, foi admitido que qualquer efluente não encaminhado à rede pública coletora de esgotos, que não pertencesse a soluções isoladas de tratamento, seria considerado como carga poluidora sem tratamento ou não adequadamente tratada. Dessa maneira, situações individualizadas do tipo fossa séptica e infiltração são contabilizadas como cargas potenciais sem tratamento. A metodologia de cálculo do ICTEM encontra-se no Apêndice D.

Em 2016, treze UGRHI mantiveram nota de ICTEM superior a 7, igual a 2015. As UGRHI 2 – Paraíba do Sul, 4 – Pardo, 12 – Baixo Pardo/Grande e 22 – Pontal de Paranapanema apresentaram melhora do ICTEM em relação a 2015, em função da implantação de novas ETEs nos municípios de Aparecida, Queluz, São Sebastião da Gramma, Morro Agudo e Presidente Venceslau. Os municípios de Santo Antônio da Posse (UGRHI 5 – Piracicaba/Capivari/Jundiaí), Guarulhos (UGRHI 6 – Alto Tietê) e Borebi (UGRHI 13 Tietê /Jacaré) também tiveram a implantação de ETEs em 2016.

As UGRHI com as piores notas do ICTEM, isto é, inferior a 5, foram as UGRHI 3 – Litoral Norte e 7 – Baixada Santista, uma vez que a CETESB adota, desde 2008, uma eficiência nula para sistemas de disposição oceânica, o que reduz a nota do ICTEM dessas UGRHI. O sistema de disposição de oceânica utilizado por essas UGRHI é composto por estações de pré-condicionamento (EPC) seguidas de emissários submarinos, que possibilitam o atendimento aos padrões de emissão previstos na Resolução CONAMA nº 430/2011, além de parâmetros diretamente associados à balneabilidade, bem como o atendimento aos padrões de qualidade das águas salinas. Nas EPCs, o efluente passa por gradeamento, peneiramento e desinfecção, quando aplicável.

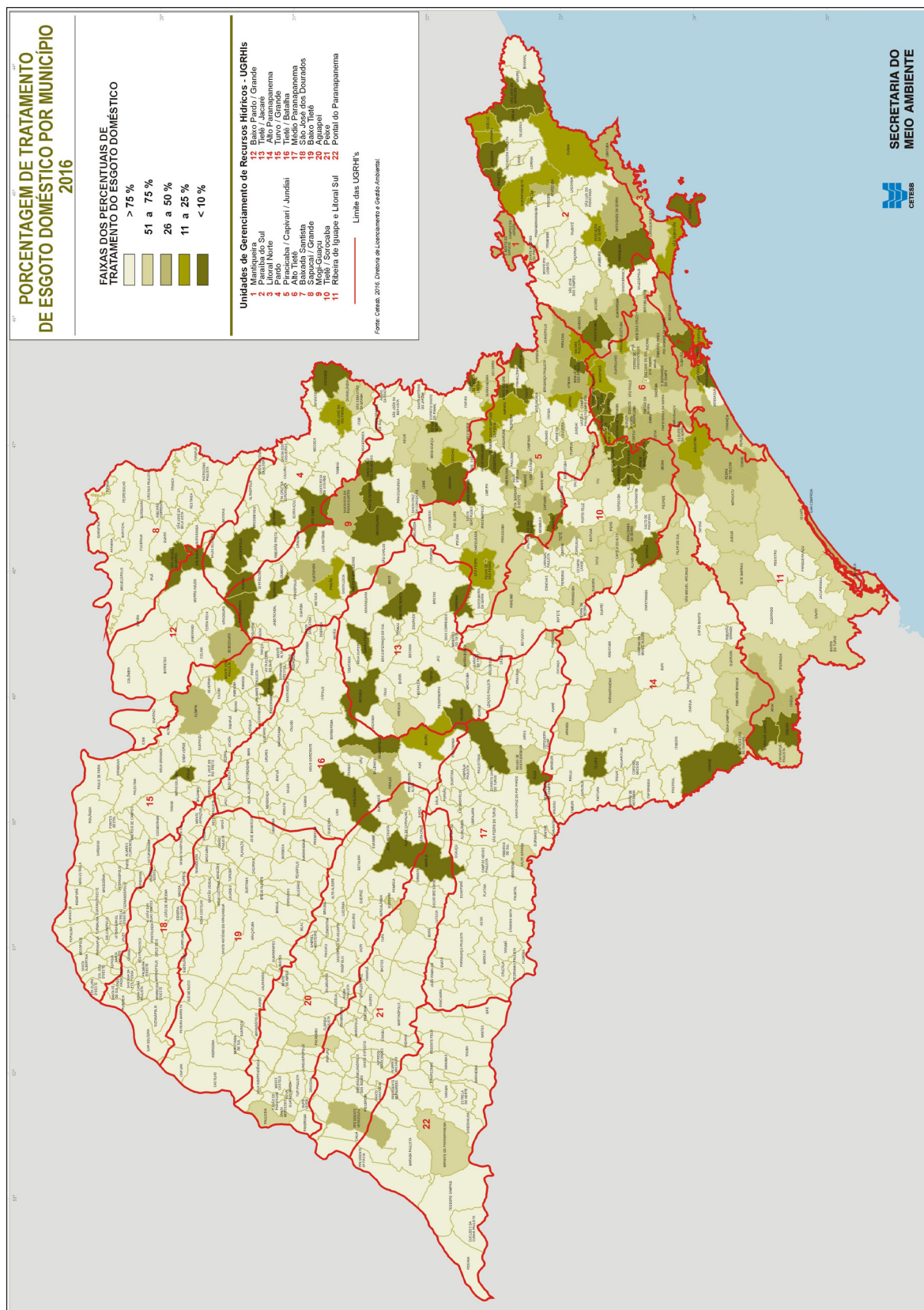
No Gráfico 5, são apresentadas as cargas remanescentes de DBO para cada UGRHI em que se divide o Estado de São Paulo. Em função da densidade populacional na RMSP e dos índices de saneamento, a carga remanescente do Alto Tietê de 638 t DBO dia⁻¹ é responsável por 57% da carga lançada nos corpos hídricos do Estado de São Paulo. Portanto, o trecho do Rio Tietê, inserido nesta UGRHI, concentra uma carga expressiva de DBO. A segunda UGRHI com maior carga remanescente é a do Piracicaba, Capivari e Jundiaí, com 103 t DBO dia⁻¹, representando uma porcentagem de quase 10% da carga remanescente gerada no Estado de São Paulo. No entanto, a carga remanescente gerada nesta UGRHI distribui-se pelos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí.

Gráfico 5 – Carga remanescente de DBO por UGRHI – 2016

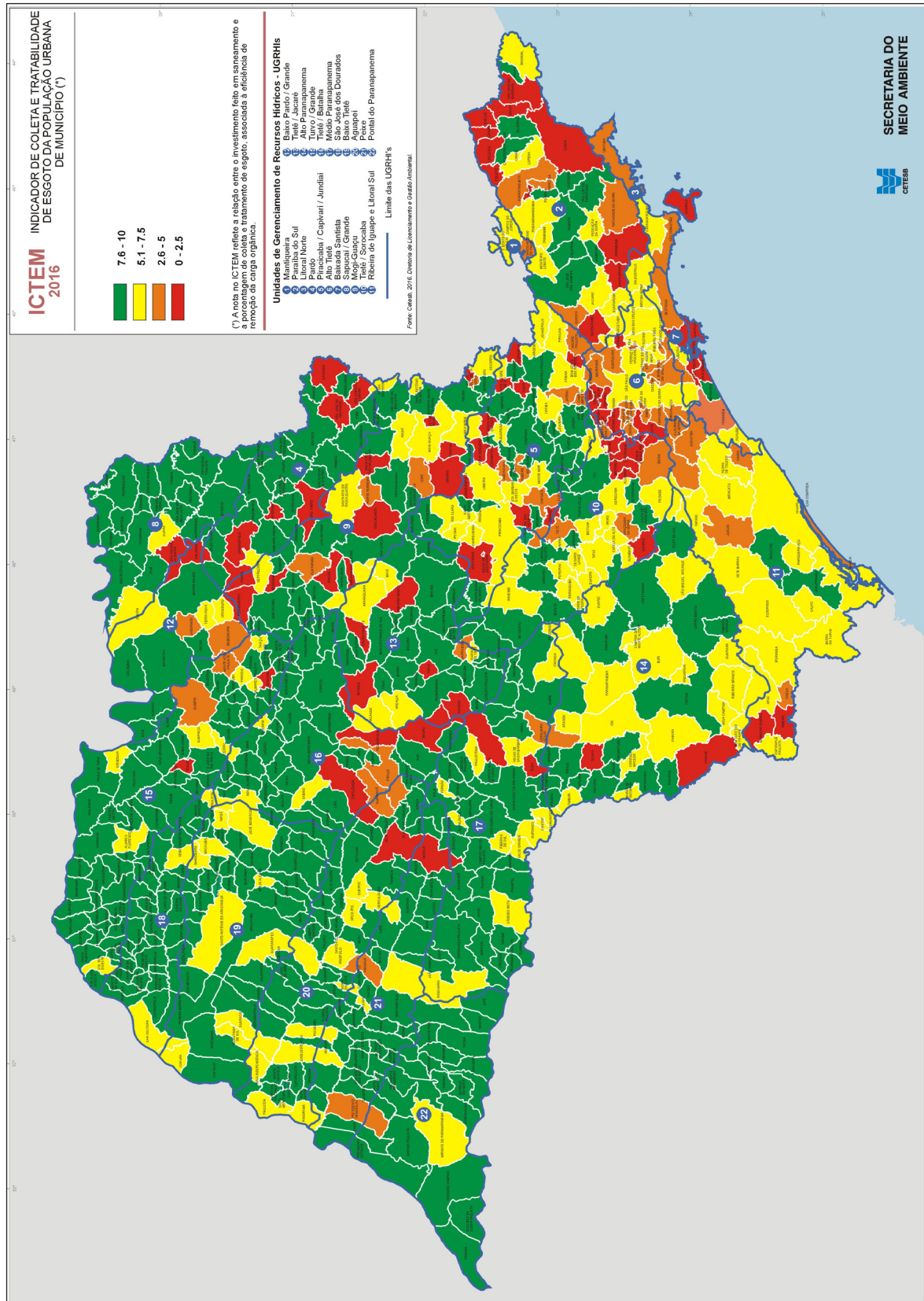
Outro destaque importante com relação à coleta dos esgotos está direcionado para o cidadão, que é responsável por ligar seus esgotos à rede coletora. Dessa forma, no Município de São Paulo, existe o Decreto nº 42.565/02, que obriga o munícipe a ligar seus esgotos à rede coletora quando esta estiver disponível.

A visualização geográfica das porcentagens de tratamento e do ICTEM encontram-se nos Mapa 1 e Mapa 2, apresentando-se a situação dos 645 municípios do Estado de São Paulo.

Mapa 1 – Porcentagem de tratamento de esgoto doméstico por município – 2016.



Mapa 2 – ICTEM por município – 2016.



1 • Conceitos e Metodologia

Neste capítulo, são apresentados alguns conceitos relativos ao monitoramento da CETESB e as metodologias selecionadas para o acompanhamento da qualidade das águas: as redes de monitoramento e as variáveis de qualidade de água doce adotadas, bem como os índices de qualidade de água e do sedimento adotados.

1.1 Qualidade das Águas Doces

De acordo com a Resolução CONAMA nº 357 de 17 de março de 2005 e suas alterações (Anexo A), as águas superficiais doces são classificadas, segundo a qualidade requerida para seus usos preponderantes, em cinco classes de qualidade.

Para cada um dos usos e classes de qualidade foram estabelecidos condições e padrões de qualidade por meio de variáveis (1) descritivas, tais como materiais flutuantes não naturais, óleos e graxas, substâncias que propiciam gosto ou odor, corantes provenientes de fontes antrópicas, resíduos sólidos objetáveis e toxicidade e; (2) quantitativas, tais como pH, DBO, OD, substâncias orgânicas, metais totais e dissolvidos, densidade de cianobactérias, teor de clorofila, entre outras, onde existem faixas de concentração permitidas. O limite máximo permissível das variáveis para cada classe de água é denominado de padrão de qualidade.

Salienta-se que os corpos de água doce foram enquadrados pelo Decreto Estadual nº 10.755 de 1977 de acordo com as classes discriminadas no Decreto Estadual nº 8.468/1976. A CETESB, com base nos usos estabelecidos, considera equivalentes a classe especial da Resolução CONAMA nº 357/05 e a classe 1 do Decreto Estadual nº 8.468/1976. Como não existem padrões para Classe Especial, considera-se que para manter suas condições naturais, não devam ser excedidos os valores estabelecidos na referida Resolução para corpos de classe 1. Uma vez que esse enquadramento, respeitando os padrões de qualidade, consiste numa meta a ser atingida ao longo do tempo, os dados de qualidade atuais dos corpos hídricos do Estado de São Paulo podem não atender às respectivas classes estabelecidas. Desta forma, ressalta-se que as ações de controle de poluição de fontes pontuais (origem doméstica e industrial) ou difusas (origem urbana e agrícola) devem caminhar no sentido de promover a adequação da qualidade dos corpos hídricos na sua respectiva classe de qualidade.

1.1.1 Redes de Monitoramento

O monitoramento da qualidade das águas superficiais em corpos d'água doce, como rios e reservatórios, é constituído por três redes de amostragem manual e uma rede automática, descritas na Tabela 1.1, objetivando um diagnóstico dos usos múltiplos do recurso hídrico.

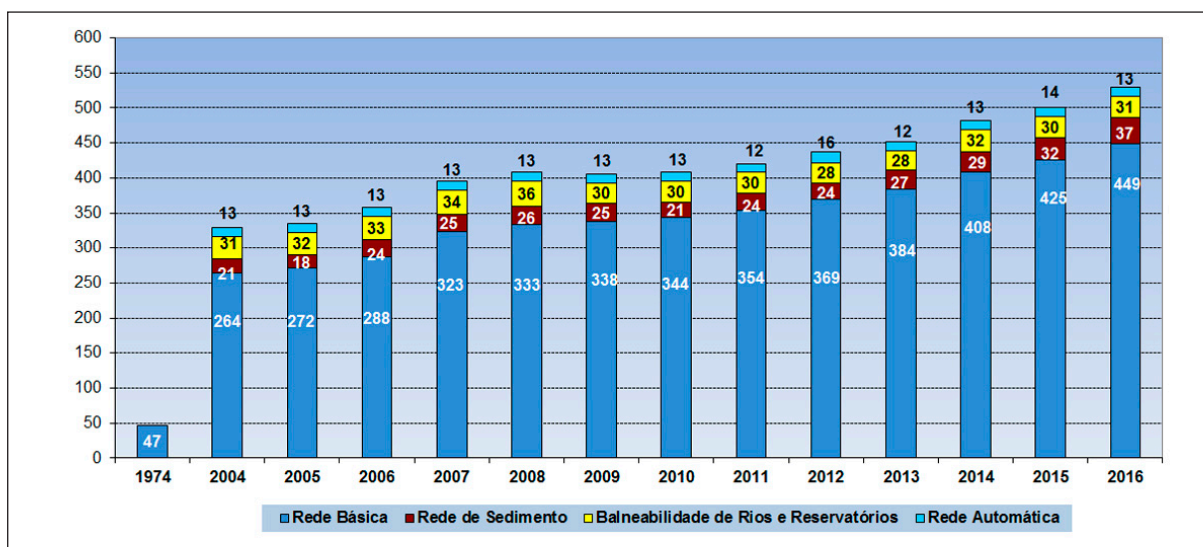
Tabela 1.1 – Redes de monitoramento de água doce – 2016.

Monitoramento CETESB	Objetivos	Início de Operação	Pontos	Frequência	Variáveis
Rede Básica	Fornecer um diagnóstico geral dos recursos hídricos no Estado de São Paulo.	1974	449	Bimestral	Físicas Químicas Biológicas
Rede de Sedimento	Complementar o diagnóstico da coluna d'água.	2002	37	Anual	Físicas Químicas Biológicas
Balneabilidade de Rios e reservatórios	Informar as condições da água para recreação de contato primário/banho à população.	1994	31	Semanal / Mensal	Biológicas
Monitoramento Automático	Controle de fontes poluidoras domésticas e industriais, bem como controle da qualidade da água destinada ao abastecimento público.	1998	13	Horária	Físicas Químicas

O aperfeiçoamento sistemático da rede da CETESB atende a diversos objetivos inerentes ao monitoramento de qualidade das águas, destacando-se:

- Necessidades de acompanhar o crescimento populacional;
- Diversificação das indústrias no Estado;
- Programas de controle da poluição das águas desenvolvidos pela CETESB;
- Diagnóstico dos mananciais utilizados para o abastecimento público.

O processo de evolução do programa de monitoramento da CETESB está baseado na busca contínua de um melhor e mais eficiente diagnóstico dos recursos hídricos. Esse processo considera o avanço científico, os projetos do Governo do Estado, bem como as demandas das Agências Ambientais, das Prefeituras Municipais e dos Comitês das Bacias Hidrográficas. O Gráfico 1.1 permite constatar o aumento do número de pontos de amostragem ao longo dos últimos 10 anos.

Gráfico 1.1 – Evolução dos pontos de amostragem por programa de monitoramento de água doce.

Ao longo do tempo, além das ampliações do número de pontos de amostragem, várias modificações foram introduzidas como, por exemplo, a adequação das frequências de coletas e inclusão de novas variáveis de qualidade.

1.1.2 Variáveis de Qualidade das Águas e do Sedimento

As variáveis de qualidade das águas e do sedimento podem ser integradas para a avaliação dos ambientes aquáticos e, dependendo dos usos da água pretendidos, variáveis e índices específicos são adotados para indicar a qualidade das águas. Os significados ambiental e sanitário dessas variáveis, bem como as respectivas metodologias analíticas e de amostragem são apresentadas no Apêndice E.

A seleção das variáveis de qualidade é determinada em função do tipo de monitoramento: rede básica, balneabilidade, sedimentos e automático. Para a rede básica, a escolha das variáveis está direcionada em função dos usos da água verificados em campo.

1.1.2.1 Variáveis da Rede Básica

A grande quantidade e as diferentes formas de aporte de poluentes que podem estar presentes nas águas superficiais tornam inexequível a análise sistemática de todas as substâncias. Por esse motivo, a CETESB faz a determinação de cerca de 60 variáveis de qualidade da água (físicas, químicas, hidrobiológicas, microbiológicas e ecotoxicológicas) consideradas mais representativas (Tabela 1.2). Essas variáveis são determinadas em, pelo menos, 70% da rede básica.

Em função 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 ser determinadas, tanto em função do uso e ocupação do solo na bacia hidrográfica contribuinte, tipologia industrial, quanto pela ocorrência de algum evento excepcional.

Tabela 1.2 – Variáveis de qualidade da Rede Básica (água doce).

Monitoramento	Grupo	Principais Variáveis*	Variáveis Adicionais**
Rede Básica	Físicos	Condutividade, Sólido Dissolvido Total, Sólido Total, Temperatura da Água, Temperatura do Ar, Turbidez	Cor Verdadeira, Salinidade, Transparência, Vazão
	Químicos	Alumínio Dissolvido, Alumínio Total, Bário Total, Cádmio Total, Carbono Orgânico Total, Chumbo Total, Cloreto Total, Cobre Dissolvido, Cobre Total, Cromo Total, DBO (5, 20), Ferro Dissolvido, Ferro Total, Fósforo Total, Manganês Total, Mercúrio Total, Níquel Total, Nitrogênio Amoniacal, Nitrogênio Kjeldahl, Nitrogênio-Nitrato, Nitrogênio-Nitrato, Oxigênio Dissolvido, pH, Potássio, Sódio, Subst. Tensoat. reagem c/ Azul Metileno, Zinco Total	Alcalinidade Total, Arsênio Total, Boro Total, Cafeína, Carbono Orgânico Dissolvido, Compostos Orgânicos Voláteis (COVs) ^a , Compostos Orgânicos Semi-Voláteis (Semi-COVs) ^b , DQO, Dureza, Fenóis Totais, Fluoreto Total, Herbicidas ^c , Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPAs) ^d , Microcistinas, Nitrogênio Total, Óleos e Graxas, Pesticidas Organoclorados ^e , Pesticidas Organofosforados ^f , Potencial de Formação de THM, Saxitoxina
	Hidrobiológicos	Clorofila-a e Feofitina a	Comunidades Fitoplancônica e Zooplancônica
	Microbiológicos	<i>Escherichia coli</i>	<i>Giardia</i> e <i>Cryptosporidium</i>
	Ecotoxicológicos	Ensaio de Toxicidade Crônica com o microcrustáceo <i>Ceriodaphnia dubia</i>	Ensaio de Toxicidade Aguda com a bactéria luminescente - <i>Vibrio fischeri</i> (Sistema Microtox®)
	Testes de Mutagenicidade		Ensaio de Mutação Reversa (Teste de Ames) e Ensaio de micronúcleos in vitro
	Bioanalíticos		Atividade Estrogênica por BLYES

* Principais Variáveis - monitoradas em mais de 70% dos pontos do rede

** Variáveis Adicionais - monitoradas em menos de 70% dos pontos do rede

a, b, c, d, e e f - As variáveis que compõem esses grupos estão descritas no Apêndice E

As medições de vazão nos corpos d'água são realizadas pela CETESB em parceria com o DAEE – Departamento de Água e Energia Elétrica do Estado de São Paulo. Os resultados são obtidos pela medição direta da vazão nos corpos d'água ou pela leitura de régua, simultaneamente à amostragem da água. No caso das medições feitas por meio das réguas para se determinar a vazão, são utilizadas curvas-chave, as quais devem ser ajustadas periodicamente.

Em 2016, a Rede Básica gerou um volume de dados correspondente aos resultados de aproximadamente 106.000 análises físicas, químicas, biológicas, ecotoxicológicas e bioanalíticas.

O Apêndice F apresenta as variáveis e a quantidade de resultados por ponto de amostragem em 2016.

1.1.2.2 Variáveis da Rede de Sedimento

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 antrópicas sobre esses ambientes, nem sempre detectáveis pelo uso de variáveis da água. A presença de contaminantes no sedimento potencializa a transferência destes para a coluna d'água. A mobilização de contaminantes da fase sólida para a fase dissolvida pode ocorrer por meio do revolvimento do sedimento, por exemplo, em virtude do aumento da vazão e das chuvas ou por atividades que interfiram com o leito do rio como dragagens (seja de desassoreamento ou aprofundamento da calha), passagem de dutos, construção de pilares de sustentação de pontes, dentre outras atividades.

Na Tabela 1.3, são apresentadas as variáveis de qualidade de sedimento (físicas, químicas, hidrobiológicas e toxicológicas) utilizadas pela CETESB em sua avaliação.

Tabela 1.3 – Variáveis de qualidade da Rede de Sedimento.

Monitoramento	Grupo	Variáveis
Rede de Sedimento	Físicos	Granulometria (Areia, Silte e Argila), Série de Sólidos (Fixos, Totais e Voláteis) e Umidade.
	Químicos	a) Inorgânicas: Arsênio, Alumínio, Cádmio, Chumbo, Cobre, Cromo, Escândio, Fósforo, Ferro, Manganês, Mercúrio, Níquel, Nitrogênio Kjeldahl e Zinco. b) Orgânicas ¹ : Bifenilas Policloradas (PCB's), Carbono Orgânico Total, Compostos Orgânicos Voláteis e Semi-Voláteis, Dioxinas e Furanos, Dioxin-Like PCB's, Herbicidas, Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPAs); Pesticidas Organoclorados e Pesticidas Organofosforados
	Microbiológicos	<i>Escherichia coli</i> e <i>Clostridium perfringens</i>
	Hidrobiológicos	Comunidade Bentônica
	Toxicológicas	Deformidade em mento de <i>Chironomus sp.</i> , Ensaio de Toxicidade Aguda com a bactéria luminescente – <i>V. fischeri</i> (Sistema Microtox); ensaio de Toxicidade Aguda/Subletal com o anfípodo <i>Hyalella azteca</i> e ensaio de Mutação Reversa (teste de Ames)

1 as variáveis que compõem os grupos de compostos orgânicos estão descritas no Apêndice F

Desde 2014, tem sido realizado o perfil sedimentar de metais em alguns rios e reservatórios, com o objetivo de 1) avaliar a distribuição destes em profundidade e; 2) correlacionar o perfil obtido com o histórico de uso e ocupação do solo e, conseqüentemente, com potenciais contribuições antrópicas.

1.1.2.3 Variáveis da Rede de Balneabilidade

A variável *Escherichia coli* foi determinada em todos os pontos da rede de balneabilidade, exceto no Rio Perequê (PERE 02601) aonde o indicador utilizado foi Enterococos. O indicador Coliformes Termotolerantes também pode ser utilizado.

1.1.2.4 Variáveis do Monitoramento Automático

As variáveis Oxigênio Dissolvido, Temperatura, pH, Condutividade Elétrica e Turbidez são medidas com frequência horária em estações de monitoramento automático.

1.1.3 Índices de Qualidade das Águas e do Sedimento

Os índices são utilizados para fornecer uma visão geral da qualidade da água, pois integram os resultados de diversas variáveis através de um único indicador. Assim, para transmitir uma informação passível de compreensão pelo público em geral, a CETESB utiliza índices específicos que refletem a qualidade das águas de acordo com seus usos pretendidos.

A composição e o cálculo completo dos diferentes índices aplicados pela CETESB são apresentados no Apêndice D.

1.1.3.1 IQA – Índice de Qualidade das Águas

Para o cálculo do IQA, são consideradas variáveis de qualidade que indicam o lançamento de efluentes sanitários para o corpo d'água, fornecendo uma visão geral sobre as condições de qualidade das águas superficiais. Este índice, calculado em todos os pontos da Rede Básica, também pode indicar alguma contribuição de efluentes industriais, desde que sejam de natureza orgânica biodegradável.

Resumidamente, para cálculo do IQA é estabelecida uma pontuação na qualidade (q) que varia de 0 a 100 para cada uma das nove variáveis que entram na composição do índice. A qualidade (q) é elevada à ponderação (w) correspondente à importância da variável. O IQA é obtido multiplicando-se cada componente (q^w).

1.1.3.2 IAP – Índice de Qualidade das Águas Brutas para Fins de Abastecimento Público

O IAP é o índice utilizado pela CETESB para indicar as condições de qualidade das águas para fins de abastecimento público. Além das variáveis consideradas no IQA, são avaliadas as substâncias tóxicas e as variáveis que afetam a qualidade organoléptica da água.

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).

O ISTO é composto pelos grupos: ST - Grupo de variáveis que indicam a presença de substâncias tóxicas (Potencial de Formação de Trihalometanos - PFTHM, Número de Células de Cianobactérias, Cádmio, Chumbo, Cromo Total, Mercúrio e Níquel) e SO - grupo de variáveis que afetam a qualidade organoléptica da água (Ferro, Manganês, Alumínio, Cobre e Zinco). Para cada variável do ISTO são atribuídos valores de limite inferior, geralmente correspondente ao padrão de potabilidade da

Portaria Ministério da Saúde nº 2914/2011 e valores para o limite superior, em geral correspondente ao padrão Classe 03 da Resolução CONAMA nº 357/05. O ISTO é determinado por meio de manipulações algébricas descritas no Apêndice D.

O IAP é calculado apenas nos pontos coincidentes com as captações utilizadas para abastecimento público ou em locais de transposição de águas para outros reservatórios que são utilizados para abastecimento.

1.1.3.3 IVA – Índice de Qualidade das Águas para Proteção da Vida Aquática

O IVA é utilizado para avaliar a qualidade das águas para a proteção da vida aquática, incluindo no seu cálculo as variáveis essenciais para os organismos aquáticos (Oxigênio Dissolvido, pH e Toxicidade por meio de ensaio ecotoxicológico com *Ceriodaphnia dubia*), as substâncias tóxicas e o grau de trofia.

O cálculo do IVA é priorizado em pontos que estão enquadrados em classes que preveem a proteção da vida aquática excluindo-se, assim, os corpos hídricos Classe 04 (CONAMA 357/05).

O IVA é obtido integrando-se os resultados do IET e do IPMCA. O IET (Índice de Estado Trófico) estabelece o grau de trofia do ambiente e o IPMCA (Índice de Variáveis Mínimas para a Preservação da Vida Aquática) avalia a qualidade da água em termos ecotoxicológicos. O IPMCA é composto por dois grupos: ST (Grupo de Substâncias Tóxicas) e SE (Grupo de Variáveis Essenciais). O resultado do IPMCA é obtido por meio de manipulações algébricas das ponderações de cada variável, as quais variam de 1 a 3, de acordo com a concentração de cada variável encontrada na amostra. A descrição completa do cálculo do IVA consta no Apêndice D.

1.1.3.4 IET – Índice do Estado Trófico

O Índice do Estado Trófico classifica os 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 e cianobactérias.

Para o cálculo do IET, são consideradas as variáveis Clorofila *a* e Fósforo Total. O IET é a média aritmética dos IET de cada componente, calculado por uma equação específica, descrita no Apêndice D.

O IET é calculado prioritariamente nos pontos em cuja classe está prevista a proteção da vida aquática.

1.1.3.5 ICF, ICZ e ICB – Índice da Comunidade Fitoplanctônica, Índice da Comunidade Zooplanctônica e Índice da Comunidade Bentônica

Os índices de comunidades complementam a avaliação do IVA, fornecendo o diagnóstico ambiental por meio dos grupos de organismos fitoplanctônicos (ICF), zooplanctônicos (ICZ) e bentônicos (ICB), com base em informações como: densidade, dominância, diversidade e outras métricas, para a classificação dos diferentes meios.

1.1.3.6 IB – Índice de Balneabilidade

O Índice de Balneabilidade visa avaliar a qualidade de água para fins de recreação de contato primário, sendo aplicado em praias de águas interiores, localizadas em rios e reservatórios.

Os reservatórios em melhores condições são avaliados mensalmente. Já aqueles impactados por lançamentos de efluentes domésticos são avaliados com frequência semanal.

A classificação anual é baseada nas classificações semanais/mensais das praias em Própria ou Imprópria, ao longo do ano.

A Tabela 1.4 apresenta as categorias e faixas de classificação os índices de qualidade de água.

Tabela 1.4 – Categorias e faixas de classificação dos Índices de Qualidade de Água

Índice de Qualidade	Categoria					
IQA	Ótima $79 < IQA \leq 100$	Boa $51 < IQA \leq 79$	Regular $36 < IQA \leq 51$		Ruim $19 < IQA \leq 36$	Péssima $IQA \leq 19$
IAP	Ótima $79 < IAP \leq 100$	Boa $51 < IAP \leq 79$	Regular $36 < IAP \leq 51$		Ruim $19 < IAP \leq 36$	Péssima $IAP \leq 19$
IVA	Ótima $IVA \leq 2,5$	Boa $2,6 \leq IVA \leq 3,3$	Regular $3,4 \leq IVA \leq 4,5$		Ruim $4,6 \leq IVA \leq 6,7$	Péssima $IVA \geq 6,8$
IET	Ultraoligotrófico $IET \leq 47$	Oligotrófico $47 < IET \leq 52$	Mesotrófico $52 < IET \leq 59$	Eutrófico $59 < IET \leq 63$	Supereutrófico $63 < IET \leq 67$	Hipereutrófico $IET > 67$
ICF	Ótima 1	Boa 2	Regular 3		Ruim 4	
ICZ		Boa	Regular		Ruim	Péssima
IB	Ótima Praias excelentes em 100% do tempo	Boa Praias próprias em 100% do tempo	Regular Praias impróprias em até 25% do tempo		Ruim Praias impróprias entre 25 e 50% do tempo	Péssima Praias impróprias em mais de 50% do tempo

1.1.3.7 CQS – Critério de Avaliação da Qualidade dos Sedimentos

O Critério de Avaliação da Qualidade dos Sedimentos - CQS classifica o sedimento em categorias de acordo com linhas de evidência. As três principais são: Contaminação Química, Comunidade Bentônica e Toxicidade, este último incluindo teste de toxicidade com *Hyallela azteca*.

As linhas de evidência são complementadas de forma a obter um diagnóstico mais detalhado. Assim a linha de evidência de toxicidade é complementada com os ensaios de mutação reversa (Teste de Ames), teste de Toxicidade Aguda (Microtox®) e frequência de deformidade.

O diagnóstico químico é complementado pela análise do Fósforo Total, que avalia a extensão do grau de eutrofização dos corpos hídricos. Analisam-se também Carbono Orgânico Total e Nitrogênio Kjeldahl que, juntamente com o Fósforo Total, avaliam a sua qualidade biogeoquímica, notadamente a carga interna de nutrientes e a condição de eutrofização desses corpos d'água.

As variáveis microbiológicas *Clostridium perfringens* e *Escherichia coli*, bactérias indicadoras de contaminação fecal remota e recente, respectivamente, também foram incluídas nessa avaliação.

A Tabela 1.5 apresenta os critérios para o diagnóstico da qualidade do sedimento.

Tabela 1.5 – Critérios para o diagnóstico da qualidade dos sedimentos

Critério	ÓTIMA	BOA	REGULAR	RUIM	PÉSSIMA
Substâncias Químicas ^(a)	Todos contaminantes em concentração inferior a TEL	O pior contaminante com concentração acima de TEL mas inferior 50% da distância entre TEL e PEL	O pior contaminante com concentração acima de TEL superior a 50% da distância entre TEL e PEL, mas inferior a PEL	O pior contaminante com valor entre PEL e até 1,5 PEL	O pior contaminante com valor superando 1,5 PEL
Comunidade Bentônica	ICB ^(b) = 1	ICB = 2	ICB = 3	ICB = 4	ICB = 5
Ecotoxicidade (<i>Hyalella azteca</i>)	Não Tóxico		Efeito subletal, redução no crescimento	Efeito agudo, mortalidade <50%	Efeito agudo, mortalidade ≥50%
Mutagenicidade (Teste de Ames)	Não detectado	< 50 rev/g	>50 até 500 rev/g	>500 até 5.000 rev/g	>5.000 rev/g
Toxicidade Aguda (<i>Vibrio fischeri</i>)	Não tóxica		Moderadamente tóxica	Tóxica	Muito tóxica
	CE ₂₀ > 81,9%		50% < CE ₂₀ ≤ 81,9%	25% < CE ₂₀ ≤ 50%	CE ₂₀ ≤ 25%
Frequência de deformidade no mento (<i>Chironomus</i>)	≤ 2 %		2,1 a 6 %	< 6 %	
Fósforo (mg/kg)		< 750		>750 até 1.500	>1.500
<i>Escherichia coli</i> (NMP/100g)	≤ 10 ³	> 10 ³ até 10 ⁴	> 10 ⁴ até 10 ⁵	> 10 ⁵ até 10 ⁶	>10 ⁶
<i>Clostridium perfringens</i> (NMP/100g)	≤ 10 ⁴	> 10 ⁴ até 10 ⁵	> 10 ⁵ até 10 ⁶	> 10 ⁶ até 10 ⁷	> 10 ⁷

a) Segundo valores guias estabelecidos pelo CCME (1999). Na ocorrência de bioacumuláveis (organoclorados, arsênio, cádmio, chumbo e mercúrio) acima de PEL considera-se piora do diagnóstico em uma classe.

b) ICB – Índice de Comunidade Bentônica

Na Tabela 1.6 estão resumidas as informações sobre os índices de qualidade utilizados por tipo de rede de monitoramento, incluindo as variáveis de qualidade utilizadas para o cálculo dos respectivos índices, sua principal finalidade e em quais pontos são empregados.

Tabela 1.6 – Índices de Qualidade, sua finalidade, composição, redes de monitoramento e pontos da rede.

Rede de Monitoramento	Índice de Qualidade	Principal finalidade	Pontos da Rede	Variáveis que compõem os índices
Rede Básica	IQA	Diluição de efluentes (principalmente doméstico)	Todos	Temperatura, pH, Oxigênio Dissolvido, Demanda Bioquímica de Oxigênio, <i>Escherichia coli</i> /Coliformes Termotolerantes, Nitrogênio Total, Fósforo Total, Sólidos Totais e Turbidez.
	IAP	Abastecimento Público	Utilizados para abastecimento público	Temperatura, pH, Oxigênio Dissolvido, Demanda Bioquímica de Oxigênio, <i>Escherichia coli</i> , Nitrogênio Total, Fósforo Total, Sólidos Totais, Turbidez, Ferro, Manganês, Alumínio, Cobre, Zinco, Potencial de Formação de Trihalometanos, Número de Células de Cianobactérias (Ambiente Lêntico), Cádmio, Chumbo, Cromo Total, Mercúrio e Níquel.
	IET	Eutrofização	Todos, exceto os rios enquadrados na Classe 4 (CONAMA 357/05) que apresentam qualidade ruim	Clorofila <i>a</i> e Fósforo Total.
	IVA	Proteção da vida aquática		Oxigênio Dissolvido, pH, Ensaio Ecotoxicológico com <i>Ceriodaphnia dubia</i> , Cobre, Zinco, Chumbo, Cromo, Mercúrio, Níquel, Cádmio, Surfactantes, Clorofila <i>a</i> e Fósforo Total.
	ICF	Proteção da vida aquática	Ambientes lênticos utilizados para abastecimento; ou estado mesotrófico	Comunidade Fitoplânctônica, Fósforo e Clorofila <i>a</i>
	ICZ	Proteção da vida aquática	Alguns reservatórios	Comunidade Zooplânctônica e Clorofila <i>a</i>
Rede de Balneabilidade	IB	Balneabilidade / Recreação	Todos	Coliformes Termotolerantes ou <i>Escherichia coli</i> ou Enterococos
Rede de Sedimento	CQS	Proteção da vida aquática	Todos	Contaminantes químicos que possuem valores estabelecidos pelo CCME (1999); Ensaio Ecotoxicológico com <i>Hyalella azteca</i> , Comunidade Bentônica
	ICB	Proteção da vida aquática	Pontos que não apresentam qualidade ruim / péssima na água	Comunidade Bentônica

Na Rede Básica, os índices de qualidade são calculados quatro vezes ao ano, englobando o período seco (maio a agosto) e o período chuvoso (novembro a fevereiro), com exceção do IQA, calculado bimestralmente.

Os reservatórios Billings, Rio Grande e Taiaçupeba e seus rios afluentes, tiveram seu monitoramento intensificado executando-se amostragens com frequência mensal a partir de maio de 2015.

1.1.4 Perfis de Temperatura e Oxigênio Dissolvido

A determinação dos perfis de Temperatura e Oxigênio Dissolvido ao longo da coluna d'água de corpos hídricos lênticos é desejável onde se constata a ocorrência da estratificação térmica, principalmente no verão. Neste período, a camada superficial do reservatório apresenta temperatura mais elevada, acarretando menor densidade da água (epilímnio), enquanto que a camada mais profunda apresenta temperatura mais baixa e com maior densidade (hipolímnio).

Desta forma, cria-se uma estabilidade na massa líquida que será desestruturada por forças externas, como o vento, entrada de afluentes, sazonalidade. Essa estabilidade pode levar a uma alteração na qualidade ao longo da coluna da água, principalmente na camada mais profunda, como a redução da concentração de Oxigênio Dissolvido devido a processos de decomposição.

Portanto, as amostragens realizadas pela Rede Básica a 30 cm de profundidade não refletem a condição de qualidade ao longo da coluna d'água do reservatório.

Os perfis de OD e Temperatura são incluídos nos pontos de amostragem de ambientes lênticos (reservatórios), com medição feita com o uso de embarcação.

1.1.5 Mortandade de Peixes

Um evento de mortandade de peixes indica um ponto extremo de pressão no corpo d'água, podendo incluir a morte de diversas espécies, além de outros organismos. As mortandades estão normalmente associadas a alterações da qualidade da água e, embora nem sempre seja possível identificar suas causas, o seu registro consiste em um bom indicador da suscetibilidade do corpo hídrico em relação às fontes de poluição nas respectivas UGRHI. A CETESB realiza atendimento a ocorrências de mortandades de peixes por meio das Agências Ambientais e do Setor de Comunidades Aquáticas.

2 • Redes de Monitoramento

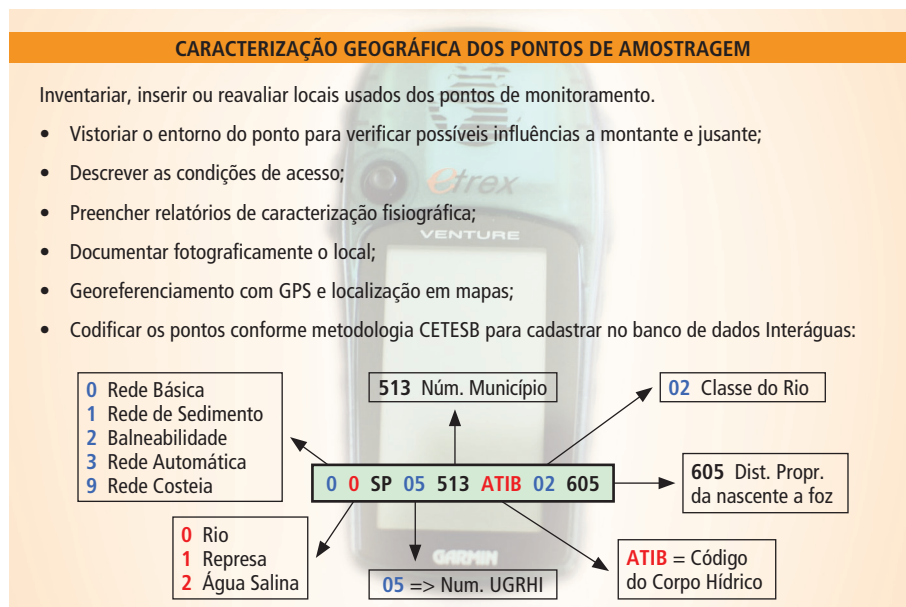
O monitoramento da qualidade das águas superficiais em corpos de água doce, como rios e reservatórios, é constituído pelas redes de amostragem manual e automática, que objetivam um diagnóstico dos usos múltiplos do recurso hídrico. Para o acompanhamento das condições de contato primário das praias de água doce, é realizado um monitoramento específico. A análise das distribuições geográficas dos pontos por UGRHI, município e corpo hídrico constitui-se em ferramenta para subsidiar a avaliação dos rios e reservatórios.

2.1 Caracterização dos pontos de amostragem

Os pontos de amostragem, antes de integrar as redes de monitoramento, são vistoriados e caracterizados geograficamente com a finalidade de 1) compilar os dados essenciais ao processo de codificação, 2) identificar possíveis contribuições do uso do solo no entorno do ponto e; 3) auxiliar na escolha do conjunto de análises a serem executadas. Na Figura 2.1, apresenta-se um exemplo da codificação utilizada pela CETESB.

O gerenciamento das informações dos pontos de amostragem e das variáveis de qualidade é realizado por meio do Sistema Interáguas, que é um banco de dados relacional, desenvolvido pela CETESB.

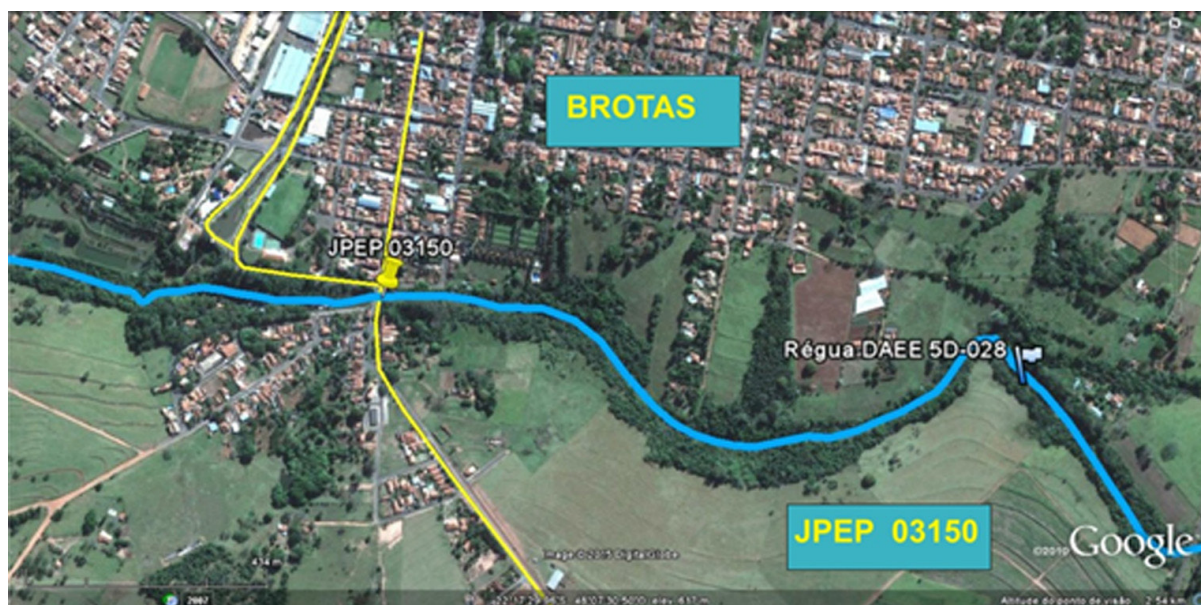
Figura 2.1 – Processo de codificação e georeferenciamento dos pontos de amostragem.



A caracterização geográfica dos pontos de amostragem é realizada por meio de visitas em campo, com uso de aparelho de georeferenciamento - GPSs, auxiliadas se possível por localização prévia de acesso através das plataformas *Google Earth* e/ou *Google Maps*, por consultas a mapas. Após a visita, esses pontos são registrados nas cartas do IBGE que recobrem o Estado de São Paulo em escala 1: 50.000, possibilitando a conferência da localização digital. Além disto, é feita a documentação fotográfica dos trechos do entorno. Esses pontos, progressivamente, estão sendo migrados para um banco georeferenciado.

A Figura 2.2, extraída do *Google Earth*, apresenta um exemplo da localização do ponto JPEP 03150 - Ponte na Rua Francisco Costa, em Brotas. Cerca de 1,5 km a jusante da régua do DAEE 5D-028.

Figura 2.2 – Exemplo de localização do ponto JPEP 03150, no Rio Jacaré – Pepira, para cadastro no Banco Interáguas.



2.2 Rede de Amostragem Manual

A rede de monitoramento manual da CETESB é formada pelas redes: básica, de sedimento e de balneabilidade de águas interiores.

2.2.1 Rede Básica

A Rede de água doce superficial, em 2016, foi constituída por 449 pontos de amostragem. Houve um acréscimo de 26 pontos. Foram incluídos 24 novos pontos e dois antigos foram pontos reativados.

Na rede básica da CETESB foram incluídos 7 novos pontos: UAMA 00550 (UGRHI 02), CATA 23850 e SABO 22500 (UGRHI 07), PDRA 02450 e PITA 02450 (UGRHI 12), OLHO 02690 e MATA 04900 (UGRHI 15). E outros 19 pontos (17 novos e dois reativados) que vão pertencer à rede conjunta CETESB/ANA:

BUKI 02950 (UGRHI 2), CANO 02001, CANO 02800, PARD 02400 e TDUA 02700 (UGRHI 4), GUAO 02600 (UGRHI 6), JARD 04800 e PNHO 04500 (UGRHI 8), JAMI 02001(UGRHI 9), GRDE 02400 (UGRHI 12), BJAU 03300(UGRHI 13), TURR 02800(UGRHI 14), BATA 02300(UGRHI 16), PADO 02400(UGRHI 17), BESP 04900 (UGRHI 20) e PIZI 02900 e SALT 02700 (UGRHI 22).

Na (UGRHI 15), o ponto GRDE 02500 que foi monitorado até 31/12/2000 foi reativado por estar em área limítrofe, de interesse da ANA e o ponto TIPR 02990, da UGHRI 16, que no ano anterior havia sido excluído por dificuldade de acesso ao local de coleta, foi reativado e novamente reintegrado a Rede ANA.

Também em relação ao ano passado foi feita a exclusão de dois pontos: o primeiro na UGHRI 5, GERT 02200 por dificuldade de acesso ao local de coleta e o segundo na UGHRI 9, JAMI 02100 que foi desativado. Na rede integrada com a ANA, o ponto CETESB RIJU 02900 (UGHRI 3) foi integrado e ponto PALT 04970 da UGHRI 14 foi desintegrado.

Foram ainda realocados 2 pontos: IRIS 02250 (UGRHI 5) e TAQR 02400 (UGRHI 14).

Na Tabela 2.1, são discriminadas as alterações ocorridas na Rede Básica CETESB ao longo de 2016.

Tabela 2.1 – Alterações de Pontos de Amostragem na Rede Básica em 2016. (continua)

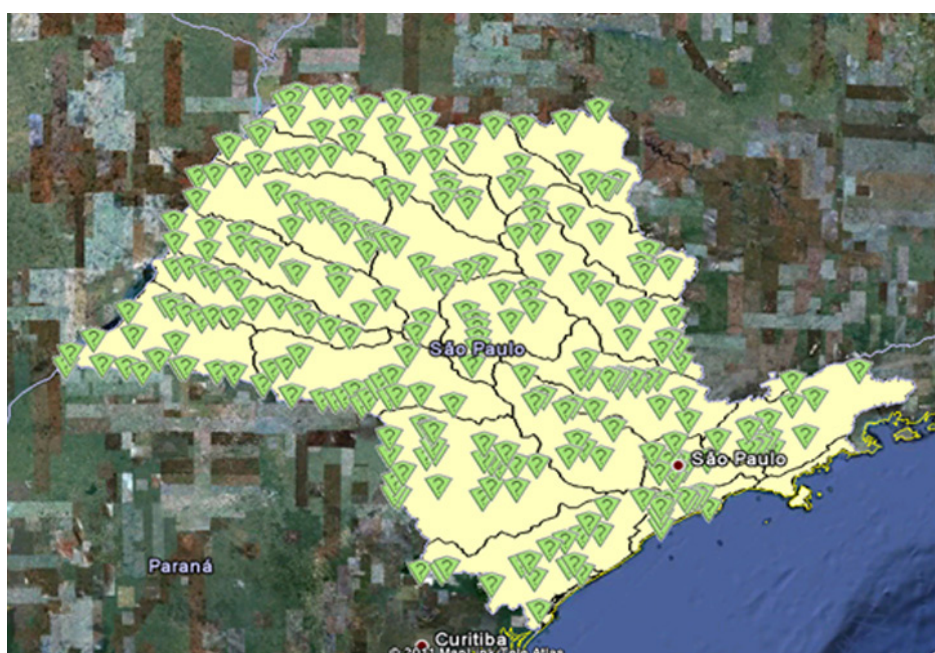
UGRHI	Núm. de Pontos	Situação	Corpo Hídrico / Código CETESB	Motivo
2	2	Inclusão	Rio Buquira BUKI 02950	Inserção de pontos novos em afluentes localizados na parte central da Bacia do Rio Paraíba do Sul no trecho Paulista. O ponto do Rio Buquira foi integrado à rede CETESB/ANA.
			Rio Piracuama UAMA 00550	Solicitação da Prefeitura de Pindamonhangaba
4	3	Inclusão	Rio Canoas CANO 02001	Inserção de pontos novos da Rede ANA na Rede Estadual da CETESB.
			Rio Canoas CANO 02800	
		Inclusão	Rio Pardo - UGRHI 4 e 12 PARD 02400	
		Inclusão	Ribeirão do Tamandua TDUA 02700	Solicitação da Agencia Ambiental de Barretos
5	1	Exclusão	Córrego Santa Gertrudes GERT 02200	O local não apresentação condições de coleta por alteração da configuração do leito do rio.
	3	Realocado	Rio Pirai IRIS 02250	Como foi construída uma nova ponte próxima, houve alteração do local onde era coletado (na margem) para o novo local a 1,5km à jusante: Na segunda ponte de concreto, na saída para o Bairro do Pinhal.
			Rio Jundiá JUNA 02100	Nova descrição e alteração do Município: Passarela na Av. Marginal do Rio Jundiá (Rod. SP-332), altura do núm. 3100. Município de Várzea Paulista
			Rio Jundiá JUNA 04150	Foi deslocado em cerca de 500 metros à jusante, pois a passarela não oferecia mais condições de coleta. Nova descrição: Na Ponte da Av. Antônio Frederico Ozanan, alt. da Rua Ângelo Corradini.
6	1	Inclusão	Rio Guaió GUAO 02600	Ponto de transferência de água bruta para o Res. Taiaçupeba (reforço do SPAT-Sistema de produção do Alto Tiete) da SABESP.
7	2	Inclusão	Rio Catarina Moraes CATA 23850	Inserção de pontos novos em áreas urbanas impactadas na Baixada Santista.
			Rio Saboó SABO 22500	

Tabela 2.1 – Alterações de Pontos de Amostragem na Rede Básica em 2016. (conclusão)

UGRHI	Núm. de Pontos	Situação	Corpo Hídrico / Código CETESB	Motivo
8	2	Inclusão	Ribeirão do Jardim JARD 04800	Solicitação da Agencia Ambiental de Barretos para avaliar o impacto de áreas urbanas e agrícolas na Bacia do Rib. Jardim
			Ribeirão Pinheirinho PNHO 04500	Inserção de pontos novos da Rede ANA na Rede Estadual da CETESB
9	1	Exclusão	Rio Jaguari-Mirim JAMI 02100	Solicitação do Comitê de Bacia CBH- Mogi-Pardo. O Ponto JAMI 02100 foi desativado para inclusão de novo ponto próximo da divisa de Estado SP/MG. O Ponto JAMI 02001 foi incluído na REDE CETESB/ANA.
	1	Inclusão	Rio Jaguari-Mirim JAMI 02001	
12	3	Inclusão	Rio Grande - UGRHI 08, 12 e 15 GRDE 02400	Inserção de pontos novos da Rede ANA na Rede Estadual da CETESB
			Córrego das Pedras ou Mandi - UGRHI 12 PDRA 02450	Solicitação da Agencia Ambiental de Barretos para ampliar a abrangência espacial do monitoramento e avaliar a captação de água bruta da cidade de Barretos
			Ribeirão das Pitangueiras PITA 02450	
13	1	Inclusão	Braço do Rio Jaú BJAU 03300	Identificar aportes de cargas orgânicas ricas em nutrientes em afluentes do Rio Tiete. Integrado à Rede CETESB/ANA.
14	1	Realocação	Rio Taquari TAQR 02400	Foi deslocado para coincidir com a régua do DAEE 5E-002.
	1	Inclusão	Rio Turvo - UGRHI 14 TURR 02800	Inserção de pontos novos da Rede ANA na Rede Estadual da CETESB
15	2	Inclusão	Córrego Matadouro - UGRHI 15 MATA 04900	Ponto novo para monitorar lançamento de efluentes da ETE do Córrego dos Pretos, em Olímpia.
			Córrego dos Olhos d' Água OLHO 02690	Avaliar a contribuição de cargas doméstica e industriais na Bacia do Rio Turvo
	1	Reativado	Rio Grande - UGRHI 08, 12 e 15 GRDE 02500	Ponto Antigo da CETESB monitorado até 31/12/2000 que foi reativado para inserção na rede conjunta com a ANA.
16	1	Inclusão	Rio Batalha BATA 02300	Inserção de pontos novos da Rede ANA na Rede Estadual da CETESB e avaliar cargas difusa de culturas de citrus.
	1	Reativado	Reservatório de Promissão TIPR 02990	Ponto CETESB/ ANA reativado. O Ponto não estava sendo coletado por dificuldades de acesso
17	1	Inclusão	Rio Pardo - UGRHI 17 PADO 02400	Inserção de pontos novos da Rede ANA na Rede Estadual da CETESB em locais coincidentes com medidas de quantidade.
20	1	Inclusão	Córrego da Boa Esperança BESP 04900	Avaliar a carga de ETes de Lucélia. Foi integrado à Rede ANA
22	2	Inclusão	Rio Pirapozinho PIZI 02900	Solicitação do Comitê de Bacia para ampliação da abrangência espacial da rede nesta UGRHI e Inserção de pontos novos da Rede ANA na Rede Estadual da CETESB
			Ribeirão do Saltinho SALT 02700	

Em 2013, a CETESB integrou os primeiros pontos provenientes do acordo de Cooperação Técnica firmado, em 2010, com a ANA- Agência Nacional de Águas, dentro do PNQA-Programa Nacional de Avaliação da Qualidade das Águas, programa este que visa ampliar o conhecimento sobre a qualidade das águas superficiais em todo o Brasil. A ANA apresentou uma proposta inicial de rede federal com cerca de 275 pontos (de impacto, estratégicos ou de referência) para o Estado de São Paulo, muitos deles em rios limítrofes com os Estados de Paraná, Mato Grosso do Sul e Minas Gerais. A Figura 2.3, mostra um esboço da rede inicialmente proposta para o Estado de São Paulo. Após uma série de reuniões realizadas em conjunto com o CTH - Centro Tecnológico de Hidráulica e Recursos Hídricos e o DAEE-Departamento de Água e Energia Elétrica optou-se pela exclusão de cerca de 50 pontos propostos inicialmente, integração de muitos pontos em locais já monitorados pela CETESB.

Figura 2.3 – Pontos ANA propostos inicialmente para o Estado de SP



Em 5 de setembro de 2016, o contrato 034/2016/ANA foi assinado e publicado no DOU (Diário Oficial da União). O mesmo definiu o Plano de Metas do Contrato onde a rede federal no Estado de São Paulo deverá atingir 249 pontos até 2020, inseridos progressivamente ao longo dos 5 anos de vigência do contrato. Além disto, estabelece metas semestrais de integração progressiva de pontos de quantidade e qualidade no programa de monitoramento da CETESB.

Assim, dando sequência ao processo a CETESB continua com a inserção de novos pontos, através do processo de visita, caracterização geográfica, codificação e cadastramento de novos locais no banco Interáguas. A meta da Agência Nacional é ter 80% dos 249 pontos previstos da RNQA – Rede Nacional de Avaliação da Qualidade das Águas dentro do Estado de São Paulo até o ano de 2020. Assim dos 226 exigidos, 113 teriam dados integrados aos dados de quantidade, com dados de medição de vazão simultânea, gerando informação quali-quantitativa com frequência de 4 vezes por ano.

Portanto, com os 19 novos pontos que foram adicionados/integrados/reintegrados à rede básica da CETESB, a rede Federal da ANA no Estado de São Paulo já conta com 227 pontos operados em 2016. Com isto a CETESB já está atendendo a meta prevista para as duas primeiras fases, pois já tem cerca de 90 % dos pontos dos pontos de qualidade previstos, e cerca de 40% dos de quantidade, que serão medidos através da parceria CETESB/DAEE.

Para os próximos períodos de certificação (2017 – 2019) a ampliação da RNQA deverá ocorrer, prioritariamente, nas bacias federais consideradas de especial interesse para gestão, quais sejam: Bacia Rio Tietê; Região Baixada Santista; Bacia do Rio Paraíba do Sul em São Paulo; Bacia do Rio Piracicaba; Bacia do rio Moji-Guaçu; Bacia do Rio Pardo e trecho do Rio Paranapanema na divisa com o Paraná.

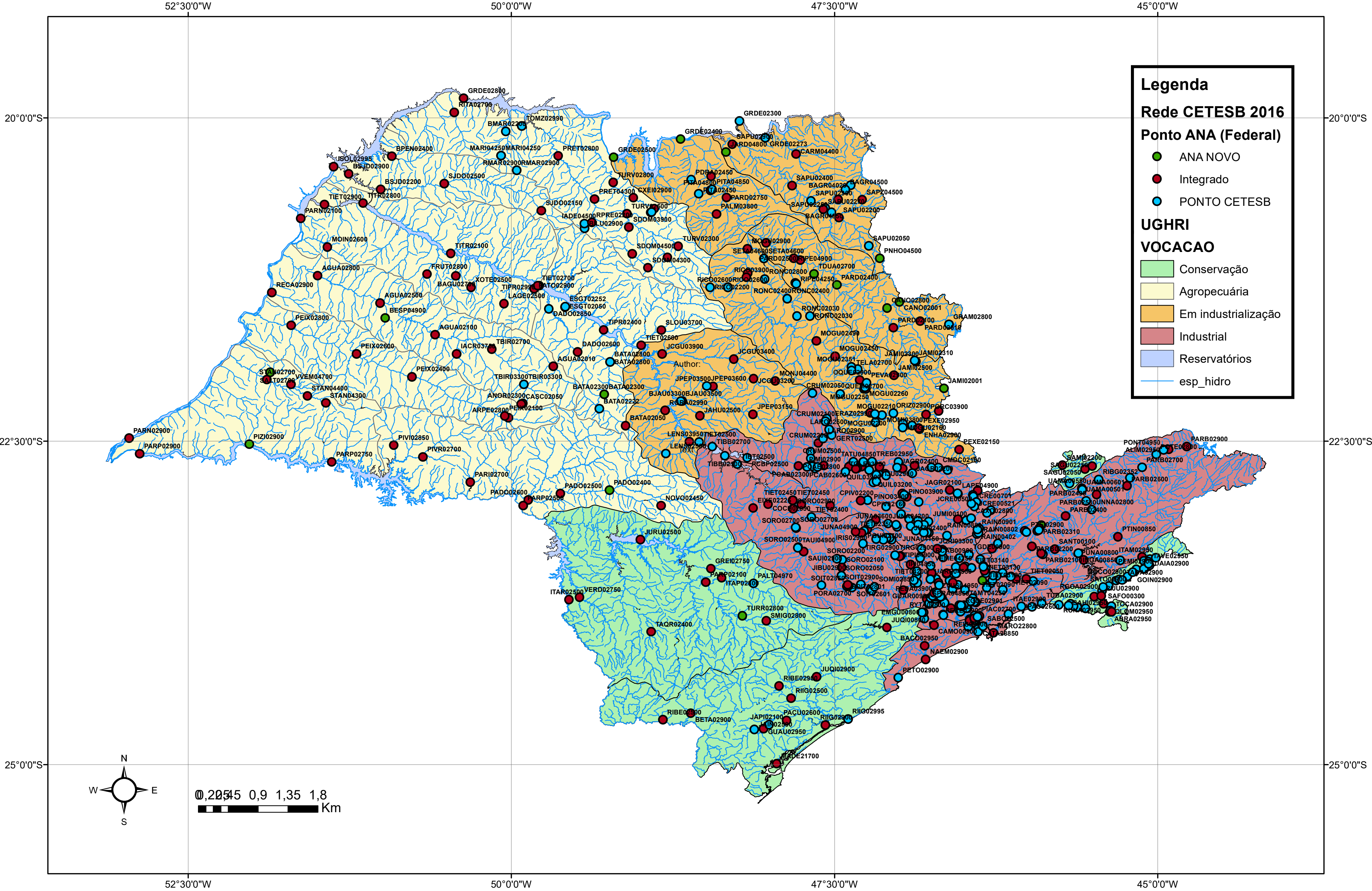
Figura 2.4 – Ex. Medição de vazão realizada pela CETESB no PARB 02400, no Vale do Paraíba. (Foto: R. Rossetti)



O Mapa 2.1, mostra a atual situação do processo de integração da rede paulista da CETESB com a RNQA- Rede Nacional de Monitoramento da Qualidade das Águas.

Mapa 2.1 – Pontos de Monitoramento da Rede Básica CETESB/ Rede Nacional de Monitoramento da Qualidade das Águas 2016

Pontos de Monitoramento da Rede Básica da CETESB / Rede Federal ANA - 2016



Na Tabela 2.2, são apresentados os registros fotográficos dos pontos novos da CETESB e da rede conjunta CETESB/ANA, que foram inseridos na rede básica em 2016, estando alguns deles, próximos a réguas fluviométricas.

Tabela 2.2 – Registros Fotográficos dos novos pontos da CETESB e da Rede ANA/CETESB. (continua)

UGRHI	Corpo Hídrico / Ponto CETESB/ Ponto ANA	Código CETESB / Local de Amostragem do Ponto	Registros Fotográficos	
2	RIO BUQUIRA BUKI 02950 PONTO CETESB/ANA	BUKI 02950 Ponte na Rua Alziro Lebrão, no bairro Alto da Ponte.		
2	RIO PIRACUAMA UAMA 00550 PONTO CETESB	UAMA 00550 Ponte sobre o rio Piracuama ao lado da Estação Centenário da Estrada de Ferro.		
4	RIO CANOAS CANO 02001 PONTO CETESB/ANA	CANO 02001 Rio Canoas Ponte na Rodovia SP-340 que liga Mococa e Arceburgo, na divisa SP/MG.		
4	RIO CANOAS CANO 02001 PONTO CETESB/ANA	CANO 02800 Ponte na Rod. SP-338, em direção a Cajuru.		
4	RIO PARDO - UGRHI 17 PARD 02400 PONTO CETESB/ANA	PARD 02400 Na Rod. SP 333, na ponte da divisa de Serra Azul com Santa Cruz da Esperança.		
4	RIB. DO TAMANDUÁ TDUA02700 PONTO CETESB/ANA	TDUA 02700 Ponte na SP-333, entre Serrana e Ribeirão Preto.		
6	RIO GUAIÓ GUAO 02600 PONTO CETESB/ANA	GUAO 02600 Ponte na Rua Manoel Sebastião na divisa de Suzano / Ferraz de Vasconcelos.		
7	RIO CATARINA MORAES CATA 23850 PONTO CETESB	CATA 23850 Pontilhão na Av. Penedo, 300. Em frente do final da Rua Rio Lago.		

Tabela 2.2 – Registros Fotográficos dos novos pontos da CETESB e da Rede ANA/CETESB. (continua)

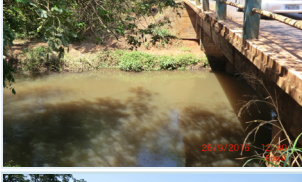
UGRHI	Corpo Hídrico / Ponto CETESB/ Ponto ANA	Código CETESB / Local de Amostragem do Ponto	Registros Fotográficos	
7	Rio Saboó SABO 22500 PONTO CETESB	SABO 22500 Ponte na Av. Pres. Getúlio Vargas, ao lado Centro de Treinamento Meninos da Vila.		
8	Ribeirão do Jardim JARD 04800 PONTO CETESB/ANA	JARD 04800 Ponte na área rural de Guaíra, a jusante do lançamento das ETEs Matadouro, Fogão e Santa Quitéria.		
9	RIO JAGUARI-MIRIM JAMI 02001 CETESB/ANA	JAMI 02001 Na Ponte do Beloto, na estrada vicinal em Santo Antônio do Jardim, no km 217 da Rod. Engenheiro Borges (SP-346).		
12	Rio Grande - UGRHI 08, 12 e 15 GRDE 02400 PONTO CETESB/ANA	GRDE 02400 Ponte na divisa de SP-MG, na BR-364 que liga Colômbia a Frutal.		
12	CÓRREGO DAS PEDRAS OU MANDI - UGRHI 12 PDRA 02450 PONTO CETESB	PDRA 02450 Ponte próxima ao Country Club Rio das Pedras, jusante do lançamento da ETE II de Barretos.		
12	RIBEIRÃO DAS PITANGUEIRAS PITA 02450 PONTO CETESB	PITA 02450. Na Captação do SAAEB, Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Barretos, no final da rua 18.		
13	BRAÇO DO RIO JAÚ BJAU03300 PONTO CETESB/ANA	BJAU 03300 Braço do Rio Jaú, na ponte da Marambaia na vicinal de Itapuí.		
14	RIO TURVO - UGRHI 14 TURR 02800 PONTO CETESB/ANA	TURR 02800 Ponte na Rod. SP-127, na altura do km 192, na divisa de São Miguel Arcanjo e Itapetininga, próximo da Régua do DAEE 5E-009.		

Tabela 2.2 – Registros Fotográficos dos novos pontos da CETESB e da Rede ANA/CETESB. (conclusão)

UGRHI	Corpo Hídrico / Ponto CETESB/ Ponto ANA	Código CETESB / Local de Amostragem do Ponto	Registros Fotográficos	
15	Rio Grande - UGRHI 08, 12 e 15 GRDE 02500 PONTO CETESB/ANA	GRDE 02500 Ponte na rodovia BR-153, a jusante da Usina Hidrelétrica Marimbondo na divisa com o Estado de Minas Gerais.		
15	Córrego Matadouro - UGRHI 15 MATA 04900 PONTO CETESB	MATA 04900 Ponte na Rua Síría, no Jardim Glória, próximo da sua foz no Córrego Olhos D'água.		
15	CÓRREGO DOS OLHOS D'ÁGUA OLHO 02690 PONTO CETESB	OLHO 02690 Ponte na Rua Durval Brite, a montante do Córrego do Matadouro		
16	Rio Batalha BATA02300 PONTO CETESB/ANA	BATA 02300 Ponte na rodovia Marechal Rondon (SP-300), na altura do km 373, a jusante de Avai.		
17	Rio Pardo - UGRHI 17 PADO02400 PONTO CETESB/ANA	PADO 02400 Ponte na entrada de Águas de Santa Bárbara, ao lado da Nestlé Waters, junto à régua do DAEE 6D-002.		
20	CÓRREGO DA BOA ESPERANÇA BESP04900 PONTO CETESB/ANA	BESP 04900 Ponte a cerca de 1 km da foz do Córrego da Boa Esperança com o Ribeirão Aguapeí-Mirim.	Não disponível	Não disponível
22	RIO PIRAPOZINHO PIZI 02900 PONTO CETESB/ANA	PIZI 02900 Ponte na Rod. SP-613, próximo ao km 13.		
22	RIBEIRÃO DO SALTINHO SALT 02700 PONTO CETESB/ANA	SALT 02700 Ponte na Rod. Euclides de Figueiredo, SP-363 km 69, na divisa Piquerobi/ Pres. Venceslau.		

Fotos: C.L. Midaglia. Fotos do acervo do Banco de Dados Interáguas.

2.2.2 Rede de Sedimentos

Em 2016, a rede de sedimento contou com 37 pontos em 11 diferentes UGRHI. A maioria dos pontos concentrou-se nas UGRHI com vocação industrial: 19 pontos; 9 em UGRHI agropecuárias e outros 9 pontos em UGRHI em industrialização. Neste ano não houve amostras em UGRHI de conservação. Verifica-se ainda um aumento do número de pontos por conta do projeto FEHIDRO de pesquisa de agrotóxicos com a EMBRAPA.

A coleta de sedimentos, quando em ambientes lênticos tem sido realizada em, pelo menos, uma localidade do corpo central, onde os processos de sedimentação estão mais claramente definidos e estabilizados, preferencialmente à cerca de 2 km da barragem, ou, em distância tal que receba as influências da maioria de seus contribuintes, sem que os impactos causados pelas regras de operação interfiram diretamente nos resultados da amostragem.

A Tabela 2.3 apresenta a distribuição dos 37 pontos de sedimento por UGRHI, que foram amostrados em 2016, sendo que 10 deles foram coletados em novos locais, indicando uma renovação de um terço da rede. A tabela também indica os principais motivos da seleção deste conjunto de pontos.

Os pontos assinalados como “consolidados” formam um núcleo de locais que já foram sistematicamente amostrados nos 14 últimos anos.

Tabela 2.3 – Pontos de amostragem da rede de sedimento em 2016. (continua)

UGRHI	Núm. Pontos	Cód. CETESB	Corpo Hídrico	Motivo
4 - Pardo	2	GRAM 02800	Reservatório de Gra minha	Ponto mantido: Avaliar as reduções de vazões após a crise hídrica de 2015.
		RIPE 04250	Ribeirão Preto	Ponto novo: Faz parte do Projeto FEHIDRO de Agrotóxicos
05 - Piracicaba / Jundiá / Capivari	6	ATIB 02800	Rio Atibaia	Ponto reativado: avaliar a carga de poluentes no Rio Atibaia
		ATSG 02800	Reservatório de Salto Grande (UGRHI 05)	Ponto reativado: avaliar episódios de eutrofização no reservatório e mortandade de peixes.
		CACH 00500	Res. Cachoeira	Ponto mantido: avaliar a carga de poluentes no Sistema Cantareira.
		JUNA 03600	Rio Jundiá	Ponto mantido: avaliar a carga de poluentes no trecho reenquadrado do Rio Jundiá
		PCAB 02130	Rio Piracicaba	Ponto reativado.
		PCAB 02195		Ponto reativado
6- Alto Tietê	10	BIRP 00500	Braço do Rio Pequeno	Ponto mantido: Sistema de transposição do Res. Billings-Rio Grande-Taiaçupeba.
		BITQ 00100	Braço do Ribeirão Taquacetuba	Transposição para Sistema Guarapiranga
		JQJU 00900	Reservatório do Juqueri ou Paiva Castro	Ponto mantido: avaliar a carga de poluentes no Sistema Cantareira.
		NOVA 00800	Reservatório da Ponte Nova	Ponto reativado
		PEBA 00200	Reservatório Taiaçupeba	Ponto novo: Avaliar a carga de poluentes na entrada do Reservatório da Ponte Nova, manancial de captação da SABESP.

Tabela 2.3 – Pontos de amostragem da rede de sedimento em 2016. (conclusão)

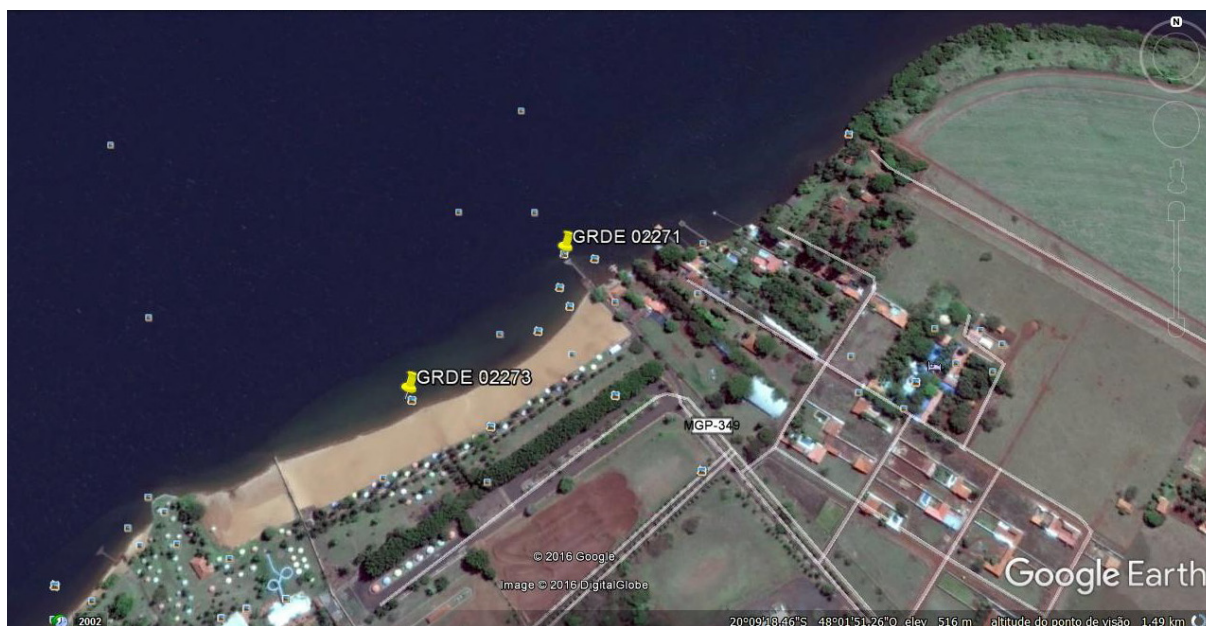
UGRHI	Núm. Pontos	Cód. CETESB	Corpo Hídrico	Motivo
6- Alto Tietê	10	PEBA 00900	Reservatório Taiaçupeba	Ponto mantido: para avaliar Sistema Billings-Rio Grande-Taiaçupeba antes da transposição.
		RGDE 02030	Reservatório Rio Grande	Ponto mantido: Avaliar Sist. Billings- Rio Grande/Taiaçupeba (no local da transposição).
		RGDE 02900	Reservatório Rio Grande	Ponto consolidado
		RYTA 00800	Ribeirão Santa Rita	Ponto novo: Avaliar o local de possível transposição para o Sist. Billings Guarapiranga.
		TIPI 04850	Reservatório de Pirapora	Ponto consolidado
7- Baixada Santista	1	IPAU 02600	Rio Itapanhaú	Ponto novo: Avaliar a água bruta da Estação de Tratamento de Água Itapanhaú.
9-Mogi-Guaçu	5	JAMI 02310	Rio Jaguari-Mirim	Ponto reavaliado: Avaliar contribuições domésticas e industriais no entorno de São João da Boa Vista.
		RICO 02600	Córrego Rico – UGRHI 9	Ponto novo: Faz parte do Projeto FEHIDRO com a EMBRAPA para pesquisa de Agrotóxicos
		RONC 02030	Ribeirão das Onças - UGRHI 9	
		RONC 02400	Ribeirão das Onças - UGRHI 9	
		SETA 04600	Rib. Sertãozinho	
10- Sorocaba/ Médio Tiete	2	SOIT 02850	Res. Itupararanga	Ponto consolidado
		SORO 02700	Rio Sorocaba	Ponto reavaliado: Para estudar a possível presença de mutagenicidade na água bruta da captação de Cerquilho.
12-Baixo Pardo/ Grande	1	PITA 04850	Ribeirão das Pitangueiras	Ponto novo
13-Tiete/ Jacaré	1	BJAU 03800	Braço do Rio Jau	Ponto mantido: Avaliar processos de eutrofização e contaminantes no braço do reservatório de Bariri
15-Turvo Grande	4	BMAR 02200	Braço do Rib. do Marinheiro	Ponto novo: Avaliar os aportes de nutrientes no Res. Agua Vermelha
		MARI 04250	Ribeirão do Marinheiro	Ponto novo: carga de nutrientes no Rib. Marinheiro
		RMAR 02900	Reservatório do Córrego Marinheirinho	Ponto novo: Avaliar aos aportes de carga no manancial de Votuporanga
		TOMZ 02990	Córrego Tomazinho	Ponto reavaliado: Avaliar aos aportes de nutrientes no Res. de Agua Vermelha.
16-Tiete/ Batalha	4	BATA 02222	Rio Batalha	Pontos reavaliados: Avaliar a presença de contaminantes ao longo do Rio Batalha.
		BATA 02300	Rio Batalha	
		BATA 02800	Rio Batalha	
		DADO 02850	Rio Dourado	Ponto novo: Aportes de carga difusa do Rib. Campestre na foz com o Rio Dourado.
20- Aguapeí	1	TBIR 03300	Rio Tibiriçá	Ponto reavaliado

2.2.3 Rede de Balneabilidade em Rios e Reservatórios

Em 2016, o programa de balneabilidade de rios e reservatórios foi executado em 31 pontos/praias. Semanalmente, são divulgados boletins de qualidade para o público externo, na página da CETESB (<http://sistemasinter.cetesb.sp.gov.br/praias/excel/boletim-represas.pdf>) indicando as condições de balneabilidade. As alterações, em 2016, foram:

- Reativamento do ponto JCRE 00521, Praia do Condomínio Novo Horizonte, no Reservatório Jacaré-Jaguari, na UGHRI 5, que devido ao baixo nível da represa havia sido encerrado, mas que voltou a ser coletado com o enchimento do reservatório;
- Suspensão temporária de dois pontos de monitoramento na UGHRI 13: O ponto balneabilidade do Rio Tiete, TIET 02491- Na Prainha de Igarçu do Tiete e o ponto TIBI 02451, Reservatório de Ibitinga, na Prainha Municipal de Arealva. Ambas por problemas operacionais e dificuldades logísticas de coleta;
- Inclusão de um novo ponto no Rio Piracuama, UAMA 00501, na área de banho próximo a Estação de trem Centenário e;
- A inclusão de outro ponto na Praia de Miguelópolis, na UGHRI 8, o GRDE 02273, que está localizado na parte central da praia Municipal de Miguelópolis, conforme Figura 2.5.

Figura 2.5 – Croqui de localização dos Pontos na Praia Municipal de Miguelópolis



2.3 Rede Automática

No final de 2014 foi inaugurada no Rio Paraíba do Sul, a estação EF-25, localizada a aproximadamente 1,5 Km da barragem da represa de Santa Branca. Porém, no início de 2016 seus equipamentos foram furtados e, portanto, esta estação não operou em 2016. O mesmo ocorreu com a sonda do Res. Jacareí, que operou parcialmente. Tiveram problemas semelhantes outras duas estações: A EF-03–Laranjal Paulista, que não operou de fevereiro à julho, e a Estação EF15 – São Miguel Paulista. Esta última sofreu furto da bomba e fios, ficando inoperante nos períodos de janeiro à março e de agosto à dezembro, com isto gerou apenas 24% de dados durante o ano. Sua transferência para outro local está sendo estudada.

Portanto a rede de monitoramento automática esteve em operação com 13 estações. As estações EF 06-Piracicaba e EF 10-Taquacetuba são operadas por sondas multi-parâmetro.

Entre as estações automáticas da CETESB, 6 situam-se em rios (3 no Rio Tietê, 1 no Rio Pinheiros, 1 no Rio Cotia, e 1 no Rio Piracicaba e os outros 7 estão em reservatórios (Res. Billings, Braço do Ribeirão Taquacetuba, Reservatório de Rasgão, Res. de Guarapiranga, Res. de Águas Claras (Figura 2 - Registro fotográfico da Estação Automática EF-09 – Águas Claras – Caieras), Res. Rio Grande e Reservatório do Rio Jacareí-UGHRI - 5, que observam constantemente a condição da qualidade da água bruta utilizada para o abastecimento público de parte da RMSP.

Figura 2.6 – Registro fotográfico da Estação Automática EF. 09–ACLA 00900–AGUAS CLARAS (Foto: C.L. Midaglia)



A Estação Automática de Retiro, tal como nos anos anteriores, permaneceu desligada devido à falta de infra-estrutura para amostragem de água bruta.

Entre os pontos do Monitoramento Automático, 9 foram coincidentes com as amostragens manuais de água (ACLA 00500, BITQ 00100, COTI 03900, GUAR 00900, JCRE 00500, RGDE 02900, TIET 02090, TIET 02450, e TIRG 02900, o tempo de operação de cada estação está descrito na Tabela 2.4.

Tabela 2.4 – Percentual de Tempo de operação com geração/transmissão de dados 2016

UGHRI	Nome da Estação	Código CETESB	% dados válidos 2012	% dados válidos 2013	% dados válidos 2014	% dados válidos 2015	% dados válidos 2016
2	EF-25 – Santa Branca	PARB 02040	-	-	-	73,77	-
5	EF-06 – Piracicaba (sonda)	PCAB 02600	54%	97%	86,88	96,68	95,8
	EF-27 – Res. Jacaré – Sist. Cantareira (sonda)	JCRE 00500	-	-	47,12	83,95	58,8
6	EF-01 – Mogi das Cruzes	TIET 02090	71%	82%	84,41	79,23	93,76
	EF-04 – Cotia	COTI 03900	65%	81%	76,7	73,64	56,74
	EF-07 – Rio Grande	RGDE 02900	75%	90%	77,06	93,3	76,71
	EF-08 – Guarapiranga	GUAR 00900	63%	80%	71,82	84,82	83,95
	EF-09 – Águas Claras	ACLA 00500	77%	91%	87,11	86,72	86,76
	EF-10 – Taquacetuba (Sonda)	BITQ 00100	76%	91%	94,68	86,69	91,19
	EF-11 – Summit Control	BILL 02900	67%	77%	74,09	60,66	80,34
	EF-14 – Pedreira	PINH 04105	50%	72%	84,11	79,33	79,76
	EF-15 – São Miguel Paulista	TIET 03140	58%	43%	68,77	77,75	24,23
	EF-16 – Retiro *	PINH 04900	0%	0%	0%	0%	0%
10	EF-02 – Rasgão	TIRG 02900	81%	66%	89,22	83,33	88,07
	EF-03 – Laranjal Paulista	TIET 02450	66%	26%	77,47	73,9	32,34

* Estação permaneceu desligada

Monitoramento Específico do Sistema Cantareira e Sistema Billings

Desde abril de 2014, antes do início da captação de água da reserva estratégica do Sistema Cantareira, a CETESB implantou uma rede específica para acompanhar a qualidade da água dos reservatórios que fazem parte do Sistema Cantareira: Reservatório Jaguari, Reservatório Jacaré, Reservatório Cachoeira, Reservatório Atibainha, Reservatório Juqueri e Reservatório Águas Claras. No tocante ao sedimento, foram realizadas amostragens para caracterização em todos os reservatórios no mês de maio, uma vez que essa matriz integra as informações de qualidade em caráter mais permanente. A partir de março de 2016, a frequência do monitoramento específico no Sistema Cantareira passou a ser bimestral, integrando-se com os pontos da rede.

Para compor o boletim de informação pública e acompanhar as eventuais alterações ao longo do uso da água bruta nesse sistema, a CETESB emite boletins de qualidade de água, os quais estão disponíveis no endereço eletrônico: <http://aguasinteriores.cetesb.sp.gov.br/publicacoes-e-relatorios/>. A região deste manancial recebeu todos os tipos de programa de monitoramento da CETESB, com pontos da rede básica, de sedimento e de monitoramento automático. Anteriormente já existiam pontos de rede de balneabilidade. Assim, para monitorar o Sistema Cantareira, em 2016 foram utilizados 14 pontos: os detalhes dos locais dos pontos estão na Tabela 2.5.

Tabela 2.5 – Pontos pertencentes ao Monitoramento Específico do Sistema Cantareira em 2016

Sistema	UGRHI	Cód. CETESB	Corpo Hídrico	Projeto	Data de Início	Situação 2015
SIST. CANTAREIRA	5 - Piracicaba/ Capivari/ Jundiá	BAIN 02950	Rio Atibainha	R.B.	01/jan/03	mensal
		CACH 00500	Res.Cachoeira	R.B.	01/mai/14	mensal
		CACH 00500	Res.Cachoeira	Sed.	01/jan/14	anual
		CAXO 02800	Rio Cachoeira	R.B.	01/jan/03	mensal
		JAGR00002	Rio Jaguari - UGRHI 05	R.B.	01/mai/04	mensal
		JAGR00005	Rio Jaguari - UGRHI 05	R.B.	01/jan/02	mensal
		JARI 00800	Res.Jaguari - UGRHI 05	R.B.	01/jan/08	mensal
		JCRE 00500	Res. do Rio Jacaré-UGRHI -5	R.B.	01/out/14	mensal
		JCRE 00500	Res. do Rio Jacaré-UGRHI -5	M. Aut.	02/out/14	diario
		RAIN 00880	Represa do Rio Atibainha	R.B.	23/abr/14	mensal
	6 - Alto Tiete	ACLA 00500	Reservatório Águas Claras	R.B.	01/out/14	ativo
		ACLA 00500	Reservatório Águas Claras	M. Aut.	01/jul/00	diario
		JQUU 00900	Res. do Juqueri ou Paiva Castro	R.B.	01/jan/77	mensal
		JQUU 00900	Res. do Juqueri ou Paiva Castro	Sed.	26/mai/14	anual

Legenda: R.B.: Rede Básica Sed.: Rede de Sedimentos M. Aut.: Monitoramento Automático

Em função do maior aproveitamento das águas para o abastecimento público dos reservatórios Billings, Rio Grande e Taiaçupeba, tal como a transposição de águas do Braço do Rio Pequeno para o Reservatório do Rio Grande, foi feito, tal qual para o Sistema Cantareira, um monitoramento específico e intensificado, com 18 pontos, que são apresentados na Tabela 2.6.

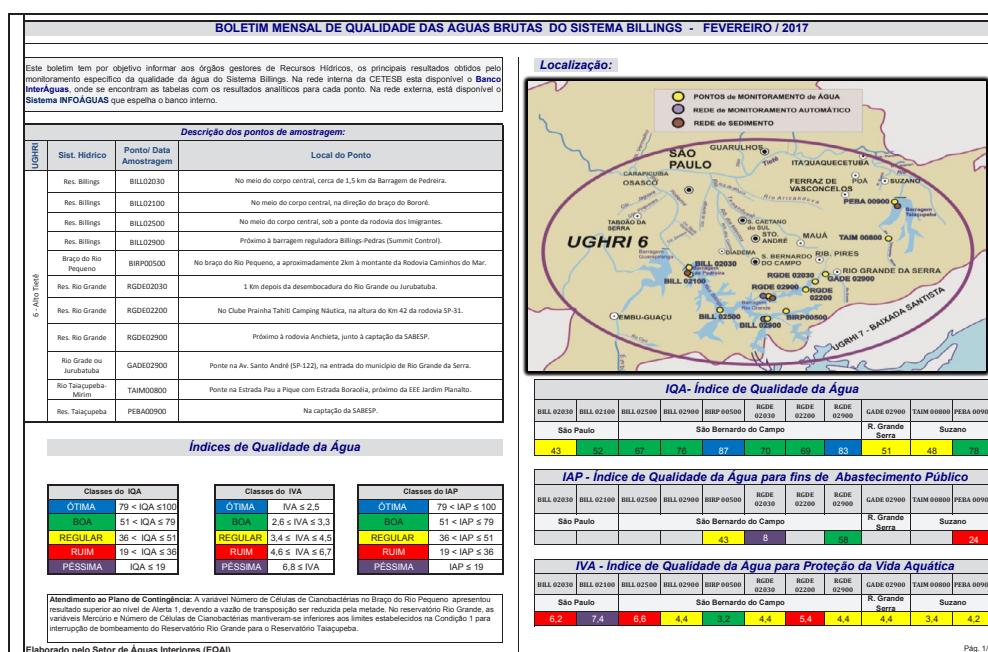
Tabela 2.6 – Pontos pertencente ao Monitoramento Específico do Billings/Rio Grande/ Taiaçupeba em 2016

Sistema	UGRHI	Cód. CETESB	Corpo Hídrico	Projeto	Data de Início	Situação 2016
SIST. BILLINGS / RIO GRANDE / RES. TAIACUPEBA	6 - Alto Tiete	BILL 02030	Res. Billings	R.B.	01/ago/07	mensal
		BILL 02100	Res. Billings	R.B.	01/jan/99	mensal
		BILL 02500	Res. Billings	R.B.	01/jan/76	mensal
		BILL 02900	Res. Billings	R.B.	01/jan/76	mensal
		BILL 02900	Res. Billings	M.Aut.	01/mai/04	diario
		BIRP 00500	Braço do Rio Pequeno	R.B.	14/abr/15	mensal
		BIRP 00500	Braço do Rio Pequeno	Sed.	16/jun/15	anual
		RGDE 02030	Res. Rio Grande	R.B.	01/jan/15	mensal
		RGDE 02030	Res. Rio Grande	Sed.	01/ago/13	anual
		RGDE 02200	Res. Rio Grande	R.B.	02/mar/83	mensal
		RGDE 02900	Res. Rio Grande	R.B.	01/out/74	anual
		RGDE 02900	Res. Billings- Rio Grande	M.Aut.	01/jul/00	diario
		RGDE 02900	Res. Billings- Rio Grande	Sed.	01/jan/02	anual
		GADE 02900	Rio Grande ou Jurubatuba	R.B.	01/jan/79	mensal
		TAIM 00800	Rio Taiaçupeba-Mirim	R.B.	01/jan/09	mensal
		PEBA 00200	Res. Taiaçupeba	Sed.	01/jan/16	anual
		PEBA 00900	Res. Taiaçupeba	R.B.	01/jan/01	mensal
		PEBA 00900	Res. Taiaçupeba	Sed.	01/jan/02	anual

Legenda: R.B.: Rede Básica Sed.: Rede de Sedimentos M. Aut.: Monitoramento Automático

Para divulgação dos dados de qualidade deste monitoramento específico foi criado o Boletim Mensal de Qualidade de água, com 18 pontos do Sistema Billings/Rio Grande que contem os resultados do monitoramento intensificados, tal como apresentado na Figura 2.7.

Figura 2.7 – Exemplo do Boletim Mensal do Boletim do Sist. Billings/ Rio Grande e Itaipuqueba



2.4 Distribuição dos pontos de amostragem

A Tabela 2.7 apresenta as informações referentes ao código e a descrição dos locais dos pontos de amostragem das 4 redes de monitoramento da CETESB. Inclui também os pontos solicitados pela ANA que foram integrados ou adicionados do monitoramento.

Tabela 2.7 – Descrição dos pontos de amostragem das redes de monitoramento – 2016. (continua)

UGRHI	Descrição	Código CETESB	Projeto	Ponto ANA (Federal)	Local de amostragem	Município	Latitude S	Longitude W
1	Rio da Prata	PRAT 02400	R.B	Não	Na ponte da entrada do Cond. Residencial Santo Antonio, à jusante da ETE.	SANTO ANTONIO DO PINHAL	22 49 36	45 40 51
	Rio Sapucaí Guaçu	SAGU 02050	R.B	Integrado	Ponte na Av. Emilio Lang Jr. com a Rua Engenheiro Prudente de Moraes, na saída para a estrada do Horto Florestal.	CAMPOS DO JORDÃO	22 42 58	45 33 36
		SAGU 02250	R.B	Integrado	Ponte na estrada de acesso ao Borboletário, a jusante da ETE de Campos do Jordão.		22 41 37	45 30 19
	Rio Sapucaí-Mirim	SAMI 02200	R.B	Integrado	Ponte na estrada Municipal de São Bento do Sapucaí - Paiol Grande, junto à régua do IGAM.	SÃO BENTO DO SAPUCAI	22 41 10	45 44 06
2	Ribeirão da Água Limpa	ALIM 02950	R.B	Não	Junto a sua foz, na passarela de pedestres na Avenida Jânio Quadros, na saída para Lavrinhas.	CRUZEIRO	22 33 57	44 56 59
	Rio Buquira	BUKI 02950	R.B	ANA NOVO	Ponte na rua Alziro Lebrão, no bairro Alto da Ponte.	SÃO JOSÉ DOS CAMPOS	23 09 00	45 53 54
	Rio Guaratingueta	GUAT 02800	R.B	Não	Na captação de Guaratinguetá (SAEG), em frente a ETA.	GUARATINGUETÁ	22 47 00	45 12 46
	Braço do Rio Paraibuna	INGA 00850	R.B	Não	Próximo a área de lazer da CESP	PARAIBUNA	23 21 56	45 36 45
	Braço do Rio Paraibuna	IUNA 00950	R.B	Integrado	Na junção dos braços do Rio Paraibuna e dos rios da serra.	PARAIBUNA	23 25 06	45 34 17
	Rio Jacu	JACU 02900	R.B	Integrado	Ponte sobre o rio Jacu, na Rodovia Júlio Fortes, na divisa de Cruzeiro e Lavrinhas.	CRUZEIRO	22 33 48	44 54 46

Tabela 2.7 – Descrição dos pontos de amostragem das redes de monitoramento – 2016. (continua)

UGRHI	Descrição	Código CETESB	Projeto	Ponto ANA (Federal)	Local de amostragem	Município	Latitude S	Longitude W
2	Rio Jaguari - UGRHI 02	JAGI 00350	R.B	Integrado	Na régua da CESP, a montante da Cachoeira do Jaguaribe.	SANTA ISABEL	23 19 48	46 16 50
		JAGI 02900	R.B	Integrado	Próximo à foz no rio Paraíba, no município de São José dos Campos.	SÃO JOSÉ DOS CAMPOS	23 10 21	45 54 49
	Reservatório do Jaguari - UGRHI 02	JAGJ 00200	R.B	Não	Ponte na rodovia SP-056 que liga Santa Isabel a Igaratá, no município de Santa Isabel.	SANTA ISABEL	23 17 27	46 14 02
		JAGJ 00900	R.B	Integrado	Na tomada d'água do Reservatório Jaguari.	SÃO JOSÉ DOS CAMPOS	23 11 37	46 01 39
	Rio Paraíba do Sul	PARB 02050	R.B	Não	Na captação de Santa Branca (SAEE), no bairro Angola de Cima.	SANTA BRANCA	23 22 32	45 53 12
		PARB 02100	R.B	Integrado	Ponte na rodovia SP-77, no trecho que liga Jacareí a Santa Branca.		23 22 05	45 53 59
		PARB 02200	R.B	Integrado	Junto à captação do município de Jacareí	JACAREÍ	23 18 48	45 58 20
		PARB 02300	R.B	Integrado	Ponte de acesso ao loteamento Urbanova, em São José dos Campos.	SÃO JOSÉ DOS CAMPOS	23 11 42	45 55 48
		PARB 02310	R.B	Não	Na captação de São José dos Campos, no canal de adução com extensão de 750m.		23 11 16	45 55 04
		PARB 02400	R.B	Integrado	Ponte na rua do Porto, no trecho que liga Caçapava ao bairro Menino Jesus.	CAÇAPAVA	23 04 42	45 42 39
		PARB 02490	R.B	Não	Na captação da SABESP em Tremembé, que abastece Taubaté.	TREMembé	22 57 40	45 33 10
		PARB 02530	R.B	Integrado	Na captação da SABESP de Pindamonhangaba	PINDAMONHANGABA	22 54 42	45 28 13
		PARB 02600	R.B	Integrado	Na captação de Aparecida	APARECIDA	22 50 40	45 14 04
		PARB 02700	R.B	Não	Ponte na rodovia BR-459, no trecho que liga Lorena a Piquete.	LORENA	22 42 12	45 07 10
		PARB 02900	R.B	Integrado	Ponte na cidade de Queluz.	QUELUZ	22 32 32	44 46 26
	Córrego do Pontilhão ou Barrinha	PONT 04950	R.B	Não	Na sua foz, na ponte junto a linha do trem, em Cruzeiro.	CRUZEIRO	22 34 06	44 57 12
	Rio Piquete	PQTE 02800	R.B	Não	Na ponte da divisa de Cachoeira Paulista com Cruzeiro, na rodovia Deputado Nesralla Rubes, altura do km 213.	CACHOEIRA PAULISTA	22 36 07	45 00 36
	Rio Parateí	PTEI 02900	R.B	Não	Ponte na estrada de acesso ao Res. Jaguari, próximo à cervejaria Brahma, em Jacareí.	JACAREÍ	23 12 14	46 00 50
	Rio Paraitinga	PTIN 00850	R.B	Integrado	Na régua da CESP do Rio Paraitinga, 2 km a montante do centro da cidade S. L. Paraitinga.	SAO LUIS DO PARAITINGA	23 14 20	45 18 23
	Rio Paraibuna	PUNA 00800	R.B	Não	Ponte no bairro das Palmeiras, a montante da régua da CESP.	NATIVIDADE DA SERRA	23 25 17	45 17 19
	Ribeirão Grande	RIBG 02352	Baln.	Não	Próximo a passarela de ferro, a montante do Bar do Edmundo, no Ribeirão Grande.	PINDAMONHANGABA	22 47 46	45 27 21
	Reservatório Santa Branca	SANT 00100	R.B	Integrado	No meio do corpo central, na junção dos braços Capivari e Paraibuna.	JAMBEIRO	23 20 05	45 47 43
	Rio Piracuama	UAMA 00501	Baln.	Não	Na área de banho junto a foz do Rib. das Oliveiras, a montante da Est. Centenário.	PINDAMONHANGABA	22 51 53	45 35 05
		UAMA 00550	R.B	Não	Ponte sobre o rio Piracuama ao lado da Estação Centenário da Estrada de Ferro.		22 51 55	45 35 05
		UAMA 00601	Baln.	Não	No Balneário de Piracuama - Reino das Águas Claras.		22 52 31	45 34 56
	Rio Una - UGRHI 02	UNNA 02800	R.B	Não	Na captação da SABESP de Taubaté.	TAUBATÉ	23 01 49	45 30 26
3	Ribeirão Água Branca	ABRA 02950	R.B	Não	Ponte sobre a Av. Cel. Vicente Faria Lima, em Ilhabela.	ILHABELA	23 49 10	45 22 06
	Rio Acaraú	ARAU 02950	R.B	Não	Ponte na Rua Capitão Felipe, na entrada para o bairro Itaguá.	UBATUBA	23 27 41	45 03 36
	Vala de Escoamento à direita na Praia da Baleia	BALD 02700	R.B	Não	Vala de escoamento do lado direito do aterro sanitário, (de frente para o aterro) na praia da Baleia	SÃO SEBASTIÃO	23 45 30	45 40 12
	Vala de Escoamento à esquerda na Praia da Baleia	BALE 02700	R.B	Não	Vala de escoamento do lado esquerdo do aterro sanitário, (de frente para o aterro) na praia da Baleia	SÃO SEBASTIÃO	23 45 28	45 40 24
	Rio Boicucanga	BOIC 02950	R.B	Não	Ponte da Av. Walkir Vergani (SP-055)	SÃO SEBASTIÃO	23 47 02	45 37 13
	Rio Camburi	BURI 02950	R.B	Não	Estrada do Cambury, na ponte sobre o rio Cambury	SÃO SEBASTIÃO	23 46 32	45 38 51
	Rio Claro - UGRHI 03	CARO 02800	R.B	Integrado	Na captação da SABESP do Baixo Claro.	CARAGUATATUBA	23 42 09	45 29 20
	Rio Cocanha	COCA 02900	R.B	Não	Ponte no final da Av. Maria Carlota, na praia de Massaguaçu, junto a foz do Cór. Bacuí.	CARAGUATATUBA	23 34 41	45 19 09
	Rio Escuro	CURO 02900	R.B	Não	Rodovia Rio - Santos, ponte sobre o rio na Praia Dura.	UBATUBA	23 29 27	45 09 50
	Rio Indaiá	DAIA 02900	R.B	Não	Ponte na Rodovia BR - 101, em Perequê-Açu.	UBATUBA	23 24 41	45 03 26
	Rio Maranduba	DUBA 02900	R.B	Não	Ponte na Rodovia Caraguá - Ubatuba.	UBATUBA	23 32 45	45 13 57
	Rio Lagoinha	GOIN 02900	R.B	Não	Ponte na Rodovia Manuel Hyppolito Rego (SP-55).	UBATUBA	23 30 52	45 11 31
	Rio Grande - UGRHI 03	GRAN 00400	R.B	Integrado	Na captação de água bruta da SABESP, no bairro do Horto Florestal, em Ubatuba.	UBATUBA	23 23 44	45 07 11
		GRAN 02800	R.B	Não	Entrada do Aterro Sanitário de Ubatuba.		23 25 32	45 06 19
		GRAN 02900	R.B	Não	No ancoradouro, junto aos barcos.		23 25 54	45 04 13

Tabela 2.7 – Descrição dos pontos de amostragem das redes de monitoramento – 2016. (continua)

UGRHI	Descrição	Código CETESB	Projeto	Ponto ANA (Federal)	Local de amostragem	Município	Latitude S	Longitude W
3	Rio Guaxinduba	GUAX 02950	R.B	Não	Próximo a praia Martim de Sá	CARAGUATATUBA	23 37 15	45 22 36
	Rio Itamambuca	ITAM 02950	R.B	Não	Próximo ao Condomínio Itamambuca	UBATUBA	23 41 59	45 26 01
	Rio Maresias	MARE 02900	R.B	Não	Ponte na Rodovia SP-55, Km 153, sobre o rio Maresias	SÃO SEBASTIAO	23 47 36	45 33 18
	Rio Mocooca	MOCO 02900	R.B	Não	Ponte na Rod. Manoel Hyppolito Rego, altura da praia do Mocooca.	CARAGUATATUBA	23 34 11	45 17 46
	Rio Nossa Senhora da Ajuda	NSRA 02900	R.B	Não	Ponte de madeira na Rua São Benedito - nº 202.	ILHABELA	23 46 36	45 21 27
	Rio Perequê-Mirim	PEMI 02900	R.B	Não	Ponte na Rodovia Rio - Santos, em Perequê-Mirim	UBATUBA	23 29 14	45 06 22
	Rio Quilombo	QLOM 02950	R.B	Não	Rua Pedro Freitas, 77, fundos, Praia do Perequê, em Ilhabela.	ILHABELA	23 48 35	45 21 55
	Rio Lagoa	RGOA 02900	R.B	Não	No Jardim Britânia, próximo da Praia das Frecheiras.	CARAGUATATUBA	23 39 25	45 25 45
	Rio Juqueriquerê	RIJU 02900	R.B	Integrado	No pier do Condomínio Marina New Port.		23 41 16	45 26 29
	Rio Una - UGRHI 03	RUNA 02950	R.B	Não	Na margem direita do rio, ao lado do cemitério, na Barra do Una.	SÃO SEBASTIAO	23 45 54	45 45 44
	Rio São Francisco	SAFO 00300	R.B	Integrado	Na captação da SABESP de São Sebastião - Bairro São Francisco.		23 45 25	45 25 01
	Rio Saí	SAHI 02950	R.B	Não	Na Praia do Sahy.		23 46 17	45 41 18
	Rio Santo Antonio	SATO 02900	R.B	Não	Avenida da Praia, Bairro de Indaiá	CARAGUATATUBA	23 37 39	45 25 10
	Rio Tabatinga	TABA 02900	R.B	Não	Praia de Tabatinga. Ponte de madeira no final da Rua 18		23 34 25	45 16 26
	Rio Lagoa ou Tavares	TAVE 02950	R.B	Não	Ponte na Rua Rio Grande do Sul	UBATUBA	23 26 50	45 04 08
4	Rio Canoas	CANO 02001	R.B	ANA NOVO	Ponte na Rodovia SP-340 que liga Mococa e Arceburgo, na divisa SP/MG	MOCOCA	21 25 20	46 59 45
		CANO 02800	R.B	ANA NOVO	Ponte na Rod. SP-338, em direção a Cajuru.		21 28 14	47 05 38
	Represa de Graminha	GRAM 02800	Sed.	Não	No Reservatório de Graminha, em Caconde, a aprox. 2km da barragem.	CACONDE	21 35 50	46 36 49
	Rio Pardo - UGRHI 4 e 12	PARD 02010	R.B	Integrado	Ponte na rodovia SP-350, no trecho que liga São José do Rio Pardo à Guaxupé.	SÃO JOSÉ DO RIO PARDO	21 34 20	46 50 09
		PARD 02100	R.B	Integrado	Ponte na rodovia SP-340, trecho que liga Casa Branca a Mococa.	MOCOCA	21 37 24	47 02 36
		PARD 02400	R.B	ANA NOVO	Na Rod.SP 333, na ponte da divisa de Serra Azul com Santa Cruz da Esperança.	SANTA CRUZ DA ESPERANÇA	21 17 32	47 28 52
		PARD 02500	R.B	Integrado	Margem esquerda, no Clube de Regatas de Ribeirão Preto, junto a régua do DAEE 4C-001.	RIBEIRÃO PRETO	21 06 00	47 45 44
		PARD 02600	R.B	Integrado	Margem direita, a 50 m da ponte da rodovia que liga Pontal a Cândia	PONTAL	20 57 58	48 01 40
	Ribeirão Preto	RIPE 04250	R.B	Não	Ponte próxima da Fazenda Brejinho, na Rod. Vicinal Bonfim Paulista/Cravinhos.	RIBEIRÃO PRETO	21 16 59	47 47 43
		RIPE 04250	Sed.	Não	Ponte próxima da Fazenda Brejinho, na Rod. Vicinal Bonfim Paulista/Cravinhos.		21 16 34	47 48 09
		RIPE 04900	R.B	Integrado	A jusante da ETE de Ribeirão Preto		21 05 13	47 48 56
	Ribeirão do Tamandua	TDUA 02700	R.B	ANA NOVO	Ponte na SP-333, entre Serrana e Ribeirão Preto.	SERRANA	21 12 24	47 39 26
5	Rio Atibaia	ATIB 02010	R.B	Integrado	Na captação do município de Atibaia, junto a régua do DAEE 3E-063.	ATIBAIA	23 06 12	46 32 42
		ATIB 02030	R.B	Não	Na captação de Itatiba. Rua Fioravante Piovani.	ITATIBA	22 58 11	46 50 48
		ATIB 02035	R.B	Integrado	Na captação de Valinhos, junto a régua do DAEE 3D-007.	VALINHOS	22 55 43	46 56 21
		ATIB 02065	R.B	Integrado	Na captação de Campinas, na divisa de municípios Campinas/Valinhos. Junto à régua do DAEE 3D-003.	CAMPINAS	22 54 18	46 58 26
		ATIB 02300	R.B	Integrado	No canal de captação da Rhodia, em Paulínia.	PAULINIA	22 45 07	47 06 20
		ATIB 02605	R.B	Não	Ponte da Rodovia SP-332 que liga Campinas a Cosmópolis.		22 44 43	47 09 35
		ATIB 02800	R.B	Não	Na captação de Sumaré, perto do Mini-Pantanal de Paulínia.		22 45 41	47 10 24
		ATIB 02800	Sed.	Não	Em frente a captação de Sumaré, antes do Mini-Pantanal de Paulínia.		22 45 43	47 10 31
		ATIB 02900	R.B	Integrado	Ponte de Salto Grande, a jusante do Reservatório da CPFL.	AMERICANA	22 41 54	47 17 27
	Reservatório de Salto Grande (UGRHI 05)	ATSG 02800	Sed.	Não	No corpo central do Reservatório do Salto Grande, em frente a Praia Azul.	AMERICANA	22 43 30	47 13 49
	Rio Atibainha	BAIN 02950	R.B	Não	Ponte sobre o Rio Atibainha na estrada que liga a Rod. D. Pedro a Piracaia.	BOM JESUS DOS PERDÕES	23 06 48	46 28 45
	Reservatório do Rio Cachoeira	CACHO 0500	R.B	Não	No meio do corpo central, cerca de 3,5 km da barragem	PIRACAIÁ	23 02 01	46 17 24
		CACH 00500	Sed.	Não	No meio do corpo central, cerca de 3,5 km da barragem.		23 02 01	46 17 24
		CACH 00902	Baln.	Não	Na praia da Tulipa.		23 03 22	46 19 08

Tabela 2.7 – Descrição dos pontos de amostragem das redes de monitoramento – 2016. (continua)

UGRHI	Descrição	Código CETESB	Projeto	Ponto ANA (Federal)	Local de amostragem	Município	Latitude S	Longitude W
5	Rio Cachoeira	CAXO 02800	R.B	Não	Ponte sobre o Rio Cachoeira na estrada que liga a Rod. D. Pedro I a Piracaiá.	BOM JESUS DOS PERDÕES	23 05 43	46 26 31
	Rio Camanducaia	CMDC 02050	R.B	Não	Ponte no Distrito de Mostardas, em Amparo.	MONTE ALEGRE DO SUL	22 43 28	46 37 28
		CMDC 02100	R.B	Não	Ponte no Bairro Ponte Preta no acesso à Osato, em Monte A. do Sul.		22 42 17	46 41 42
		CMDC 02300	R.B	Não	Ponte na estrada de acesso ao bairro Climáticas da Bocaina, Km 136,8 da Rod. das Estâncias, a montante da captação de Amparo.	AMPARO	22 42 09	46 44 58
		CMD C02400	R.B	Integrado	Ponte a jusante do Córrego do Mosquito na SP-107, Rodovia que liga Pedreira a Santo Antônio da Posse.		22 41 21	46 52 51
		CMD C02900	R.B	Não	Ponte na rodovia SP-340 no trecho que liga Campinas à Mogi-Mirim.	JAGUARIUNA	22 39 42	47 00 11
	Rio Capivari	CPIV 02030	R.B	Não	Ponte na Estrada SP-360 Jundiá/Itatiba, no bairro do Mato - dentro.	JUNDIAÍ	23 06 54	46 51 09
		CPIV 02060	R.B	Não	Ponte próxima à Granja Dina, em Louveira.	LOUVEIRA	23 06 06	46 55 20
		CPIV 02100	R.B	Não	No condomínio São Joaquim, em Vinhedo.	VINHEDO	23 03 49	46 59 03
		CPIV 02130	R.B	Não	Na captação de Campinas-ETA Capivari na Rodovia dos Bandeirantes.	CAMPINAS	23 00 22	47 06 00
		CPIV 02160	R.B	Não	Na estrada de terra que liga Campinas a Monte Mor.		22 57 18	47 14 37
		CPIV 02200	R.B	Integrado	Ponte na estrada que liga Monte Mor a Fazenda Rio Acima.	MONTE MOR	22 57 34	47 17 51
		CPIV 02700	R.B	Integrado	Ponte na Represa da Usina São Paulo.	RAFARD	22 59 58	47 31 52
		CPIV 02900	R.B	Integrado	Ponte no canal, próximo à foz do Rio Tietê.	TIETÊ	22 59 21	47 45 17
	Rio Corumbataí	CRUM 02050	R.B	Não	Na régua do DAEE 4D-023R, em Analândia.	ANALÂNDIA	22 07 45	47 40 05
		CRUM 02080	R.B	Não	Na captação da ETA II de Rio Claro.		22 19 29	47 33 32
		CRUM 02100	R.B	Não	Ponte na Rodovia São Pedro/Araras, próximo ao Distrito industrial de Rio Claro.	RIO CLARO	22 20 49	47 34 12
		CRUM 02200	R.B	Integrado	Ponte na Estr. Assistência/Paraisolândia, em Rio Claro		22 30 54	47 37 26
		CRUM 02300	R.B	Não	No Bairro Recreio, Usina Tamandupá, em Charqueada, junto a DAEE 4D-021.	CHARQUEADA	22 34 53	47 41 01
		CRUM 02500	R.B	Não	Na captação da SEMAE de Piracicaba.	PIRACICABA	22 38 01	47 40 58
		CRUM 02900	R.B	Não	Na foz com o Rio Piracicaba.		22 41 04	47 40 37
	Ribeirão do Caxambu	CXBU 02900	R.B	Não	Na captação de Itupeva.	ITUPEVA	23 09 51	47 00 54
	Córrego Santa Gertrudes	GERT 02500	R.B	Não	Na captação de Santa Gertrudes.	SANTA GERTRUDES	22 27 10	47 31 12
	Rio Pirai	IRIS 02100	R.B	Não	Na captação de Cabreúva, no Bairro do Jacaré.	CABREÚVA	23 15 43	47 03 28
		IRIS 02200	R.B	Não	Ponte na Rodovia Marechal Rondon, em frente à indústria Crown Cork.		23 14 52	47 04 24
		IRIS 02250	R.B	Não	Na segunda ponte de concreto na saída para o Bairro do Pinhal.		23 14 48	47 05 44
		IRIS 02400	R.B	Não	Estrada sentido Faz. Santana, após aprox. 500m do trevo.		23 15 44	47 07 13
		IRIS 02600	R.B	Não	Rodovia Marechal Rondon, altura do km 91, nos fundos da Olaria Tijolar.		23 15 23	47 10 34
		IRIS 02900	R.B	Integrado	Na barragem de captação dos municípios de Salto e Indaiatuba.	INDAIATUBA	23 10 59	47 14 38
	Rio Jaguari - UGRHI 05	JAGR 00002	R.B	Integrado	Ponte sobre o Rio Jaguari, no Km 2.	VARGEM	22 52 53	46 23 28
		JAGR 00005	R.B	Não	Ponte na SP - 381 (Fernão Dias), a jusante do reservatório da SABESP.	BRAGANÇA PAULISTA	22 54 54	46 25 41
		JAGR 02010	R.B	Integrado	Na captação da SABESP de Bragança Paulista, no bairro Curitibaanos.		22 54 30	46 32 37
		JAGR 02100	R.B	Integrado	Ponte na rodovia SP- 95 no trecho que liga Bragança Paulista/Amparo (Km 9).		22 52 39	46 36 26
		JAGR 02200	R.B	Não	Ponte Pênsil, na captação de Pedreira.	PEDREIRA	22 44 48	46 53 52
		JAGR 02300	R.B	Integrado	Na captação de Jaguariúna - DAE.	JAGUARIUNA	22 42 44	46 58 17
		JAGR 02400	R.B	Não	Na ponte da rodovia SP-340.		22 42 15	47 00 51
		JAGR 02500	R.B	Integrado	Na ponte da rodovia SP-332, próximo às captações de Paulínia e Hortolândia.	PAULÍNIA	22 41 56	47 09 07
		JAGR 02800	R.B	Integrado	Na captação de Limeira, junto à regua do DAEE 4D-013.	LIMEIRA	22 39 44	47 16 40
	Reservatório Jaguari - UGRHI 05	JARI 00800	R.B	Não	No corpo central do Res. Jaguari, em frente a ilha.	BRAGANÇA PAULISTA	22 55 40	46 25 27
	Reservatório do Rio Jacaré - UGRHI -5	JCRE 00500	R.B	Não	No corpo central, próximo a sonda do EQAH.	VARGEM	22 58 16	46 24 03
		JCRE 00500	M.Aut.	Não	EF-27. No corpo central, junto a sonda EQAH.		22 58 16	46 24 03
		JCRE 00521	Baln.	Não	Praia do Cond. Novo Horizonte, no reserv. Jacaré-Jaguari	PIRACAIÁ	23 00 21	46 24 59
		JCRE 00701	Baln.	Não	No pier da Marina Confiança, no Reservatório Jacaré-Jaguari.	BRAGANÇA PAULISTA	22 58 59	46 26 23

Tabela 2.7 – Descrição dos pontos de amostragem das redes de monitoramento – 2016. (continua)

UGRHI	Descrição	Código CETESB	Projeto	Ponto ANA (Federal)	Local de amostragem	Município	Latitude S	Longitude W
5	Ribeirão Jundiá-Mirim	JUMI 00100	R.B	Não	No bairro Pitangal, em Jarinu.	JARINU	23 07 18	46 46 15
		JUMI 00250	R.B	Não	Ponte na Estrada Jundiá/Jarinu, em frente ao Condomínio Campo Verde.	JUNDIAÍ	23 08 47	46 48 22
		JUMI 00500	R.B	Não	Ponte a jusante da Cereser.		23 08 43	46 51 04
		JUMI 00800	R.B	Não	Na captação de Jundiá.		23 09 30	46 54 34
	Rio Jundiá - UGRHI 05	JUNA 02010	R.B	Não	Na captação de Campo Limpo Paulista.	CAMPO LIMPO PAULISTA	23 12 30	46 46 07
		JUNA 02020	R.B	Não	Ponte na Av. Aderbal da Costa Madeira, 50m a jusante do lançamento da Ind. Siderúrgica Krupp.		23 12 22	46 47 02
		JUNA 02100	R.B	Não	Passarela na Av. Marginal do Rio Jundiá (Rod. SP-332), altura do núm. 3100.	VÁRZEA PAULISTA	23 12 29	46 48 30
		JUNA 03270	R.B	Integrado	Na ponte de concreto, logo após a estrada de ferro, no distrito de Itaici, em Indaiatuba, junto a régua do DAEE 4E-017.	INDAIATUBA	23 06 30	47 10 49
		JUNA 03600	Sed.	Não	Próximo da ETA III do SAAE de Indaiatuba.		23 08 25	47 13 11
		JUNA 04150	R.B	Não	Na Ponte da Av. Antônio Frederico Ozanan, alt. da Rua Angelo Corradini.	JUNDIAÍ	23 11 37	46 52 10
		JUNA 04190	R.B	Não	Ponte de acesso à Akzo Nobel, em Itupeva.	ITUPEVA	23 08 49	47 01 22
		JUNA 04200	R.B	Não	Ponte sobre o Rio Jundiá, na estrada do Bairro Monte Serrat.		23 08 18	47 05 05
		JUNA 04700	R.B	Não	Ponte no Jardim das Nações, em Salto.	SALTO	23 11 42	47 16 07
		JUNA 04900	R.B	Integrado	Ponte na Praça Álvaro Guião, próximo à foz com o Rio Tietê, na área urbana de Salto.		23 12 36	47 17 28
	Rio Jundiázinho	JUZI 02400	R.B	Não	Ponte na Estr. Mun. José Cintra, no bairro Portão.	ATIBAIA	23 13 46	46 37 44
	Ribeirão Lavapés - UGRHI 5	LAPE 04900	R.B	Não	Na Foz com o Rio Jaguari.	BRAGANÇA PAULISTA	22 54 12	46 32 50
	Rio Claro - UGRHI 05	LARO 02500	R.B	Não	Na captação ETA I - Rio Claro, próximo do Horto Florestal	RIO CLARO	22 24 33	47 32 25
		LARO 02900	R.B	Não	Ponte próxima à foz do Rio Claro com o Rio Corumbataí, no distrito de Assistência.		22 28 46	47 35 11
	Ribeirão Anhumas	NUMA 04900	R.B	Não	Próximo à foz no Rio Atibaia. Ponte antes da entrada da Rhodia, saindo de Paulínia.	PAULÍNIA	22 45 56	47 06 00
	Rio Piracicaba	PCAB 02100	R.B	Integrado	Na captação de água de Americana, na localidade de Carioba. Junto à régua do DAEE 4D-010.	AMERICANA	22 42 39	47 19 22
		PCAB 02130	Sed.	Não	No Rio Piracicaba, a 300 m à jusante do Ribeirão Tatu.		22 41 28	47 22 46
		PCAB 02135	R.B	Integrado	Na ponte de concreto da estrada Americana-Limeira, na divisa de Limeira e Sta. Bárbara d'Oeste.	LIMEIRA	22 41 51	47 23 14
		PCAB 02192	R.B	Integrado	Ponte a 50 m do Km 135,3 da estrada que liga Piracicaba a Limeira, próximo à Usina Monte Alegre.	PIRACICABA	22 41 20	47 34 58
		PCAB 02195	Sed.	Não	A jusante da entrada do R. Piracica-mirim, próximo a captação.		22 41 57	47 38 12
		PCAB 02220	R.B	Não	Margem esquerda, 2,5 Km a jusante da foz do Rib. Piracicamirim, na captação de Piracicaba.		22 42 44	47 38 58
		PCAB 02300	R.B	Não	Na ponte do Caixão.		22 41 44	47 40 19
		PCAB 02600	M.Aut.	Não	EF-06. No Sítio Paudalhinho, na estrada dos Marins, S/N, em Piracicaba. EF-06 (Piracicaba)		22 42 01	47 42 42
		PCAB 02800	R.B	Integrado	Em frente à fonte sulfurosa, junto ao posto 4D-07 do DAEE, na localidade de Artemis.		22 41 31	47 46 39
	Braço do Rio Piracicaba	PCBP 02500	R.B	Não	Ponte na rodovia SP-191, no trecho que liga Santa Maria da Serra a São Manuel.	SANTA MARIA DA SERRA	22 37 44	48 10 27
	Ribeirão do Pinhal	PIAL 02900	R.B	Não	No canal do Rib. Pinhal na Captação Águas de Limeira.	LIMEIRA	22 39 35	47 16 33
	Ribeirão Piracicamirim	PIMI 02900	R.B	Não	Na foz com o Rio Piracicaba.	PIRACICABA	22 41 57	47 37 46
	Ribeirão Pinheiros	PINO 03400	R.B	Não	Ponte na R. Agostinho Ramos, a jusante da ETE Vinhedo (SANESAVI).	VALINHOS	22 59 19	46 59 19
		PINO 03900	R.B	Não	Ponte na Marginal paralela à Rod. Dom Pedro, alt. do Km 122,5 (sentido Campinas). Próximo à foz no Rio Atibaia.		22 54 53	46 57 39
	Ribeirão Quilombo	QUIL 03200	R.B	Não	Ponte na estrada que liga a Via Anhanguera a Paulínia.	SUMARE	22 49 07	47 11 55
		QUIL 03900	R.B	Integrado	Na foz com o Rio Piracicaba. Na ETE de Americana, no bairro Carioba.	AMERICANA	22 42 52	47 20 02
	Represa do Rio Atibainha	RAIN 00402	Baln.	Não	Praia da Utinga, em Nazaré Paulista.	NAZARÉ PAULISTA	23 13 03	46 23 52
		RAIN 00802	Baln.	Não	Na rampa de barco próxima do Hotel Varanda do Lago (em frente ao bar).		23 10 29	46 22 49
		RAIN 00880	R.B	Não	Em frente as obras de colocação das bombas para captação da Reserva Estratégica, antes da Ensacadeira. Em frente ao muro da estrada que liga Nazaré- Guarulhos.		23 12 35	46 23 10
		RAIN 00901	Baln.	Não	Praia do Lavapés, em Nazaré Paulista.		23 11 03	46 23 35
	Ribeirão Tatu	TATU 04850	R.B	Não	Ponte 2 Km a montante da foz do Rio Piracicaba.	LIMEIRA	22 39 36	47 21 09
	Ribeirão Tijuco Preto	TIJU 02900	R.B	Não	Próximo à sua foz.	SUMARE	22 48 39	47 10 24

Tabela 2.7 – Descrição dos pontos de amostragem das redes de monitoramento – 2016. (continua)

UGRHI	Descrição	Código CETESB	Projeto	Ponto ANA (Federal)	Local de amostragem	Município	Latitude S	Longitude W
5	Ribeirão dos Toledos	TOLE 03750	R.B	Não	Ponte próxima da Rua Rafarde, Bairro São Joaquim.	SANTA BARBARA D'OESTE	22 44 09	47 24 52
	Ribeirão Três Barras	TREB 02950	R.B	Não	Na foz do Rib. Tres Barras com o Rio Pirapitingui.	COSMOPOLIS	22 39 27	47 12 34
6	Reservatório Águas Claras	ACLA 00500	M.Aut.	Não	EF-09. No Reservatório Águas Claras- SABESP, na Serra da Cantareira.Estrada Sta Inês s/n. EF- 09 Águas Claras	CAIEIRAS	23 23 52	46 39 31
		ACLA 00500	R.B	Não	No Pier do Reservatório Águas Claras- SABESP, na Serra da Cantareira.Estrada Sta Inês s/n, junto a EF-09 CETESB.		23 23 52	46 39 30
	Reservatório Billings	BILL 02030	R.B	Não	No meio do corpo central, cerca de 1,5 km da Barragem de Pedreira	SÃO PAULO	23 43 04	46 39 51
		BILL 02100	R.B	Não	No meio do corpo central, na direção do braço do Bororé.		23 44 57	46 38 52
		BILL 02500	R.B	Integrado	No meio do corpo central, sob a ponte da rodovia dos Imigrantes.	SÃO BERNARDO DO CAMPO	23 47 27	46 35 54
		BILL 02801	Baln.	Não	Em frente a ETE, próximo à barragem do Rio Grande, ao lado da Rodovia Anchieta.		23 46 37	46 32 01
		BILL 02900	R.B	Não	Próximo à barragem reguladora Billings-Pedras (Summit Control).		23 49 06	46 31 25
		BILL 02900	M.Aut.	Não	EF-11. Próximo à barragem reguladora Billings-Pedras no Summit Control.(EF-11-Summit Control)		23 49 04	46 31 23
	Braço do Rio Pequeno	BIRP 00500	R.B	Não	No braço do rio Pequeno, a aproximadamente 2 km à montante da Rodovia Caminhos do Mar.	SÃO BERNARDO DO CAMPO	23 47 28	46 28 41
		BIRP 00500	Sed.	Não	No braço do Rio Pequeno a aproximadamente 2 km à montante da Rodovia Caminhos do Mar.		23 47 28	46 28 14
	Braço do Ribeirão Taquacetuba	BITQ 00100	R.B	Não	Na baía situada no final da Rua Tomekichi Inouye (captação da SABESP).	SÃO PAULO	23 50 41	46 39 20
		BITQ 00100	M.Aut.	Não	EF-10. Na captação da SABESP de Taquacetuba, estrada Santa Rita, no.1000, no bairro Herplin. (EF-10-Taquacetuba)		23 50 26	46 39 31
		BITQ 00100	Sed.	Não	Na baía situada no final da rua Tomekichi Inouye (captação da SABESP)		23 50 26	46 39 31
	Rio Biritiba-Mirim	BMIR 02800	R.B	Integrado	Ponte na rodovia SP-88, na divisa de município Biritiba Mirim/ Mogi das Cruzes, a 600 m da captação da SABESP.	BIRITIBA MIRIM	23 33 59	46 05 36
	Rio Baquirivu-Guaçu	BQGU 03150	R.B	Não	Ponte na Estrada dos Vados, próxima ao Nippon Country Club, na divisa municipal Arujá/Guarulhos.	ARUJÁ	23 24 49	46 22 18
		BQGU 03850	R.B	Não	Ponte na Rua José Marques Prata, à jusante da Penitenciária de Guarulhos	GUARULHOS	23 28 03	46 29 16
	Rio Cabuçu	CABU 04700	R.B	Não	Ponte na Rod. Fernão Dias, altura do km 88, perto da passarela do Parque Eloi Chaves	SÃO PAULO	23 28 25	46 33 41
	Ribeirão do Cipó	CIPO 00900	R.B	Não	Ponte na Rua Afonso Pena, cerca de 200m do cruzamento com a Av. Luza Corrêa, no bairro do Cipó.	EMBU-GUAÇU	23 52 18	46 48 17
	Reservatório das Graças	COGR 00900	R.B	Integrado	Na barragem, junto à captação do Alto Cotia.	COTIA	23 39 12	46 58 03
	Ribeirão dos Couros	CORU 04950	R.B	Não	Ponte na Rua Tocantínia/Rudge Ramos, na divisa de S. B. Campo/São Paulo	SÃO BERNARDO DO CAMPO	23 38 35	46 35 02
	Rio Cotia	COTI 03800	R.B	Não	Ponte na Rodovia Raposo Tavares, Km 28.5 no município de Cotia.	COTIA	23 35 56	46 52 53
		COTI 03900	R.B	Não	No canal de captação de águas para a ETA do Baixo Cotia.	CARAPICUIBA	23 32 25	46 51 45
		COTI 03900	M.Aut.	Não	EF-04. Ao lado do canal de captação de águas para a ETA do Baixo Cotia.(EF-04-Cotia).	BARUERI	23 32 20	46 51 45
	Ribeirão dos Cristais	CRIS 03400	R.B	Não	Na captação da ETA de Cajamar.	CAJAMAR	23 19 54	46 49 29
	Rio Aricanduva	DUVA 04900	R.B	Não	Ponte Ely Lopes Meireles, no município de São Paulo.	SÃO PAULO	23 31 28	46 33 30
	Rio Embu-Guaçu	EMGU 00800	R.B	Não	Ponte na estrada que liga Embu-Guaçu à Fazenda da Ilha.	EMBU-GUAÇU	23 49 24	46 48 32
	Rio Embu-Mirim	EMMI 02900	R.B	Integrado	Ponte na estrada do M'Boi Mirim (SP-214).	SÃO PAULO	23 43 12	46 47 05
	Rio Grande ou Jurubatuba	GADE 02900	R.B	Não	Ponte na Av. Santo André (SP-122), na entrada do município de Rio Grande da Serra.	RIO GRANDE DA SERRA	23 44 46	46 24 16
	Rio Guaió	GUAO 02600	R.B	ANA NOVO	Ponte na Rua Manoel Sebastião na divisa de Suzano / Ferraz de Vasconcelos.	FERRAZ DE VASCONCELOS	23 34 35	46 21 19
		GUAO 02900	R.B	Não	Ponte na Rod. 066 (Rod. Henrique Eroles), na sua foz em Suzano.	SUZANO	23 31 16	46 19 41
	Reservatório do Guarapiranga	GUAR 00051	Baln.	Não	Na praia do Bairro do Crispim.	SÃO PAULO	23 45 34	46 46 12
		GUAR 00100	R.B	Não	No meio do Braço do Rio Parelheiros, no bairro do Balneário São José		23 45 15	46 43 37
		GUAR 00101	Baln.	Não	Praia Dedo de Deus, em M'Boi Mirim. Praia XIV-Decreto Municipal 53.538 de 2012		23 45 12	46 46 01
		GUAR 00301	Baln.	Não	Praia Miami Paulista (Aracati).		23 42 54	46 45 07
		GUAR 00401	Baln.	Não	Na Marina Guaraci.		23 42 41	46 45 20

Tabela 2.7 – Descrição dos pontos de amostragem das redes de monitoramento – 2016. (continua)

UGRHI	Descrição	Código CETESB	Projeto	Ponto ANA (Federal)	Local de amostragem	Município	Latitude S	Longitude W
6	Reservatório do Guarapiranga	GUAR 00452	Baln.	Não	Prainha do Jardim Represa / Hidroavião	SÃO PAULO	23 43 07	46 43 09
		GUAR 00602	Baln.	Não	Praia no Restaurante Interlagos / Guarujapiranga Praia V-Decreto Municipal 53.538 de 2012		23 42 10	46 42 57
		GUAR 00611	Baln.	Não	No Pier da Escola de Esportes Nauticos Wind Clube.		23 42 04	46 43 51
		GUAR 00702	Baln.	Não	Na Marina Guarapiranga / Praia do Sol, Capela do Socorro. Praia II-Decreto Municipal 53.538 de 2012		23 41 48	46 43 11
		GUAR 00751	Baln.	Não	Em frente ao Pier do Yacht Club Paulista.		23 41 47	46 44 26
		GUAR 00900	R.B	Integrado	Na Captação da SABESP, junto à casa de Bombas.		23 40 27	46 43 40
		GUAR 00900	M.Aut.	Não	EF-08. Na Captação da SABESP junto à casa de Bombas no Bairro Capela do Socorro (EF-08-Guarapiranga).		23 40 17	46 43 35
	Ribeirão Ipiranga	IPIG 03950	R.B	Não	Na foz do Rio Ipiranga, na ponte da rua Borges Vieira.	MOGI DAS CRUZES	23 31 06	46 11 58
	Córrego do Ipiranga	IPIR 04900	R.B	Não	Ponte na Praça do Monumento, em frente a estátua de Dom Pedro.	SÃO PAULO	23 34 41	46 36 32
	Ribeirão Jaguari - UGRHI 06	JGUA 03950	R.B	Não	Na ponte da Estrada Gov.Mario Covas, Bairro Mandi, em Itaquaquecetuba.	ITAQUAQUECETUBA	23 29 19	46 19 37
	Reservatório do Rio Jundiá - UGRHI 06	JNDI 00500	R.B	Não	No canal de interligação do Res. do Rio Jundiá com o reservatório Taiaçupeba.	MOGI DAS CRUZES	23 38 57	46 11 52
	Reservatório do Juqueri ou Paiva Castro	JQIU 00900	R.B	Integrado	Ponte Santa Inês, na rodovia que liga Mairiporã à Franco da Rocha	MAIRIPORA	23 20 25	46 39 45
		JQIU 00900	Sed.	Não	Próximo a Ponte Santa Inês, na rodovia que liga Mairiporã à Franco da Rocha	FRANCO DA ROCHA	23 21 13	46 39 56
	Rio Juqueri	JQRI 03300	R.B	Integrado	Ponte na entrada da portaria 2 do Pq Estadual do Juquery.	FRANCO DA ROCHA	23 19 57	46 42 19
		JQRI 03800	R.B	Não	Ponte na rodovia Anhangüera (SP-330), no sentido Jundiá - São Paulo, altura do Km 31.	CAJAMAR	23 24 09	46 50 09
	Cór. do Pirajussara	JUCA 04900	R.B	Não	Ponte na entrada da USP.	SÃO PAULO	23 33 51	46 42 49
	Rio Jundiá - UGRHI 06	JUNI 03950	R.B	Não	Rio Jundiá, na estrada Velha Rio- SP, atual Av. Lourenço de Souza Franco, a montante da linha Férrea.	MOGI DAS CRUZES	23 32 34	46 14 37
	Ribeirão Itaquera	KERA 04990	R.B	Não	Ponte a cerca de 70 metros da sua Foz no Rio Tiete.	SÃO PAULO	23 28 50	46 26 25
	Ribeirão Moinho Velho	MOVE 03500	R.B	Não	No Ribeirão Moinho Velho, Ponte do Km 26 da Raposo Tavares, antes da Indústria Firmenich.	COTIA	23 35 51	46 51 27
	Ribeirão dos Meninos	NINO 04900	R.B	Não	Ponte na Av. do Estado, na divisa dos municípios de São Paulo e São Caetano do Sul.	SÃO PAULO	23 36 00	46 34 43
	Reserv. da Ponte Nova	NOVA 00800	Sed.	Não	No corpo central do reservatório Ponte Nova, no município de Salesópolis.	SALESOPOLIS	23 34 53	45 57 44
	Reservatório Taiaçupeba	PEBA 00200	Sed.	Não	No corpo central, cerca de 1 km da entrada do Rio Taiaçupeba-Mirim.	SUZANO	23 36 06	46 17 34
		PEBA 00900	R.B	Integrado	Na captação da SABESP		23 34 43	46 16 41
		PEBA 00900	Sed.	Não	No Reservatório Taiaçupeba, no corpo central a 1 Km da barragem. A jusante dos braços do Taiaçupeba-Mirim e Taiaçupeba-Guaçu.		23 34 43	46 16 41
	Ribeirão das Pedras	PEDA 03900	R.B	Não	A jusante da ponte da Rodovia Fernando Nobre.	COTIA	23 34 37	46 53 09
	Ribeirão Perová	PEOV 03900	R.B	Não	Na passarela da Rua Nossa Sra. de Lourdes, Bairro Jd. Japão.	ITAQUAQUECETUBA	23 27 52	46 20 51
	Rio Pinheiros	PINH 04100	R.B	Integrado	Na Usina Elevatória de Pedreira, no centro do canal	SÃO PAULO	23 42 09	46 40 26
		PINH 04105	M.Aut.	Não	EF-14. No Rio Pinheiros, próxima da Usina Elevatória de Pedreira, na margem oposta do escritório da EMAE. (EF-14- Pedreira).		23 42 10	46 40 45
		PINH04250	R.B	Não	Na Ponte do Socorro.		23 39 53	46 42 35
		PINH 04500	R.B	Integrado	Embaixo da Ponte Ari Torres (Av. Bandeirantes).		23 35 38	46 41 37
		PINH 04900	R.B	Não	Próximo à sua foz no Rio Tietê, na Estrutura de Retiro.		23 31 52	46 44 54
	Ribeirão Pires	PIRE 02900	R.B	Não	Ponte da Eletropaulo, na Av. Rotary, no bairro Estância Noblesse, quase às margens da Represa Billings.	RIBEIRÃO PIRES	23 42 52	46 25 45
	Reservatório do Cabuçu	RCAB 00900	R.B	Não	Junto à barragem da captação do município de Guarulhos (SAEE).	GUARULHOS	23 24 18	46 31 59
	Reservatório do Rio Grande	RGDE 02030	Sed.	Não	1 Km depois da desembocadura do Rio Grande ou Jurubatuba., próximo a transposição da Sabesp	RIBEIRÃO PIRES	23 44 30	46 24 59
		RGDE 02030	R.B	Não	1 Km depois da desembocadura do Rio Grande ou Jurubatuba, próximo a transposição da SABESP.		23 44 30	46 24 59
		RGDE 02200	R.B	Não	No Clube Prainha Tahiti Camping Náutica, na altura do Km 42 da rodovia SP-31.		23 44 23	46 26 44
		RGDE 02301	Baln.	Não	Prainha do Clube Tahiti.		23 44 15	46 26 47
		RGDE 02701	Baln.	Não	Clube de Campo Sindicato dos Metalúrgicos do ABC.	SÃO BERNARDO DO CAMPO	23 46 07	46 29 49
		RGDE 02851	Baln.	Não	Prainha do Parque Municipal Estoril, próximo ao Zoo.		23 46 18	46 30 54

Tabela 2.7 – Descrição dos pontos de amostragem das redes de monitoramento – 2016. (continua)

UGRHI	Descrição	Código CETESB	Projeto	Ponto ANA (Federal)	Local de amostragem	Município	Latitude S	Longitude W
6	Reservatório do Rio Grande	RGDE 02900	R.B	Integrado	Próximo à rodovia Anchieta, junto à captação da SABESP EF-07. Próxima à rodovia Anchieta, junto à captação da SABESP. (EF -07-Rio Grande).	SÃO BERNARDO DO CAMPO	23 46 07	46 32 00
		RGDE 02900	M.Aut.	Não			23 46 09	46 31 59
		RGDE 02900	Sed.	Não	No corpo central, à 2 km da barragem, em frente ao clube do Banespa.		23 46 40	46 30 42
		RGDE 02901	Baln.	Não	Praia do Parque Municipal do Estoril.		23 46 11	46 31 10
	Ribeirão Santa Rita	RYTA 00800	Sed.	Não	Próximo da Ponte na Rua Mary Angels V de Souza, próximo ao entroncamento com a Estrada Embu-Guaçu.	EMBU-GUAÇU	23 49 27	46 49 18
	Cór. São João do Barueri	SJBA 04950	R.B	Não	Na alça de retorno da Av. Boulevard Arnaldo Bittencout sobre o Córrego São João do Barueri	BARUERI	23 30 20	46 51 39
	Córrego Águas Espraiadas	SPRA 04850	R.B	Não	Ponte na Av. Roberto Marinho com a Rua Ribeiro do Vale, no Brooklin Paulista	SÃO PAULO	23 36 52	46 41 21
	Rio Taiaçupeba-Açu	TAIA 02900	R.B	Não	Ponte na divisa de Suzano/ Mogi das Cruzes, a jusante da Companhia Suzano de papel e celulose.	SUZANO	23 32 22	46 16 14
	Rio Taiaçupeba-Mirim	TAIM 00800	R.B	Não	Ponte na estrada de terra, no final da Trav. CRISPIM ADELINO CARDOSO, ao lado da EEE SABESP.	SUZANO	23 38 04	46 19 17
	Rio Tamanduateí	TAMT 04250	R.B	Não	Na ponte da Av. do Estado, na divisa de Santo André com Mauá.	MAUÁ	23 39 00	46 29 20
		TAMT 04500	R.B	Não	Na ponte transversal à Av. do Estado, na altura do número 4876, divisa dos municípios S. Caetano e Sto. André, próximo ao posto AGIP.	SÃO CAETANO DO SUL	23 36 38	46 32 39
		TAMT 04600	R.B	Integrado	Ponte na Av. Francisco Mesquita, 1000, em frente ao Plaza Shopping, junto a régua DAEE para PQS.	SÃO PAULO	23 35 41	46 34 56
		TAMT 04900	R.B	Não	Ponte na Av. Santos Dumont, em frente à Secretaria dos Transportes, em São Paulo		23 31 36	46 37 56
	Reserv. de Tanque Grande	TGDE 00900	R.B	Não	Junto à barragem, no município de Guarulhos.	GUARULHOS	23 22 38	46 27 35
	Reserv. Edgard de Souza	TIES 04900	R.B	Integrado	Próximo às comportas da barragem do reservatório, após a rede para retenção de aguapés.	SANTANA DO PARNAIBA	23 27 16	46 54 36
	Rio Tietê	TIET 02050	R.B	Integrado	Na SP-088 que liga Mogi das Cruzes a Salesópolis, junto à régua do SAISP.	BIRITIBA MIRIM	23 33 54	46 00 57
		TIET 02090	R.B	Não	Na captação principal do município de Mogi das Cruzes	MOGI DAS CRUZES	23 32 55	46 08 09
		TIET 02090	M.Aut.	Não	EF-01. Na captação principal do município de Mogi das Cruzes- (Mogi das Cruzes).		23 32 45	46 08 04
		TIET 03120	R.B	Integrado	A jusante da ETE de Suzano.	SUZANO	23 30 11	46 20 13
		TIET 03130	R.B	Não	Ponte na Estrada de Santa Isabel, na entrada de Itaquaquecetuba.	ITAQUAQUECETUBA	23 28 19	46 20 50
		TIET 03140	M.Aut.	Não	EF-15. A montante da ETE da SABESP em São Miguel Paulista, próximo a indústria Nitroquímica (EF-15).	SÃO PAULO	23 28 48	46 26 15
		TIET 04150	R.B	Integrado	Ponte na Rod. Ayrton Senna, a montante do Parque Ecológico, antes da saída 19 - Aeroporto Guarulhos.	GUARULHOS	23 28 36	46 29 59
		TIET 04170	R.B	Não	Ponte na Av. Aricanduva	SÃO PAULO	23 31 31	46 33 33
		TIET 04180	R.B	Integrado	Ponte das Bandeiras, na Av. Santos Dumont.		23 31 18	46 37 52
		TIET 04200	R.B	Integrado	Ponte dos Remédios, na Av. Marginal (Rodovia Presidente Castelo Branco).		23 31 11	46 44 47
	Reservatório de Pirapora	TIPI 04850	Sed.	Não	Aprox. 0.5 Km da comporta do reserv. de Pirapora.	PIRAPORA DO BOM JESUS	23 23 13	46 59 21
		TIPI 04900	R.B	Integrado	Próximo às comportas da barragem do Reserv. de Pirapora		23 23 27	46 59 41
	Córrego do Jaguaré	UARE 04550	R.B	Não	Ponte na Av. Politécnica com a Rua Jorge Waard, no Rio Pequeno.	SÃO PAULO	23 34 03	46 45 25
	Ribeirão Vermelho ou Mutinga	VEME 04250	R.B	Não	Na Aldeia Indígena Jaraguá, a jusante do lago do Parque do Jaraguá.	SÃO PAULO	23 27 50	46 45 15
	Córrego Zavuvus	ZVUS 04950	R.B	Não	Ponte em frente a entrada da Estação CPTM Jurubatuba	SÃO PAULO	23 40 35	46 42 04
7	Rio Branco	ANCO 02900	R.B	Não	Ponte na BR-101/SP-055, altura do Km 279, antes do pedágio.	SÃO VICENTE	23 56 05	46 27 52
	Rio Branco (Itanhaém)	BACO 02950	R.B	Integrado	Ponte próxima da captação do Mambú-SABESP	ITANHAEM	24 04 56	46 48 05
	Reservatório Capivari-Monos	CAMO 00900	R.B	Integrado	Junto à Estação de Recalque da SABESP.	EMBU-GUAÇU	23 55 21	46 43 46
	Rio Catarina Moraes	CATA 23850	R.B	Não	Pontilhão na Av. Penedo, 300. Em frente do final da Rua Rio Lago.	SÃO VICENTE	23 56 59	46 23 14
	Canal de Fuga II da UHE Henry Borden	CFUG 02900	R.B	Não	Canal de fuga II da Usina Hidroelétrica Henry Borden, na saída da turbina da Usina Externa.	CUBATÃO	23 52 36	46 27 09
	Rio Cubatão	CUBA 02700	R.B	Integrado	Na ponte Preta, em frente à antiga Estação de Tratamento de Água do Rio Cubatão.	CUBATÃO	23 53 18	46 27 19
		CUBA 03900	R.B	Não	Ponte da estrada de ferro Santos-Jundiá cerca de 1,5 Km a jusante da confluência com o Rio Perequê.		23 52 58	46 24 49

Tabela 2.7 – Descrição dos pontos de amostragem das redes de monitoramento – 2016. (continua)

UGRHI	Descrição	Código CETESB	Projeto	Ponto ANA (Federal)	Local de amostragem	Município	Latitude S	Longitude W
7	Rio Itapanhaú	IPAU 02600	Sed.	Não	Na captação da SABESP de Bertioga - Estação de Tratamento de Água Itapanhaú e captação da Riviera de São Lourenço.	BERTIOGA	23 46 37	46 03 12
		IPAU 02900	R.B	Não	Margem esquerda, no ancoradouro da Marina do Forte.		23 50 08	46 09 07
	Rio Itaguapé	ITAE 02900	R.B	Não	Na ponte da Rodovia Rio / Santos.	BERTIOGA	23 46 48	45 58 15
	Rio Santo Amaro	MARO 22800	R.B	Integrado	Ponte na Av. Santos Dumont, depois do Posto de Saúde Municipal.	GUARUJÁ	23 58 56	46 16 06
	Rio Moji	MOJI 02800	R.B	Integrado	Ponte na Rodovia Piaçaguera-Guarujá, que liga Cubatão a Guarujá, em frente a USIMINAS.	CUBATÃO	23 51 08	46 22 41
	Rio Itanhaém	NAEM 02900	R.B	Integrado	Na Av. Demerval Pereira Leite, na altura do nº 214, na margem oposta ao Iate Clube.	ITANHAEM	24 11 16	46 47 36
	Rio Perequê	PERE 02601	Baln.	Não	Prainha do Parque Ecológico de Cubatão.	CUBATÃO	23 50 52	46 24 59
		PERE 02900	R.B	Integrado	No Rio Perequê, junto a captação da Carbocloro.		23 52 06	46 25 04
	Rio Preto - UGRHI 07	PETO 02900	R.B	Não	Na ponte do caminho do Guaraú.	PERUÍBE	24 19 44	47 00 22
	Rio Piaçaguera	PIAC 02700	R.B	Não	Ponte localizada na USIMINAS, continuação da antiga Rua 3, Vila Parisi, 300m jusante Adubos Trevo.	CUBATÃO	23 51 27	46 23 33
	Rio Canal Barreiros	REIS 02900	R.B	Não	Na ponte pênsil.	SÃO VICENTE	23 58 29	46 23 19
8	Rio Saboó	SABO 22500	R.B	Não	Ponte na Av. Pres. Getúlio Vargas, ao lado Centro de Treinamento Meninos da Vila.	SANTOS	23 55 51	46 20 59
	Rio Guaratuba	TUBA 02900	R.B	Não	Ponte na Rio Santos, no fim da praia do Guaratuba.	BERTIOGA	23 45 08	45 53 40
	Ribeirão dos Bagres	BAGR 04020	R.B	Não	Ponte sob a Av. Hélio Palermo, a 500 metros da nascente, em Franca.	FRANCA	20 31 14	47 22 28
		BAGR 04500	R.B	Não	Ponte no final da Rua Rio Trombetas com a Av. das Seringueiras, próximo ao Residencial Amazonas.		20 33 18	47 24 50
		BAGR 04600	R.B	Integrado	Ponte na rodovia vicinal 384 que liga Restinga a SP 344.	RESTINGA	20 37 51	47 28 18
		BAGR 04950	R.B	Não	Ponte na fazenda Boa Sorte, a 2 Km da foz, em Batatais.	BATATAIS	20 41 45	47 34 18
	Rio do Carmo	CARM 04400	R.B	Integrado	Na ponte da Rod. Anhanguera (SP-330) alt. do Km 416	ITUVERAVA	20 16 47	47 47 49
	Rio Grande - UGRHI 08, 12 e 15	GRDE 02271	Baln.	Não	No pier da praia Municipal de Miguelópolis.	MIGUELOPOLIS	20 09 10	48 01 58
		GRDE 02273	Baln.	Não	Na parte central da praia Municipal de Miguelópolis.		20 09 15	48 02 03
		GRDE 02300	R.B	Não	Ponte na rod. SP-413, no trecho que liga Miguelópolis/Guaíra a Uberaba, jusante Usina Volta Grande.		20 01 27	48 14 04
	Ribeirão do Jardim	JARD 04800	R.B	ANA NOVO	Ponte na área rural de Guaíra, a jusante do lançamento das ETEs Matadouro, Fogão e Santa Quitéria.	GUAIRA	20 15 51	48 20 19
	Ribeirão Pinheirinho - UGRHI 8	PNHO 04500	R.B	ANA NOVO	Ponte na Av. 9 de Julho, junto a régua do DAEE 4C-002, em Santo Antonio da Alegria.	SANTO ANTONIO DA ALEGRIA	21 05 10	47 08 56
	Rio Sapucaí - UGRHI 8	SAPU 02050	R.B	Não	Ponte na Rod. do Guardinha, cerca de 5 km da divisa de Minas Gerais.	ALTINÓPOLIS	20 59 22	47 14 02
		SAPU 02200	R.B	Integrado	Ponte na Rod. 336 (antiga Rod. Franca/Batatais), a jusante do Rib. Sta Bárbara.	BATATAIS	20 46 16	47 27 54
		SAPU 02250	R.B	Não	Ponte da Rod. SP-334, a montante do Rib. dos Bagres, em Restinga	RESTINGA	20 43 46	47 31 18
		SAPU 02270	R.B	Integrado	Ponte na estrada da Usina Batatais, 600 metros a jusante do Rib. dos Bagres.	SÃO JOSÉ DA BELA VISTA	20 42 27	47 35 05
		SAPU 02300	R.B	Não	Ponte na rodovia que liga Nuporanga a São José da Bela Vista, próximo a Usina dos Dourados.		20 38 33	47 40 50
		SAPU 02400	R.B	Integrado	Ponte na rodovia SP-345, no trecho que liga Franca a São Joaquim da Barra.	SÃO JOAQUIM DA BARRA	20 31 24	47 49 39
		SAPU 02900	R.B	Integrado	Ponte na estrada vicinal que liga Guaíra ao Rio Grande, alt. do km 13 + 200m, junto a régua do DAEE (5B-007).	GUAIRA	20 12 13	48 17 24
		SAPZ 04500	R.B	Integrado	Ponte na Rod. SP 345, km 3, na entrada da cidade, a jusante do Lactício Jussara. Junto a régua do DAEE 4B-015.	PATROCÍNIO PAULISTA	20 37 59	47 17 02
9	Rio das Araras	ARAS 02900	R.B	Integrado	Ponte de madeira na foz Rio Araras.	ARARAS	22 16 46	47 13 23
	Ribeirão da Penha	ENHA 02900	R.B	Não	Ponte na estrada IPI-080, a jusante da ETE de Itapira.	ITAPIRA	22 24 22	46 50 23
	Ribeirão Ferraz	ERAZ 02700	R.B	Não	Ponte na SP 191, km 23,5	CONCHAL	22 21 15	47 10 55
		ERAZ02990	R.B	Não	Foz do Ribeirão Ferraz próximo ao Pesqueiro na cidade de Conchal.		22 17 46	47 10 54
	Rio Jaguari-Mirim	JAMI 02001	R.B	ANA NOVO	Na Ponte do Beloto, na estrada vicinal em Santo Antônio do Jardim, no km 217 da Rod. Engenheiro Borges (SP-346).	SANTO ANTONIO DO JARDIM	22 05 32	46 39 07
		JAMI 02300	R.B	Não	Na ponte da SP 344, depois do Bairro do Pedregulho, na altura do Km 238,5.	SAO JOAO DA BOA VISTA	21 52 59	46 52 10
		JAMI 02310	Sed.	Não	A 300m a jusante da rampa do Porto de areia Buscarioli, entre as duas PCHs da AES Tietê.		21 52 34	46 52 45
		JAMI 02500	R.B	Integrado	Ponte na Rodovia SP-340, no Km 212,9, junto a régua do DAEE 4C-013.	AGUAÍ	21 59 26	47 02 19

Tabela 2.7 – Descrição dos pontos de amostragem das redes de monitoramento – 2016. (continua)

UGRHI	Descrição	Código CETESB	Projeto	Ponto ANA (Federal)	Local de amostragem	Município	Latitude S	Longitude W
9	Ribeirão do Meio	MEIO 02900	R.B	Integrado	Ponte F. Baldim, sobre o Ribeirão do Meio, ao lado da Fazenda.	LEME	22 05 50	47 16 13
	Reservatório Cachoeira de Cima	MOCA 02990	R.B	Não	A montante da barragem da AES - Usina Elétrica de Mogi Guaçu	MOGI-GUAÇU	22 22 42	46 53 59
	Rio Mogi-Guaçu	MOGU 02100	R.B	Integrado	Ponte na rodovia de terra que liga Pinhal a Jacutinga, em Minas Gerais.	Est. MINAS GERAIS	22 15 57	46 41 31
		MOGU 02160	R.B	Não	Ponte na Rod. SP-340, a jusante da cidade de Mogi-Guaçu.	MOGI-GUAÇU	22 21 49	46 58 11
		MOGU 02200	R.B	Não	Ponte na rodovia que liga Leme a Conchal, em Pádua Sales.		22 17 56	47 07 56
		MOGU 02210	R.B	Não	À jusante da confluência com o córrego Ferraz ou do Pinhal.		22 17 21	47 11 07
		MOGU 02250	R.B	Integrado	Rio Mogi Guaçu, a montante do Ribeirão do Meio - Bairro Taquari Ponte. Junto a régua do DAEE 4D-029.	LEME	22 05 47	47 15 19
		MOGU 02260	R.B	Não	A jusante da confluência do Ribeirão do Meio.	PIRASSUNUNGA	22 05 03	47 15 48
		MOGU 02300	R.B	Não	Junto à captação da ETA da Academia da Força Aérea, em Pirassununga.		21 56 30	47 19 11
		MOGU 02350	R.B	Não	Na Cachoeira das Emas, depois da barragem em frente ao Restaurante César.		21 55 32	47 22 06
		MOGU 02351	Baln.	Não	Na prainha de Cachoeira das Emas, em frente ao Restaurante César.		21 55 32	47 22 06
		MOGU 02450	R.B	Integrado	A jusante da cidade de Porto Ferreira - Ponte na Rod. Anhanguera, no Km 228	PORTO FERREIRA	21 50 37	47 29 41
		MOGU 02490	R.B	Integrado	Na Usina Santa Rita, na divisa de Santa Rita de Passa Quatro com Descalvado.	SANTA RITA DO PASSA QUATRO	21 43 27	47 38 21
		MOGU 02800	R.B	Integrado	Ponte na SP-333, na entrada de Barrinha, a jusante da ETE de Jaboticabal.	BARRINHA	21 12 08	48 10 17
		MOGU 02900	R.B	Integrado	No Rancho Sto Antônio, próximo à rodovia que liga Sertãozinho a Pitangueiras.	PITANGUEIRAS	21 00 44	48 10 20
	Rio Mogi Mirim	MOMI 03800	R.B	Não	Rio Mogi Mirim na Ponte da SP-340, no Km 166,5.	MOGI-MIRIM	22 23 40	46 58 19
	Ribeirão do Roque	OQUE 02900	R.B	Integrado	Ponte na vicinal Ricieri Scatolini, na foz do Rib. do Roque, junto a régua do DAEE 4D-032.	PIRASSUNUNGA	22 01 38	47 18 14
	Rio Oriçanga	ORIZ 02900	R.B	Não	Ponte sobre a Rod. Almino Afonso, em Martinho Prado, ao lado da Fazenda Mombaça.	MOGI-GUAÇU	22 17 01	47 02 37
	Rio da Itupeva	PEVA 02900	R.B	Não	Ponte de madeira na Foz do Rio Itupeva em estrada de terra. (antigo P-12).	PIRASSUNUNGA	22 02 54	47 15 00
	Rio do Peixe - UGRHI 9	PEXE 02150	R.B	Integrado	Ponte a jusante do Hotel Cachoeira, em Socorro.	SOCORRO	22 33 53	46 32 08
		PEXE 02950	R.B	Integrado	Ponte na Foz do rio do Peixe, na Estr. de Piraporinha x Estrada Luiz Cavinague	ITAPIRA	22 23 54	46 50 48
	Ribeirão dos Porcos	PORC 03900	R.B	Integrado	Ponte na foz do Ribeirão dos Porcos com o Rio Mogi-Guaçu, no Bairro Veridiana.	ESPÍRITO SANTO DO PINHAL	22 17 38	46 47 27
	Ribeirão do Moquem	QUEM 02700	Baln.	Não	No Lago Municipal Euclides Morelli, em Santa Cruz da Conceição	SANTA CRUZ DA CONCEIÇÃO	22 08 06	47 27 13
	Córrego Rico - UGRHI 9	RICO 02200	R.B	Não	Ponte na estrada de terra a montante da ETE do Córrego do Rico.	MONTE ALTO	21 18 38	48 27 42
		RICO 02600	R.B	Integrado	Na captação de Jaboticabal (SAAEJ).	JABOTICABAL	21 18 37	48 19 24
		RICO 02600	Sed.	Não	Na captação de JABOTICABAL (SAAEJ).		21 18 37	48 19 24
		RICO 03900	R.B	Integrado	Ponte na estrada de terra Barrinha/Usina São Carlos.		21 14 01	48 10 48
	Ribeirão das Onças - UGRHI 9	RONC 02030	R.B	Não	Ponte próxima a Faz. Cannãa, a montante da ETE de Luis Antonio.	LUIS ANTONIO	21 31 58	47 41 17
		RONC 02030	Sed.	Não	Ponte próxima a Faz. Cannãa, a montante da ETE de Luis Antonio.		21 31 58	47 47 17
		RONC 02400	R.B	Integrado	Na ponte da SP-255, próximo ao Km 24, antes de Bonfim Paulista.		21 23 51	47 51 53
		RONC 02400	Sed.	Não	Na ponte da SP 255, próximo do Km 24, antes de Bonfim Paulista		21 23 51	47 51 53
		RONC 02800	R.B	Não	Ponte na estrada de terra que liga a Usina São Martinho a Sertãozinho	DUMONT	21 14 51	48 02 20
	Ribeirão do Sertãozinho	SETA 04600	R.B	Não	Ponte à jusante da ETE de Sertãozinho	SERTAOZINHO	21 05 19	48 02 40
		SETA 04600	Sed.	Não	Ponte a jusante da ETE de Sertãozinho.		21 05 19	48 02 40
	Córrego Batistela	TELA 02700	R.B	Não	Na captação da SAEP, no bairro Vila Sta. Fé. Conhecido também como Córrego da Barra.(P17)	PIRASSUNUNGA	21 57 12	47 21 59

Tabela 2.7 – Descrição dos pontos de amostragem das redes de monitoramento – 2016. (continua)

UGRHI	Descrição	Código CETESB	Projeto	Ponto ANA (Federal)	Local de amostragem	Município	Latitude S	Longitude W
10	Rio Una - UGRHI 10	BUNA 02900	R.B	Não	Ponte na estrada que liga Ibiúna a Mayrink, próximo à Rodoviária de Ibiúna	IBIUNA	23 38 55	47 13 21
	Rio das Conchas	COCH 02850	R.B	Integrado	Ponte na estrada vicinal depois do Bairro Estancia Cristal, em Conchas	CONCHAS	22 59 16	48 00 46
	Rio do Peixe - UGRHI 10	EIXE 02225	R.B	Integrado	Ponte na SP-300 (Marechal Rondon), na divisa de Bofete com Conchas	CONCHAS	23 01 04	48 07 42
	Rio Pirajibú	JIBU 02900	R.B	Não	Ponte próxima da Siderurgica Faço 3, no bairro Vitória Régia/Éden	SOROCABA	23 24 59	47 26 17
	Ribeirão Pirapitingui	PGUI 02700	R.B	Não	Ao lado da captação Águas de Itu, junto a barragem do condomínio Terras de São José.	ITU	23 17 32	47 16 42
	Rio Pirapora	PORA 02700	R.B	Não	Na ponte próxima a captação de Salto de Pirapora	SALTO DE PIRAPORA	23 36 53	47 35 56
	Rio Sarapuí	SAUI 02900	R.B	Integrado	Ponte na estrada vicinal Iperó/Tatuí, próxima à captação da SABESP de Boituva e Iperó.	IPERO	23 21 10	47 44 16
	Rio Sorocabuçu	SOBU 02800	R.B	Não	Ponte na estrada Bunjiro Nakao, na captação de Ibiúna	IBIUNA	23 39 29	47 12 35
	Reservatório Itupararanga	SOIT 02100	R.B	Não	No meio do corpo central, lado esquerdo da Praia do Escritório, em frente a uma ilha.	IBIUNA	23 36 26	47 17 44
		SOIT 02601	Baln.	Não	Na praia do Piratuba, na Represa de Itupararanga, no Condomínio Antilhas.		23 37 58	47 21 46
		SOIT 02801	Baln.	Não	No Clube ACM, na Represa de Itupararanga.	PIECADE	23 37 23	47 24 10
		SOIT 02850	Sed.	Não	No corpo central, em frente a prainha da ACM, à 1 Km da barragem	VOTORANTIM	23 37 08	47 23 22
		SOIT 02900	R.B	Integrado	Próximo a barragem, na estrada que liga Ibiúna a Votorantim.		23 36 42	47 23 52
	Rio Sorocamirim	SOMI 02850	R.B	Não	Ponte na estrada do Cangüera, na captação da SABESP de São Roque	SÃO ROQUE	23 37 34	47 11 20
	Rio Sorocaba	SORO 02050	R.B	Não	Ponte Benito Sevilha, próximo à Prefeitura de Votorantim	VOTORANTIM	23 32 24	47 26 43
		SORO 02100	R.B	Integrado	Ponte Pinga-Pinga, na Av. Marginal, na cidade de Sorocaba.	SOROCABA	23 28 36	47 26 29
		SORO 02200	R.B	Não	Ponte na estrada municipal que liga Sorocaba à rodovia Castelo Branco, em Itavuvu.	SOROCABA	23 24 30	47 28 48
		SORO 02500	R.B	Integrado	Ponte no Bairro de Americana Velha, em Tatuí	TATUI	23 19 09	47 46 44
		SORO 02700	R.B	Não	Na ponte à montante da captação do Município de Cerquilha.	CERQUILHO	23 10 21	47 47 47
		SORO 02700	Sed.	Não	Na captação de Cerquilha.		23 10 00	47 48 00
		SORO 02900	R.B	Integrado	Ponte na estrada que liga Laranjal Paulista à localidade de Entre Rios.	LARANJAL PAULISTA	23 01 22	47 49 11
	Rio Tatuí	TAUI 04900	R.B	Não	Na foz do rio Tatuí, no bairro de Americana Velha, em Tatuí	TATUI	23 19 25	47 46 58
	Reservatório de Barra Bonita	TIBB 02100	R.B	Não	No meio do corpo central, a jusante da confluência - Braços Tietê e Piracicaba.	BOTUCATU	22 36 46	48 20 52
		TIBB 02700	R.B	Não	No meio do corpo central, na direção do Córrego Araquazinho.	SÃO MANUEL	22 32 30	48 26 42
	Braço do Rio Tietê	TIBT 02500	R.B	Não	Ponte na rodovia SP-191 que liga Santa Maria da Serra a São Manoel.	BOTUCATU	22 40 41	48 15 06
	Rio Tietê	TIET 02350	R.B	Integrado	A cerca de 300 m da ponte da Rodovia do Açúcar (SP-308), na Fazenda Santa Isabel.	SALTO	23 12 01	47 20 08
		TIET 02400	R.B	Não	Ponte na rodovia SP-113, que liga Tietê a Capivari, em Tietê.	TIETE	23 05 12	47 40 41
		TIET 02450	R.B	Integrado	Ponte na estrada para a fazenda Santo Olegário, em Laranjal Paulista.	LARANJAL PAULISTA	22 57 25	47 49 23
		TIET 02450	M.Aut.	Não	EF-03. Próximo da ponte sobre o Rio Tietê, na estrada vicinal para a fazenda Santo Olegário, em Laranjal Paulista, entre SP 127 e SP 300. EF-03-Laranjal Paulista).		22 57 26	47 49 14
	Reservatório de Rasgão	TIRG 02900	R.B	Não	Próximo das comportas do Reservatório de Rasgão.	PIRAPORA DO BOM JESUS	23 22 58	47 01 46
		TIRG 02900	M.Aut.	Não	EF-02. No canal próximo às comportas da barragem do Reservatório de Rasgão - EMAE (EF- 02-Rasgão).		23 22 55	47 01 47
11	Rio Betari	BETA 02900	R.B	Integrado	Ponte na estrada para o Bairro da Serra.	IPORANGA	24 36 14	48 36 41
	Rio Guaraú	GUAU 02950	R.B	Integrado	Ponte na BR-116, na foz do Rio Guaraú	JACUPIRANGA	24 43 20	48 02 54
	Rio Jacupiranguinha	JAIN 02500	R.B	Não	Na captação de água bruta da empresa Bungee.	CAJATI	24 43 47	48 07 09
	Rio Jacupiranga	JAPI 02100	R.B	Não	Ponte na SP-193, que liga Jacupiranga a Eldorado.	JACUPIRANGA	24 41 32	48 00 17
	Rio Juquiã	JUQI 00800	R.B	Integrado	Ponte na rodovia BR-116, em Juquitiba.	JUQUITIBA	23 56 29	47 05 33
		JUQI 02900	R.B	Integrado	Após a confluência com o Rio São Lourenço, no município de Juquiã.	JUQUIA	24 19 20	47 38 17
	Mar de Dentro	MADE 21700	R.B	Integrado	Pier da balsa que liga o continente a Cananéia	CANANEIA	24 59 38	47 56 48
	Rio Pariquera-Açu	PAÇU 02600	R.B	Integrado	Ponte dentro da Fazenda Ouro Verde, na estrada de terra que leva ao Parque Estadual Campina do Encantado.	PARIQUERA-ACU	24 39 33	47 52 11

Tabela 2.7 – Descrição dos pontos de amostragem das redes de monitoramento – 2016. (continua)

UGRHI	Descrição	Código CETESB	Projeto	Ponto ANA (Federal)	Local de amostragem	Município	Latitude S	Longitude W
11	Rio Ribeira	RIBE 02500	R.B	Integrado	No município de Itaóca, na plataforma da balsa, a 3 Km do centro da cidade.	ITAOCA	24 39 15	48 49 37
		RIBE 02900	R.B	Integrado	Ponte na Rod. Empei Hiraide, ao lado da captação da SABESP de Sete Barras, junto do Posto Flu 4F-015.	SETE BARRAS	24 23 34	47 55 41
	Rio Ribeira de Iguape	RIIG 02500	R.B	Integrado	Ponte na rodovia BR-116, em Registro.	REGISTRO	24 29 21	47 50 05
		RIIG 02900	R.B	Integrado	Na antiga barragem, em Valo Grande, no Rio Ribeira de Iguape.	IGUAPE	24 41 43	47 34 11
		RIIG 02995	R.B	Não	No Pier da Balsa da Barra do RIBEIRA		24 38 57	47 23 40
12	Rio Grande - UGRHI 08, 12 e 15	GRDE 02400	R.B	ANA NOVO	Ponte na divisa de SP-MG, na BR-364 que liga Colômbia a Frutal.	COLOMBIA	20 09 49	48 41 23
	Ribeirão das Palmeiras	PALM 03800	R.B	Integrado	Ponte sobre a Estrada Mun. Jaborandi-Terra Roxa, nas proximidades da antiga usina hidroelétrica	JABORANDI	20 44 40	48 24 42
	Rio Pardo - UGRHI 4 e 12	PARD 02750	R.B	Integrado	Ponte na SP- 373, que liga Jaborandi a Morro Agudo, altura do km 126	JABORANDI	20 36 56	48 20 06
		PARD 02800	R.B	Integrado	Ponte na variante da rodovia SP-425, no trecho que liga Guaiara a Barretos.	GUAIRA	20 27 01	48 27 15
	Córrego das Pedras ou Mandi - UGHRI 12	PDRA 02450	R.B	Não	Ponte próxima ao Country Club Rio das Pedras, jusante do lançamento da ETE II de Barretos.	BARRETOS	20 28 40	48 36 27
	Ribeirão das Pitangueiras	PITA 02450	R.B	Não	Na Captação do SAAEB, Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Barretos, no final da rua 18.	BARRETOS	20 35 10	48 32 57
		PITA 04800	R.B	Integrado	A jusante da Fazenda do Buracão.		20 33 39	48 27 27
		PITA 04850	Sed.	Não	Na ponte a jusante do ponto da rede na faz. do Buracão.		20 33 11	48 26 45
	Braço do Rio Jaú	BJAU 03300	R.B	ANA NOVO	Braço do Rio Jaú, na ponte da Marambaia na vicinal de Itapuí	ITAPUI	22 11 27	48 40 37
BJAU 03500		Sed.	Não	Braço do rio Jau, embaixo do linhão, próximo a ponte da Marambaia.	22 11 27		48 41 14	
Rio Jaú	JAHU 02500	R.B	Integrado	Ponte na Av. Galdino do Amaral Carvalho, junto a régua do DAEE 5D-029.	JAU	22 18 09	48 32 25	
13	Rio Jacaré-Guaçu	JCGU 03200	R.B	Integrado	Ponte na estrada de terra do Bairro Malvinas, a jusante do Cór. Santa Rufina.	RIBEIRÃO BONITO	22 00 58	48 07 28
		JCGU 03400	R.B	Integrado	Ponte na rodovia SP-255, no trecho que liga Boa Esperança do Sul a Araraquara, junto a régua DAEE 5C-013.	ARARAQUARA	21 51 57	48 16 42
		JCGU 03900	R.B	Integrado	Ponte na rodovia SP-304, no trecho que liga Ibitinga a Itajú.	IBITINGA	21 49 33	48 49 57
	Rio Jacaré-Pepira	JPEP 03150	R.B	Integrado	Ponte na Rua Francisco Costa, em Brotas. Cerca de 1,5 km a jusante da régua do DAEE 5D-028.	BROTAS	22 17 30	48 07 45
		JPEP 03500	R.B	Integrado	Ponte na rodovia SP-255, no trecho que liga Jaú a Boa Esperança do Sul.	DOURADO	22 04 38	48 26 19
		JPEP 03600	R.B	Não	Ponte sobre o Rio Jacaré-Pepira, a jusante do Ribeirão da Bocaina	BOCAINA	22 04 24	48 29 12
	Rio Lençóis	LENS 02500	R.B	Não	Na Rua Quinze de Novembro, 1111, na captação do município de Lençóis Paulista.	LENÇÓIS PAULISTA	22 35 49	48 48 14
		LENS 03950	R.B	Integrado	Ponte na Rod. Macatuba / Igarapu do Tiete, a 400 metros da sua Foz	IGARAÇU DO TIETE	22 30 16	48 37 20
	Rio Monjolinho	MONJ 04400	R.B	Integrado	Ponte a jusante da ETE Monjolinho.	SÃO CARLOS	22 02 06	47 57 27
	Ribeirão Grande	RGRA 02990	R.B	Integrado	Ponte na Rod. Augusto Sgavioli, a 3 km da sua foz no rio Tiete	PEDERNEIRAS	22 15 39	48 48 35
Rio Tietê	TIET 02500	R.B	Não	Ponte na rodovia SP-255 que liga São Manuel a Jaú, a jusante do res. de Barra Bonita.	BARRA BONITA	22 30 26	48 32 46	
14	Rio Guareí	GREI 02750	R.B	Integrado	Ponte no Bairro dos Diogos, em Angatuba, a jusante do Rib. dos Libanios.	ANGATUBA	23 29 09	48 27 16
	Rio Itapetininga	ITAP 02800	R.B	Integrado	Ponte na estr. ACT-290, no Bairro da Polenghi em Angatuba.	ANGATUBA	23 33 25	48 22 19
	Rio Itararé	ITAR 02500	R.B	Integrado	Ponte na rod. que liga Itaporanga a Santana do Itararé (PR), na divisa de São Paulo com Paraná.	ITAPORANGA	23 43 32	49 33 11
	Reservatório Jurumirim	JURU 02500	R.B	Integrado	Ponte na rodovia SP-255, no trecho que liga Avaré a Itai.	AVARÉ	23 15 39	49 00 04
	Ribeirão Ponte Alta	PALT 04970	R.B	Não	Na Ponte da E.F.Sorocabana, no Bairro Curuçá 1, perto da confluência com o rio Itapetininga.	ITAPETININGA	23 36 03	48 07 31
	Rio Paranapanema	PARP 02100	R.B	Integrado	Ponte na rodovia que liga Campina do Monte Alegre a Buri.	ANGATUBA	23 35 28	48 29 40
	Rio São Miguel Arcanjo	SMIG 02800	R.B	Integrado	Ponte na estrada SP-250, que liga S. Miguel Arcanjo à Capão Bonito, à jusante da ETE SABESP, na altura da faz. Pinhalzinho	SAO MIGUEL ARCANJO	23 53 18	48 01 32
	Rio Taquari	TAQR 02400	R.B	Integrado	Ponte na Rod. SP-249, que liga Itapeva a Itaberá. próximo à régua do DAEE 5E-002	ITAPEVA	23 58 27	48 55 02
	Rio Turvo - UGHRI 14	TURR 02800	R.B	ANA NOVO	Ponte na Rod. SP-127, na altura do km 192, na divisa de São Miguel Arcanjo e Itapetininga, próximo da Régua do DAEE 5E-009.	ITAPETININGA	23 51 00	48 12 39
Rio Verde	VERD 02750	R.B	Integrado	Ponte na SP-255, na entrada da cidade de Itaporanga.	ITAPORANGA	23 42 25	49 28 16	

Tabela 2.7 – Descrição dos pontos de amostragem das redes de monitoramento – 2016. (continua)

UGRHI	Descrição	Código CETESB	Projeto	Ponto ANA (Federal)	Local de amostragem	Município	Latitude S	Longitude W
15	Córrego da Biluca	BILU 02900	R.B	Não	Na entrada da Est. Ecológica da UNESP.	SÃO JOSÉ DO RIO PRETO	20 51 12	49 25 57
	Braço do Ribeirão do Marinheiro	BMAR 02200	Sed.	Não	Próximo à prainha municipal de Pedranópolis.	PEDRANOPOLIS	20 06 13	50 02 31
	Rio da Cachoeirinha	CXEI 02550	R.B	Integrado	Ponte na Antiga Estrada Boaideira.	OLIMPIA	20 42 11	48 53 39
		CXEI 02900	R.B	Integrado	Ponte na estrada de terra que liga os distritos de Baguaçu a Ribeiro dos Santos.		20 37 01	49 03 18
	Rio Grande - UGRHI 08, 12 e 15	GRDE 02500	R.B	ANA NOVO	Ponte na rodovia BR-153, a jusante da Usina Hidrelétrica Marimbondo na divisa com o Estado de Minas Gerais	ICÉM	20 18 16	49 12 26
		GRDE 02800	R.B	Integrado	Na ponte da SP-463, na divisa de estado SP/MG, a jusante do Res. de Água Vermelha.	OUROESTE	19 50 55	50 22 06
	Córrego da Piedade	IADE 04500	R.B	Não	No tubulão sob a ponte da rodovia SP-310	SÃO JOSÉ DO RIO PRETO	20 49 04	49 26 06
	Ribeirão do Marinheiro	MARI 04250	R.B	Integrado	Ponte na vicinal Isidoro Parise, na divisa de municípios de Pedranópolis e Parisi.	PEDRANOPOLIS	20 17 33	50 04 47
		MARI 04250	Sed.	Não	Ponte na vicinal Isidoro Parise, na divisa de municípios de Pedranópolis e Parisi.		20 17 33	50 04 47
	Córrego Matadouro - UGRHI 15	MATA 04900	R.B	Não	Ponte na Rua Síría, no Jardim Glória, próximo da sua foz no Córrego Olhos D'água.	OLIMPIA	20 43 52	48 55 14
	Córrego dos Olhos d'Água	OLHO 02690	R.B	Não	Ponte na Rua Durval Brite, a montante do Córrego do Matadouro	OLIMPIA	20 43 43	48 54 52
	Ribeirão da Onça - UGRHI15	ONCA 02500	R.B	Integrado	Ponte na rodovia que liga Palmares Paulista a Paraíso.	PALMARES PAULISTA	21 04 41	48 47 31
	Rio Preto - UGRHI 15	PRET 02800	R.B	Integrado	Ponte na rodovia que liga Américo de Campos a Palestina.	PALESTINA	20 17 40	49 38 10
		PRET 04300	R.B	Integrado	Ponte na estrada que liga a cidade de Ipigua à Rodovia BR -153.	IPIGUÁ	20 37 40	49 21 18
	Ribeirão Santa Rita	RITA 02700	R.B	Integrado	Ponte na SP-463, na divisa Mun. de Ouroeste e Populina. Junto a régua da DAEE 7A-001R.	POPULINA	19 57 28	50 26 29
	Reservatório do Córrego Marinheirinho	RMAR 02900	R.B	Integrado	No pier da captação do SAEV de Votuporanga.	VOTUPORANGA	20 24 19	49 57 24
		RMAR 02900	Sed.	Não	No pier da captação do SAEV de VOTUPORANGA		20 24 19	49 57 24
	Reservatório do Rio Preto	RPRE 02200	R.B	Integrado	Na captação da ETA de São José do Rio Preto.	SÃO JOSÉ DO RIO PRETO	20 48 34	49 22 34
	Ribeirão São Domingos	SDOM 03900	R.B	Integrado	Na ponte do Pingadouro, em Tabapuã.	TABAPUA	20 50 37	49 05 25
		SDOM 04300	R.B	Integrado	A montante da cidade de Catanduva	CATANDUVA	21 09 30	48 56 32
		SDOM 04500	R.B	Integrado	Ponte na Rua J. Zancaner, em Catiguá. Junto a régua do DAEE 6C-008L	CATIGUA	21 03 02	49 03 49
	Córrego Tomazinho	TOMZ 02990	Sed.	Não	Em frente a caixa de areia da SABESP, no braço do Reservatório Água Vermelha.	CARDOSO	20 03 42	49 55 07
	Rio Turvo - UGRHI 15	TURV 02300	R.B	Integrado	Ponte na vicinal entre Paraíso e Monte Azul Paulista, junto a Régua do DAEE 5B-010.	PARAISO	20 59 30	48 42 27
		TURV 02500	R.B	Integrado	Ponte na rodovia que liga São José do Rio Preto a Olímpia.	GUAPIAÇU	20 44 30	49 06 13
		TURV 02800	R.B	Integrado	Ponte na estrada Municipal que liga Nova Granada a Samambaia, junto ao Posto DAEE 6B-009.	NOVA GRANADA	20 29 58	49 12 40
16	Rio Batalha	BATA 02050	R.B	Integrado	Na captação de Bauru.	BAURU	22 22 51	49 06 55
		BATA 02222	Sed.	Não	Rio Batalha, na área de lazer da Aldeia Kopenoty, limite norte da Terra Indígena, na divisa com a Fazenda Phenix.	AVAÍ	22 15 00	49 19 08
		BATA 02300	R.B	ANA NOVO	Ponte na rodovia Marechal Rondon (SP-300), na altura do km 373, a jusante de Avaí.		22 08 19	49 16 48
		BATA 02300	Sed.	Não	Embaixo da Ponte na SP-300, altura do Km 373, a jusante de Avaí.		22 08 18	49 16 47
		BATA 02800	R.B	Integrado	Ponte na rodovia SP-331, no trecho que liga Reginópolis a Pirajuí, ao lado da régua DAEE 6C-001.	REGINOPOLIS	21 53 14	49 14 05
		BATA 02800	Sed.	Não	Ponte na rodovia SP-331, no trecho que liga Reginópolis a Pirajuí.		21 53 14	49 14 05
	Rio Dourado	DADO 02600	R.B	Integrado	Ponte sobre o R. Dourado na SP 333 entre Guarantã e Pongai.	GUARANTA	21 48 36	49 29 10
		DADO 02850	Sed.	Não	No corpo central, em frente ao Braço do rio Campestre	GUACARA	21 28 33	49 42 33
	Córrego do Esgotão	ESGT 02050	R.B	Integrado	Ponte na SP-381, na entrada de Sabino.	SABINO	21 27 44	49 35 01
		ESGT 02252	Baln.	Não	Em frente a Praia Municipal de Sabino.		21 27 33	49 34 58
	Rio São Lourenço	SLOU 03700	R.B	Integrado	Ponte na estrada de terra paralela a Rod. Dr. Maurício Antunes Ferraz. A jusante da ETE de Itápolis.	ITAPOLIS	21 38 31	48 50 23
	Rio Tietê	TIET 02600	R.B	Integrado	Margem direita, jusante do canal de fuga da casa de força da Usina Hidrelétrica de Ibitinga.	IBITINGA	21 45 31	48 59 39
	Reservatório de Promissão	TIPR 02400	R.B	Integrado	Ponte na rod. SP-333, no trecho que liga Pongai a Borborema.	PONGAI	21 38 25	49 17 07
		TIPR 02990	R.B	Integrado	A montante da barragem de Promissão, próx. do vertedouro.	PROMISSAO	21 17 50	49 46 57

Tabela 2.7 – Descrição dos pontos de amostragem das redes de monitoramento – 2016. (continua)

UGRHI	Descrição	Código CETESB	Projeto	Ponto ANA (Federal)	Local de amostragem	Município	Latitude S	Longitude W
17	Rio Novo	NOVO 02450	R.B	Integrado	Ponte na SP-255 (Rod. João Mellão), km 243	AVARÉ	22 59 54	48 50 24
	Rio Pardo - UGRHI 17	PADO 02400	R.B	ANA NOVO	Ponte na entrada de Águas de Santa Bárbara, ao lado da Nestlé Waters, junto à régua do DAEE 6D-002.	ÁGUAS DE SANTA BARBARA	22 52 43	49 14 23
		PADO 02500	R.B	Integrado	Ponte na rodovia ao lado da captação da SABESP, em Santa Cruz do Rio Pardo.	SANTA CRUZ DO RIO PARDO	22 54 15	49 37 09
		PADO 02600	R.B	Integrado	Na captação de Ourinhos.	OURINHOS	22 57 14	49 52 02
	Rio do Pari	PARI 02700	R.B	Integrado	Ponte na estrada de terra que liga Palmital ao distrito de Sussui, junto à régua do DAEE 7D-006.	PALMITAL	22 48 59	50 18 58
	Rio Paranapanema	PARP 02500	R.B	Integrado	Ponte na rodovia BR-153, no município de Ourinhos.	OURINHOS	22 59 54	49 54 27
	Rib. Capivari - UGRHI 17	PIVI 02850	R.B	Integrado	Na ponte do distrito de Agissê, junto a régua do DAEE - 7D-012.	RANCHARIA	22 31 56	50 54 29
18	Rio da Capivara - UGRHI 17	PIVR 02700	R.B	Integrado	Na ponte da Rodovia Raposo Tavares, km 473, em Maracá, próximo a régua DAEE 7D-013.	MARACAI	22 37 19	50 41 02
	Braço do Rib. Ponte Pensa	BPEN 02400	R.B	Integrado	Ponte na rodovia dos Barrageiros (SP-595, km 101).	TRES FRONTEIRAS	20 17 48	50 55 28
	Braço do Rio São José dos Dourados	BSJD 02200	R.B	Integrado	Ponte na vicinal Suzanópolis/Pereira Barreto, na divisa de município.	SUZANÓPOLIS	20 33 11	51 00 40
		BSJD 02900	R.B	Integrado	Ponte na Rodovia dos Barrageiros entre os municípios de Ilha Solteira/Três Fronteiras.	ILHA SOLTEIRA	20 25 58	51 15 28
	Reservatório de Ilha Solteira	ISOL 02995	R.B	Integrado	Na barragem do reservatório de Ilha Solteira (SP-310).	ILHA SOLTEIRA	20 22 35	51 22 30
19	Rio São José dos Dourados	SJDO 02150	R.B	Integrado	Na ponte da estrada de terra das 2 pontes, à jusante da ETE de Monte Aprazível.	MONTE APRAZIVEL	20 43 02	49 46 00
		SJDO 02500	R.B	Integrado	Ponte na rodovia SP-463, no trecho que liga Araçatuba a Jales.	GENERAL SALGADO	20 30 31	50 31 08
	Ribeirão Bagaçu	BAGU 02700	R.B	Integrado	Na Avenida Bagaçu, 1530, na captação do município de Araçatuba.	ARAÇATUBA	21 13 19	50 25 43
	Córrego do Frutal	FRUT 02800	R.B	Integrado	Ponte na Rodovia Marechal Rondon (SP-300) antes do trevo de Guararapes, próximo da placa da saída 553 A	GUARARAPES	21 12 28	50 39 05
	Ribeirão Lageado	LAGE 02500	R.B	Integrado	Rua Altino Vaz de Melo, na captação do município de Penápolis.	PENAPOLIS	21 26 10	50 03 23
	Ribeirão do Moinho	MOIN 02600	R.B	Integrado	Ponte na SP- 563 junto à régua do DAEE 8C-009.	ANDRADINA	20 59 56	51 25 19
	Rio Paraná	PARN 02100	R.B	Integrado	Sobre a barragem do Reservatório de Jupia, ao lado da ETA.	CASTILHO	20 46 40	51 37 46
	Ribeirão dos Patos	PATO 02900	R.B	Integrado	Ponte na estrada de terra, a 3 km da BR 153 , na altura da UHE de Promissão.	PROMISSAO	21 19 17	49 49 20
	Rio Tietê	TIET 02700	R.B	Integrado	Ponte na rod. BR-153, no trecho que liga Lins a José Bonifácio, a jusante da barragem de Promissão.	PROMISSAO	21 17 49	49 47 42
		TIET 02900	R.B	Integrado	Ponte sobre o Rio Tiete na SP-595, próximo da sua foz com o Rio Paraná	ITAPURA	20 40 10	51 26 41
20	Reservatório de Três Irmãos	TITR 02100	R.B	Integrado	Ponte na rodovia SP-463, no trecho que liga Araçatuba a Jales.	ARAÇATUBA	21 02 54	50 28 03
		TITR 02800	R.B	Integrado	Ponte na rodovia SP-563, no trecho que liga Pereira Barreto a Andradina.	PEREIRA BARRETO	20 39 35	51 08 48
		XOTE 02500	R.B	Integrado	Na estrada municipal que liga Birigüi a Coroados, na captação de Birigüi.	BIRIGUI	21 18 37	50 18 38
	Rio Aguapeí ou Feio	AGUA 02010	R.B	Integrado	Ponte na Rodovia que liga Marília a Guarantã.	GUARANTA	21 55 17	49 40 32
		AGUA 02100	R.B	Integrado	Ponte na SP-425 que liga Parapuã a Penápolis.	SANTOPOLIS DO AGUAPEI	21 40 35	50 35 21
		AGUA 02500	R.B	Integrado	Ponte na rodovia SP-541, que liga Valparaíso - Adamantina, na régua do DAEE: 8C-004.	ADAMANTINA	21 25 55	51 00 52
		AGUA 02800	R.B	Integrado	Ponte que liga Tupi Paulista a Andradina.	JUNQUEIROPOLIS	21 13 15	51 29 52
	Córrego da Água Norte	ANOR 02300	R.B	Integrado	No represamento do manancial de captação de Marília	MARILIA	22 12 28	49 54 39
	Córrego da Boa Esperança	BESP 04900	R.B	ANA NOVO	Ponte a cerca de 1 km da foz do Córrego da Boa Esperança com o Ribeirão Aguapeí-Mirim.	LUCELIA	21 32 45	50 58 28
	Reservatório Cascata	CASC 02050	R.B	Integrado	Manancial de captação de Marília, no Bairro Maria Isabel.	MARILIA	22 12 48	49 55 22
	Rio Iacri	IACR 03750	R.B	Integrado	A jusante da entrada do Rio Afonso XIII. Ponte na estrada de terra para a aldeia dos índios.	TUPA	21 49 31	50 25 22
	Ribeirão das Marrecas	RECA 02900	R.B	Integrado	Ponte na entrada da cidade na Rodovia Comandante João Ribeiro de Barros.	PANORAMA	21 21 01	51 51 07
	Rio Tibiriçá	TBIR 02700	R.B	Integrado	Ponte na rodovia que liga Getulina a Queiroz, junto a régua do DAEE 7C-012.	QUEIRÓS	21 47 20	50 09 00
		TBIR 03300	R.B	Integrado	Ponte na Rodovia BR-153, no trecho que liga Marília a São José do Rio Preto.	MARILIA	22 03 40	49 54 04
		TBIR 03300	Sed.	Não	Ponte na Rodovia BR-153, no trecho que liga Marília a São José do Rio Preto.		22 03 40	49 54 04

Tabela 2.7 – Descrição dos pontos de amostragem das redes de monitoramento – 2016. (conclusão)

UGRHI	Descrição	Código CETESB	Projeto	Ponto ANA (Federal)	Local de amostragem	Município	Latitude S	Longitude W
21	Reserv. do Arrependido	ARPE 02800	R.B	Integrado	No reservatório do Rio Arrependido, na captação de Marília.	MARILIA	22 19 09	50 01 21
	Rio do Peixe - UGRHI 21	PEIX 02100	R.B	Integrado	Ponte na rodovia que liga Marília a Assis.	MARILIA	22 18 16	50 03 00
		PEIX 02400	R.B	Integrado	Ponte na Rod. Brigadeiro Eduardo Gomes na divisa Bastos/Rancharia.	BASTOS	22 00 10	50 46 07
		PEIX 02600	R.B	Integrado	Ponte na estrada que liga Caiabú a Mariápolis, 3km a montante da captação da SABESP de Presidente Prudente.	CAIABU	21 49 31	51 11 51
		PEIX 02800	R.B	Integrado	Ponte na rodovia que liga Tupi Paulista a Pres. Venceslau.	DRACENA	21 36 16	51 42 10
22	Rio Paraná	PARN 02900	R.B	Integrado	Na barragem do reservatório de Porto Primavera.	ROSANA	22 28 36	52 57 26
	Rio Paranapanema	PARP 02750	R.B	Integrado	Ponte a 800 m a jusante da barragem de Capivara.	TACIBA	22 39 40	51 23 18
		PARP 02900	R.B	Integrado	A jusante da barragem da Usina de Rosana, na rod. SP-613.	ROSANA	22 35 50	52 52 28
	Rio Pirapozinho	PIZI 02900	R.B	ANA NOVO	Ponte na Rod. SP-613, próximo ao km 13.	MIRANTE DO PARANAPANEMA	22 31 28	52 01 39
	Ribeirão do Saltinho	SALT 02700	R.B	ANA NOVO	Ponte na Rod. Euclides de Figueiredo, SP- 363 km 69, na divisa Piquerobi/ Pres. Venceslau	PRESIDENTE VENCESLAU	21 58 02	51 51 56
	Rio Santo Anastácio	STAN 02700	R.B	Integrado	Ponte na rodovia que liga Presidente Venceslau a Teodoro Sampaio, SP- 563.	PIQUEROBI	22 01 25	51 53 27
		STAN 04300	R.B	Integrado	Ponte na Rod. Assis Chateaubriand. Rodovia que liga Pres. Prudente - Pirapozinho. Junto a régua do DAEE: 8D-002.	PRESIDENTE PRUDENTE	22 12 17	51 26 05
		STAN 04400	R.B	Integrado	Ponte sobre o Rio Sto. Anastácio, na divisa do bairro do Cruzeiro com o bairro Boa Esperança.	ALVARES MACHADO	22 09 02	51 34 36
	Ribeirão Vai-e-Vem	VVEM 04700	R.B	Integrado	A aproximadamente 3,5 km a montante da confluência com o Rio Santo Anastácio.	SANTO ANASTACIO	22 03 38	51 42 15

Legenda: R.B.: Rede Básica Sed.: Rede de Sedimentos Baln.: Balneabilidade de rios e reservatórios Monit. Aut.: Monitoramento Automático

Na Tabela 2.8 são apresentados os sistemas hídricos monitorados em que existem pontos de monitoramento de qualidade da CETESB, coincidentes com monitoramento quantitativo operados pelas seguintes entidades: Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica (FCTH), Departamento de Águas e Energia Elétrica (DAEE), Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP) e por Companhias Energéticas tais como CESP, FURNAS e AES. A FCTH também opera os postos fluviométricos vinculados ao Sistema de Alerta a Inundações de São Paulo (SAISP).

A localização e a operação dos postos do monitoramento quantitativo foram fornecidas pelas instituições citadas. Adotou-se como critério de coincidência entre os pontos de quantidade e qualidade (com possibilidade de medição de vazão), distâncias menores do que 1 km e 5 km. Em 2016, um total de 80 pontos foram coincidentes a uma distância de até 1 km, sendo que esse número aumentou para 115 pontos quando a distância considerada passa a ser de 5 km.

Tabela 2.8 – Pontos da Rede de Monitoramento da CETESB coincidentes com postos fluviométricos operados pelo FCTH/SAISP, DAEE, SABESP e CESP, entre outros (continua)

UGRHI	Ponto CETESB	Corpo Hídrico	Operador do Posto Fluv. Coincidente	Nome Posto	Até 1 Km	Até 5 Km
1	SAMI 02200	Rio Sapucaí-Mirim	IGAM	SÃO BENTO DO SAPUCAÍ -SP	Sim	Sim
2	JAGI 00350	Rio Jaguari - UGRHI 02	CESP-PB-JG-002F	Faz. Cachoeira do Jaguaribe	Sim	Sim
	PARB 02050	Rio Paraíba do Sul	Light	V1-112- Santa Branca- Jusante	Não	Sim
	PARB 02100	Rio Paraíba do Sul	Light	V1-112- Santa Branca- Jusante	Não	Sim
	PARB 02200	Rio Paraíba do Sul	Light	Jacareí	Sim	Sim
	PARB 02310	Rio Paraíba do Sul	SAISP 212 / DAEE 2E-010L	Jardim Telespark/ Pref. S.José dos Campos	Não	Sim
	PARB 02400	Rio Paraíba do Sul	DAEE/ SABESP	Caçapava	Sim	Sim

Tabela 2.8 – Pontos da Rede de Monitoramento da CETESB coincidentes com postos fluviométricos operados pelo FCTH/SAISP, DAEE, SABESP e CESP, entre outros (continua)

UGRHI	Ponto CETESB	Corpo Hídrico	Operador do Posto Fluv. Coincidente	Nome Posto	Até 1 Km	Até 5 Km
2	PARB 02530	Rio Paraíba do Sul	SABESP	Captação de Pindamonhangaba	Sim	Sim
	PARB 02600	Rio Paraíba do Sul	SAISP 166	Potim	Não	Sim
	PARB 02700	Rio Paraíba do Sul	SAISP 404	Piquete	Sim	Sim
	PTIN 00850	Rio Paraitinga	CESP - PT-001F	SLP-São Luís de Paraitinga	Sim	Sim
	PUNA 00800	Rio Paraibuna	CESP - PB-PT-001F	FAP- Bairro das Palmeiras	Sim	Sim
	SANT 00100	Reservatório Santa Branca	Light	Usina de Santa Branca	Não	Sim
3	CARO 02800	Rio Claro - UGRHI 03	DAEE 2E-48	Fazenda Rio Claro	Sim	Sim
	GRAN 02800	Rio Grande - UGRHI 03	DAEE 2E-41	Mato Dentro	Não	Sim
	RGOA 02900	Rio Lagoa	DAEE 2E-002	Fazenda Velha	Não	Sim
4	PARD 02500	Rio Pardo - UGRHI 4 e 12	DAEE 4C-001	Clube de Regatas	Sim	Sim
5	ATIB 02010	Rio Atibaia	SAISP 54 / 3E-063T E3-111T	Atibaia	Não	Sim
	ATIB 02030	Rio Atibaia	SAISP 55 / 3D-006	Bairro da Ponte CPFL	Não	Sim
	ATIB 02035	Rio Atibaia	SAISP56/3D-007T (DAEE D3-051T)	Captação Valinhos	Sim	Sim
	ATIB 02065	Rio Atibaia	SAISP 57 / 4D-009RT (D4-120T)	Rio Atibaia / Acima Paulínia	Não	Sim
	ATIB 02800	Rio Atibaia	SAISP 311 / 4D-033	Captação Sumaré	Sim	Sim
	CACH 00500	Reservatório do Rio Cachoeira	SABESP	Res. do Rio Cachoeira	Não	Sim
	CMDC02100	Rio Camanducaia	DAEE 3D-002	Monte Alegre do Sul	Não	Sim
	CMDC 02900	Rio Camanducaia	DAEE 3D-001T	Dalbó	Não	Sim
	CRUM 02500	Rio Corumbataí	SEMAE/ Piracicaba	rio Corumbataí	Sim	Sim
	CPIV 02130	Rio Capivari	SANASA	ETA Capivari	Sim	Sim
	CRUM 02050	Rio Corumbataí	DAEE 4D-023R	Analândia	Sim	Sim
	CRUM 02300	Rio Corumbataí	DAEE 4D-021	Recreio	Sim	Sim
	CRUM02500	Rio Corumbataí	SEMAE/ Piracicaba		Sim	Sim
	JAGR 00002	Rio Jaguari - UGRHI 05	SABESP	Rio Jaguari	Não	Sim
	JAGR 00005	Rio Jaguari - UGRHI 05	SABESP	Rio Jaguari	Sim	Sim
	JAGR 02400	Rio Jaguari - UGRHI 05	SAISP 49 / 3D-008	Jaguariúna	Não	Sim
	JAGR 02500	Rio Jaguari - UGRHI 05	SAISP 314 / 4D-034	Captação Petrobras	Não	Sim
	JAGR 02800	Rio Jaguari - UGRHI 05	DAEE 4D-013	Foz do Jaguari	Não	Sim
	JARI 00800	Reservatório Jaguari - UGRHI 05	SABESP	Barragem Res. Jaguari	Não	Sim
	JUNA 03270	Rio Jundiá - UGRHI 05	DAEE 4E-017	Rio Jundiá- Itaici	Sim	Sim
	PCAB 02100	Rio Piracicaba	SAISP 47/ 4D-010T	Us. Carioba	Sim	Sim
	PCAB 02135	Rio Piracicaba	D4-095	PIRACICABA	Sim	Sim
	PCAB 02300	Rio Piracicaba	DAEE 4D-015T	Piracicaba	Não	Sim
	PCAB 02600	Rio Piracicaba	AES TIETE	Laranjal Paulista	Sim	Sim
	PCAB 02800	Rio Piracicaba	DAEE 4D-007	Artemis	Sim	Sim
	PIAL 02900	Ribeirão do Pinhal	Odebretch	Captação de Limeira	Sim	Sim
	RAIN 00880	Represa do Rio Atibainha	SABESP	Represa Atibainha	Sim	Sim
6	ACLA 00500	Reservatório Águas Claras	SAISP 248 / SABESP	Res. Aguas Claras	Sim	Sim
	BILL 02900	Reservatório Billings	EMAE	Reservatório Billings	Sim	Sim
	BITQ 00100	Braço do Rib. Taquacetuba	SAIS 266 / SABESP	Braço do Taquacetuba/ Billings	Sim	Sim
	CABU 04700	Rio Cabuçu	SAISP -282	Vila Galvão	Não	Sim
	COGR 00900	Reservatório das Graças	SAISP 258 / SABESP	Barragem das Graças	Sim	Sim

Tabela 2.8 – Pontos da Rede de Monitoramento da CETESB coincidentes com postos fluviométricos operados pelo FCTH/SAISP, DAEE, SABESP e CESP, entre outros (continua)

UGRHI	Ponto CETESB	Corpo Hídrico	Operador do Posto Fluv. Coincidente	Nome Posto	Até 1 Km	Até 5 Km
6	CORU 04950	Ribeirão dos Couros	SAISP-279	Ribeirão dos Couros - Jd. Taboão	Sim	Sim
	COTI 03900	Rio Cotia	SAISP 241 / SABESP	ETA Baixo Cotia	Sim	Sim
	EMGU 00800	Rio Embu-Guaçu	SAISP 259 / SABESP	G-15 Rio Embu-Guaçu	Sim	Sim
	GUAR 00900	Reservatório do Guarapiranga	SABESP	Na captação da SABESP	Sim	Sim
	JNDI 00500	Res. do Rio Jundiá - UGRHI 06	SABESP	Reservatório do Rio Jundiá	Sim	Sim
	JQU 00900	Res. do Juqueri ou Paiva Castro	SAISP 176 / SABESP/ E3-047R	Barragem Paiva Castro	Não	Sim
	JQRI 03300	Rio Juqueri	DAEE	Rio Juqueri	Sim	Sim
	JUÇA 04900	Cór. do Pirajussara	FCTH	Na entrada da USP	Sim	Sim
	PEDA 03900	Ribeirão das Pedras	SAISP 269/ SABESP	Montante ISOLINA	Sim	Sim
	PINH 04100	Rio Pinheiros	EMAE	Usina Elevatória de Pedreira	Sim	Sim
	PINH 04500	Rio Pinheiros	SAISP-277	Ponte Cidade Universitária	Não	Sim
	RGDE 02900	Reservatório do Rio Grande	SAISP 251/ SABESP 251	Barragem do Rio Grande	Sim	Sim
	SPRA 04850	Córrego Águas Espaiadas	FCTH	Av. Roberto Marinho	Sim	Sim
	TAMT 04600	Rio Tamanduateí	SAISP 283	Viaduto Pacheco Chaves	Não	Sim
	TIET 02050	Rio Tietê	DAEE 3E-048	PONTE NOVA	Sim	Sim
	TIET 02090	Rio Tietê	DAEE E3-115L	AÇOS ANHANGUERA	Não	Sim
	TIET 04170	Rio Tietê	SAISP 232	Ponte da Dutra	Não	Sim
	TIET 04180	Rio Tietê	SAISP 233	Anhemi	Não	Sim
	TIET 04200	Rio Tietê	SAISP- 296	Ponte do Piqueri	Não	Sim
	TIPI 04900	Reservatório de Pirapora	SAISP-234	Barragem Pirapora- Montante	Não	Sim
	UARE 04550	Córrego do Jaguaré	SAISP -284	Córrego Jaguaré - Rua Jorge Ward	Sim	Sim
7	ANCO 02900	Rio Branco	SAISP 300	Capivari	Sim	Sim
	CAMO 00900	Reservatório Capivari-Monos	Sabesp	Capivari-Monos	Sim	Sim
8	SAPU 02900	Rio Sapucaí -UGRHI 8	DAEE 5B -007	Guaíra	Sim	Sim
	SAPZ 04500	Rio Sapucaizinho	DAEE 4B-015	PATROCÍNIO PAULISTA	Sim	Sim
9	ENHA 02900	Ribeirão da Penha	DAEE 4D-027	Jusante de Conchal	Não	Sim
	JAMI 02500	Rio Jaguari-Mirim	DAEE 4C-013	Jaguari-Mirim (SP-340)	Sim	Sim
	MOCA 02990	Reservatório Cachoeira de Cima	AES-Tiete	Rio Mogi-Guaçu	Sim	Sim
	MOGU 02250	Rio Mogi-Guaçu	DAEE 4D-029	Bairro Taquari Pontes	Sim	Sim
	MOGU 02350	Rio Mogi-Guaçu	DAEE	Cachoeira de Emas	Sim	Sim
	MOGU 02900	Rio Mogi-Guaçu	DAEE 5C-025R	Passagem	Sim	Sim
	MOMI 03800	Rio Mogi Mirim	DAEE 3D-021	Mogi-Mirim (SP-340)	Sim	Sim
	OQUE 02900	Ribeirão do Roque	DAEE 4D-032	Foz do Ribeirão do Roque	Sim	Sim
	ORIZ02900	Rio Oriçanga	DAEE 4D-026	Foz do Oriçanga	Sim	Sim
	PEVA 02900	Rio da Itupeva	DAEE 4D-031	Foz do Itupeva	Sim	Sim
10	SORO 02500	Rio Sorocaba	DAEE 4E-004RL	Americana Velha	Sim	Sim
	SORO 02900	Rio Sorocaba	DAEE 4E-001	Entre Rios	Sim	Sim
	TIBB 02100	Reservatório de Barra Bonita	AES-Tiete	Barra Bonita	Sim	Sim
	TIRG 02900	Reservatório de Rasgão	SAISP 225	Reservatório de Rasgão	Não	Sim
11	JAIN 02500	Rio Jacupiranguinha	DAEE F4-017	JACUPIRANGA	Sim	Sim
	JUQI02900	Rio Juquiá	DAEE 4F-018	Juquiá	Não	Sim
	RIBE 02900	Rio Ribeira	DAEE 4F-015	SETE BARRAS	Sim	Sim
	RIIG 02500	Rio Ribeira de Iguape	SAISP 369 /4F-002	Registro	Sim	Sim

Tabela 2.8 – Pontos da Rede de Monitoramento da CETESB coincidentes com postos fluviométricos operados pelo FCTH/SAISP, DAEE, SABESP e CESP, entre outros (conclusão)

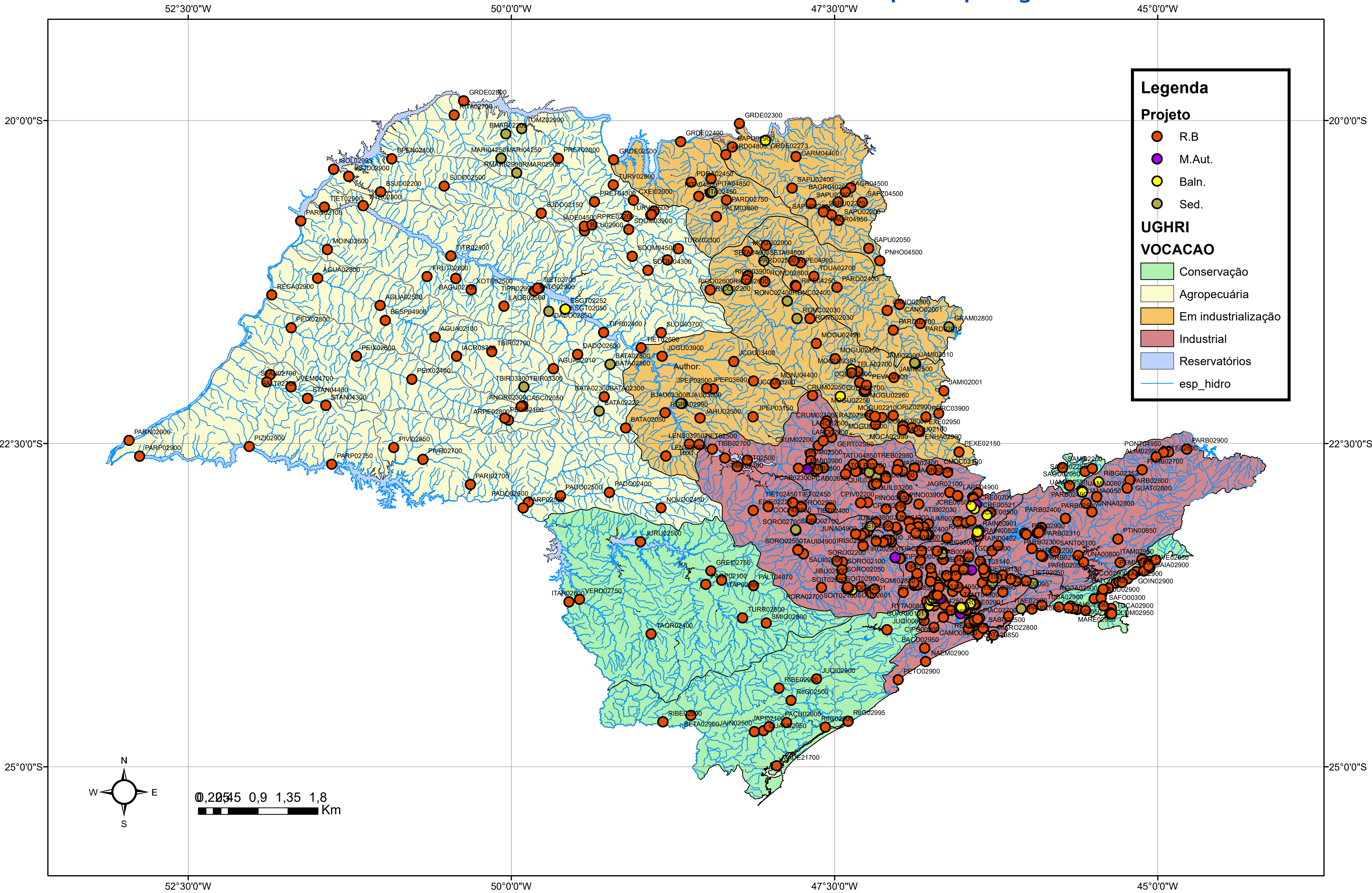
UGRHI	Ponto CETESB	Corpo Hídrico	Operador do Posto Fluv. Coincidente	Nome Posto	Até 1 Km	Até 5 Km
12	PARD 02800	Rio Pardo - UGRHI 4 e 12	DAEE 5B-001	Ponte Joaquim Justino	Sim	Sim
	PITA02450	Ribeirão das Pitangueiras	DAEE/ ANA		Sim	Sim
13	JAHU 02500	Rio Jaú	DAEE 5D-029	JAÚ	Sim	Sim
	JCGU 03400	Rio Jacaré-Guaçu	DAEE 5C-013	Fazenda Palmeiras	Sim	Sim
	JPEP 03150	Rio Jacaré-Pepira	DAEE 5D-028	R. JACARÉ-PEPIRA	Não	Sim
14	TAQR 02400	Rio Taquari	DAEE 5E-002	Itapeva	Sim	Sim
	TURR02800	Rio Turvo - UGRHI 14	DAEE 5E-009.	Turvo	Sim	Sim
15	ONCA 02500	Ribeirão da Onça - UGRHI15	DAEE 5C-019	Palmares Paulista	Sim	Sim
	RITA 02700	Ribeirão Santa Rita	DAEE 7A-001R.	POPULINA	Sim	Sim
	SDOM 04500	Ribeirão São Domingos	DAEE 6C-008L	CATIGUÁ	Sim	Sim
	TURV 02300	Rio Turvo - UGRHI 15	DAEE 5B-010	PARAÍSO	Sim	Sim
16	BATA 02800	Rio Batalha	DAEE 6C-001	REGINÓPOLIS	Sim	Sim
17	SLOU 03700	Rio São Lourenço	DAEE 5C-0023L	Faz. Nra. Aparecida	Não	Sim
	PARI 02700	Rio do Pari	DAEE 7D-006	SUÇUÍ	Sim	Sim
	PIVI 02850	Rio Capivari - UGRHI 17	DAEE 7D-012R	AJICÊ	Sim	Sim
19	ISOL 02995	Reservatório de Ilha Solteira	CESP	UHE Ilha Solteira	Sim	Sim
	PATO 02900	Ribeirão dos Patos	DAEE/ANA		Sim	Sim
	MOIN 02600	Ribeirão do Moinho	DAEE 8C-009	ANDRADINA	Sim	Sim
20	AGUA 02500	Rio Aguapeí	DAEE 8C-004	ADAMANTINA	Sim	Sim
	TBIR 02700	Rio Tibiriçá	DAEE 7C-012	MACUCOS / QUEIROZ	Sim	Sim
21	ARPE 02800	Reservatório do Arrepido	DAEE 7D-004	Fazenda Santa Emília	Não	Sim
	PEIX 02100	Rio do Peixe-UGRHI 21	DAEE 7D-010L	Bairro São Geraldo	Não	Sim
22	STAN 04300	Rio Santo Anastácio	DAEE 8D-002	PONTE PIRAPOZINHO	Sim	Sim

A distribuição dos pontos de amostragem por UGRHI, corpo d'água e município permite realizar consultas rápidas sobre a localização e a quantidade de pontos, complementando assim a análise geográfica. Para visualizar a distribuição espacial dos pontos da rede básica, confeccionou-se o Mapa 2.2 que apresenta os pontos agrupados por projeto (rede básica, monitoramento automático, sedimento e balneabilidade).

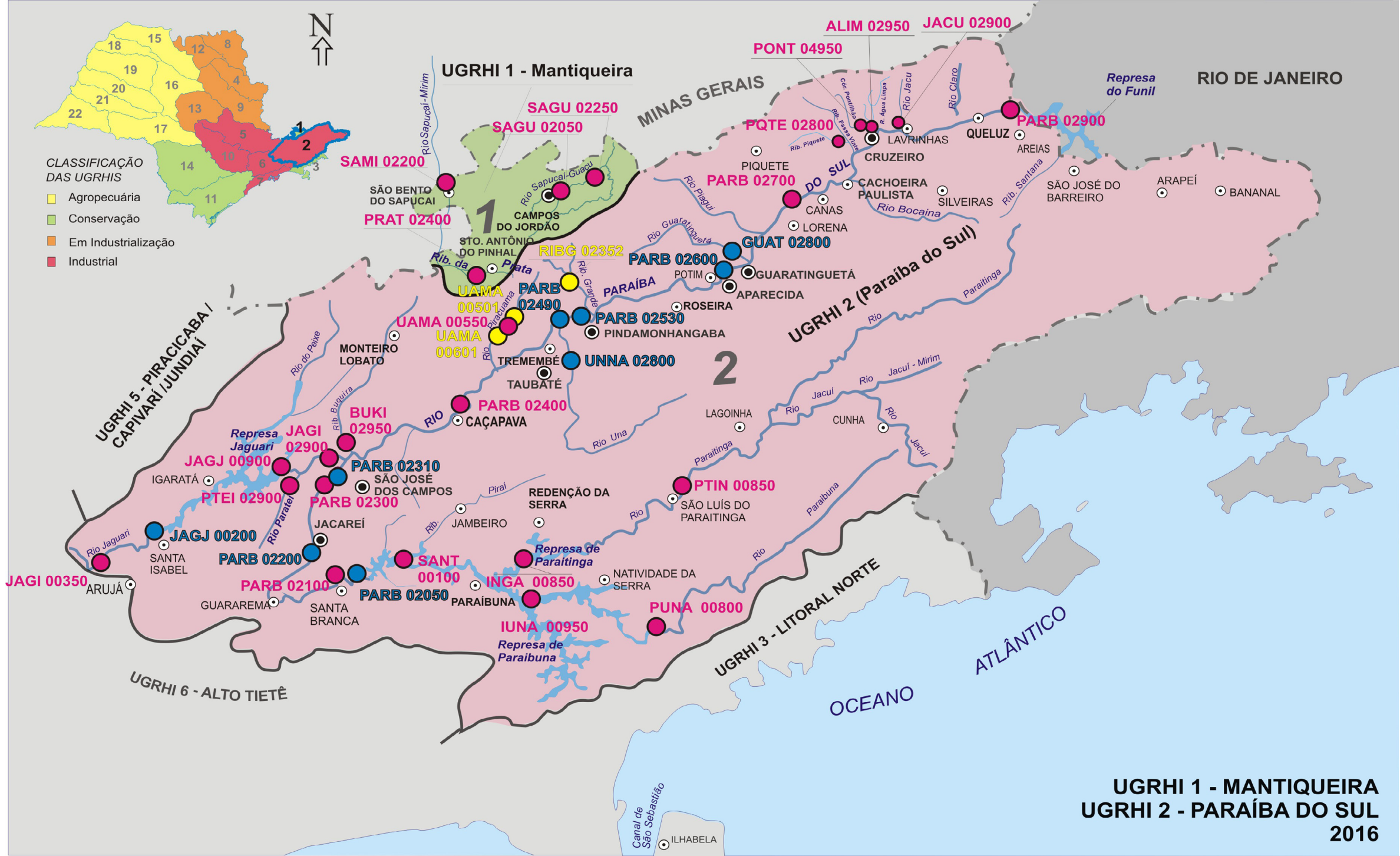
Na sequência são apresentados, para melhor visualização, os croquis dos pontos de monitoramento das UGRHI industriais e também da UGRHI 09 - Mogi-Guaçu devido ao grande número de pontos. Os mapas das demais UGRHI estão no Apêndice G.

Mapa 2.2 – Pontos por projeto 2016

Pontos de Monitoramento da Rede CETESB por projeto - 2016



Mapa 2.3 – Localização dos pontos de amostragem das UGRHI 01 e 02 – 2016



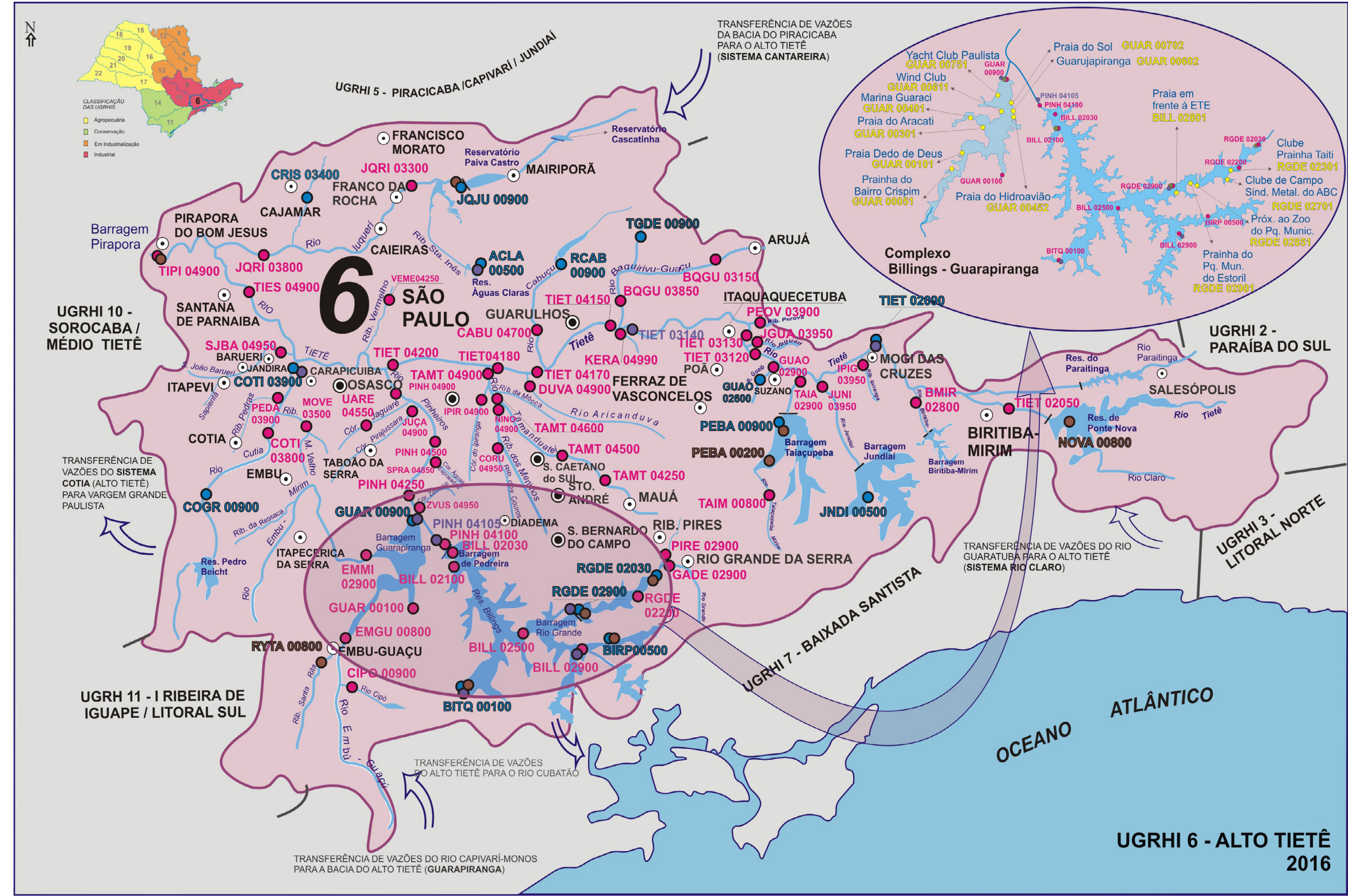
Sector de Águas Interiores



Mapa 2.4 – Localização dos pontos de amostragem da UGRHI 05 – 2016



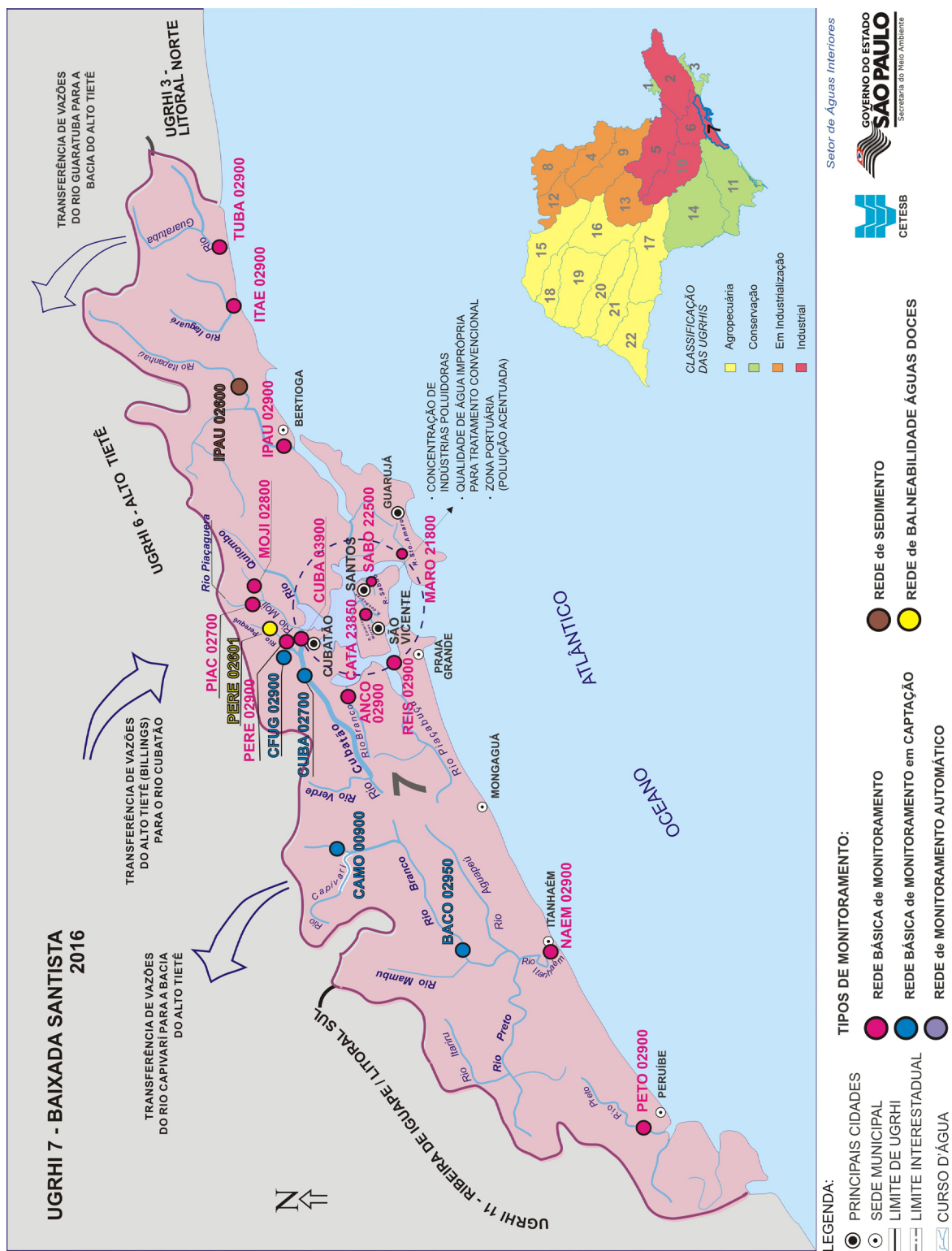
Mapa 2.5 – Localização dos pontos de amostragem da UGRHI 06 – 2016



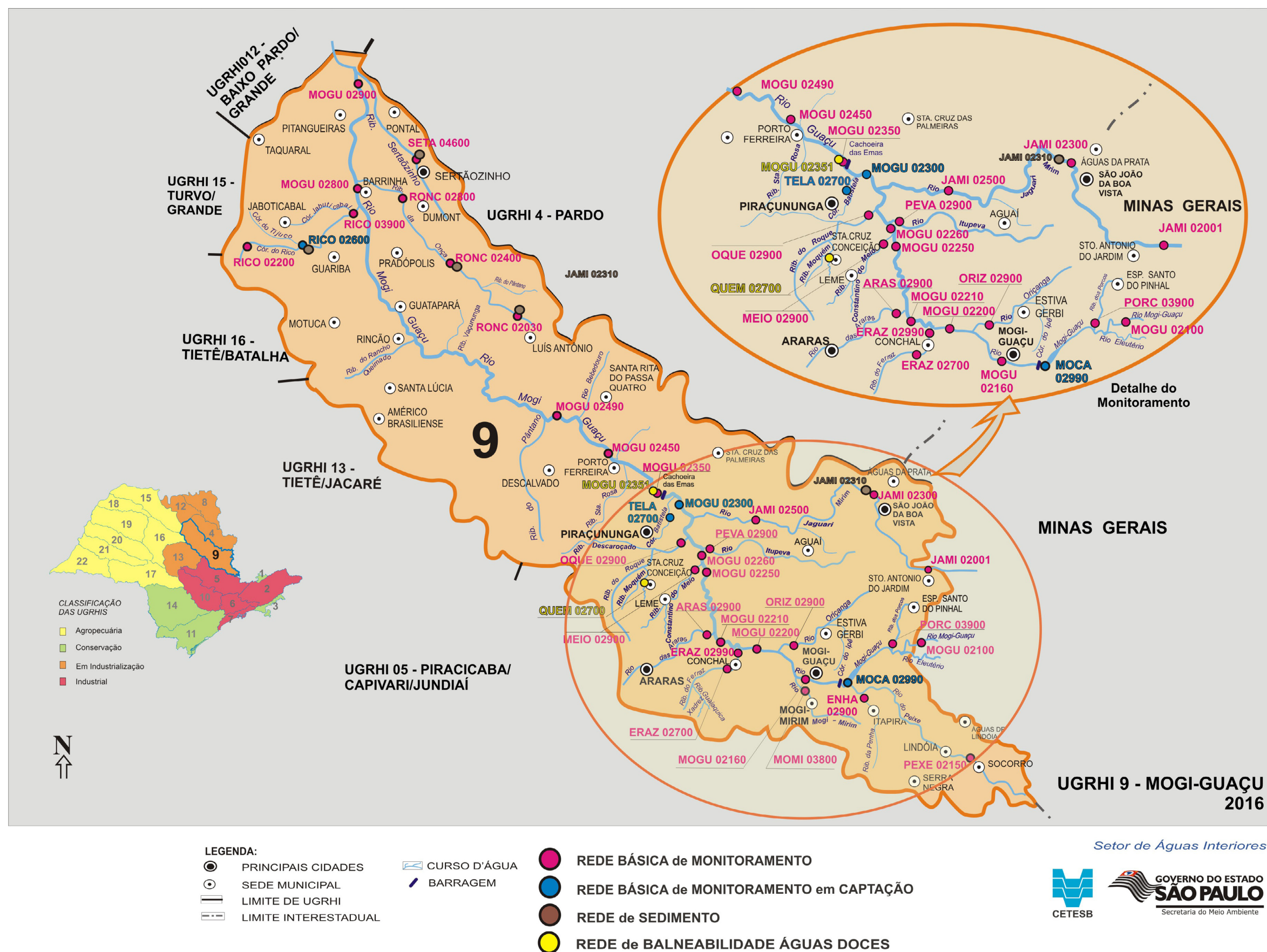
- LEGENDA:
- PRINCIPAIS CIDADES
 - SEDE MUNICIPAL
 - LIMITE INTERESTADUAL
 - LIMITE DE UGRHI
 - CURSO D'ÁGUA
 - BARRAGEM

- TIPOS DE MONITORAMENTO:
- REDE BÁSICA de MONITORAMENTO
 - REDE BÁSICA de MONITORAMENTO em CAPTAÇÃO
 - REDE de MONITORAMENTO AUTOMÁTICO
 - REDE de SEDIMENTO
 - REDE de BALNEABILIDADE AGUAS DOCES

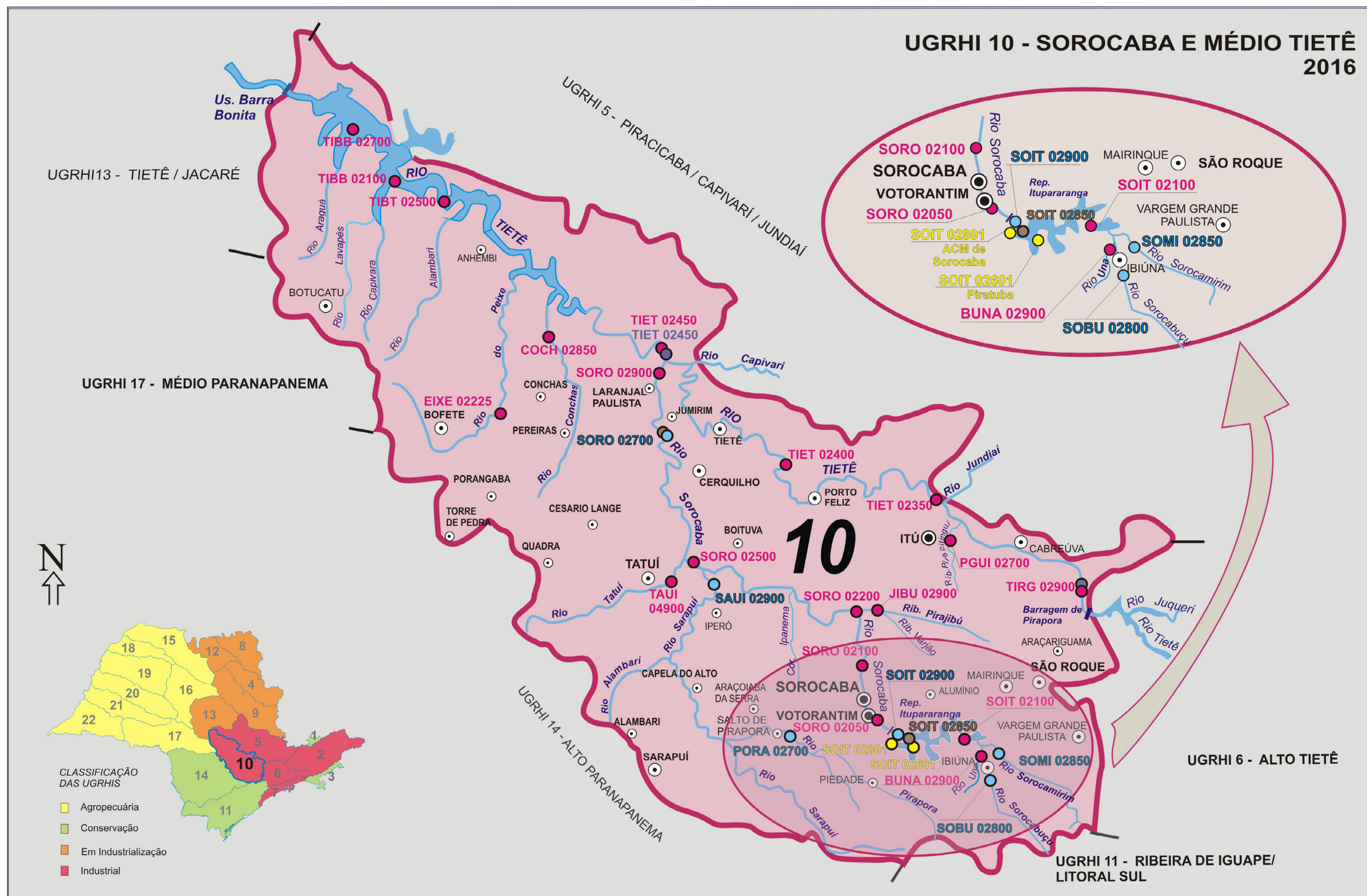
Mapa 2.6 – Localização dos pontos de amostragem da UGRHI 07 – 2016



Mapa 2.7 – Localização dos pontos de amostragem da UGRHI 9 – 2016



Mapa 2.8 – Localização dos pontos de amostragem da UGRHI 10 – 2016



LEGENDA:

-  PRINCIPAIS CIDADES
 SEDE MUNICIPAL
 LIMITE DE UGRHI
 LIMITE INTERESTADUAL
 CURSO D'ÁGUA

TIPOS DE MONITORAMENTO:

-  REDE BÁSICA de MONITORAMENTO
  REDE de SEDIMENTO
-  REDE de MONITORAMENTO em CAPTAÇÃO
  REDE de MONITORAMENTO AUTOMÁTICO
-  REDE de BALNEABILIDADE ÁGUAS DOÇES

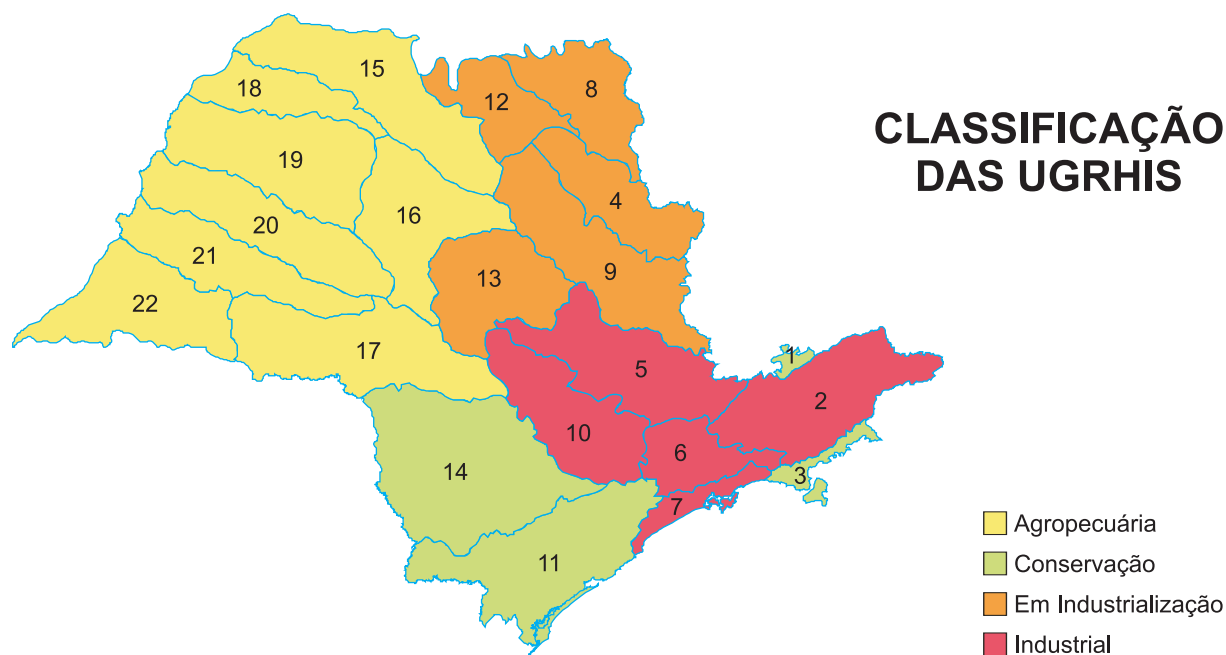
Setor de Águas Interiores



2.4.1 Distribuição por UGRHI

Considerando as 22 Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos que compõem o Estado de São Paulo e a sua classificação por vocação (Figura 2.7), conforme designado pelo Anexo III da Lei Estadual nº 9.034 de 1.994 – Plano Estadual de Recursos Hídricos – as distribuições percentuais das faixas de qualidade dos índices serão apresentadas por UGRHI e por vocação.

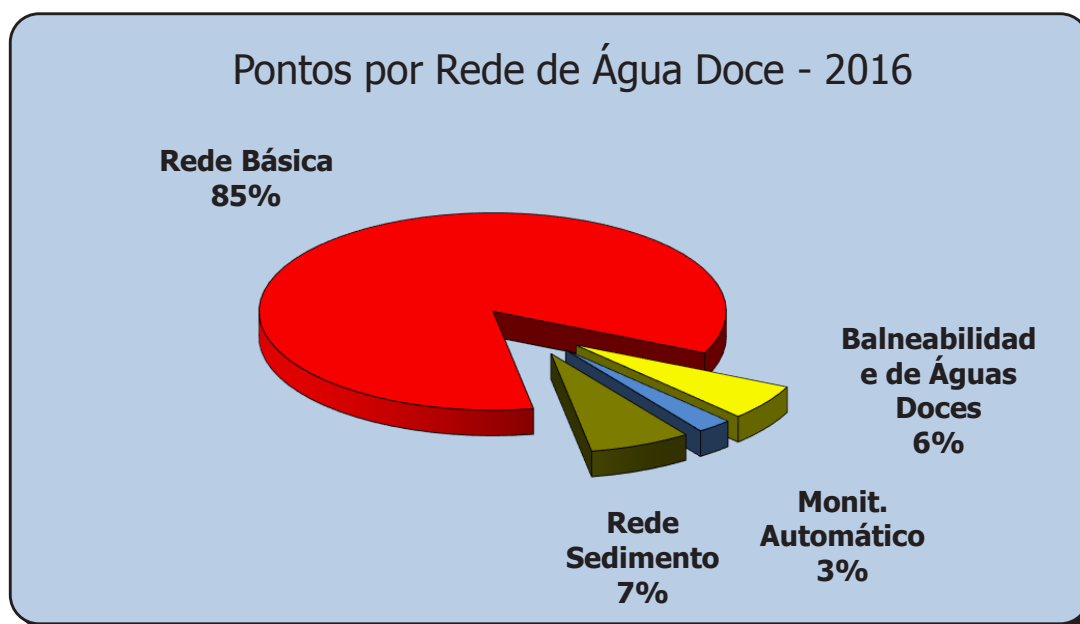
Figura 2.8 – Classificação das 22 Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos por vocação.



Em 2016, a rede básica da CETESB operou com 449 pontos, perfazendo uma densidade média de 1,81 pontos por 1.000 km². Incluindo-se os 13 pontos do monitoramento automático atingem-se a densidade média de 1,86. Com os 31 pontos do programa de balneabilidade de rios e reservatórios, alcança-se uma densidade de 1,99 pontos por 1.000 km². Dentre os 449 pontos da rede básica em atividade, 90 deles já possuem mais de 30 anos de monitoramento.

Portanto, os monitoramentos de água doce totalizaram 493 pontos. Dentro desse grupo, 107 pontos são coincidentes com captações superficiais ou com sistemas de transferência de água para mananciais de abastecimento público, permitindo à CETESB, dessa forma, acompanhar a qualidade da água bruta para cerca de 26 milhões de habitantes.

Somando-se os pontos da rede de sedimento, a CETESB totalizou 530 pontos de amostragem e uma densidade total de monitoramento (todos os tipos) de 2,1 pontos por 1.000 km². No Gráfico 2.1, apresenta-se a relação com a distribuição dos números de pontos de amostragem por tipo de projeto de monitoramento.

Gráfico 2.1 – Distribuição dos pontos de amostragem por tipo de monitoramento 2016

A Tabela 2.9 mostra um resumo da quantidade de pontos por UGRHI, a respectiva área de drenagem em território paulista (km²), o total de pontos por tipo de monitoramento pela CETESB e o total de pontos integrados à rede federal por UGRHI, com suas respectivas densidades. Os dados de população total por UGRHI advindas da estimativa da população residente em 2016 (IBGE, 2016), assim como a densidade de população por UGRHI, serão apresentados na Tabela 2.24 que correlaciona a evolução do monitoramento da rede básica, a média do IQA por UGRHI e o crescimento populacional.

A classe das UGRHI destinadas a Conservação, engloba as unidades de gerenciamento de recursos hídricos de menor (UGRHI 1- Mantiqueira) e de maior (UGRHI 14-Alto Paranapanema) extensão territorial. A UGRHI 1 – Mantiqueira, com 675 km², possui atualmente 4 pontos e a UGRHI 14 – Alto Paranapanema, com 22.689 km², 10 pontos. Nessa categoria, apenas as UGRHI 1 – Mantiqueira e 3 – Litoral Norte, atendem a recomendação de 1 ponto por 1.000 km². A UGRHI 3 – Litoral Norte, tem 31 pontos de monitoramento, sendo que 4 deles estão em sistemas hídricos utilizados como captação de água bruta para fins de abastecimento público dos 4 municípios que a compõem. Possui a segunda maior densidade de pontos da rede básica do Estado, com 15,9 pontos por 1.000 km², devido a ter rios exorréicos. Dos 58 pontos da rede básica nesta categoria, 27 estão integrados à rede federal.

Tabela 2.9 – Resumo de pontos monitorados por UGRHI, tipo de projeto e densidade da rede em 2016

Número da UGRHI	São Paulo 2016 UGRHI / Tipo	Área em Km² (PERH)	Rede Básica 16	Monit. Autom.	Baln. Águas Doces	Mon. Total Água	Rede Sedim.	Rede ANA em SP	Monit. Total	N. Pontos Água / 1.000 km²	N. Pontos Total / 1.000 km²	DENS. Rede Federal
1	Mantiqueira	675	4	0	0	4	0	3	4	5,93	5,93	4,44
3	Litoral Norte	1.948	31	0	0	31	0	5	31	15,91	15,91	2,57
11	Ribeira de Iguape/Litoral Sul	17.068	13	0	0	13	0	10	13	0,76	0,76	0,59
14	Alto Paranapanema	22.689	10	0	0	10	0	9	10	0,44	0,44	0,40
UGHRIs Conservação (04)												
15	Turvo / Grande	15.925	21	0	0	21	4	17	25	1,32	1,57	1,07
16	Tietê / Batalha	13.149	9	0	1	10	4	9	14	0,76	1,06	0,68
17	Médio Paranapanema	16.749	8	0	0	8	0	8	8	0,48	0,48	0,48
18	São José dos Dourados	6.783	6	0	0	6	0	6	6	0,88	0,88	0,88
19	Baixo Tietê	15.588	11	0	0	11	0	11	11	0,71	0,71	0,71
20	Aguapeí	13.196	11	0	0	11	1	11	12	0,83	0,91	0,83
21	Peixe	10.769	5	0	0	5	0	5	5	0,46	0,46	0,46
22	Pontal do Paranapanema	12.395	9	0	0	9	0	9	9	0,73	0,73	0,73
UGHRIs Agropecuárias (08)												
4	Pardo	8.993	10	0	0	10	2	8	12	1,11	1,33	0,89
8	Sapucaí / Grande	9.125	16	0	2	18	0	9	18	1,97	1,97	0,99
9	Mogi-Guaçu	15.004	36	0	2	38	5	17	43	2,53	2,87	1,13
12	Baixo Pardo / Grande	7.239	7	0	0	7	1	5	8	0,97	1,11	0,69
13	Tietê / Jacaré	11.779	13	0	0	13	1	10	14	1,10	1,19	0,85
UGHRIs em Industrialização (05)												
2	Paraíba do Sul	14.444	29	0	3	32	0	15	32	2,22	2,22	1,04
5	Piracicaba, Capivari e Jundiá	14.178	86	2	6	94	6	24	100	6,63	7,05	1,69
6	Alto Tietê	5.868	71	9	14	94	10	20	104	16,02	17,72	3,41
7	Baixada Santista	2.818	18	0	1	19	1	7	20	6,74	7,10	2,48
10	Sorocaba / Médio Tietê	11.829	25	2	2	29	2	9	31	2,45	2,62	0,76
UGHRIs Industriais (05)												
		49.137	229	13	26	268	19	75	287	5,45	5,84	1,53
22 UGRHI		248.222	449	13	31	493	37	227	530	1,99	2,14	0,91

Obs.: Segundo a Resolução Nº 1, de 15 de janeiro de 2013, do Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, após sua revisão periódica das áreas das superfícies dos Estados e Municípios, indicou que a nova área do Estado de São Paulo corresponde a 248.222 km².

Nas UGRHI classificadas como Agropecuárias residem cerca de 5 milhões de habitantes. Quando somadas as áreas de suas 8 unidades, constata-se que são as maiores em termos de extensão territorial e ocupam uma área equivalente a 42 % do território do Estado. A UGRHI 15 – Turvo/Grande atingiu a densidade recomendada de pontos, passando a ter 1,32 pontos por 1.000 km². As demais UGRHI deste grupo continuam abaixo da densidade recomendada sendo que a UGRHI 21-Peixe, registra a mais baixa densidade do Estado (0,46 pontos/1.000 km²). De forma geral, as UGRHI agropecuárias estão com uma densidade média total de 0,77 pontos/1.000 km². Dos 80 pontos da rede básica nesta categoria, 76 estão integrados à rede federal.

As UGRHI em industrialização: 4 – Pardo, 8 – Sapucaí/Grande, 9 – Mogi-Guaçu, 12 – Baixo Pardo/Grande e 13 – Tietê / Jacaré, distribuídas geograficamente na região nordeste do Estado e ocupando cerca de 1/5 de sua área, são classificadas como em processo de industrialização. Estas UGRHI em 2016 contaram com a presença de um total de 82 pontos da rede básica, 4 de balneabilidade e 9 de sedimentos. Dos 82 pontos da rede básica nesta categoria, 49 estão integrados à rede federal. **Essas UGRHI** obtiveram a densidade média de pontos de água de 1,65 pontos por 1.000 km². Individualmente, as UGRHI 4, 8, 9 e 13 atendem a recomendação de 1 ponto por 1.000 km². Somente a UGRHI 12 continua abaixo da média, com, 0,97. A UGRHI 9, que engloba cidades como Mogi-Guaçu, Araras e Pirassununga, com importante atividade industrial, continua com a maior densidade da categoria, com 2,53 pontos por 1.000 km², uma vez que nessa UGRHI são monitorados os principais tributários do trecho de nascentes do Rio Mogi Guaçu e os pontos do programa de balneabilidade nas cidades de Santa Cruz da Conceição e Pirassununga, os quais foram mantidos em 2016.

Ainda nas UGRHI em industrialização, neste último ano, foram amostrados 9 pontos da rede de sedimento. Com isto, esta categoria obteve a densidade total foi de 1,82 pontos/1.000 km².

Nas UGRHI 2–Paraíba do Sul, 5 – Piracicaba/Jundiaí/Capivari, 6–Alto Tietê, 7– Baixada Santista e 10–Sorocaba/Médio Tietê, onde o processo de industrialização já se encontra consolidado, estão concentradas cinco Regiões Metropolitanas do Brasil (RMSP, RMC, RMBS, RMVP e RMS), com elevada atividade industrial e que somam juntas cerca de 32,7 milhões de habitantes. A Rede Básica concentra, nessa área, 51 % do total dos seus pontos no Estado, o que corresponde a 229 pontos da rede básica. Desse total, nesta categoria, 75 estão integrados a rede federal. Essas UGRHI também concentram a maioria dos pontos utilizados para avaliar a água bruta destinada ao abastecimento público.

Considerando todos os programas de monitoramento, o conjunto de UGRHI industriais possui 287 pontos de monitoramento de águas, balneabilidade, monitoramento automático e sedimento, fornecendo uma densidade total de 5,84 pontos por 1.000 km².

A UGRHI 2 – Paraíba do Sul, com densidade de pontos de água de 2,22 pontos por 1.000 km². contou este ano com acréscimo de 2 pontos novos. Além disto, possui 3 pontos de balneabilidade. Assim, sua densidade total foi de 2,35 pontos/1.000 km².

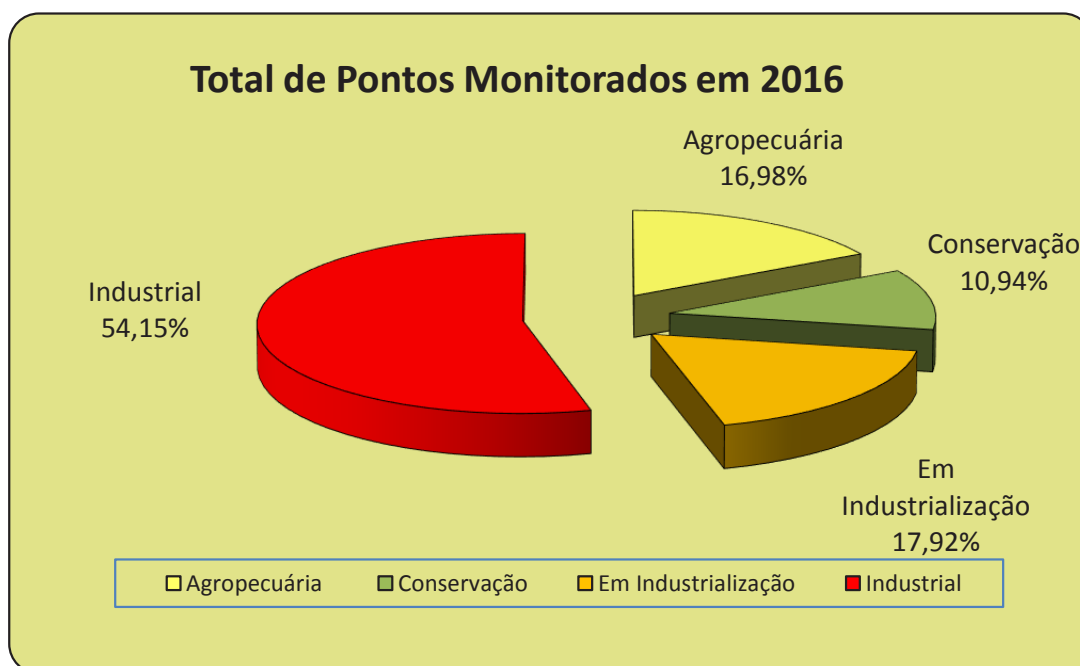
A UGRHI 5 – Piracicaba /Capivari / Jundiaí, tem densidade de 6,63 pontos por 1.000 km² e em 2016 teve 6 pontos de sedimentos avaliados. Com isto a sua densidade total ficou em 7,05 pontos por 1.000 km².

Já na UGRHI 6-Alto Tietê, houve a inserção de 1 novo ponto, atingindo com isto um total de 71 pontos da rede básica. Em 2016 permaneceram 9 pontos da rede automática e 14 pontos de balneabilidade. Assim a densidade de pontos de água é de 16,02 pontos por 1.000 km², destacando-se como a maior do Estado. Para avaliar os possíveis impactos em rios e reservatórios, alguns utilizados para abastecimento público, foram monitorados 10 pontos de sedimento. A densidade total desta UGRHI foi de 17,72 pontos/1.000 km².

A UGRHI 7 – Baixada Santista e a UGRHI 10 – Sorocaba/Médio Tietê obtiveram as densidades médias de 6,7 e 2,45 pontos de água por 1.000 km², respectivamente. Assim como as demais, estas se mantêm acima do critério adotado pela Comunidade Européia de 1 ponto por 1.000 km².

No Gráfico 2.2, são apresentadas as porcentagens referentes ao número de ponto de amostragem por tipo de UGRHI.

Gráfico 2.2 – Distribuição de pontos de amostragem por tipo de UGRHI.



2.4.2 Distribuição por Corpo d'Água

A rede de monitoramento de águas doces esteve presente em 271 corpos hídricos, distribuídos pelas 22 UGRHI do Estado de São Paulo.

O Rio Tietê é um dos mais importantes do Estado e, ao longo de seus 1.100 km de extensão, possui o maior número de pontos de monitoramento. Entre os 30 pontos monitorados em seu próprio leito e reservatórios, 25 estão na rede básica, 1 na rede de sedimentos e 4 no monitoramento automático.

Estes pontos estão distribuídos desde a cabeceira, na região de Salesópolis, até a sua foz, localizado depois de Pereira Barreto, conforme a Tabela 2.10.

Ao longo desse percurso, o Rio Tietê atravessa seis UGRHI, destacando-se a UGRHI 06- Alto Tietê que, devido a sua intensa urbanização e industrialização, contribui com uma carga de poluentes orgânicos e inorgânicos acima de sua capacidade de assimilação.

Tabela 2.10 – Número de pontos de amostragem no Rio Tietê.

Corpo Hídrico	R.B.	Baln.	Monit. Aut.	Sed.	Total
Rio Tietê	15		3		18
Res. Edgard de Souza	1				1
Res. de Pirapora	1			1	2
Res. de Rasgão	1		1		2
Braço do Rio Tietê	1				1
Res. de Barra Bonita	2				2
Res. de Promissão	2				2
Res. de Três Irmãos	2				2
Rio Tietê + Braços + Reservatórios	25	0	4	1	30

Na UGHRI 6-Alto Tietê, os principais mananciais urbanos da RMSP apresentaram 48 pontos de todos os tipos de monitoramento da CETESB, destacando-se os Reservatórios do Guarapiranga, Rio Grande e Billings. No Reservatório de Guarapiranga e seus afluentes amostrou-se 16 pontos ao passo que no conjunto do Reservatório Billings, Braço do Taquacetuba e Ribeirão Pires, 19 pontos. Já o Sistema do Rio Grande, também com os 4 tipos de monitoramento possíveis, abrangeu 13 pontos, sendo 3 de sedimento, 1 estação automática e 4 destinados ao Programa de Balneabilidade. Este conjunto de pontos que monitoram mananciais metropolitanos, são mostrados na Tabela 2.11.

Tabela 2.11 – Número de pontos de amostragem nos Res. Guarapiranga, Rio Grande e Billings

Corpo Hídrico	R.B.	Baln.	Monit. Aut.	Sed.	Total
Res. do Guarapiranga	2	9	1		12
Rio Embu-Guaçu	1				1
Rio Embu-Mirim	1				1
Ribeirão do Cipó	1				1
Ribeirão Santa Rita				1	1
Res. do Guarapiranga + Afluentes	5	9	1	1	16

Corpo Hídrico	R.B.	Baln.	Monit. Aut.	Sed.	Total
Res. Billings	4	1	1		6
Braço do Taquacetuba	1		1	1	3
Reservatório Billings + Braço	5	1	2	1	9
Ribeirão Pires	1				1
Res. Billings + Braço + Afluente	11	2	4	2	19

Corpo Hídrico	R.B.	Baln.	Monit. Aut.	Sed.	Total
Res. do Rio Grande	3	4	1	2	10
Rio Grande ou Jurubatuba - UGRHI 06	1				1
Braço do Rio Pequeno	1			1	2
Rio Grande + Braco + Reservatório	5	4	1	3	13
Res. Guarapiranga, Rio Grande e Res. Bilings	21	15	6	6	48

Na UGRHI 2, a bacia do Rio Paraíba do Sul, atravessa a porção sudeste do Estado de São Paulo e drena também parte dos territórios de Minas Gerais e Rio de Janeiro. Esse rio possui 11 pontos na rede básica que monitoram algumas captações de abastecimento público de importantes municípios que se desenvolveram às suas margens, bem como para verificar os impactos das fontes de poluição de origem doméstica e industrial do Vale do Paraíba. Nas suas cabeceiras, estão localizados os Reservatórios de Santa Branca e do Rio Jaguari-UGRHI-02, também utilizados para abastecimento público e os Reservatórios de Paraibuna e de Paraitinga, que geram energia elétrica e regularizam a vazão do Rio Paraíba, além de proporcionar atividades de lazer. A rede básica possui também pontos nos rios Jaguari, Paraitinga e Paraibuna, em áreas de classe especial, formadoras destes mananciais, mantidos em colaboração com a CESP.

A Tabela 2.12 apresenta o total dos 20 pontos distribuídos ao longo da calha do Rio Paraíba do Sul, bem como nos reservatórios de suas cabeceiras.

Tabela 2.12 – Número de pontos de amostragem no Rio Paraíba do Sul e seus formadores.

Corpo Hídrico	R.B.	Baln.	Monit. Aut.	Sed.	Total
Rio Paraíba do Sul	11				11
Rio Paraitinga	1				1
Braço do Paraitinga	1				1
Rio Paraibuna	1				1
Braço do Paraibuna	1				1
Braço do Rio Palmital	1				1
Rio Jaguari - UGRHI 02	2				2
Res. do Jaguari - UGRHI 02	2				2
Rio Paraíba do Sul + Reservatórios	20	0	0	0	20

O Rio Atibaia, na UGRHI 5 e seus reservatórios contam com um total de 32 pontos, conforme demonstra a Tabela 2.13.

Tabela 2.13 – Número de pontos de amostragem no Rio Atibaia, Rio Cachoeira e suas represas

Corpo Hídrico	R.B.	Baln.	Monit. Aut.	Sed.	Total
Rio Atibaia	8			1	9
Rio Atibainha	1				1
Represa do Rio Atibainha	1	3			4
Rio Atibaia + Reservatórios	10	3	0	1	14
Rio Atibaia + Reservatórios	20	6	0	2	28
Rio Cachoeira - UGRHI 05	1				1
Res. do Rio Cachoeira	1	1		1	3
Rio Cachoeira + Reservatório	2	1	0	1	4
Rio Atibaia + Rio Cachoeira + Reservatórios	22	7	0	3	32

O Rio Jundiá (Tabela 2.14) e seus principais afluentes de cabeceira possuem, no total, 15 pontos.

Tabela 2.14 – Número de pontos de amostragem Rio Jundiá e seus formadores

Corpo Hídrico	Rede Básica	Baln.	Monit. Aut.	Rede de Sed.	Total
Rio Jundiá - UGRHI 05	9			1	10
Ribeirão Jundiá-Mirim	4				4
Rio Jundiazinho	1				1
Rio Jundiá - UGRHI 05 + Afluentes	14	0	0	1	15

Na UGRHI 10-Sorocaba/Médio Tietê, conforme Tabela 2.15, o Rio Sorocaba, o seu Reservatório de Itupararanga e seus formadores, Rio Sorocabuçu, Rio Sorocamirim e Rio Una contam com 13 pontos de amostragem, sendo 2 deles de Balneabilidade.

Tabela 2.15 – Número de pontos de amostragem no Rio Sorocaba, afluentes e Reservatório de Itupararanga.

Corpo Hídrico	R.B.	Baln.	Monit. Aut.	Sed.	Total
Rio Sorocaba	6			1	7
Res. de Itupararanga	2	2		1	5
Rio Sorocamirim	1				1
Rio Una -UGRHI 10	1				1
Rio Sorocabuçu	1				1
Rio Sorocaba + Res. Itupararanga + Formadores	11	2	0	2	15

Na UGRHI 09 - Mogi-Guaçu, o próprio Rio Mogi Guaçu (incluindo-se o Reservatório de Cachoeira de Cima), é o corpo hídrico com mais pontos de amostragem, com 14 pontos de água. Entre eles esta um ponto de balneabilidade próximo da Cachoeira de Emas. A rede de monitoramento concentra-se no trecho considerado mais crítico em termos de lançamentos de esgoto doméstico e efluentes industriais tratados. A distribuição está descrita na Tabela 2.16.

Tabela 2.16 – Número de pontos de amostragem no Rio Mogi Guaçu e seu reservatório.

Corpo Hídrico	R.B.	Baln.	Monit. Aut.	Sed.	Total
Rio Mogi-Guaçu	12	1			13
Res. Cachoeira de Cima	1				1
Rio Mogi-Guaçu + Reservatório	13	1	0	0	14

Na UGHRI 5- Piracicaba/Capivari e Jundiá, o Rio Jaguari, (com 9 pontos de amostragem no curso principal, dos quais 5 são utilizados para captação de água) tem seu reservatório interligado ao Res. do Rio Jacaré, também pertencentes ao Sistema Cantareira, totalizando 14 (Tabela 2.17).

Tabela 2.17 – Número de pontos de amostragem no Rio Jaguari e Rio Jacaré pertencentes ao Sistema Cantareira.

Corpo Hídrico	Rede Básica	Baln.	Monit. Aut.	Rede de Sed.	Total
Rio Jaguari - UGRHI 05	9				9
Reservatório Jaguari - UGRHI 05	1				1
Reservatório do Rio Jacaré-UGRHI -5	1	1	1	1	4
Rio Jaguari + Res. Jaguari/ Jacaré	11	1	1	1	14

Em 2016, o Rio Piracicaba e seu braço contabilizaram 10 pontos de monitoramento, conforme Tabela 2.18.

Tabela 2.18 – Número de pontos de amostragem no Rio Piracicaba

Corpo Hídrico	R.B.	Baln.	Monit. Aut.	Sed.	Total
Rio Piracicaba	6		1	2	9
Braço do Rio Piracicaba	1				1
Rio Piracicaba + Braços	7	0	1	2	10

Ainda na UGHRI 5, temos os rios: Capivari (8 pontos), Corumbataí (7 pontos) e Rio Pirai com 6 pontos, conforme Tabela 2.19:

Tabela 2.19 – Número de pontos de amostragem nos Rios Capivari, Rio Corumbataí e Pirai.

Corpo Hídrico	Rede Básica	Baln.	Monit. Aut.	Rede de Sed.	Total
Rio Capivari	8				8
Rio Corumbataí	7				7
Rio Pirai	6				6

Por fim, na UGHRI 8- Sapucaí-Grande, temos os sete pontos ao longo do rio Sapucaí, conforme Tabela 2.20, todos pertencentes a rede básica:

Tabela 2.20 – Número de pontos de amostragem nos Rios Sapucaí

Corpo Hídrico	Rede Básica	Baln.	Monit. Aut.	Rede de Sed.	Total
Rio Sapucaí - UGHRI 8	7				7

Para os demais corpos hídricos, consultar tabela do Apêndice H.

2.4.3 Distribuição de pontos por município

Os 530 pontos de amostragem avaliados em 2016 estiveram distribuídos em cerca de 38 % dos municípios paulistas (247 dos 645 municípios), e um no Estado de Minas Gerais. As concentrações mais expressivas estão nos municípios localizados em UGRHI de vocação industrial, nas UGRHI em processo de industrialização e na UGRHI 03-Litoral Norte (Conservação). Na Tabela 2.21, apresentam-se os municípios, em ordem alfabética, com as respectivas quantidades de pontos de amostragem.

Tabela 2.21 – Distribuição dos pontos por município em 2016 (continua)

Município	Total	Município	Total	Município	Total
ADAMANTINA	1	ILHABELA	4	PONGAI	1
AGUAÍ	1	INDAIATUBA	3	PONTAL	1
ÁGUAS DE SANTA BARBARA	1	IPERO	1	POPULINA	1
ALTINÓPOLIS	1	IPIGUÁ	1	PORTO FERREIRA	1
ALVARES MACHADO	1	IPORANGA	1	PRESIDENTE PRUDENTE	1
AMERICANA	5	ITANHAEM	2	PRESIDENTE VENCESLAU	1
AMPARO	2	ITAOCA	1	PROMISSAO	3
ANALANDIA	1	ITAPECERICA DA SERRA	1	QUEIRÓS	1
ANDRADINA	1	ITAPETININGA	2	QUELUZ	1
ANGATUBA	3	ITAPEVA	1	RAFARD	1
APARECIDA	1	ITAPIRA	2	RANCHARIA	1
ARAÇATUBA	2	ITAPOLIS	1	REGINOPOLIS	2
ARARAQUARA	1	ITAPORANGA	2	REGISTRO	1
ARARAS	1	ITAPUI	2	RESTINGA	2
ARUJÁ	1	ITAPURA	1	RIBEIRAO BONITO	1
ATIBAIA	2	ITAQUAQUECETUBA	3	RIBEIRAO PIRES	5
AVAI	3	ITATIBA	1	RIBEIRAO PRETO	4
AVARÉ	2	ITU	1	RIO CLARO	5
BARRA BONITA	1	ITUPEVA	3	RIO GRANDE DA SERRA	1
BARRETOS	4	ITUVERAVA	1	ROSANA	2
BARRINHA	1	JABORANDI	2	SABINO	2
BARUERI	2	JABOTICABAL	3	SALESOPOLIS	1
BASTOS	1	JACAREI	2	SALTO	3
BATATAIS	2	JACUPIRANGA	2	SALTO DE PIRAPORA	1
BAURU	1	JAGUARIUNA	3	SANTA BARBARA D OESTE	1
BERTIOGA	4	JAMBEIRO	1	SANTA BRANCA	2
BIRIGUI	1	JARINU	1	SANTA CRUZ DA CONCEIÇÃO	1
BIRITIBA MIRIM	2	JAU	1	SANTA CRUZ DA ESPERANÇA	1
BOCAINA	1	JUNDIAÍ	5	SANTA CRUZ DO RIO PARDO	1
BOM JESUS DOS PERDOES	2	JUNQUEIROPOLIS	1	SANTA GERTRUDES	1
BOTUCATU	2	JUQUIA	1	SANTA ISABEL	2
BRAGANCA PAULISTA	6	JUQUITIBA	1	SANTA MARIA DA SERRA	1
BROTAS	1	LARANJAL PAULISTA	3	SANTA RITA DO PASSA QUATRO	1
CABREÚVA	5	LEME	2	SANTANA DO PARNAIBA	1
CAÇAPAVA	1	LENÇÓIS PAULISTA	1	SANTO ANASTACIO	1
CACHOEIRA PAULISTA	1	LIMEIRA	4	SANTO ANTONIO DA ALEGRIA	1
CACONDE	1	LORENA	1	SANTO ANTONIO DO JARDIM	1
CAIABU	1	LOUVEIRA	1	SANTO ANTONIO DO PINHAL	1

Tabela 2.21 – Distribuição dos pontos por município em 2016 (conclusão)

Município	Total	Município	Total	Município	Total
CAIEIRAS	2	LUCÉLIA	1	SANTOPOLIS DO AGUAPEI	1
CAJAMAR	2	LUIS ANTONIO	4	SANTOS	1
CAJATI	1	MAIRIPORA	1	SAO BENTO DO SAPUCAI	1
CAMPINAS	3	MARACAI	1	SÃO BERNARDO DO CAMPO	13
CAMPO LIMPO PAULISTA	2	MARILIA	6	SÃO CAETANO DO SUL	1
CAMPOS DO JORDAO	2	MAUA	1	SÃO CARLOS	1
CANANEIA	1	MIGUELOPOLIS	3	SAO JOAO DA BOA VISTA	2
CARAGUATATUBA	8	MIRANTE DO PARANAPANEMA	1	SÃO JOAQUIM DA BARRA	1
CARAPICUIBA	1	MOCOCA	3	SÃO JOSÉ DA BELA VISTA	2
CARDOSO	1	MOGI DAS CRUZES	5	SÃO JOSÉ DO RIO PARDO	1
CASTILHO	1	MOGI-GUAÇU	5	SÃO JOSÉ DO RIO PRETO	3
CATANDUVA	1	MOGI-MIRIM	1	SÃO JOSÉ DOS CAMPOS	5
CATIGUA	1	MONTE ALEGRE DO SUL	2	SAO LUIS DO PARAÍTINGA	1
CERQUILHO	2	MONTE ALTO	1	SÃO MANUEL	1
CHARQUEADA	1	MONTE APRAZIVEL	1	SAO MIGUEL ARCANJO	1
COLOMBIA	1	MONTE MOR	1	SÃO PAULO	38
CONCHAL	2	NATIVIDADE DA SERRA	1	SAO ROQUE	1
CONCHAS	2	NAZARE PAULISTA	4	SÃO SEBASTIAO	8
COSMOPOLIS	1	NOVA GRANADA	1	SÃO VICENTE	3
COTIA	4	OLIMPIA	4	SERRANA	1
CRUZEIRO	3	OURINHOS	2	SERTAOZINHO	2
CUBATAO	7	OUROESTE	1	SETE BARRAS	1
DOURADO	1	PALESTINA	1	SOCORRO	1
DRACENA	1	PALMARES PAULISTA	1	SOROCABA	3
DUMONT	1	PALMITAL	1	SUMARE	2
EMBU-GUAÇU	4	PANORAMA	1	SUZANÁPOLIS	1
ESPÍRITO SANTO DO PINHAL	1	PARAIBUNA	2	SUZANO	7
FERRAZ DE VASCONCELOS	1	PARAISO	1	TABAPUA	1
FRANCA	2	PARIQUERA-ACU	1	TACIBA	1
FRANCO DA ROCHA	2	PATROCINIO PAULISTA	1	TATUI	2
GENERAL SALGADO	1	PAULINIA	6	TAUBATE	1
GUAICARA	1	PEDERNEIRAS	1	TIETE	2
GUAIRA	3	PEDRANOPOLIS	3	TREMEMBÉ	1
GUAPIAÇU	1	PEDREIRA	1	TRES FRONTEIRAS	1
GUARANTA	2	PENAPOLIS	1	TUPA	1
GUARARAPES	1	PEREIRA BARRETO	1	UBATUBA	11
GUARATINGUETA	1	PERUIBE	1	VALINHOS	3
GUARUJA	1	PIEDADE	1	VARGEM	3
GUARULHOS	4	PINDAMONHANGABA	5	VÁRZEA PAULISTA	1
IBITINGA	2	PIQUEROBI	1	VINHEDO	1
IBIUNA	4	PIRACAIA	4	VOTORANTIM	3
ICEM	1	PIRACICABA	9	VOTUPORANGA	2
IGARACU DO TIETE	1	PIRAPORA DO BOM JESUS	4	Est. MINAS GERAIS	1
IGUAPE	2	PIRASSUNUNGA	7		
ILHA SOLTEIRA	2	PITANGUEIRAS	1	Estado de São Paulo	530

Na Região Metropolitana de São Paulo, a cidade de São Paulo contou com o maior número de pontos (38), seguido por São Bernardo do Campo com 13. Outros municípios com maior número de pontos são: Suzano com 7, Mogi das Cruzes e Ribeirão Pires com 5, Cotia, Embu-Guaçu, Guarulhos e Pirapora do Bom Jesus com 4, e Itaquaquetuba com 3.

A Baixada Santista possui, no município de Cubatão, o maior número de pontos, (7), em função do seu complexo industrial. Bertioga tem quatro pontos e Santos e Guarujá, um ponto cada uma. Na UGRHI 3 - Litoral Norte, as cidades de Ubatuba (11) e Caraguatatuba e São Sebastião, com 8, possuem quantidade expressiva de pontos, uma vez que existem muitos corpos hídricos que nascem na Serra do Mar e drenam diretamente para as praias. No Município de Ilhabela existem 4 pontos.

Na UGRHI 5 – Piracicaba / Capivari / Jundiaí, os municípios que concentram mais pontos são: Piracicaba com 9 pontos, Bragança Paulista e Paulínia, com 6, Americana, Cabreúva, Jundiaí, Rio Claro com 5 pontos cada, e Limeira, Nazaré Paulista e Piracaia com 4 pontos.

Na UGRHI 9 - Mogi Guaçu, em Industrialização, destacam-se os municípios de Pirassununga com 7 pontos e Mogi-Guaçu com 5.

No Vale do Rio Paraíba do Sul, os municípios com mais pontos são Pindamonhangaba e São Jose dos Campos, com 5 pontos cada, e Nazaré Paulista com 4.

No interior do Estado, cidades onde se observam problemas de estresse hídrico e compartilhamento dos recursos hídricos, têm-se uma maior quantidade de pontos, tal como no caso de Marília com 6 pontos e Ribeirão Preto com 4.

2.5 Pontos de Captação

Monitorou-se a qualidade da água bruta em 108 pontos (somando-se todos os tipos de monitoramento) utilizados como captação de para fins de abastecimento público, localizados em 72 corpos hídricos de 80 municípios paulistas. Alguns destes mananciais estão em locais que atendem a mais de um município, como por exemplo, o MOCA 02150, utilizado por Mogi-Guaçu e Mogi-Mirim, o JAGR 02500 que abastece os municípios de Paulínia e Hortolândia, e o IRIS 02900 que atende às populações de Salto e Indaiatuba. Por outro lado, existem certos rios como o Rio Paraíba do Sul, o Rio Jaguari e o rio Atibaia que possuem diversas captações ao longo de seu curso.

O ponto do Rio do Peixe, PEIX 02600, localizado no Município de Caiabú monitora a água bruta que é transposta e tratada pela SABESP para abastecer a cidade de Presidente Prudente.

O COGR 00900, que pertence ao chamado “Sistema do Alto Cotia”, é compartilhado pelos municípios de Cotia, Embu das Artes, Embu-Guaçu, Itapeverica da Serra e Vargem Grande Paulista. O COTI 03900, pertence ao “Sistema Baixo Cotia” e atende aos Municípios de Barueri, Jandira e Itapevi e a zona oeste da RMSP.

Tal como no ano anterior, o Sistema Cantareira, que é responsável pelo fornecimento de água de quase metade da Região Metropolitana de São Paulo, continuou a ser especialmente monitorado. O sistema abastece 8,1 milhões de habitantes das zonas norte, central, parte da leste e oeste da capital e os municípios de Franco da Rocha, Francisco Morato, Caieiras, Osasco, Carapicuíba e, além de parte de Guarulhos, Barueri, Taboão da Serra e alguns do ABC, tais como Diadema, Santo André e São Caetano do Sul.

Em 2016 foram inseridos dois novos pontos de captação: no Ribeirão das Pitangueiras para atender demanda do município de Barretos, e outro no local de transposição de água bruta do Rio Guaió, que vai adicionar um volume d'água extra no Reservatório Taiaçupeba, no Sistema Alto Tiete.

Os resultados analíticos dos pontos de captação superficiais monitorados pela CETESB representam a qualidade da água bruta utilizada por uma população de cerca de 26,1 milhões de habitantes. A Tabela 2.22 apresenta a relação desses municípios e os pontos monitorados para fins de abastecimento e indica se o local é usado para captação e/ou para transposição de água bruta.

Tabela 2.22 – Relação de municípios com pontos utilizados para abastecimento e respectiva População Estimada em 2016. (Fonte IBGE, 2016) (continua)

Município do Manancial	Corpo Hídrico	Captação/ Transposição	Cód. CETESB	Projeto	Pop. IBGE Total 2016
AMERICANA	Rio Piracicaba	Captação	PCAB02100	R.B.	231.621
AMPARO	Rio Camanducaia	Captação	CMDC02300	R.B.	70.742
APARECIDA	Rio Paraíba do Sul	Captação	PARB02600	R.B.	36.248
ARAÇATUBA	Ribeirão Bagaçu	Captação	BAGU02700	R.B.	193.828
ATIBAIA	Rio Atibaia	Captação	ATIB02010	R.B.	138.449
BARRETOS	Ribeirão das Pitangueiras	Captação	PITA02450	R.B.	119.948
BARUERI	Rio Cotia	Captação	COTI03900	Mon. Aut.	264.935
BAURU	Rio Batalha	Captação	BATA02050	R.B.	369.368
BERTIOGA	Rio Itapanhaú	Captação	IPAU02600	Sed.	57.942
BIRIGUI	Córrego do Baixote	Captação	XOTE02500	R.B.	119.536
BIRITIBA MIRIM	Rio Biritiba-Mirim	Captação	BMIR 02800	R.B.	31.479
BRAGANCA PAULISTA	Rio Jaguari - UGRHI 05	Captação	JAGR02010	R.B.	162.435
		Transposição	JARI00800	R.B.	
CABREÚVA	Rio Pirai	Captação	IRIS02100	R.B.	47.210
CAIEIRAS	Reservatório Águas Claras	Captação	ACLA00500	R.B.	97.016
		Captação	ACLA00500	Mon. Aut.	
CAJAMAR	Ribeirão dos Cristais	Captação	CRIS03400	R.B.	72.875
CAMPINAS	Rio Atibaia	Captação	ATIB02065	R.B.	1.173.370
	Rio Capivari	Captação	CPIV02130	R.B.	
CAMPO LIMPO PAULISTA	Rio Jundiá - UGRHI 05	Captação	JUNA02010	R.B.	81.693
CARAGUATATUBA	Rio Claro - UGRHI 03	Captação	CARO02800	R.B.	115.071
CARAPICUIBA	Rio Cotia	Captação	COTI03900	R.B.	394.465
CERQUILHO	Rio Sorocaba	Captação	SORO02700	R.B.	45.947
COTIA	Reservatório das Graças	Captação	COGR00900	R.B.	233.696
CUBATAO	Rio Cubatão	Captação	CUBA02700	R.B.	127.887
	Canal de Fuga II da UHE Henry Borden	Captação	CFUG02900	R.B.	
EMBU-GUAÇU	Reservatório Capivari-Monos	Transposição	CAMO00900	R.B.	67.788
	Ribeirão Santa Rita	Futura Transposição	RYTA00800	Sed.	
FERRAZ DE VASCONCELOS	Rio Guaió	Transposição	GUAO02600	R.B.	186.808
GUARATINGUETA	Rio Guaratinguetá	Captação	GUAT02800	R.B.	119.753
GUARULHOS	Reservatório do Cabuçu	Captação	RCAB00900	R.B.	1.337.087
	Reservatório de Tanque Grande	Captação	TGDE00900	R.B.	

Tabela 2.22 – Relação de municípios com pontos utilizados para abastecimento e respectiva População Estimada em 2016. (Fonte IBGE, 2016) (continua)

Município do Manancial	Corpo Hídrico	Captação/ Transposição	Cód. CETESB	Projeto	Pop. IBGE Total 2016
HORTOLANDIA	Rio Jaguari - UGRHI 05	Captação	JAGR02500	R.B.	219.039
IBIUNA	Rio Sorocabaçu	Captação	SOBU02800	R.B.	77.005
ILHABELA	Córrego das Tocas	Captação	TOCA02900	R.B.	32.782
INDAIATUBA	Rio Pirai	Captação	IRIS02900	R.B.	235.367
	Rio Jundiá - UGRHI 05	Captação	JUNA03600	Sed.	
IPERO	Rio Sarapuí	Captação	SAUI02900	R.B.	34.149
ITAPECIRICA da SERRA	Reservatório das Graças	Captação	COGR00900	R.B.	169.103
ITANHAEM	Rio Branco (Itanhaém)	Captação	BACO02950	R.B.	97.439
ITATIBA	Rio Atibaia	Captação	ATIB02030	R.B.	114.912
ITU	Ribeirão Pirapitingui	Captação	PGUI02700	R.B.	168.643
ITUPEVA	Ribeirão do Caxambu	Captação	CXBU02900	R.B.	55.596
JABOTICABAL	Córrego Rico - UGRHI 9	Captação	RIC002600	R.B.	76.196
JACAREI	Rio Paraíba do Sul	Captação	PARB02200	R.B.	228.214
JAGUARIUNA	Rio Jaguari - UGRHI 05	Captação	JAGR02300	R.B.	53.069
JUNDIAÍ	Ribeirão Jundiá-Mirim	Captação	JUMI00800	R.B.	405.740
LENÇÓIS PAULISTA	Rio Lençóis	Captação	LENS02500	R.B.	66.664
LIMEIRA	Rio Jaguari - UGRHI 05	Captação	JAGR02800	R.B.	298.701
	Ribeirão do Pinhal	Captação	PIAL02900	R.B.	
MAIRIPORA	Reservatório do Juqueri ou Paiva Castro	Captação/ Transposição	JQUJ00900	R.B.	93.981
MARILIA	Córrego da Água Norte	Captação	ANOR02300	R.B.	233.639
	Reservatório do Arrependido	Captação	ARPE02800	R.B.	
	Reservatório Cascata	Captação	CASC02050	R.B.	
	Rio do Peixe - UGRHI 21	Captação	PEIX02100	R.B.	
MOGI DAS CRUZES	Reservatório do Rio Jundiá - UGRHI 06	Captação	JNDI00500	R.B.	429.321
		Captação	TIET02090	R.B.	
		Captação	TIET02090	Mon. Aut.	
MOGI-GUAÇU	Reservatório Cachoeira de Cima	Captação	MOCA02990	R.B.	148.327
MOJI- MIRIM	Reservatório Cachoeira de Cima	Captação	MOCA02990	R.B.	91.929
NAZARE PAULISTA	Represa do Rio Atibainha	Transposição	RAIN00880	R.B.	9.003
OURINHOS	Rio Pardo - UGRHI 17	Captação	PADO02600	R.B.	111.056
PAULINIA	Rio Atibaia	Captação	ATIB02800	R.B.	100.128
		Captação	ATIB02800	Sed.	
PEDREIRA	Rio Jaguari - UGRHI 05	Captação	JAGR02200	R.B.	46.094
PENAPOLIS	Ribeirão Lageado	Captação	LAGE02500	R.B.	62.409
PINDAMONHANGABA	Rio Paraíba do Sul	Captação	PARB02530	R.B.	162.327
PIRACAIA	Reservatório do Rio Cachoeira	Transposição	CACH00500	R.B.	26.841
	Reservatório do Rio Cachoeira	Transposição	CACH00500	Sed.	
PIRACICABA	Rio Corumbataí	Captação	CRUM02500	R.B.	394.419
	Rio Piracicaba	Captação	PCAB02195	Sed.	
		Captação	PCAB02220	R.B.	

Tabela 2.22 – Relação de municípios com pontos utilizados para abastecimento e respectiva População Estimada em 2016. (Fonte IBGE, 2016) (conclusão)

Município do Manancial	Corpo Hídrico	Captação/ Transposição	Cód. CETESB	Projeto	Pop. IBGE Total 2016
PIRASSUNUNGA	Rio Mogi-Guaçu	Captação	MOGU02300	R.B.	75.035
	Córrego Batistela	Captação	TELA02700	R.B.	
Pres. Prudente /CAIABU	Rio do Peixe - UGRHI 21	Transposição	PEIX02600	R.B.	223.749
RIBEIRAO PIRES	Reservatório do Rio Grande	Captação	RGDE02030	R.B.	121.130
		Captação	RGDE02030	Sed.	
RIO CLARO	Rio Corumbataí	Captação	CRUM02080	R.B.	201.473
	Rio Claro - UGRHI 05	Captação	LARO02500	R.B.	
SALTO	Rio Pirai	Captação	IRIS02900	R.B.	
SALTO DE PIRAPORA	Rio Pirapora	Captação	PORA02700	R.B.	43.990
SANTA BRANCA	Rio Paraíba do Sul	Captação	PARB02050	R.B.	14.601
SANTA CRUZ DO RIO PARDO	Rio Pardo - UGRHI 17	Captação	PADO02500	R.B.	46.893
SANTA GERTRUDES	Córrego Santa Gertrudes	Captação	GERT02500	R.B.	25.192
SANTA ISABEL	Reservatório do Jaguari - UGRHI 02	Captação	JAGJ00200	R.B.	55.476
SÃO BERNARDO DO CAMPO	Braço do Rio Pequeno	Captação	BIRP00500	R.B.	822.242
	Reservatório do Rio Grande	Captação	RGDE02900	R.B.	
		Captação	RGDE02900	Mon. Aut.	
SÃO JOSÉ DO RIO PRETO	Reservatório do Rio Preto	Captação	RPRE02200	R.B.	446.649
	Rio Paraíba do Sul	Captação	PARB02310	R.B.	695.992
SÃO PAULO	Braço do Ribeirão Taquacetuba	Transposição	BITQ00100	R.B.	12.038.175
			BITQ00100	Mon. Aut.	
			BITQ00100	Rede de Sedimentos	
	Reservatório do Guarapiranga	Captação	GUAR00900	Mon. Aut.	
		Captação	GUAR00900	R.B.	
SAO ROQUE	Rio Sorocamirim	Captação	SOMI02850	R.B.	87.506
SÃO SEBASTIAO	Rio São Francisco	Captação	SAFO00300	R.B.	84.294
SETE BARRAS	Rio Ribeira	Captação	RIBE02900	R.B.	13.098
SUZANO	Reservatório Taiaçupeba	Captação	PEBA00200	Sed.	288.056
		Captação	PEBA00900	R.B.	
		Captação	PEBA00900	Rede de Sedimentos	
	Rio Taiaçupeba-Mirim	Captação	TAIM00800	R.B.	
TAUBATE	Rio Una - UGRHI 02	Captação	UNNA02800	R.B.	305.174
TREMembé	Rio Paraíba do Sul	Captação	PARB02490	R.B.	45.414
UBATUBA	Rio Grande - UGRHI 03	Captação	GRAN00400	R.B.	87.364
VALINHOS	Rio Atibaia	Captação	ATIB02035	R.B.	122.163
VARGEM	Reservatório do Rio Jacaréi-UGRHI -5	Captação	JCRE00500	Mon. Aut.	
		Transposição	JCRE00500	R.B.	
VOTORANTIM	Reservatório Itupararanga	Captação	SOIT02900	R.B.	118.858
VOTUPORANGA	Reservatório do Córrego Marinheirinho	Captação	RMAR02900	R.B.	92.032

Obs. A população do município de Vargem não é computada, pois não é abastecida pelo Res. Jacaréi.

2.6 Índice de Abrangência Espacial do Monitoramento - IAEM

Em 2012, a CETESB introduziu o IAEM, Índice de Abrangência Espacial do Monitoramento, (MIDAGLIA, 2009) que consiste numa análise multi-criterial composta basicamente por dois grupos de variáveis: antrópicas e ambientais. O IAEM faz a correlação espacial baseado em cinco fatores, abrangendo uma análise mais integrada, portanto, além da densidade de pontos de cada UGRHI, baseada apenas na extensão territorial.

São analisados fatores tais como a pressão populacional e os macro-usos do solo, que fornecem uma idéia da pressão antrópica existente em cada unidade, quando são correlacionadas com as informações sobre a densidade do monitoramento e à qualidade da água. Assim os dados ficam sintetizados e disponíveis para a gestão das águas paulista, facilitando, dessa forma, a comparação da abrangência espacial da rede de monitoramento entre as UGRHI para cada ano analisado.

A matriz para geração do índice IAEM compõe-se de dois grupos divididos em custos e benefícios (Tabela 2.23). O grupo de variáveis antrópicas (densidade populacional e macro-uso do solo) é considerado como custo, pois no cálculo do índice IAEM influenciam negativamente no ambiente, ou seja, podem causar degradação nos corpos hídricos. Com isto, podem somar até 0,45 da nota máxima do índice que varia de 0 a 1 (sendo 1 a melhor nota). O grupo das variáveis ambientais está associado à gestão do monitoramento (número de pontos com IQA calculado, densidade de pontos e a média anual do IQA por UGRHI). É considerado como benefício, uma vez que estes fatores influenciam positivamente, ou seja, quanto maior sua presença, melhor será a gestão do território e sua contribuição positiva para o índice. Equivalem a 0,55 da composição nota do índice IAEM.

Tabela 2.23 – Composição da Matriz de análise dos fatores da Análise Multi-critério.

Critérios	Variável	Peso
Antrópico (Dens. Pop. e Macro Uso do Solo da UGRHI)	Dens. Pop.	0,25
	Atribuição da UGRHI	0,2
Custos	Σ Impactos	0,45
Ambiental (Monitoramento de Água)	Média Anual do IQA	0,30
	Num. Pontos Monit.	0,10
	Dens. de Pontos	0,15
Benefícios	Σ Gestão do Monitoramento	0,55
Total		1

Portanto, o resultado não é um índice de qualidade de água, mas sim um índice que avalia a abrangência e a vulnerabilidade espacial da rede de monitoramento dentro do universo amostral de cada ano. Uma vez que a qualidade de água é um de seus componentes principais, bons resultados da qualidade da água também contribuem para a melhora do índice. O delineamento metodológico está descrito no Apêndice I.

Neste momento, a comparação temporal do índice é de 10 anos. A Tabela 2.24 apresenta os dados originais para os anos de 2006 e 2016 comparados e a somatória do IAEM calculado para as 22 UGRHI em que se divide o Estado de São Paulo.

Tabela 2.24 – Dados originais para geração do Índice de Abrangência Espacial do Monitoramento 2006 e 2016

Matriz de Análise Multi-criterial para geração do IAEM - Índice de Abrangência Espacial do Monitoramento - Estado de São Paulo: Ano 2006												
Fatores Analisados			Antropico (Custos)		Monit. Ambiental (Benefícios)			Resultado do INDICE (0-1)				
Dados Originais		Critérios	Dens. Pop.	Macro Uso-Solo	Valor Médio IQA	Núm. Pontos Calc.	Dens.Red Básica					
Área Km²	POP. IBGE 2006	hab/km²	fator de pressão 1 a 4	Índice (0-100)	unidade	Ptos./1000 km²						
UGHRIs												
Conservação	1	675	68.141	100,95	1	1,48	48,41	1	1,48	0,62		
	3	1.948	281.532	144,52	1	3,59	67,56	7	3,59	0,73		
	11	17.068	399.113	23,38	1	0,35	59,99	6	0,35	0,65		
	14	22.689	739.193	32,58	1	0,44	63,37	10	0,44	0,67		
	15	15.925	1.229.287	77,19	2	0,63	47,26	10	0,63	0,55		
Agropecuárias	16	13.149	503.083	38,26	2	0,23	70,32	3	0,23	0,60		
	17	16.749	677.494	40,45	2	0,18	71,65	3	0,18	0,60		
	18	6.783	223.260	32,91	2	0,15	64,26	1	0,15	0,58		
	19	15.588	732.800	47,01	2	0,45	74,90	7	0,45	0,63		
	20	13.196	355.710	26,96	2	0,45	65,41	6	0,45	0,60		
Em Industrialização	21	10.769	449.921	41,78	2	0,28	60,55	3	0,28	0,57		
	22	12.395	484.954	39,12	2	0,40	62,62	5	0,40	0,59		
	4	8.993	1.071.518	119,15	3	0,44	72,20	4	0,44	0,54		
	8	9.125	678.517	74,36	3	0,44	62,42	4	0,44	0,51		
	9	15.004	1.440.026	95,98	3	2,60	56,30	39	2,60	0,63		
Industrial	12	7.239	335.651	46,37	3	0,28	62,35	2	0,28	0,51		
	13	11.779	1.480.661	125,70	3	0,42	66,64	5	0,42	0,52		
	2	14.444	1.966.933	136,18	4	1,11	61,44	16	1,11	0,48		
	5	14.178	4.937.019	348,22	4	1,62	47,98	23	1,62	0,45		
	6	5.868	19.512.653	3325,26	4	7,16	48,62	42	7,16	0,40		
Industrial	7	2.818	1.666.453	591,36	4	2,48	59,78	7	2,48	0,45		
	10	11.829	1.821.815	154,01	4	1,78	53,11	21	1,78	0,48		
	SP	248.222,8	41.055.734	165,40	3	0,91	61,23	225	0,91	12,35		
											Σ IAEM 2006	

Matriz de Análise Multi-criterial para geração do IAEM - Índice de Abrangência Espacial do Monitoramento - Estado de São Paulo: Ano 2016											
Fatores Analisados			Antropico (Custos)		Monit. Ambiental (Benefícios)			Resultado do INDICE (0-1)			
Dados Originais		Critérios	Dens. Pop.	Macro Uso-Solo	Valor Médio IQA	Núm. Pontos Calc.	Dens.Red Básica				
Área Km²	POP. IBGE 2016	hab/km²	fator de pressão 1 a 4	Índice (0-100)	unidade	Ptos./1000 km²					
UGHRIs											
Conservação		675	68.821	101,96	1	5,93	55,80	4	5,93	0,66	
	1.948	319.511	164,02	1	15,91	64,72	31	15,91	0,82		
	17.068	380.234	22,28	1	0,76	63,86	13	0,76	0,66		
	22.689	767.555	33,83	1	0,44	64,25	10	0,44	0,65		
	15.925	1.333.478	83,73	2	1,32	60,13	21	1,32	0,59		
Agropecuárias		13.149	551.841	41,97	2	0,68	73,24	9	0,68	0,61	
	16.749	711.283	42,47	2	0,48	70,46	8	0,48	0,60		
	6.783	236.395	34,85	2	0,88	79,11	6	0,88	0,63		
	15.588	812.780	52,14	2	0,71	76,60	11	0,71	0,62		
	13.196	384.796	29,16	2	0,83	62,37	11	0,83	0,58		
Em Industrialização		10.769	477.783	44,37	2	0,46	64,05	5	0,46	0,58	
	12.395	507.962	40,98	2	0,73	69,48	9	0,73	0,60		
	8.993	1.213.117	134,90	3	1,11	61,94	10	1,11	0,51		
	9.125	723.104	79,24	3	1,75	63,40	16	1,75	0,53		
	15.004	1.576.899	105,10	3	2,40	60,16	36	2,40	0,55		
Industrial		7.239	354.709	49,00	3	0,97	62,83	7	0,97	0,51	
	11.779	1.607.027	136,43	3	1,10	60,56	13	1,10	0,51		
	14.444	2.171.687	150,35	4	2,01	63,58	29	2,01	0,48		
	14.178	5.626.553	396,85	4	6,07	53,60	86	6,07	0,54		
	5.868	21.063.097	3589,48	4	12,10	40,76	71	12,10	0,32		
Industrial		2.818	1.813.033	643,38	4	6,39	54,24	18	6,39	0,44	
	11.829	2.048.034	173,14	4	2,11	56,11	25	2,11	0,45		
	248.222,8	44.749.699	180,28	3	1,81	62,78	449	1,81	12,42		
										Σ IAEM 2015	

Na Tabela 2.25 estão descritos os intervalos do índice, que variam de 0 (pior situação) a 1 (melhor situação), distribuídos nas classes e a classificação quanto ao nível de pressão antrópica exercida na UGRHI.

Tabela 2.25 – Classes do Índice de Abrangência Espacial do Monitoramento (IAEM).

IAEM - Índice de Abrangência Espacial do Monitoramento		Intervalos		Sustentabilidade do Gerenciamento da Qualidade	Status do Monitoramento da Qualidade X Pressão Antrópica
Classes	Insuficiente	0	0,355	Alta vulnerabilidade á pressão antrópica	Vulnerável
	Pouco Abrangente	0,355	0,505	Vulnerabilidade significativa	
	Suficiente	0,505	0,605	Não Vulnerável	Não Vulnerável
	Abrangente	0,605	0,755	Sustentável	
	Muito Abrangente	0,756	1	Boa Sustentabilidade	

2.6.1 Cenário do IAEM para os anos de 2006 e 2016

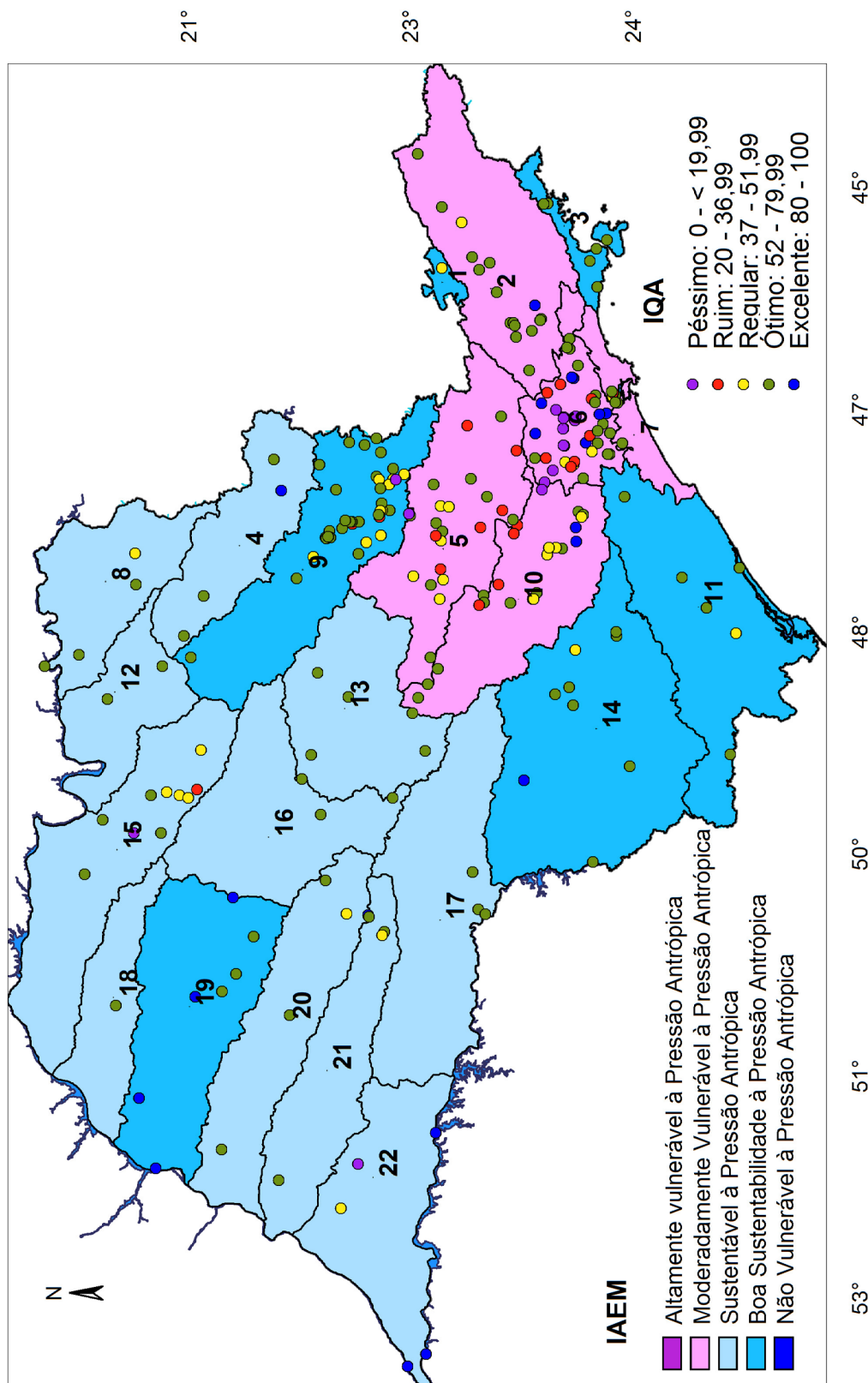
Em 2006, considerando os 225 pontos em que foi possível fazer o cálculo do índice IQA, a rede de monitoramento da CETESB apresentava uma densidade de 0,91 pontos/1000.km². Este valor ainda não superava o critério de densidade recomendado pela Comunidade Econômica Europeia (CEE), havendo bastante desigualdade espacial na distribuição dos pontos dentro do território paulista. As UGRHI agropecuárias, situadas na parte oeste do Estado, possuíam em seu conjunto densidades abaixo da metade do recomendado, tal como a UGRHI 18-São José dos Dourados, que tinha apenas 0,15 pontos por 1.000 km².

O mesmo ocorria com as UGRHIs em industrialização, que estavam bem abaixo do recomendado. Como exceção cita-se a UGRHI 9 – Mogi- Guaçu, que no ano de 2005 passou a monitorar 39 pontos, conseguindo assim atingir a densidade de 2,6 pontos por 1.000 km², portanto mais que o dobro do recomendado.

A população em 2006 do Estado de São Paulo era de cerca de 40 milhões de habitantes (<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/estimativa2006/estimativa.shtm>) e a densidade populacional estadual de 165,40 habitantes por km². O Mapa 2.9 resume a situação das UGRHI em relação ao IAEM, em 2006.

Mapa 2.9 – Situação das UGRHI no Estado de São Paulo em função do IAEM para o ano de 2006.

Mapa do IAEM - Índice de Abrangência Espacial do Monitoramento de Água - 2006 - Estado de São Paulo e suas 22 UGHRIs



Segundo os resultados do IAEM para 2006, nenhuma UGRHI foi considerada altamente vulnerável por apresentar o índice IAEM **insuficiente**, nem tampouco como **muito abrangente**.

As seguintes 6 UGRHI mostravam-se à época com o índice de monitoramento **abrangente**/ sustentável à pressão antrópica:

- As quatro UGRHIs classificadas com o macro uso do solo de vocação para Conservação: UGRHI 1 – Mantiqueira, que apesar de ter tido média do IQA 48,41 (Regular) em seu único ponto, e apesar da densidade demográfica de 100,95 hab/km², atingiu a densidade de pontos recomendada ficando com 1,48 pontos por 1.000 km². A UGRHI 3 – Litoral Norte, que passou a ter 7 pontos e aumentou a densidade de pontos de 1,54 pontos por 1.000 km² (2005) para 3,59 apresentando média anual do IQA classificada como Boa (67,56). Esta unidade obteve em 2005 o maior IAEM do ano, 0,69, e igualmente em 2006, também ficou a maior índice do IAEM: 0,73. A UGRHI 11-Ribeira do Iguape/Litoral Sul, por tem apresentado a menor densidade populacional estadual em 2006: 23,38 hab./por km², além de uma média do IQA de 59,99 (Bom); e a UGRHI 14 – Alto Paranapanema, que apesar de ter recebido 2 novos pontos continuava a apresentar densidade de pontos de apenas 0,44 pontos por 1.000 km², sendo compensada pela a baixa ocupação populacional (32,58 hab./km²) e pela média anual do IQA de 63,37 (Boa Qualidade).
- A UGRHI 19 – Peixe, de vocação agropecuária, que mesmo com densidade de 0,45 pontos obteve o IAEM de 0,63, pois obteve em 2006 a melhor média do IQA por UGRHI, 74,90 (Bom).
- E a UGRHI 9 – Mogi-Guaçu, em industrialização que, com 39 pontos em 2006, conseguiu ficar com mais que o dobro da densidade de pontos recomendada, ampliando a sua abrangência espacialmente e obtendo maior representatividade de seu monitoramento. O seu IQA médio foi de 56,30 (Bom).

Ainda em 2006, 11 UGRHI foram classificadas como tendo o índice de abrangência espacial do monitoramento **suficiente**, não vulnerável:

- 7 UGRHIs de vocação agropecuária: UGRHI 15 – Turvo/Grande, que apesar de ter o maior número de pontos (10) nesta categoria de macro-uso do solo, obteve a pior média do IQA de 2006, classificado como regular (47,26) estando bem abaixo das demais de sua classe; UGRHI 16 – Tietê / Batalha, que apesar de ter tido uma boa média anual do IQA (70,32) em 2006, continuava com somente três pontos e com isto apresentava menos de ¼ da densidade recomendada. A UGRHI 17 – Médio Paranapanema com baixa densidade de pontos (apenas 0,18 pontos por 1.000 km²), mas cuja média do IQA de seus três pontos foi de 71,65 (Bom). A UGRHI 18 - São José dos Dourados, também pela baixíssima densidade de pontos (a menor densidade do ano de 2006), com apenas 0,15 pontos por 1.000 km² e baixa densidade demográfica 32,91 hab/km². A UGRHI 20 – Aguapeí que recebeu um ponto a mais em relação a 2005, mas ainda estava abaixo da metade do recomendado (0,45 pontos por 1.000 km²), e as UGRHIs 21 – Peixe e 22 – Pontal do Paranapanema com densidade de pontos de menos da metade do recomendada. Mas, como todas elas têm o macro uso do solo classificado como agropecuárias, que tem fator de ponderação 2, e possuíam baixa densidade populacional, respectivamente de 41,78 e 39,12 hab/km² não foram enquadradas como em situação vulnerável à época.

- E 4 UGRHI em industrialização: UGRHI 4 – Pardo e 8 – Sapucaí / Grande, ambas com 4 pontos cada e densidade de pontos de 0,44 pontos por 1.000 km². Suas médias do IQA foram boas: 72,20 e 62,42 respectivamente em 2006. A UGRHI 12 – Baixo Pardo/ Grande, com baixa densidade populacional e a UGRHI 13 – Tiete-Jacaré, que não sofreram alteração de número de pontos em relação a 2005 e continuaram com médias boas do IQA.

Foram classificadas com o IAEM **pouco abrangente** e com vulnerabilidade moderada as seguintes 5 unidades:

- Todas as UGRHIs denominadas industriais: 2 – Paraíba do Sul, 5 – Piracicaba, 6 – Alto Tietê, 7 – Baixada Santista e 10-Sorocaba/Médio Tietê, por terem alta densidade demográfica e macro-uso do solo ponderado pelo maior valor de impacto (4) para o fator de pressão antrópica. A UGRHI 6 apesar de ter tido a maior densidade de pontos do ano (7,16 pontos por 1.000 km²) apresentou, em contrapartida, densidade populacional muito alta, de 3.325,26 hab./km². Além disto, teve a média do IQA de 48,62 (Regular). Nesta categoria, as UGRHI 10-Sorocaba e 02-Paraíba do sul apresentaram IAEM de 0,48 e a UGRHI 6 foi a que teve o pior IAEM do ano de 2006: 0,40, estando vulnerável à pressão antrópica.

Portanto, conforme o IAEM 2006, das 22 UGRHI, somente 5 unidades foram classificadas com o monitoramento vulnerável a pressão antrópica existente à época (as mesmas do ano de 2005). Estiveram com monitoramento adequado 17 UGRHI, sendo portanto classificadas como não vulneráveis. Se fosse considerado somente o critério da CEE (densidade territorial), somente 8 unidades do Estado de São Paulo atenderiam ao critério da densidade recomendada.

IAEM 2016

Em 2016, segundo a Estimativa do IBGE (http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/estimativa2016/estimativa_dou.shtm) a população do Estado de São Paulo atingiu 44,7 milhões de habitantes, aumentando em cerca de 3,6 milhões durante o período comparado (2006-2016). Somente nas UGRHI de vocação industrial, notadamente com maior pressão antrópica, houve um incremento de 2,8 milhões de pessoas. Em relação ao ano de 2015, o aumento da população estadual foi de 353.215 habitantes.

A rede de monitoramento básica (na qual se calcula o IQA) praticamente dobrou sua rede no período de 2006/2016, passando de 225 pontos em 2006 para 449 em 2016. Com isto o Estado de São Paulo apresentou a densidade de 1,81 pontos por 1.000 km², recomendada pela CEE.

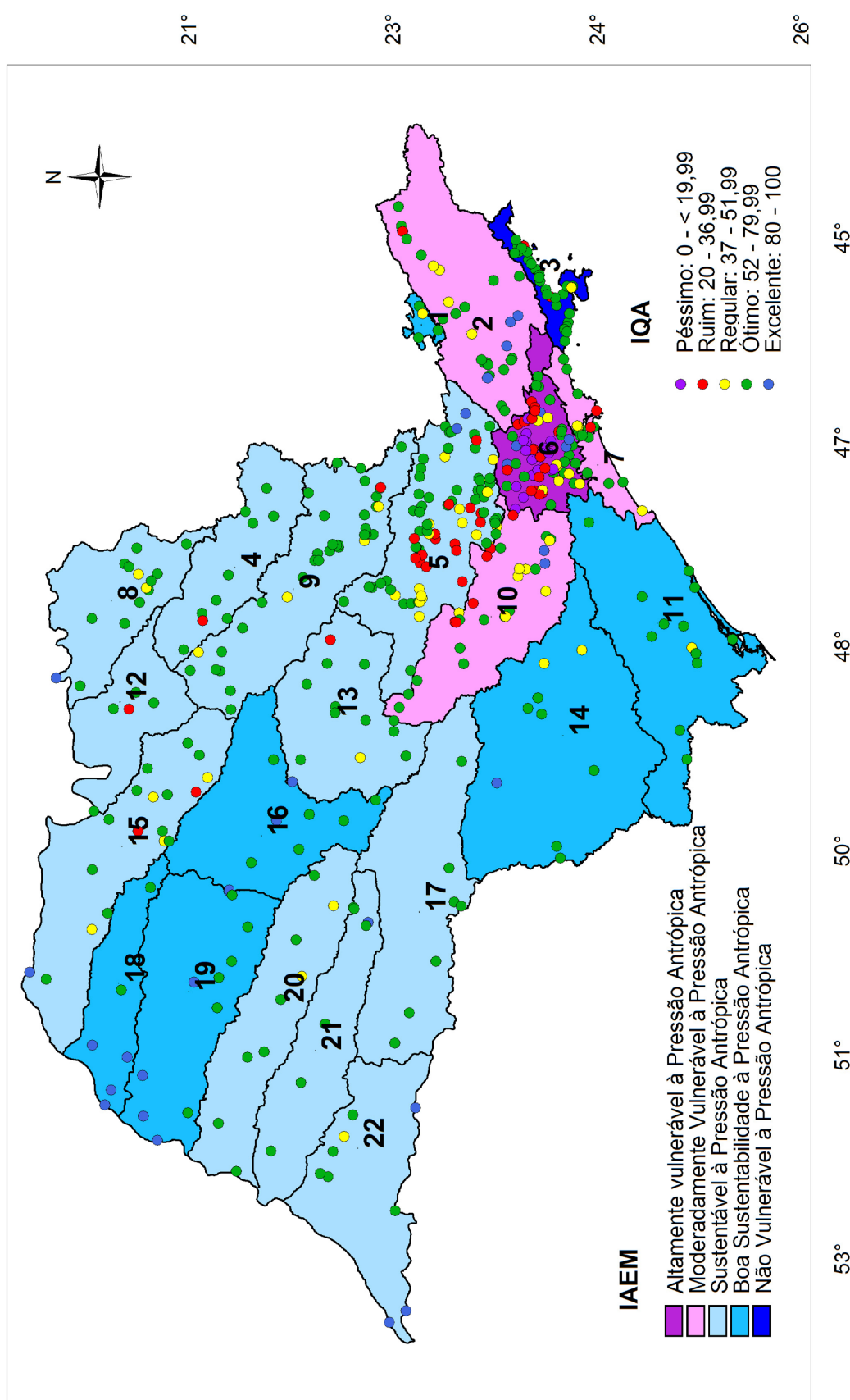
Apesar disso, a amplitude da distribuição espacial da densidade de pontos por 1.000 km² dentro do conjunto das 22 UGRHI é muito grande. Diminui para 15,47 em relação a 2015 (15,51), variando ainda em 2016 de unidades entre 0,44, caso da UGRHI 14 – Alto Paranapanema à 15,91 pontos por 1.000 km², tal como na UGRHI 03 - Litoral Norte, que obteve a maior densidade de pontos de 2016.

Em 2006 esta amplitude era menor, variando de 0,15 pontos por 1.000 km², na UGRHI 18 – São Jose dos Dourados à 7,16 pontos por 1.000 km² na UGRHI 06 – Alto Tiete. Já a amplitude verificada pelo maior e o menor IAEM, variou de 0,33 em 2006 e de 0,50, em 2016, mostrando que existem, em ambas comparações, grandes desigualdades espaciais no monitoramento.

O Mapa 2.10 resume a situação das UGRHI em relação ao IAEM em 2016:

Mapa 2.10 – Situação das UGRHs no Estado de São Paulo em função do IAEM – 2016.

Mapa do IAEM - Índice de Abrangência Espacial do Monitoramento de Água - 2016 - Estado de São Paulo e suas 22 UGRHs



Segundo os resultados do IAEM para 2016, apenas a UGRHI 6- Alto Tietê apresentou o índice IAEM insuficiente e, por isso, foi considerada altamente vulnerável:

- Com uma população total de 21 milhões de habitantes, na qual se inclui a cidade de São Paulo, com 12 milhões, essa UGRHI apresenta uma densidade de 12,10 pontos por 1.000 km² de monitoramento. Apesar de sua densidade superar em mais de 12 vezes o critério da CEE, esta UGRHI foi classificada com IAEM de 0,32 (insuficiente) obtendo novamente, a pior classificação do ano. Os seguintes fatores explicam o baixo índice obtido em 2016:
- 1) Altíssima densidade demográfica, cerca de 3589,48 habitantes/km², concentrados no entorno da cidade de São Paulo; 2) Média regular do IQA (40,76), semelhante ao ano de 2015 (38,94); 3) alta vulnerabilidade dessa UGRHI frente à pressão antrópica existente, e 4) fator 4 de ponderação para macro uso do uso industrial. Em relação ao ano anterior, houve acréscimo de 1 novo ponto, sendo agora a segunda mais densa do Estado. Entretanto, o IAEM passou de 0,29 em 2014 para 0,31 em 2015 e agora para 0,32 em 2016. Mas a situação continua de alta vulnerabilidade, devido aos impactos oriundos da grande pressão antrópica existente.

Em 2016, apenas 3 UGRHI foram classificadas com o IAEM **pouco abrangente**:

- 3 UGRHI do grupo de vocação industrial: As UGRHI 2- Paraíba do Sul, 7- Baixada Santista e 10- Sorocaba/Médio Tietê, por terem alta densidade demográfica e por apresentarem o maior valor para o fator de pressão antrópica (classe de uso industrial). A UGRHI 2- Paraíba do Sul, que apesar da boa média do IQA em 2016, (63,58), superior ao IQA de 2015 (62,80), e da inclusão de novos pontos, ainda tem a menor densidade de pontos (2,01 pontos por 1.000 km²) dentre as demais do conjunto de UGRHI industriais. A UGRHI 7- Baixada Santista, que em 2006 tinha apenas 7 pontos passou a ter em 2016, 18, quando sua densidade subiu para 6,39 pontos por 1.000 km², contudo sua densidade demográfica também aumentou muito, passando a 643,38 hab./km², a segunda maior do Estado. A UGRHI 10- Sorocaba/Médio Tietê que tem mantido situação semelhante aos anos de 2014 e 2015, sem alterações significantes entre os fatores que compõem o índice, foi classificada com IAEM de 0,48 em 2006, e 0,45 em 2016, portanto, com vulnerabilidade significativa frente à pressão antrópica, em ambos os anos analisados.

Onze UGRHI foram classificadas com o Índice de Abrangência Espacial do Monitoramento considerado **suficiente/ Não vulnerável**:

- A UGRHI 5 - Piracicaba/Capivari/Jundiaí, Industrial, que é a segunda UGRHI mais populosa do Estado, com 5,6 milhões de habitantes e possui o maior número de pontos por UGRHI (86). A média do IQA, Regular em 2006 (47,98), passou para Boa em 2016 (53,60). Apesar de ter vocação industrial e ser bem povoada, é a única da categoria industrial que está classificada como sustentável nesta categoria, principalmente devido a grande quantidade de pontos, gerando uma densidade de pontos 6 vezes acima do recomendado, 6,07 pontos por 1.000 km². O IAEM desta unidade passou de 0,45 em 2006 para 0,54 em 2016, demonstrando uma evolução no monitoramento e melhoria no IQA médio.

Todas as UGRHI em industrialização, sendo que três delas mudaram de categoria em relação ao ano anterior (UGRHI 4,12 e 13)

- A UGRHI 4–Pardo, em industrialização, que esteve classificada como vulnerável no ano anterior, subiu para esta categoria, pois ampliou a sua rede de 6 pontos em 2015, para 10 pontos em 2016, e assim atingiu a densidade territorial mínima definida pela CEE com 1,11 pontos por 1.000 km². Além disto, sua média do IQA passou de 59,53 em 2015 para 61,94 (Boa) em 2016. Porém no ano de 2006 a média era ainda melhor, com IQA de 72,20.
- A UGHRI 8- Sapucaí / Grande com 723.104 habitantes em 2016, passou de 4 pontos em 2006 para 16 em 2016, e obteve densidade de 1,75 pontos por 1.000 km². Seu IQA médio foi de 63,40 em 2016, muito semelhante a 62,42 obtido em 2006, demonstrando uma situação de sustentabilidade.
- A UGHRI 9-Mogi-Guaçu que em 2006 tinha 39 pontos de monitoramento e que atualmente possui 36 pontos, ou seja, ainda tem densidade 2 vezes acima do recomendado. O IAEM de 2006 foi 0,63 e em 2016 caiu para 0,55. Mantém boa média do IQA: 58,94 (2015) e 60,16 (2016).
- A UGHRI 12 – Baixo Pardo/ Grande, que manteve a pressão demográfica praticamente inalterada em 10 anos, com densidade populacional estável variando de 46,37 em 2006 para 49,00 hab./km² em 2016. Apresentou alterações no número de pontos monitorados, passando de 4 em 2015 para 7 pontos, mas ainda possui densidade de pontos abaixo do recomendado: 0,97 pontos por 1.000 km². Além disto, a média do IQA passou de 57,08 em 2015 para 62,35 em 2016. Com estes novos valores, esta unidade subiu para atual categoria.
- E a UGHRI 13- Tietê/Jacaré, que por ter ganhado mais um ponto este ano conseguiu retornar a categoria suficiente, obtendo IAEM de 0,51 e IQA médio de 66,64 (Bom).

E 5 UGRHI agropecuárias: 15, 17, 20,21 e 22

- A UGRHI 15 - Turvo/Grande, que é a única do grupo das agropecuárias que já atingiu a densidade recomendada, com 1,32 pontos por 1.000 km², passando de 10 pontos em 2006 para 21 em 2016. Esta UGHRI apresentou média anual do IQA classificado na categoria Boa (60,13).
- A UGRHI 17 - Médio Paranaapanema que tem um ponto a mais em relação a 2015, mas que ainda possui densidade de pontos abaixo do recomendado. No período 2006-2016 passou de 0,18 para 0,48. Como apresenta baixa densidade demográfica 42,47 hab./km² e médias anuais do IQA de 71,65 em 2006 e 70,46 em 2016, essa UGRHI vem mantendo boa qualidade da água ao longo do período avaliado.
- A UGHRI 20 – Aguapeí, que obteve o IAEM de 0,58. Permanece nesta categoria graças à sua baixa densidade populacional, que pouco variou desde 2006, mantendo assim uma baixa pressão antrópica sobre o recurso hídrico. Além disto, a UGRHI 20 quase dobrou seu número de pontos no período 2006-2016. Porém ainda está com densidade 0,83 pontos por 1.000 km².
- A UGRHI 21 – Peixe registrou em 2016 a mais baixa densidade do Estado (0,46 pontos por 1.000 km²). Também manteve densidade populacional baixa e estável no período. Em relação à qualidade de água, apresenta média anual do IQA na categoria Boa (64,05).

- A UGHRI 22 – Pontal do Paranapanema, com IAEM 0,60. Teve acréscimo de dois pontos de monitoramento em 2016. Sua densidade de pontos passou de 0,40 para 0,73, ainda abaixo do recomendado. Entretanto o IQA médio desta unidade foi classificado como Bom, passando de 68,87 em 2015 para 69,4 em 2016.

Seis UGRHI, segundo os critérios do IAEM, apresentaram índice de monitoramento abrangente/ sustentáveis frente à pressão antrópica: 1, 11, 14, 16, 18 e 19.

- 3 unidades de vocação para conservação: As UGRHI 1 - Mantiqueira, 11-Ribeira do Iguape/Litoral Sul e UGRHI 14 - Alto Paranapanema, que têm o macro-uso do solo ponderado como fator 1 (vocação para conservação). A UGHRI 1 manteve a densidade de 5,93 pontos por 1.000 km². A UGHRI 11-Ribeira de Iguape –Litoral Sul, que continua a apresentar a menor pressão antrópica do Estado, com densidade populacional de 22,2 hab./km² e que passou de 6 pontos em 2006 para 13 em 2016. A UGRHI 14-Alto Paranapanema também apresentou baixa densidade populacional, e aumentou sua densidade de pontos de 0,40 para 0,44 pontos por 1.000 km², pois recebeu um ponto novo em 2016.

E 3 UGRHI de unidades de vocação agropecuária:

- A UGRHI 16 - Tietê/Batalha, que ainda possui densidade de pontos abaixo do recomendado (0,68) mas que evoluiu na abrangência espacial, aumentando de 3 pontos em 2006 para 9 em 2016. Uma vez que mantém baixa densidade demográfica e média do IQA estável, 70,32 em 2006 e 70,75 em 2016 demonstrou uma boa qualidade da água e condição de sustentabilidade do monitoramento.
- Já a UGRHI 18 - São José dos Dourados, de vocação agropecuária, passou de uma densidade de 0,15 em 2006 para 0,88 pontos por 1.000 km² em 2016. A pressão antrópica manteve-se inalterada, e sua densidade demográfica permanece baixa, contribuindo positivamente para a condição de sustentabilidade. O IAEM variou de 0,58 em 2006 para 0,63 em 2016. A média anual do IQA, que foi a maior dentre todas as outras do estado, aumentou de 78,45 em 2015 para 79,11 em 2016.
- A UGHRI 19 - Baixo Tietê que no período de 2006 a 2016 ampliou sua rede de 7 para 11 pontos, obteve 0,71 pontos por 1.000 km² pelo critério CEE. Este fator foi compensado pela baixa densidade demográfica. Não houve variações no IQA Médio que vem se mantendo com qualidade Boa no período 2006 -2016, atingindo 76,60 em 2016. Com isto, essa UGRHI classificou-se como sustentável frente à pressão antrópica, uma vez que o seu IAEM aumentou de 0,60 para 0,62.

Finalmente, o IAEM foi classificado como **muito abrangente**:

- Tal como nos últimos anos anteriores, a UGHRI 3 – Litoral Norte, onde residem cerca de 319 mil habitantes. Como esta UGHRI tem muitos rios que nascem na Serra do Mar e drenam diretamente para o mar, necessita de mais pontos, e assim tem uma altíssima densidade de pontos (15,91 pontos por 1.000 km²). Tal como no ano anterior, manteve a média anual do IQA com qualidade boa (64,7).

Resumindo a variação da abrangência do monitoramento, de acordo com o critério baseado apenas na extensão territorial estabelecido pela CEE, utilizado para caracterizar a abrangência da rede de monitoramento, 8 das 22 UGRHI em 2006 estiveram dentro do índice de densidade mínima de 1 ponto por 1.000 km² enquanto que em 2016, por esse critério somente 12 das 22 UGRHI estariam atendendo.

Já de acordo com o cenário do IAEM no período de 10 anos, o número de UGRHI classificadas como não vulnerável à pressão antrópica passou de 5 em 2006 para 18 em 2016. Dessa forma, pode-se concluir que a rede de monitoramento está evoluindo e apresentando melhora. Em relação ao ano anterior, a somatória geral do estado foi um pouco melhor, passando de 12,26 para 12,42. No quadro geral do período, a somatória do IAEM que em 2006 era 12,35 passou para 12,42 em 2016.

3 • Síntese da Qualidade das Águas no Estado de São Paulo

Neste capítulo é apresentada uma síntese da qualidade das águas no Estado de São Paulo, determinada a partir dos resultados das redes de monitoramento e dos índices de qualidade. Avalia-se, através da porcentagem de resultados desconformes, as principais variáveis que contribuem para a degradação dos corpos hídricos. Os resultados das variáveis toxicológicas, que medem indiretamente a presença de contaminantes, também estão detalhados.

Para os índices de qualidade de água e sedimento, visualizam-se os mapas da distribuição espacial da qualidade, os resultados agrupados por UGRHI e a comparação com a média histórica, de forma a estabelecer as áreas prioritárias e verificar possíveis tendências de melhora ou piora ocorridas nos últimos cinco anos.

Os dados das estações automáticas, mostrados pelos gráficos, indicam o comportamento sazonal das variáveis, ao longo do ano.

Para a identificação dos trechos mais críticos dos principais corpos d'água, assinalam-se os perfis longitudinais em relação ao IQA e ao IVA. A análise integrada de qualidade e quantidade permite estabelecer as variações de cargas, nos corpos hídricos ao longo do ano.

Os reservatórios que fazem parte dos sistemas Cantareira, Billings/Guarapiranga e Alto Tietê foram também objeto de avaliação em função dos resultados obtidos pelas redes específicas, implantadas em 2014 e 2015.

Finalmente, os eventos de mortandade de peixes, ocorridos em 2016, são descritos de forma a identificar as áreas críticas e as principais causas dessas ocorrências.

Os resultados do monitoramento e dos índices de qualidade podem ser consultados no Apêndice J, que contém:

- Médias de 2016 e 2011 a 2015 das principais variáveis de qualidade;
- Porcentagem dos resultados em não conformes em 2016 e 2011 a 2015;
- Resultados mensais e média anual do IQA – 2016;
- Resultados mensais e média anual do IAP – 2016;
- Resultados mensais e média anual do IET – 2016;
- Resultados mensais e média anual do IVA – 2016;
- Resultados mensais e média anual do ICF – 2016;
- Valores mensais de microcistina e saxitoxina;
- Resultados mensais e média anual do ICZ – 2016;
- Resultados mensais e média anual do IB – 2016;
- Qualidade do Sedimento por UGRHI e ponto de coleta em 2016;
- Porcentagem de operação das Estações Automáticas – 2016;
- Porcentagem de atendimento das médias horárias das Estações Automáticas – 2016;
- Registros mensais de mortandade de peixes por UGRHI – 2016.

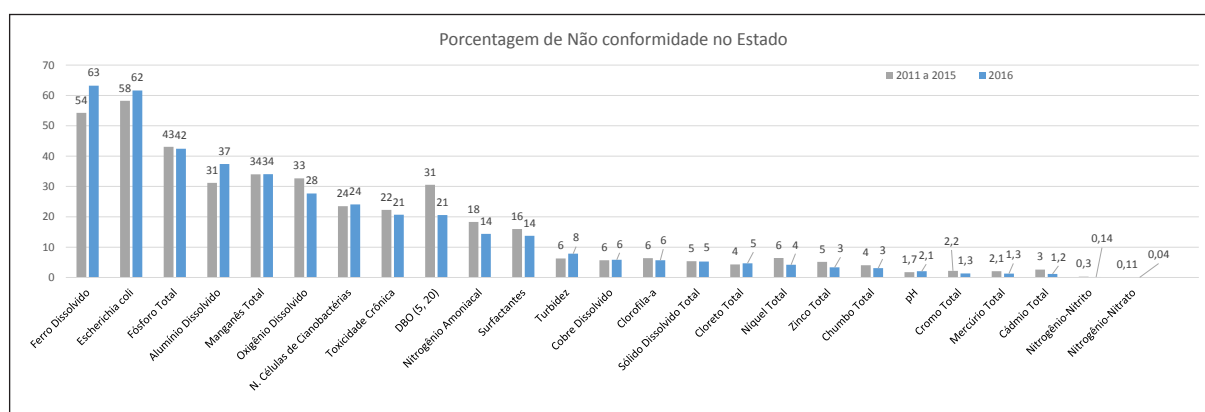
3.1 Atendimento aos Padrões da Legislação

As porcentagens de resultados desconformes, obtidos em 2016, são comparadas à média do período 2011/2015, com relação ao atendimento aos padrões de qualidade da Resolução CONAMA nº 357/05 (Gráfico 3.1). De forma a se obter uma visão geral da qualidade, adotaram-se os padrões da Classe 2, uma vez que cerca de 70% dos corpos d'água monitorados pela CETESB, estão assim classificados.

No Gráfico 3.1, constam as variáveis determinadas em todos os pontos da Rede Básica, exceto o Número de Células de Cianobactérias, Toxicidade Crônica (ensaio Ecotoxicológico com *Ceriodaphnia dubia*) e Clorofila *a*, que possuem resultados em 14, 81 e 91 % dos pontos, respectivamente. Ressalta-se que o número de pontos e a frequência anual de cada variável não são similares.

Em 2012, adotou-se a variável *Escherichia coli* em substituição aos Coliformes Termotolerantes. Os resultados são comparados com os padrões da Classe 2, estabelecidos na Decisão de Diretoria nº 112/2013/E de 09/04/2013, publicada no Diário Oficial Estado de São Paulo, em 12/04/2013.

Gráfico 3.1 – Porcentagens de resultados não-conformes na Rede Básica com relação aos padrões estabelecidos para a Classe 2, em 2016 e no período de 2011 a 2015.



De um modo geral, as maiores desconformidades referem-se as variáveis sanitárias (*E. coli*, DBO, Fósforo Total e Oxigênio Dissolvido) e aos metais (Ferro Dissolvido, Alumínio Dissolvido e Manganês Total) (Gráfico 3.1).

Os solos tropicais do Estado de São Paulo possuem concentrações naturalmente elevadas de Alumínio, Ferro e Manganês. Dessa forma, este estrato ambiental constitui-se em uma fonte significativa desses metais para os corpos hídricos, através da lixiviação de partículas e matéria orgânica devido a processos erosivos intensos, dentre outros fatores, por chuvas e carência/ausência de cobertura vegetal. O Ferro Dissolvido foi a variável que mostrou maior porcentagem de desconformidade no Estado (63%), seguido pelo Alumínio e o Manganês (34%). Ressalta-se que esses metais também podem estar associados a efluentes de ETAs e a fontes industriais, em áreas mais urbanizadas.

Dentre as variáveis presentes no esgoto doméstico ou que indicam a sua presença no corpo hídrico, a *E. coli* apresentou a maior porcentagem de resultados desconformes (63 %), seguido pelo Fósforo (42%), Oxigênio Dissolvido (28%), DBO (21%), Nitrogênio Amoniacal e Surfactantes (14%). Ressalta-se que, com exceção da *E. coli*, todas essas variáveis obtiveram melhora em relação à média histórica, com destaque para o OD e a DBO, 5 e 10%, respectivamente. Outra variável de destaque foi o Fósforo, cuja porcentagem de resultados desconformes, em 2016, exibiu-se abaixo da média histórica, o que não ocorria desde 2014, mostrando a influência das chuvas no seu comportamento.

Para atendimento à legislação, é primordial a continuidade nos investimentos para atingir a universalização do tratamento de esgoto no Estado. Para redução dos níveis de Fósforo nos corpos hídricos, investimentos em tratamento terciário seria uma alternativa mais adequada. As desconformidades associadas às variáveis hidrobiológicas, tais como Clorofila *a* e Número de Células de Cianobactérias representaram, respectivamente, 6 e 24 % dos resultados obtidos e, na comparação histórica, permaneceram na média. Dentre as variáveis intervenientes na manutenção da vida aquática, a maior porcentagem de resultados desconformes foi constatada para o Oxigênio Dissolvido (28%), seguida pela Toxicidade Crônica (22%). Os resultados de pH desconformes e acima 9,0, ocorreram em reservatórios, indicando intensa atividade fotossintética do fitoplâncton nesses locais.

Semelhante ao constatado nos anos anteriores, os metais Níquel, Zinco, Cádmio, Mercúrio, Chumbo, Cromo e Cobre Dissolvido, associados intrinsecamente aos lançamentos de efluentes industriais, vem mantendo porcentagem de resultados desconformes menores que a média histórica, refletindo, dessa forma, o controle das fontes industriais no Estado. A maior porcentagem de resultados desconformes ocorreu em pontos localizados nas UGRHI industrializadas.

3.2 Qualidade das águas

3.2.1 IQA – Índice de Qualidade das Águas

No Mapa 3.1 do Estado de São Paulo, são mostrados os corpos d'água e as médias anuais do IQA, calculado para os 449 pontos de amostragem.

3.2.1.1 Distribuição percentual do IQA por UGRHI

A Tabela 3.1 exibe a distribuição percentual das categorias do IQA em cada uma das 22 UGRHI do Estado de São Paulo, calculados a partir da distribuição de suas médias anuais, relativas a 2016, de cada ponto de amostragem.

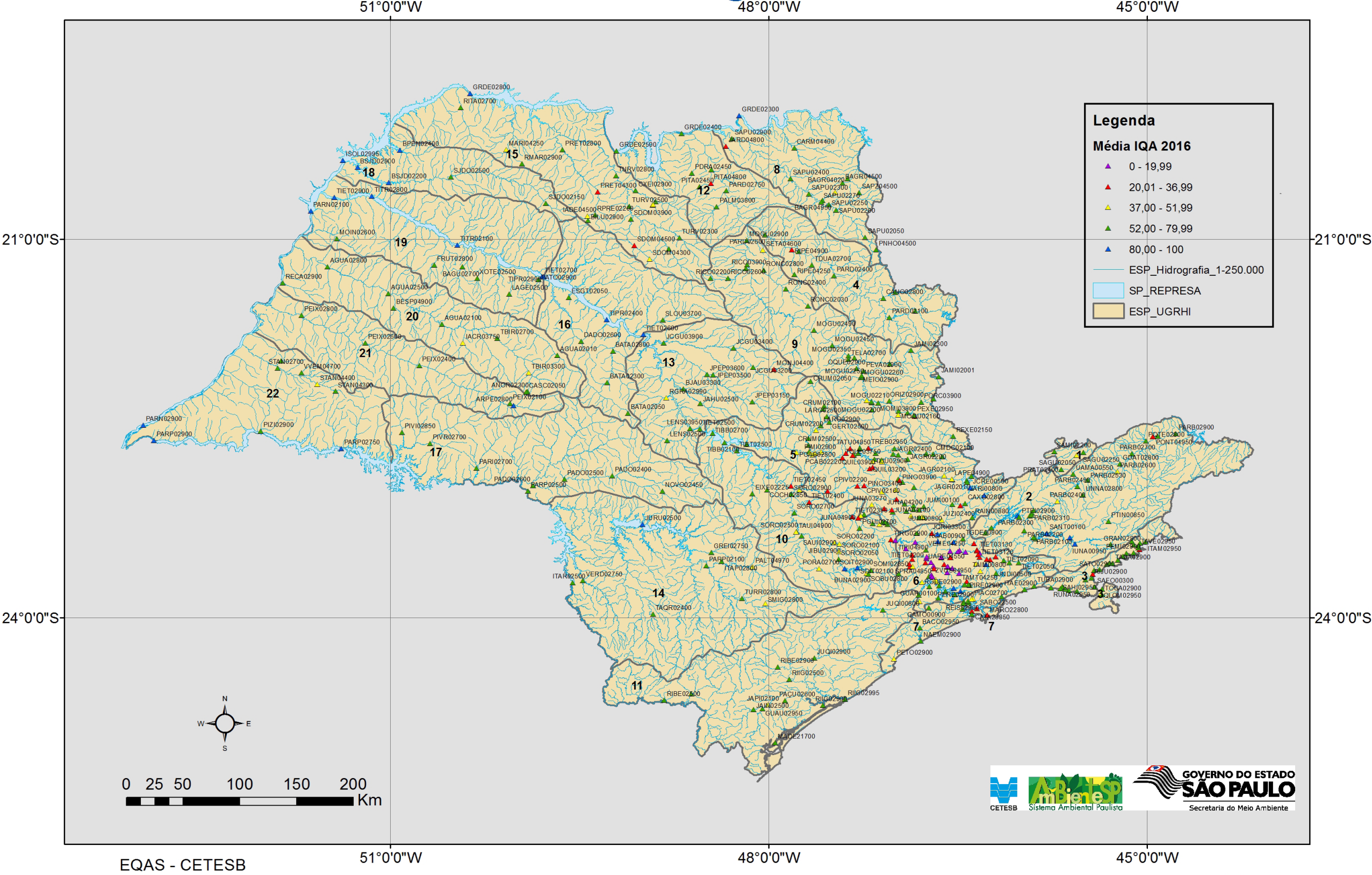
Tabela 3.1 – Distribuição percentual das categorias do IQA por UGRHI em 2016.

UGRHI	Descrição da UGRHI	Número de pontos de amostragem 2016	% de pontos em cada categoria do IQA				
			ÓTIMA	BOA	REGULAR	RUIM	PÉSSIMA
1	MANTIQUEIRA	4		75	25		
2	PARAIBA DO SUL	29	17	72	7	3	
3	LITORAL NORTE	31		90	3	6	
4	PARDO	10		90		10	
5	PIRACICABA/CAPIVARI/JUNDIAI	86	2	59	21	17	
6	ALTO TIÊTE	71	10	24	10	28	28
7	BAIXADA SANTISTA	18		67	17	17	
8	SAPUCAÍ/GRANDE	16	6	81	13		
9	MOGI GUAÇU	36		89	8	3	
10	SOROCABA/MEDIO TIETE	25	8	52	24	16	
11	RIBEIRA DE IGUAPE/LITORAL SUL	13		92	8		
12	BAIXO PARDO/GRANDE	7		86		14	
13	TIETE/JACARÉ	13		85	8	8	
14	ALTO PARANAPANEMA	10	10	80	10		
15	TURVO/GRANDE	21	5	62	29	5	
16	TIETE/BATALHA	9	33	67			
17	MEDIO PARANAPANEMA	8		100			
18	SAO JOSE DOS DOURADOS	6	67	33			
19	BAIXO TIÊTE	11	45	55			
20	AGUAPEI	11		82	18		
21	PEIXE	5	20	80			
22	PONTAL DO PARANAPANEMA	9	33	56	11		
ESTADO DE SÃO PAULO		449	8	64	12	11	4

Em 2016, as categorias Ótima, Boa e Regular contabilizaram 84% dos pontos monitorados, principalmente devido ao incremento de 4% na categoria Boa em relação a 2015. Portanto, houve uma melhora do IQA em todas as UGRHI do Estado em 2016, à exceção das UGRHI 7 (Baixada Santista) e 8 (Sapucaí/Grande).

Mapa 3.1 – IQA – 2016 nos pontos de amostragem da Rede Básica da CETESB.

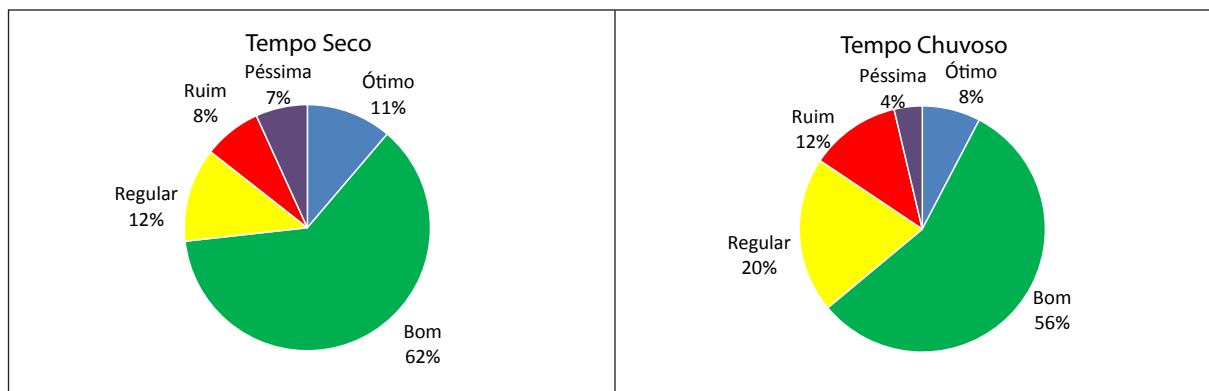
IQA-Índice de Qualidade de Água - Médias Anuais 2016



3.2.1.2 Influência da sazonalidade na distribuição porcentual das categorias do IQA

A influência da ocorrência de chuvas na qualidade das águas é mostrada na Figura 3.1, através das comparações da distribuição nas faixas de qualidade do IQA nos períodos de maior (outubro a março) e de menor (abril a setembro) precipitação pluviométrica.

Figura 3.1 – Distribuição porcentual das categorias do IQA em 2016 em função da época do ano.

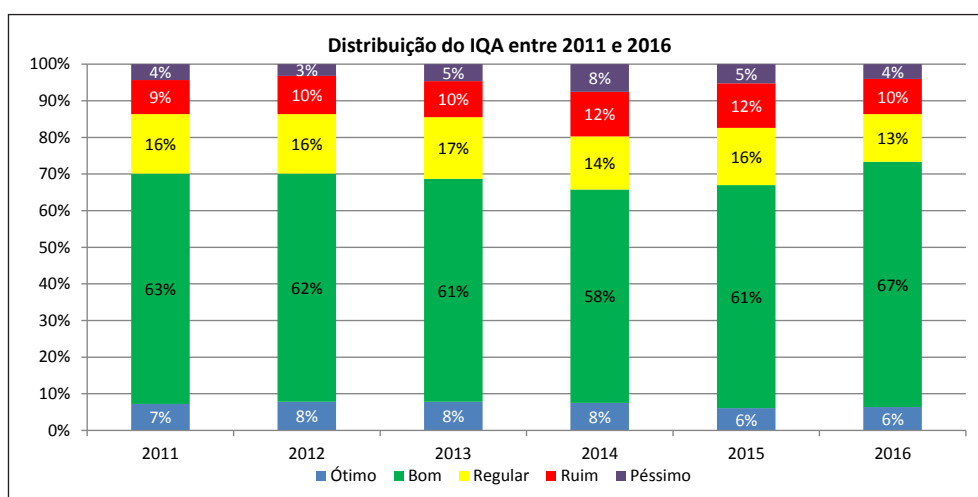


Em 2016, a precipitação no Estado de São Paulo comportou-se próxima à média histórica de forma que possibilitou constatar que o percentual de pontos na categoria Boa do IQA avaliado em tempo seco foi 6 % superior àquele observado em tempo chuvoso. Em anos com padrões normais de precipitação, as alterações de qualidade entre a época seca e a chuvosa geralmente refletem a influência das cargas difusas, caracterizadas pelo aporte não pontual de poluentes nos corpos hídricos superficiais em intervalos intermitentes, relacionados primariamente a ocorrência de eventos chuvosos.

3.2.1.3 IQA entre 2011 e 2016

O Gráfico 3.2 mostra a evolução anual dos resultados do IQA por categoria de 2011 a 2016. Para o cálculo da média anual por categoria, foram computados apenas os 345 pontos com dados disponíveis no período de 2011 a 2016.

Gráfico 3.2 – Evolução da Distribuição do IQA, no período de 2011 a 2016.



Em 2016 houve uma maior porcentagem de pontos na categoria Boa quando comparado aos cinco anos anteriores. Considerando apenas 2014 e 2015, cujos resultados de qualidade foram influenciados predominantemente pela estiagem histórica, houve um aumento expressivo de 58 para 67% de pontos para a categoria Boa e redução de 2 e 4 % nas categorias Ruim e Péssima, respectivamente, indicando melhora significativa da qualidade da água

A tabela completa, contendo o IQA anual de todos os pontos da Rede Básica, no período de 2011 a 2016, pode ser consultada no Apêndice M.

Para uma avaliação mais específica da tendência de melhora ou de piora da qualidade da água dos corpos d'água monitorados pela CETESB, aplicou-se Regressão Linear para as médias anuais do IQA, para todos os pontos da Rede Básica, no período de 2011 a 2016.

A Tabela 3.2 mostra a relação dos pontos de amostragem onde se constatou uma tendência de melhora ou de piora e a respectiva causa, caso tenha sido possível identificá-la.

Tabela 3.2 – Pontos de Amostragem com tendência de melhora ou piora do IQA, para o período de 2011 a 2016

UGRHI	Corpo Hídrico	Ponto	2011	2016	Tendência	Motivo Provável 2016
3	Rio Grande - UGRHI 03	GRAN02900	55	64	Melhora	Aumento de áreas atendidas pela rede coletora de esgotos, além das variações ambientais (períodos de seca)
5	Reserv. Jaguari - UGRHI 05	JARI00800	84	79	Piora	Reflexo da piora observada nos últimos anos em função do regime de chuvas menos intenso.
	Rio Atibaia	ATIB02010	65	56	Piora	
	Rio Jaguari - UGRHI 05	JAGR02010	69	57	Piora	
	Rio Camanducaia	CMDC02050	59	67	Melhora	Motivo não identificado
	Ribeirão Lavapés - UGRHI 5	LAPE04900	30	49	Melhora	Implantação e operação da ETE no município
	Rio Jundiá - UGRHI 05	JUNA02100	40	53	Melhora	Implantação de infraestrutura de coleta e afastamento de esgoto em Campo Limpo Paulista e Várzea Paulista, uma vez que ambos os municípios são atendidos por ETE.
6	Rio Baquirivú-Guaçu	BQGU03150	37	24	Piora	Aumento da contribuição de esgotos no alto curso da bacia (crescimento populacional) e regime de chuvas menos intenso, diminuindo a capacidade de diluição dos efluentes, principalmente da ETE
	Rio Pinheiros	PINH04250	22	17	Piora	Motivo não identificado
7	Rio Itanhaém	NAEM02900	62	57	Piora	Aumento populacional sem universalização da coleta de esgoto
9	Córrego Rico - UGRHI 9	RICO03900	62	57	Piora	Elevação da carga remanescente da ETE de Jaboticabal e da carga difusa urbana e contribuição, nos períodos de chuva, do carreamento de solo e nutrientes das áreas agrícolas a montante.
	Ribeirão do Sertãozinho	SETA04600	33	43	Melhora	Implantação da ETE de Sertãozinho em 2011
	Ribeirão dos Porcos	PORC03900	49	58	Melhora	Melhora da eficiência da ETE de Pinhal
	Rio da Itupeva	PEVA02900	65	72	Melhora	Aumento da interligação da rede de esgoto com a ETE em Leme;
	Rio Mogi-Guaçu	MOGU02260	54	65	Melhora	Obras de adequação na ETE em Pirassununga.
10	Rio Sarapuí	SAUI02900	71	63	Piora	Carreamento de matérias sólidos.
11	Mar de Dentro	MADE21700	72	68	Piora	Lançamento de esgoto doméstico sem tratamento e menor eficiência da ETE
13	Ribeirão Grande	RGRA02990	33	40	Melhora	Motivo não identificado
	Rio Tietê	TIET02500	71	64	Piora	Motivo não identificado
15	Rio Preto - UGRHI 15	PRET02800	71	62	Piora	Chuvas intensas nas áreas urbanas
		PRET04300	44	28	Piora	

Salienta-se que, dos 345 pontos analisados, 21 pontos expuseram tendência, sendo 9 de melhora e 12 piora.

Nos pontos em que se identificou o provável motivo da melhora, constata-se um efeito positivo na qualidade da água relacionado principalmente ao incremento no sistema de saneamento básico, como implantação ou ampliação de ETEs e redes coletoras de esgoto.

Aos pontos que revelaram tendência de piora, relacionou-se, possivelmente, a influência do longo período de seca no último ano, pois diminuiu a capacidade de diluição dos rios; ainda refletindo na qualidade dos corpos hídricos, acrescenta-se a carga difusa urbana, problemas na operação de ETEs e ocupações irregulares.

Ressalta-se, dessa forma, a importância da coleta e tratamento de esgoto, a manutenção do controle industrial e a gestão integrada da qualidade e quantidade para preservação na qualidade dos corpos hídricos do Estado.

3.2.2 IAP – Índice de qualidade de água para fins de abastecimento público

A CETESB monitorou a qualidade da água bruta em 108 pontos utilizados como captação para fins de abastecimento público, localizados em 72 corpos hídricos de 80 municípios paulistas, incluídos nessa contagem os pontos da rede automática e a avaliação da qualidade da água bruta em pontos que pertencem à rede de sedimentos ou que, em razão de alguma demanda específica, foi avaliada a qualidade do sedimento (Ver capítulo 2). Porém, para o cálculo do IAP foram selecionados 87 pontos de monitoramento da Rede Básica coincidentes com os pontos de captação para abastecimento público, ou em locais de transposição para reservatórios utilizados para abastecimento. Incluem-se os pontos nos braços formadores da represa Billings: braço do rio Pequeno, braço do rio Taquacetuba e do reservatório Rio Grande, reforço do abastecimento para os Sistemas Guarapiranga e Alto Tietê. Na Tabela 3.3, estão incluídos o código do ponto, o nome do manancial, a entidade responsável pela captação, a respectiva vazão média captada em 2016 e o IAP médio calculado. O Mapa 3.2 indica a localização das captações e a classificação anual do IAP em 2016. A conceituação do IAP, sua composição e metodologia de cálculo resumidos constam no Capítulo 1 e a metodologia de cálculo está detalhada no Apêndice D.

Tabela 3.3 – Vazões captadas e médias anuais do IAP em 2016. (continua)

UGRHI	Captação/ Transposição	Município do Manancial	Cód. CETESB	Corpo Hídrico	Local	Projeto	Descrição Resumida	Latitude	Longitude	Vazão (L/s)	IAP
2	Captação	APARECIDA	PARB02600	Rio Paraíba do Sul	Na captação de Aparecida	R.B.	R. Paraíba do Sul	22 50 40	45 14 04	180,0	34
2	Captação	GUARATINGUETA	GUAT02800	Rio Guaratingueta	Na captação de Guaratinguetá (SAEG), em frente a ETA.	R.B.	R. Guaratingueta	22 47 00	45 12 46	409,0	59
2	Captação	JACAREI	PARB02200	Rio Paraíba do Sul	Junto à captação do município de Jacarei	R.B.	R. Paraíba do Sul	23 18 48	45 58 20	654,0	57
2	Captação	PINDAMONHANGABA	PARB02530	Rio Paraíba do Sul	Na captação da SABESP de Pindamonhangaba	R.B.	R. Paraíba do Sul	22 54 42	45 28 13	404,4	49
2	Captação	SANTA BRANCA	PARB02050	Rio Paraíba do Sul	Na captação de Santa Branca (SAEE), no bairro Angola de Cima.	R.B.	R. Paraíba do Sul	23 22 32	45 53 12	152,1	69
2	Captação	SANTA ISABEL	JAGJ00200	Reservatório do Jaguari - UGRHI 02	Ponte na rodovia SP-056 que liga Santa Isabel a Igaratá, no município de Santa Isabel.	R.B.	Res. do Jaguari - UGRHI 02	23 17 27	46 14 02	119,5	72
2	Captação	SÃO JOSÉ DOS CAMPOS	PARB02310	Rio Paraíba do Sul	Na captação de São José dos Campos, no canal de adução com extensão de 750m.	R.B.	R. Paraíba do Sul	23 11 16	45 55 04	1.890,0	42

Tabela 3.3 – Vazões captadas e médias anuais do IAP em 2016. (continua)

UGRHI	Captação/ Transposição	Município do Manancial	Cód. CETESB	Corpo Hídrico	Local	Projeto	Descrição Resumida	Latitude	Longitude	Vazão (L/s)	IAP
2	Captação	TAUBATE	UNNA02800	Rio Una - UGRHI 02	Na captação da SABESP de Taubaté.	R.B.	Rio Una - UGRHI 02	23 01 49	45 30 26	889,5	48
2	Captação	TREMEMBÉ	PARB02490	Rio Paraíba do Sul	Na captação da SABESP em Tremembé, que abastece Taubaté.	R.B.	R. Paraíba do Sul	22 57 40	45 33 10	127,4	51
3	Captação	CARAGUATATUBA	CARO02800	Rio Claro - UGRHI 03	Na captação da SABESP do Baixo Claro.	R.B.	Rio Claro - UGRHI 03	23 42 09	45 29 20	610,0	61
3	Captação	ILHABELA	TOCA02900	Córrego das Tocas	Ponte sobre o córrego da Toca, na Rua Coronel Jose Vicente de Faria Lima, no Bairro Costa Bela, Praia de Barra Velha, em Ilhabela.	R.B.	Cór. Tocas	23 49 08	45 21 21	78,0	77
3	Captação	SÃO SEBASTIAO	SAFO00300	Rio São Francisco	Na captação da SABESP de São Sebastião - Bairro São Francisco.	R.B.	R. S. Francisco	23 45 25	45 25 01	42,0	74
3	Captação	UBATUBA	GRAN00400	Rio Grande - UGRHI 03	Na captação de água bruta da SABESP, no bairro do Horto Florestal, em Ubatuba.	R.B.	Rio Grande	23 23 44	45 07 11	179,0	79
5	Captação	AMERICANA	PCAB02100	Rio Piracicaba	Junto à captação de água de Americana, na localidade de Carioba.	R.B.	R. Piracicaba	22 42 39	47 19 22	1.048,6	50
5	Captação	AMPARO	CMD02300	Rio Camanducaia	Ponte na estrada de acesso ao bairro Climáticas da Bocaina, Km 136,8 da Rod. das Estâncias, a montante da captação de Amparo.	R.B.	R Camanducaia	22 42 09	46 44 58	209,5	54
5	Captação	ATIBAIA	ATIB02010	Rio Atibaia	Junto à captação do município de Atibaia.	R.B.	R. Atibaia	23 06 12	46 32 42	439,1	42
5	Captação	BRAGANCA PAULISTA	JAGR02010	Rio Jaguari - UGRHI 05	Na captação da SABESP de Bragança Paulista, no bairro Curitibaanos.	R.B.	Rio Jaguari - UGRHI 05	22 54 30	46 32 37	375,6	43
5	Transposição	BRAGANCA PAULISTA	JARI00800	Reservatório Jaguari - UGRHI 05	No corpo central do Res. Jaguari, em frente a ilha.	R.B.	Res. Jaguari-05	22 55 40	46 25 27	ND	56
5	Captação	CABREÚVA	IRIS02100	Rio Pirai	Na captação de Cabreúva, no Bairro do Jacaré.	R.B.	Rio Pirai	23 15 43	47 03 28	91,0	68
5	Captação	CAMPINAS	ATIB02065	Rio Atibaia	Na captação de Campinas, na divisa entre os municípios de Campinas e Valinhos.	R.B.	R. Atibaia	22 54 18	46 58 26	3.194,8	41
5	Captação	CAMPINAS	CPIV02130	Rio Capivari	Na captação de Campinas-ETA Capivari na Rodovia dos Bandeirantes.	R.B.	R. Capivari	23 00 22	47 06 00	273,3	31
5	Captação	CAMPO LIMPO PAULISTA	JUNA02010	Rio Jundiá - UGRHI 05	Na captação de Campo Limpo Paulista.	R.B.	Rio Jundiá-05	23 12 30	46 46 07	333,0	31
5	Captação	INDAIATUBA	IRIS02900	Rio Pirai	Na barragem de captação dos municípios de Salto e Indaiatuba.	R.B.	Rio Pirai	23 10 59	47 14 38	729,0	58
5	Captação	ITATIBA	ATIB02030	Rio Atibaia	Na captação de Itatiba. Rua Fioravante Piovani.	R.B.	R. Atibaia	22 58 11	46 50 48	960,0	56
5	Captação	ITUPEVA	CXBU02900	Ribeirão do Caxambu	Na captação de Itupeva.	R.B.	Rib. do Caxambu	23 09 51	47 00 54	42,0	43
5	Captação	JAGUARIUNA	JAGR02300	Rio Jaguari - UGRHI 05	Na captação de Jaguariúna - DAE.	R.B.	Rio Jaguari - UGRHI 05	22 42 44	46 58 17	200,0	45
5	Captação	JUNDIAÍ	JUMI00800	Ribeirão Jundiá-Mirim	Na captação de Jundiá.	R.B.	Rib. Jundiá-Mirim	23 09 30	46 54 34	371,4	67
5	Captação	LIMEIRA	JAGR02800	Rio Jaguari - UGRHI 05	Na captação de Limeira.	R.B.	Rio Jaguari - UGRHI 05	22 39 44	47 16 40	425,7	36
5	Captação	LIMEIRA	PIAL02900	Ribeirão do Pinhal	No canal do Rib.Pinhal na Captação Águas de Limeira.	R.B.	Rib. Pinhal	22 39 35	47 16 33	327,5	66
5	Transposição	NAZARE PAULISTA	RAIN00880	Represa do Rio Atibainha	Em frente as obras de colocação das bombas para captação da reserva técnica, antes da Ensacadeira. Em frente ao muro da estrada que liga Nazaré-Guarulhos.	R.B.	Repr. Atibainha	23 12 35	46 23 10	23.770,0	72
5	Captação	PAULINIA	ATIB02800	Rio Atibaia	Na captação de Sumaré, perto do Mini-Pantanal de Paulínia.	R.B.	R. Atibaia	22 45 41	47 10 24	545,3	47
5	Captação	PAULINIA	JAGR02500	Rio Jaguari - UGRHI 05	Na ponte da rodovia SP-332, próximo às captações de Paulínia e Hortolândia.	R.B.	Rio Jaguari - UGRHI 05	22 41 56	47 09 07	295,0	61
5	Captação	PEDREIRA	JAGR02200	Rio Jaguari - UGRHI 05	Ponte Pênsil, na captação de Pedreira.	R.B.	Rio Jaguari - UGRHI 05	22 44 48	46 53 52	173,9	52
5	Transposição	PIRACAIA	CACH00500	Reservatório do Rio Cachoeira	No meio do corpo central, cerca de 3,5 km da barragem	R.B.	Res.Cachoeira	23 02 01	46 17 24	ND	51

Tabela 3.3 – Vazões captadas e médias anuais do IAP em 2016. (continua)

UGRHI	Captação/ Transposição	Município do Manancial	Cód. CETESB	Corpo Hídrico	Local	Projeto	Descrição Resumida	Latitude	Longitude	Vazão (L/s)	IAP
5	Captação	PIRACICABA	CRUM02500	Rio Corumbataí	Na captação da SEMAE de Piracicaba.	R.B.	R. Corumbataí	22 38 01	47 40 58	1.597,4	40
5	Captação	PIRACICABA	PCAB02220	Rio Piracicaba	Margem esquerda, 2,5 Km a jusante da foz do Rib. Piracicamirim, na captação de Piracicaba.	R.B.	R. Piracicaba	22 42 44	47 38 58	391,5	34
5	Captação	RIO CLARO	CRUM02080	Rio Corumbataí	Na captação da ETA II de Rio Claro.	R.B.	R. Corumbataí	22 19 29	47 33 32	400,0	33
5	Captação	RIO CLARO	LARO02500	Rio Claro - UGRHI 05	Na captação ETA I - Rio Claro, próximo do Horto Florestal	R.B.	Rio Claro - UGRHI 05	22 24 33	47 32 25	534,0	64
5	Captação	SANTA GERTRUDES	GERT02500	Córrego Sta. Gertrudes	Na captação de Santa Gertrudes.	R.B.	Cor. Sta. Gertrudes	22 27 10	47 31 12	42,7	73
5	Captação	VALINHOS	ATIB02035	Rio Atibaia	Na captação de Valinhos.	R.B.	R. Atibaia	22 55 43	46 56 21	175,0	60
5	Transposição	VARGEM	JCRE00500	Reservatório do Rio Jacaré - UGRHI - 5	No corpo central, próximo a sonda do EQAH.	R.B.	Res. R. Jacaré	22 58 16	46 24 03	ND	66
6	Captação	CAIEIRAS	ACLA00500	Reservatório Águas Claras	No Pier do Reserv. Águas Claras-SABESP, na Serra da Cantareira. Estr. Sta Inês s/n, junto a EF-09 CETESB.	R.B.	Res. Águas Claras	23 23 52	46 39 30	14.050,0	74
6	Captação	CAJAMAR	CRIS03400	Ribeirão dos Cristais	Na captação da ETA de Cajamar.	R.B.	Rib. Cristais	23 19 54	46 49 29	80,2	48
6	Captação	CARAPICUIBA	COTI03900	Rio Cotia	No canal de captação de águas para a ETA do Baixo Cotia.	R.B.	Rio Cotia	23 32 25	46 51 45	960,0	21
6	Captação	COTIA	COGR00900	Reservatório das Graças	Na barragem, junto à captação do Alto Cotia.	R.B.	Res. das Graças	23 39 12	46 58 03	1.240,0	58
6	Captação	GUARULHOS	RCAB00900	Reservatório do Cabuçu	Junto à barragem da captação do município de Guarulhos (SAEE).	R.B.	Res. do Cabuçu	23 24 18	46 31 59	56,0	58
6	Captação	GUARULHOS	TGDE00900	Reservatório de Tanque Grande	Junto à barragem, no município de Guarulhos.	R.B.	Res T. Grande	23 22 38	46 27 35	202,0	73
6	Captação/ Transposição	MAIRIPORA	JQUU00900	Reservatório do Juqueri ou Paiva Castro	Ponte Santa Inês, na rodovia que liga Mairiporã à Franco da Rocha	R.B.	Res. Juqueri	23 20 25	46 39 45	ND	66
6	Captação	MOGI DAS CRUZES	JNDI00500	Reservatório do Rio Jundiá - UGRHI 06	No canal de interligação do Res. do Rio Jundiá com o reservatório Taiaçupeba.	R.B.	Res. Jundiá- 06	23 38 57	46 11 52	100,0	41
6	Captação	MOGI DAS CRUZES	TIET02090	Rio Tietê	Na captação principal do município de Mogi das Cruzes	R.B.	Rio Tietê	23 32 55	46 08 09	921,0	18
6	Captação	RIBEIRAO PIRES	RGDE02030	Reservatório do Rio Grande	1 Km depois da desembocadura do Rio Grande ou Jurubatuba, próximo a transposição da SABESP.	R.B.	Res. Rio Grande	23 44 30	46 24 59	ND	31
6	Captação	SÃO BERNARDO DO CAMPO	BIRP00500	Braço do Rio Pequeno	No braço do rio Pequeno, a aproximadamente 2km à montante da Rodovia Caminhos do Mar.	R.B.	Br. R. Pequeno-Res B	23 47 28	46 28 41	5.090,0	62
6	Captação	SÃO BERNARDO DO CAMPO	RGDE02900	Reservatório do Rio Grande	Próximo à rodovia Anchieta, junto à captação da SABESP	R.B.	Res. Rio Grande	23 46 07	46 32 00	4.850,0	70
6	Captação	SÃO PAULO	BITQ00100	Braço do Ribeirão Taquacetuba	Na baía situada no final da R. Tomekichi Inouye (captação da SABESP).	R.B.	Br. Rib. Taquac-Res B	23 50 41	46 39 20	11.630,0	30
6	Captação	SÃO PAULO	GUAR00900	Reservatório do Guarapiranga	Na Captação da SABESP, junto à casa de Bombas.	R.B.	Res. Guarapiranga	23 40 27	46 43 40	13.900,0	49
6	Captação	SUZANO	PEBA00900	Reserv. Taiaçupeba	Na captação da SABESP	R.B.	Res. Taiaçupeba	23 34 43	46 16 41	12.240,0	56
7	Captação	CUBATAO	CFUG02900	Canal de Fuga II da UHE Henry Borden	Canal de fuga II da Usina Hidroelétrica Henry Borden, na saída da turbina da Usina Externa.	R.B.	Canal de Fuga	23 52 36	46 27 09	625,0	46
7	Captação	CUBATAO	CUBA02700	Rio Cubatão	Na ponte Preta, em frente à antiga Estação de Tratamento de Água do Rio Cubatão.	R.B.	R. Cubatão	23 53 18	46 27 19	3.067,0	55
7	Transposição	EMBU-GUAÇU	CAMO00900	Reservatório Capivari-Monos	Junto à Estação de Recalque da SABESP.	R.B.	Res. Cap. Monos	23 55 21	46 43 46	201,4	59
7	Captação	ITANHAEM	BACO02950	Rio Branco (Itanhaém)	Ponte próxima da captação do Mambú-SABESP	R.B.	Rio Branco	24 04 56	46 48 05	1.000,0	74
9	Captação	JABOTICABAL	RICO02600	Córrego Rico - UGRHI 9	Na captação de Jaboticabal (SAEE).	R.B.	Cór. Rico - UGR. 9	21 18 37	48 19 24	217,0	56
9	Captação	MOGI-GUAÇU	MOCA02990	Reservatório Cachoeira de Cima	A montante da barragem da AES - Usina Elétrica de Mogi Guaçu	R.B.	Res. Cach. Cima	22 22 42	46 53 59	575,0	54

Tabela 3.3 – Vazões captadas e médias anuais do IAP em 2016. (conclusão)

UGRHI	Captação/ Transposição	Município do Manancial	Cód. CETESB	Corpo Hídrico	Local	Projeto	Descrição Resumida	Latitude	Longitude	Vazão (L/s)	IAP
9	Captação	PIRASSUNUNGA	MOGU02300	Rio Mogi-Guaçu	Junto à captação da ETA da Academia da Força Aérea, em Pirassununga.	R.B.	Rio Mogi-Guaçu	21 56 30	47 19 11	22,0	40
9	Captação	PIRASSUNUNGA	TELA02700	Córrego Batistela	Na captação da SAEP, no bairro Vila Sta. Fé. Conhecido também como Córrego da Barra. (P17)	R.B.	Cór. Batistela	21 57 12	47 21 59	69,4	43
10	Captação	CERQUILHO	SORO02700	Rio Sorocaba	Na ponte à montante da captação do Município de Cerquilha.	R.B.	Rio Sorocaba	23 10 21	47 47 47	121,8	35
10	Captação	IBIUNA	SOBU02800	Rio Sorocabuçu	Ponte na estrada Bunjiro Nakao, na captação de Ibiúna	R.B.	R.Sorocabuçu	23 39 29	47 12 35	115,0	58
10	Captação	IPERO	SAUI02900	Rio Sarapuí	Ponte na estrada vicinal Iperó/Tatuí, próxima à captação da SABESP de Boituva e Iperó.	R.B.	R. Sarapuí	23 21 10	47 44 16	15,0	40
10	Captação	ITU	PGUI02700	Ribeirão Pirapitingui	Ao lado da captação Águas de Itu, junto a barragem do condomínio Terras de São José.	R.B.	Rib. Pirapitingui	23 17 32	47 16 42	303,0	59
10	Captação	SALTO DE PIRAPORA	PORA02700	Rio Pirapora	Na ponte próxima a captação de Salto de Pirapora	R.B.	R. Pirapora	23 36 53	47 35 56	145,7	40
10	Captação	SAO ROQUE	SOMI02850	Rio Sorocamirim	Ponte na estrada do Cangüera, na captação da SABESP de São Roque	R.B.	R.Sorocamirim	23 37 34	47 11 20	224,0	49
10	Captação	VOTORANTIM	SOIT02900	Reservatório Itupararanga	Próximo a barragem, na estrada que liga Ibiúna a Votorantim.	R.B.	Res.Itupararang	23 36 42	47 23 52	173,0	65
11	Captação	SETE BARRAS	RIBE02900	Rio Ribeira	Ponte na Rod. Empei Hiraide, ao lado da captação da SABESP de Sete Barras, junto do Posto Flu 4F-015.	R.B.	Rio Ribeira	24 23 34	47 55 41	13,3	57
12	Captação	BARRETOS	PITA02450	Ribeirão das Pitangueiras	Na Captação do SAAEB, Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Barretos, no final da rua 18.	R.B.	R. Pitangueiras	20 35 10	48 32 57	ND	63
13	Captação	LENÇÓIS PAULISTA	LENS02500	Rio Lençóis	Na Rua Quinze de Novembro, 1111, na captação do município de Lençóis Paulista.	R.B.	Rio Lençóis	22 35 49	48 48 14	148,4	55
15	Captação	SÃO JOSÉ DO RIO PRETO	RPRE02200	Reservatório do Rio Preto	Na captação da ETA de São José do Rio Preto.	R.B.	Res. Rio Preto	20 48 34	49 22 34	449,0	50
15	Captação	VOTUPORANGA	RMAR02900	Reserv. do Córrego Marinheirinho	No pier da captação do SAEV de Votuporanga.	R.B.	R.Marinheirinho	20 24 19	49 57 24	777,9	70
16	Captação	BAURU	BATA02050	Rio Batalha	Na captação de Bauru.	R.B.	Rio Batalha	22 22 51	49 06 55	501,0	50
17	Captação	OURINHOS	PADO02600	Rio Pardo - UGRHI 17	Na captação de Ourinhos.	R.B.	Rio Pardo	22 57 14	49 52 02	608,0	41
17	Captação	SANTA CRUZ DO RIO PARDO	PADO02500	Rio Pardo - UGRHI 17	Ponte na rodovia ao lado da captação da SABESP, em Santa Cruz do Rio Pardo.	R.B.	Rio Pardo	22 54 15	49 37 09	30,0	50
19	Captação	ARAÇATUBA	BAGU02700	Ribeirão Bagaçu	Na Avenida Bagaçu, 1530, na captação do município de Araçatuba.	R.B.	Rib. Bagaçu	21 13 19	50 25 43	416,7	47
19	Captação	BIRIGUI	XOTE02500	Córrego do Baixote	Na estrada municipal que liga Birigüi a Coroados, na captação de Birigüi.	R.B.	Cór. Baixote	21 18 37	50 18 38	193,0	48
19	Captação	PENAPOLIS	LAGE02500	Ribeirão Lageado	Rua Altino Vaz de Melo, na captação do município de Penápolis.	R.B.	Rib. Lageado	21 26 10	50 03 23	215,5	67
20	Captação	MARILIA	ANOR02300	Córrego da Água Norte	No represamento do manancial de captação de Marília	R.B.	Cór.Agua Norte	22 12 28	49 54 39	19,0	40
20	Captação	MARILIA	CASC02050	Reservatório Cascata	Manancial de captação de Marília, no Bairro Maria Isabel.	R.B.	Res. Cascata	22 12 48	49 55 22	200,0	40
21	Captação	CAIABU	PEIX02600	Rio do Peixe - UGRHI 21	Ponte na estrada que liga Caiabú a Mariápolis, 3km a montante da captação da SABESP de Pres. Prudente.	R.B.	R. do Peixe - UGRHI 21	21 49 31	51 11 51	ND	32
21	Captação	MARILIA	ARPE02800	Reservatório do Arrepêndido	No reservatório do Rio Arrepêndido, na captação de Marília.	R.B.	Res. Arrepêndido	22 19 09	50 01 21	75,0	88
21	Captação	MARILIA	PEIX02100	Rio do Peixe - UGRHI 21	Ponte na rodovia que liga Marília a Assis.	R.B.	R. do Peixe - UGRHI 21	22 18 16	50 03 00	300,0	36

ND- dados não disponibilizados pela concessionária.

O IAP é composto pelo resultado do IQA e pelo ISTO – Índice de Substâncias Tóxicas e Organolépticas, subdividido nos grupos das variáveis tóxicas e das organolépticas.

Em relação aos dois grupos de variáveis que compõem o ISTO, verificou-se em 2016 que o grupo das substâncias tóxicas impôs uma maior influência no resultado do IAP do que o grupo das substâncias organolépticas. Dentro do grupo das Substâncias Tóxicas, o Potencial de Formação de Trihalometanos (PFTHM) e o Número de Células de Cianobactérias foram as variáveis de maior influência na classificação do IAP. No grupo das substâncias organolépticas, os resultados do IAP foram mais influenciados pelas variáveis Ferro Total, Alumínio Total e Manganês Total.

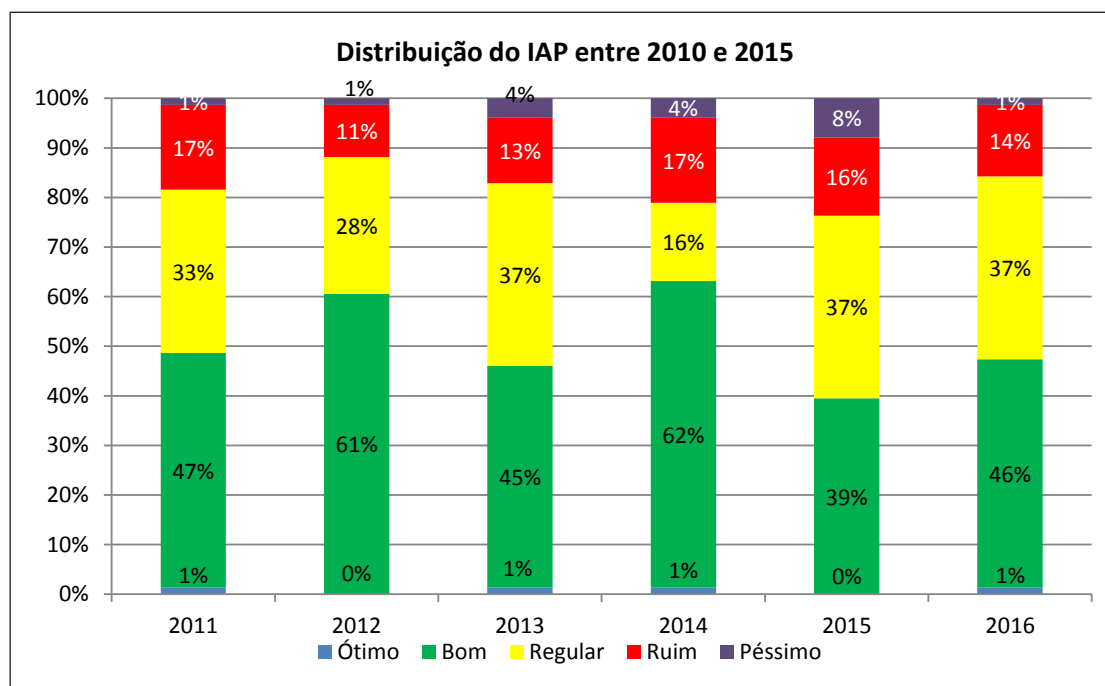
Os resultados do PFTHM estão associados ao carregamento de partículas orgânicas para os corpos d'água, de forma que os valores mais elevados foram obtidos nos meses mais chuvosos (janeiro, fevereiro, novembro e dezembro). Os seguintes pontos, com captações localizadas em rios, obtiveram classificação Ruim ou Péssima em 2016, influenciada pelo PFTHM: PARB 02600 na UGRHI 2; CPVI 02130, CRUM 02080, JAGR 02800, JUNA 02010 e PCAB 02220 na UGRHI 5; COTI 03900, TIET 02050 e TIET 02090 na UGRHI 6; SORO 02700 na UGRHI 10 e PEIX 02100 e PEIX 02600 na UGRHI 21. Dentre os pontos localizados em reservatórios, negativamente influenciados pelo PFTHM, destacam-se o BITQ 00100 e RGDE 02030, no reservatório Billings e no braço do rio Grande, onde os valores para essa variável foram elevados em, no mínimo, 9 das 12 campanhas de amostragem de 2016, além do PEBA 00900, no reservatório Taiaçupeba, e o JNDI 00500, no reservatório Jundiaí. Os pontos PARB 02600, no rio Paraíba do Sul (UGRHI 2) e CPVI 02130 e CRUM 02080, nos rios Capivari e Corumbataí (UGRHI 5) tiveram a classificação do IAP também influenciada pela presença do Ferro, Alumínio e Manganês detectados em elevadas concentrações, em pelo menos uma das campanhas bimestrais. Ressalta-se que no ponto CRUM 02080, em janeiro de 2017, o Chumbo foi detectado na concentração de $0,03 \text{ mg.L}^{-1}$, influenciando negativamente o IAP desse corpo d'água. Finalmente, as classificações Ruim e Péssima para o IQA nos pontos JUNA 02010 (em fevereiro e dezembro) e COTI 03900 (em janeiro, maio, julho e setembro) também influenciaram negativamente o IAP desses pontos.

Já o Número de Células de Cianobactérias, influenciou negativamente os resultados do IAP nos pontos localizados em alguns reservatórios na UGRHI 6, destacando-se o ponto de transposição no braço do Taquacetuba (BITQ 00100), onde os valores mensais para a densidade de cianobactérias mostraram-se superiores a $250.000 \text{ céls mL}^{-1}$, atingindo picos de $980.000 \text{ céls mL}^{-1}$ em março, e de cerca de $500.000 \text{ céls mL}^{-1}$ em agosto e novembro. No ponto de transposição no reservatório Rio Grande (RGDE 02030) registrou-se densidades de cianobactérias de 153.000 e $173.000 \text{ céls mL}^{-1}$ em fevereiro e abril, respectivamente. Na captação do reservatório Guarapiranga (GUAR 00900), as densidades de cianobactérias foram de 118.000 e $116.000 \text{ céls mL}^{-1}$, respectivamente em janeiro e novembro de 2016. Na UGRHI 5, cita-se o reservatório Cachoeira (CACH 00500) onde constatou-se números de células de cianobactérias de 82.495 , 63.588 e $259.905 \text{ céls mL}^{-1}$ em março, maio e novembro, respectivamente.

3.2.2.1 IAP entre 2011 e 2016

No Gráfico 3.3, mostra-se a distribuição do IAP para 76 pontos de captação, onde foi possível calcular o índice para o período de 2011 a 2016.

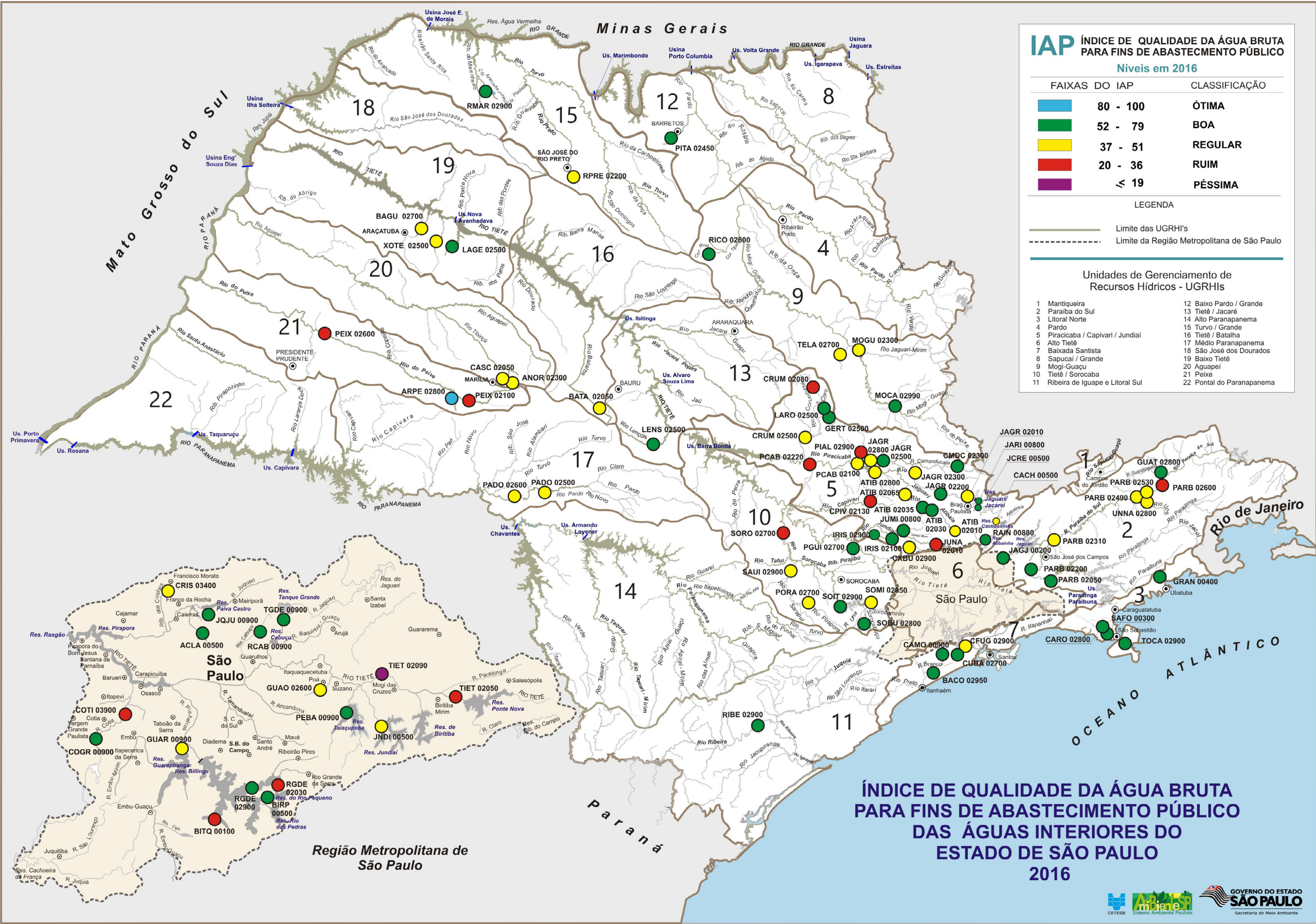
Gráfico 3.3 – Evolução da Distribuição do IAP, no período de 2011 a 2016



O IAP mostrou alternância entre as categorias Boa e Regular, ao longo dos últimos cinco anos, com o aumento de pontos, em 2016, classificados na categoria Boa. Em 2015 a categoria Péssima representava 8 % dos pontos avaliados, sendo que esta caiu para 1 % em 2016, refletindo uma melhora na qualidade da água captada para o abastecimento público. Destaca-se que a distribuição de 2016 é semelhante à de 2011 e 2013.

A tabela completa, com os IAPs anuais de todos os pontos de captação monitorados pela CETESB, no período de 2011 a 2016, consta no Apêndice M.

Mapa 3.2 – IAP – 2016 nas captações superficiais monitoradas pela CETESB.

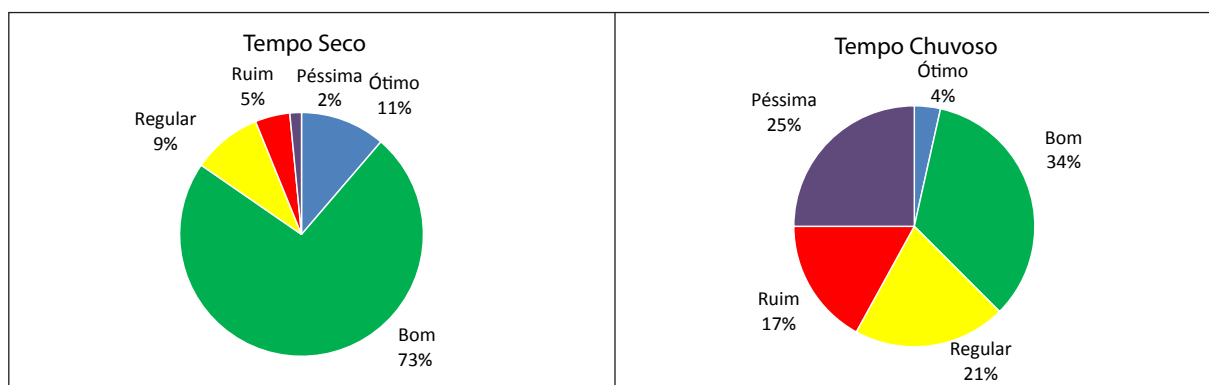


Setor de Águas Interiores

3.2.2.2 Influência da sazonalidade na distribuição porcentual das categorias do IAP

Conforme anteriormente mencionado, a distribuição das chuvas no Estado de São Paulo caracteriza-se por dois períodos distintos: a época de seca, estendendo-se de abril a setembro, e a época chuvosa, com início em outubro e final em março. Como a qualidade das águas nos pontos de captação pode ser influenciada pela sazonalidade, foram calculados os percentuais dos IAPs mensais dos pontos monitorados em 2016 (Figura 3.2).

Figura 3.2 – Distribuição porcentual das categorias do IAP em função da época do ano em 2016



No geral, evidencia-se melhora na qualidade da água bruta destinada ao abastecimento público no período seco, com 84 % dos pontos classificados nas categorias Boa e Ótima. A piora no tempo chuvoso, evidenciado pelo aumento significativo das categorias Ruim e Péssimo, relaciona-se, possivelmente aos valores elevados do Potencial de Formação de Trihalometanos (PFTHM) e dos metais Ferro Alumínio e Manganês, associados com a lixiviação do material edáfico para os corpos d'água em eventos de elevadas precipitações pluviométricas, processo intensificado na ausência de, mata ciliar. Em reservatórios, a constatação de valores elevados do Número de Células de Cianobactérias também influenciou negativamente o IAP, porém, independente do efeito da sazonalidade, pois foram registrados valores elevados tanto no período chuvoso como no período seco. O aumento da densidade destes organismos está relacionado a fatores abióticos (como nutrientes P e N, temperatura e luminosidade) que atuam na sua proliferação.

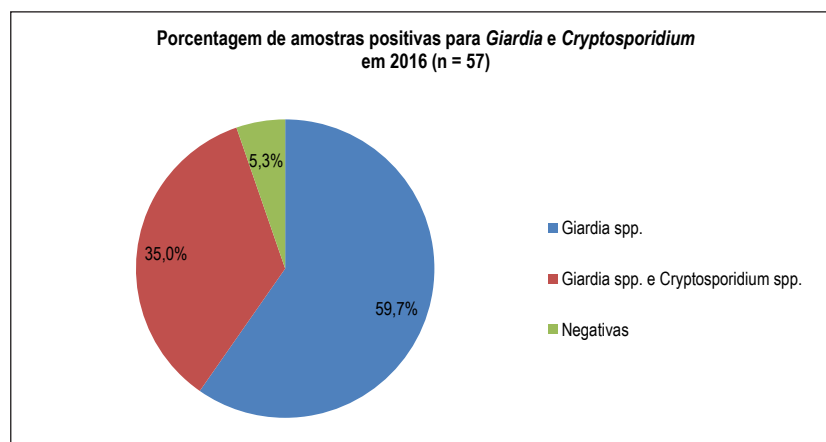
3.2.2.3 Monitoramento de *Giardia* spp. e *Cryptosporidium* spp.

Os ensaios de *Giardia* spp. e *Cryptosporidium* spp. foram inseridos na Rede de Monitoramento em 2014, como parâmetro adicional para avaliar a qualidade de mananciais, considerando que a partir de dezembro de 2013, de acordo com a Portaria 2914/2011 do Ministério da Saúde, as análises desses protozoários passaram a ser obrigatórias em mananciais superficiais com médias geométricas anuais de *Escherichia coli* superiores ou iguais a 1.000 UFC/100mL.

Em 2016, o monitoramento de *Giardia* spp. e *Cryptosporidium* spp. foi realizado em 10 pontos de captação, localizados em 5 diferentes UGRHs do Estado de São Paulo. Em cada ponto, foram realizadas de cinco a seis amostragens com periodicidade bimestral, totalizando 57 amostras analisadas (Tabela 3.4). Os locais de coleta foram selecionados em conjunto com o Centro de Vigilância Sanitária da Secretaria de Estado de Saúde do Estado de São Paulo (CVS/SES-SP), priorizando as captações com maiores médias desses parasitas nos monitoramentos realizados em 2014 e 2015. Por esse critério, foram mantidos cinco pontos e adicionados 5 novos, devido à elevada média geométrica de *E. coli* observada em 2015.

Do total de amostras analisadas, apenas 3 (5,3%) apresentaram-se negativas simultaneamente para *Giardia* spp. e *Cryptosporidium* spp. A porcentagem de amostras positivas para *Giardia* spp. foi de 94,7%, dentre as quais, 35% também foram positivas para *Cryptosporidium* spp. (Gráfico 3.4).

Gráfico 3.4 – Porcentagem de amostras positivas para os protozoários *Giardia* spp. e *Cryptosporidium* spp. em pontos de captação do estado de São Paulo - 2016



A Tabela 3.4 mostra as concentrações médias, máximas e mínimas para esses dois protozoários, bem como a média geométrica de *E.coli*, por ponto amostral em 2016. Para o cálculo das médias aritméticas de *Giardia* spp. e *Cryptosporidium* spp., os resultados abaixo do limite de quantificação (LQ < 0,1) foram considerados como 0,07 (oo)cistos, que corresponde ao valor de LQ dividido por raiz de 2.

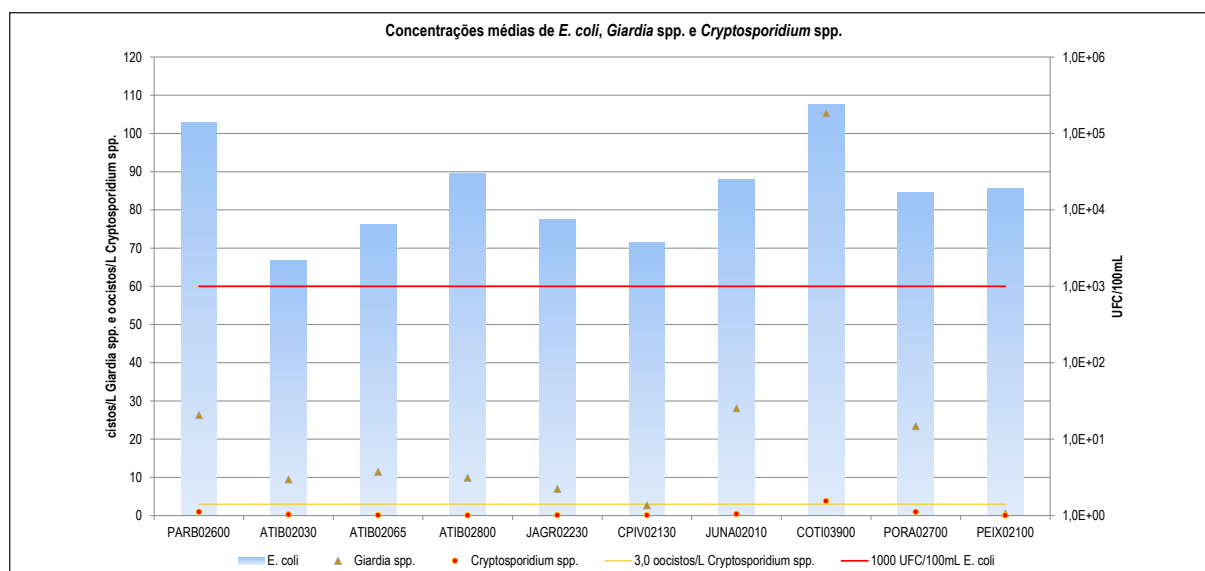
Tabela 3.4 – Concentrações médias de *E. coli*, *Giardia* spp. e *Cryptosporidium* spp. em pontos de captação de água para consumo humano do estado de São Paulo em 2016.

UGRHI	Corpo Hídrico	Ponto	Descrição do Ponto	Nº de Amostras	Resultados		
					<i>E. coli</i> ^a UFC/100mL	<i>Giardia</i> ^b (Max - Min) cistos/L	<i>Cryptosporidium</i> ^b (Max-Min) oocistos/L
2	Rio Paraíba do Sul	PARB02600	Captação de Aparecida	5	140.000	26,3 (43,4 - 6,2)	1,0 (3,1 - < 1)
5	Rio Atibaia	ATIB02030	Captação de Itatiba	5	2.200	9,5 (20 - 2,1)	0,3 (1,1 - < 0,1)
		ATIB02065	Captação de Campinas	5	6.400	11,5 (20,9 - 3,8)	0,1 (0,1 - < 1)
		ATIB02800	Captação de Sumaré	6	30.000	9,9 (27 - 0,7)	ND ^c (< 1)
5	Rio Jaguari	JAGR02200	Captação de Pedreira	6	7.500	7,0 (11,2 - 1,5)	0,1 (0,1 - < 1)
5	Rio Capivari	CPIV02130	Captação de Campinas	6	3.800	2,7 (6 - < 1)	0,1 (0,2 - < 1)
5	Rio Jundiá	JUNA02010	Captação de Campo Limpo Paulista	6	25.000	28,1 (35,6 - 15,6)	0,4 (0,8 - < 1)
6	Rio Cotia	COTI03900	Captação do Baixo Cotia	6	240.000	105,3 (152,6 - 74,9)	3,8 (9,4 - < 1)
10	Rio Pirapora	PORA02700	Captação de Salto de Pirapora	6	17.000	23,4 (104,9 - 1,8)	0,1 (0,2 - < 1)
21	Rio do Peixe	PEIX02100	Captação de Marília	6	19.000	0,6 (1,1 - < 1)	ND ^c (< 1)

^a Média geométrica ^b Média aritmética, Max: máximo, Min: mínimo ^c ND: Não detectado

Todos os pontos avaliados além de apresentarem média geométrica de *E. coli* acima de 1000 UFC/100mL (Gráfico 3.5), limite da Portaria 2914/2011 acima do qual se requer análise de protozoários no manancial, não atenderam também à Resolução CONAMA 357/2005 quanto ao padrão estabelecido para esse parâmetro para corpos d' água Classe 2, destinados ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional (Decisão de Diretoria 112/2013/E, de 9-4-2013 que estabelece os valores limites para *E. coli* para avaliação da qualidade dos corpos de águas do território do Estado de São Paulo). Para pontos de captação, as concentrações de *E. coli*, não devem exceder os limites de 600 UFP/100mL para rios classe 2 e 2400 UFP/mL para classe 3, em 80% ou mais de pelo menos seis amostras coletadas. Em todas as captações analisadas, as concentrações de *E. coli* atingiram a ordem de 10^4 UFC/100mL, enquanto que nas captações do Baixo Cotia, Aparecida, Campo Limpo Paulista e Salto de Pirapora, observaram-se concentrações na ordem de 10^5 UFC/100mL.

Gráfico 3.5 – Concentrações médias de *E. coli*, cistos de *Giardia* spp., oocistos de *Cryptosporidium* spp. em pontos de captação no ano de 2016.



* As linhas preta e vermelha indicam, respectivamente, o limite para a concentração de *E. coli* (média geométrica anual maior ou igual a 1.000 UFC/100 mL) e para a concentração de oocistos de *Cryptosporidium* spp. (média aritmética maior ou igual a 3,0 oocistos/L) nos pontos de captação de água de acordo com a Portaria MS 2914/2011.

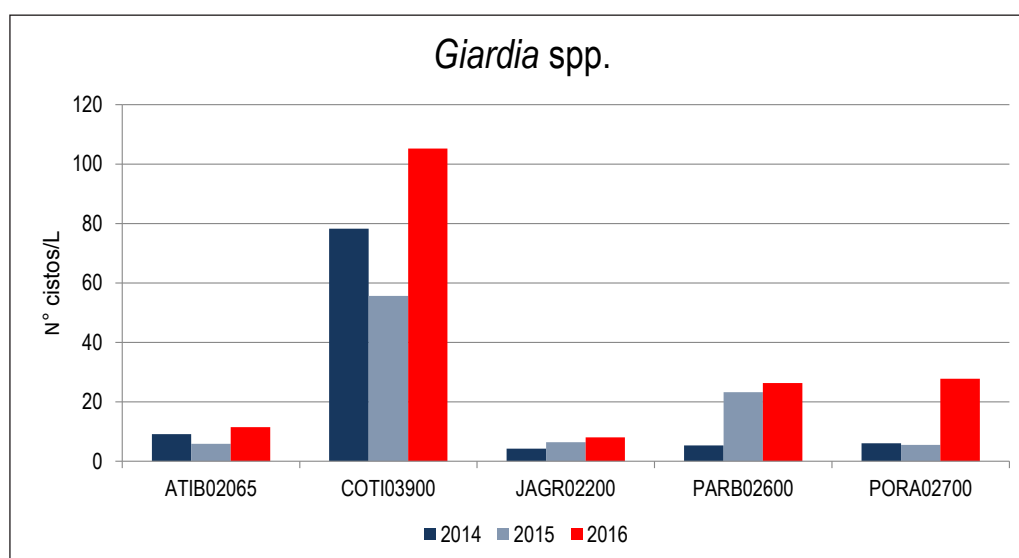
As captações do Baixo Cotia, Aparecida, Campo Limpo Paulista e Salto de Pirapora também apresentaram as concentrações mais elevadas de *Giardia* spp, com médias superiores a 20 cistos/L, sendo que no Baixo Cotia e em Salto de Pirapora as densidades máximas superaram 100 cistos/L. Na avaliação do histórico dos pontos amostrados nos últimos três anos, constatou-se um aumento nas concentrações médias anuais de *Giardia* spp. nos cinco pontos de captação analisados nos últimos três anos (Gráfico 3.6). A deterioração na qualidade da água foi mais evidente nas captações do Baixo Cotia e de Salto de Pirapora.

É importante mencionar ainda que apesar da Portaria MS 2914/2011 requerer a análise de *Giardia* spp, a mesma não fixa nenhum limite para esse protozoário. No entanto, para garantir a qualidade da água de consumo humano, de acordo com os critérios internacionais (USEPA, 1989, Health Canada, 2012), embasados em uma abordagem de avaliação de risco, os sistemas produtores de água tratada devem garantir no processo de tratamento uma remoção de no mínimo de 3 logs e/ou inativação de cistos de *Giardia* spp., sendo que a meta é a ausência deste protozoário na água tratada.

Muitos mananciais, dependendo do seu nível de contaminação, irão requerer uma redução maior de logs para manter um nível de risco ou carga de doenças tolerável para a população que consome a água procedente desses corpos d'água. O risco tolerável de infecção anual estabelecido pela USEPA para água de consumo humano e adotado internacionalmente é de 10^{-4} (1 caso de infecção para 10.000 pessoas). A Organização Mundial da Saúde (OMS) dentro do Plano de Segurança da Água estabelece como meta de carga dessas doenças diarreicas 10^{-6} DALY/pessoa/ano (Anos de vida perdidos por morte prematura ou incapacidade ajustados a expectativa de vida ideal) (WHO, 2011; Health Canada, 2012). Considerando os critérios recomendados pelo Canadá, que usa a abordagem de DALYs, valores acima de 0,34 cistos/L de *Giardia* spp em sistemas de tratamento que garantam apenas 3 logs de redução representariam riscos maiores que 10^{-6} DALY/pessoa/ano (Health Canada, 2012). As concentrações médias de *Giardia* spp nos pontos analisados estiveram entre 0,56 e 105,25 oocistos/L, reforçando a importância da avaliação da eficiência dos processos de tratamento em remover ou inativar esses patógenos, bem como a implementação de ações integradas de prevenção e controle que minimizem o impacto das cargas poluidoras nesses locais.

Ressalta-se ainda que de acordo com a Portaria MS 2914/2011, compete ao responsável pelo sistema de abastecimento de água para consumo manter avaliação sistemática do sistema sob a perspectiva dos riscos à saúde, determinando não somente o controle laboratorial, mas, também, elementos de boas práticas em abastecimento de água e princípios da análise de risco.

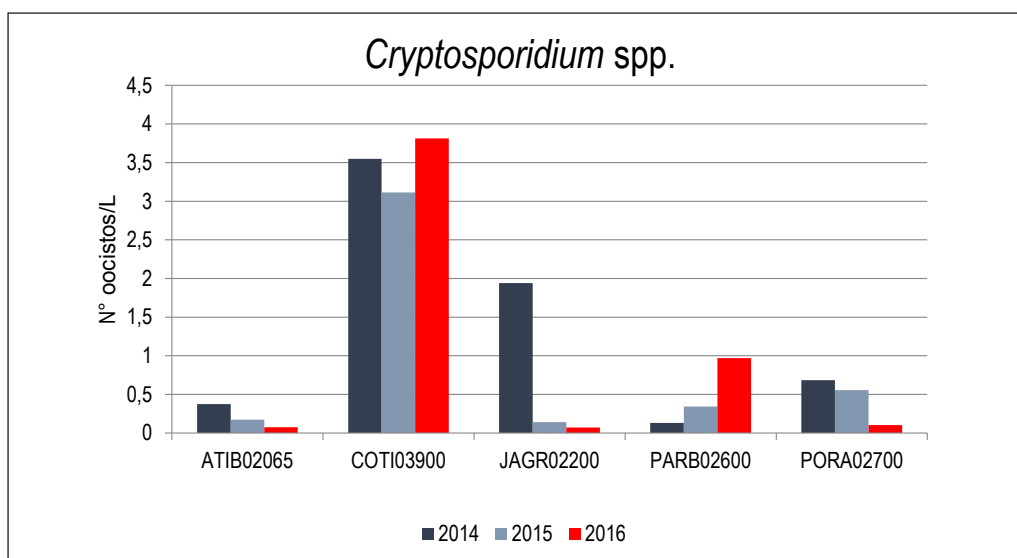
Gráfico 3.6 – Concentrações médias de cistos de *Giardia* spp. em pontos de captação em amostragens realizadas nos anos de 2014 a 2016.



Com relação à contaminação por *Cryptosporidium* spp., houve aumento nas concentrações médias nos pontos dos mananciais de Baixo Cotia e Aparecida, quando comparadas ao ano de 2015 (Gráfico 3.7). Apenas a captação do Baixo Cotia apresentou médias anuais de *Cryptosporidium* spp. superiores a 3,0 oocistos/L. Nestes casos, conforme recomendação da Portaria MS 2914/2011, o sistema produtor de água deve obter efluente, em filtração rápida, com valor de turbidez menor ou igual a 0,3 NTU em 95% das amostras mensais ou empregar processo de desinfecção que comprovadamente alcance a mesma eficiência de remoção de

oocistos de *Cryptosporidium* spp. Embora o presente monitoramento não atenda a periodicidade de análises recomendada pela Portaria MS 2914/2011 (24 amostras no período mínimo de 12 meses e máximo de 24 meses), a média aritmética de oocistos *Cryptosporidium* spp. na captação do Baixo Cotia, considerando as avaliações realizadas em 2014, 2015 e 2016, se manteve superior a 3,0 oocistos/L, sendo observadas concentrações máximas de 6,9, 12 e 9,4 oocistos/L nos respectivos anos.

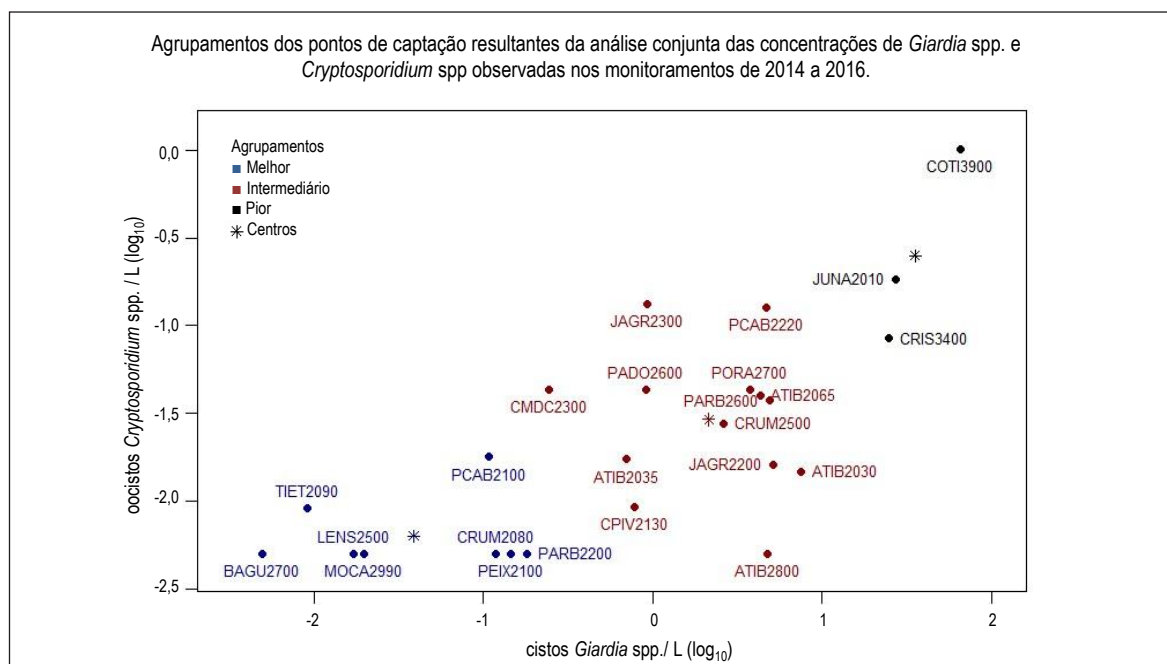
Gráfico 3.7 – Concentrações médias de oocistos de *Cryptosporidium* spp. em pontos de captação em amostragens realizadas nos anos de 2014 a 2016.



A Legislação Americana estabelece critérios de tratamento para a remoção desses protozoários nos sistemas produtores de água potável baseados em faixas de concentração média de oocistos de *Cryptosporidium* spp. (0,075; 0,075 - <1,0; 1,0 - <3,0; >3,0) obtidas nos mananciais (USEPA, 2006). Esses critérios foram desenvolvidos com base em estudos de avaliação quantitativa de risco microbiológico (AQRM), sendo o risco de infecção anual tolerável de 1 caso de criptosporidiose em um grupo de 10.000 indivíduos (10^{-4}). Dentre os pontos analisados, todos os mananciais estiveram na faixa de 0,075 a 1 oocisto/L (classificação 2), exceto o manancial do Baixo Cotia que apresentou concentração média de *Cryptosporidium* spp. acima de 3,0 oocistos/L (classificação 4), portanto, de acordo com a Legislação Americana, que tem forte enfoque na tratabilidade, os processos de tratamento aplicados nessas captações devem garantir remoção superior a 4,0 e 5,5 logs de oocistos, respectivamente (USEPA, 2006).

A análise conjunta das concentrações de *Giardia* spp. e *Cryptosporidium* spp. a partir dos resultados de todos os pontos monitorados desde 2014, possibilitou a distinção de três agrupamentos principais (Figura 3.3). O grupo formado pelos pontos das captações do Baixo Cotia (COTI3900), Ribeirão dos Cristais (CRIS3400) e do Campo Limpo Paulista (JUNA2010) exibiram as maiores concentrações dos parasitas, sendo definidos como de pior qualidade. No agrupamento caracterizado como de qualidade intermediária, foi assinalada a maioria dos pontos amostrados, tendo concentrações moderadas de *Giardia* spp. e baixa contaminação por *Cryptosporidium* spp. No agrupamento dos pontos de melhor qualidade, apesar das densidades médias de *E. coli* acima de 1000 UFC/100 mL, observaram-se as menores concentrações dos protozoários.

Figura 3.3 – Agrupamentos dos pontos de captação resultantes da análise conjunta das concentrações de *Giardia* spp. e *Cryptosporidium* spp. observadas nos monitoramentos de 2014 a 2016.



Todos os mananciais avaliados em 2016 demonstram contaminação por efluente doméstico, evidenciada pelas elevadas concentrações médias de *E. coli*, constantemente superiores a 1000 UFC/100mL, além da presença do protozoário *Giardia* spp. em quase todas as amostras analisadas. Neste sentido, estes resultados evidenciam a necessidade de uma política de gestão de risco, visando à proteção dos mananciais e aprimoramento dos sistemas de tratamento de água e esgoto, com a implantação de medidas que garantam a qualidade da água fornecida à população. De acordo com o Plano de Segurança da Água da OMS, o estabelecimento de medidas de proteção do sistema de abastecimento de água é possibilitado pela conjugação de diversos fatores como evidências epidemiológicas, avaliação quantitativa de risco químico e microbiológico, estabelecimento de nível de risco ou carga de doença tolerável e avaliação de desempenho do tratamento e da qualidade da água. Os resultados do monitoramento ambiental de *Giardia* spp. e *Cryptosporidium* spp. configuram-se como evidências epidemiológicas importantes, mas que precisam ser complementadas por evidências quantificáveis de incidência ou prevalência das doenças de veiculação hídrica e por dados de eficiência de tratamento e assim direcionar o estabelecimento de medidas de controle apropriadas.

3.2.3 IVA – Índice de qualidade das águas para a proteção da vida aquática

O IVA foi calculado em 362 pontos da rede básica, incluindo corpos d'água enquadrados na Classe 04 da Resolução CONAMA 357/05, cujo histórico de classificação do IQA situa-se entre Regular e Bom e cujos resultados não exibiram efeito tóxico para *Vibrio fischeri* (Sistema Microtox®).

No Mapa 3.3 são mostrados os corpos d'água e as médias anuais do IVA calculados em 2016. A conceituação do IVA e as variáveis integrantes de sua composição estão descritos no Capítulo 1; a metodologia de cálculo está detalhada no Apêndice D.

3.2.3.1 Distribuição percentual das categorias do IVA por UGRHI

A Tabela 3.5 mostra a distribuição percentual das categorias do IVA, calculados a partir das médias anuais dos pontos de amostragem, agrupados por UGRHI.

Tabela 3.5 – Distribuição percentual das categorias do IVA por UGRHI em 2016

UGRHI	Descrição da UGRHI	Número de pontos de amostragem 2016	% de pontos em cada categoria do IVA				
			ÓTIMA	BOA	REGULAR	RUIM	PÉSSIMA
1	MANTIQUEIRA	4		50	50		
2	PARAIBA DO SUL	28	7	46	43	4	
3	LITORAL NORTE	12	25	67	8		
4	PARDO	9	11	44	33	11	
5	PIRACICABA/CAPIVARI/JUNDIAI	78	5	27	42	24	1
6	ALTO TIÊTE	40		20	20	35	25
7	BAIXADA SANTISTA	8	13	38	25	25	
8	SAPUCAI/GRANDE	13	38	23	38		
9	MOGI GUAÇU	35	17	46	20	17	
10	SOROCABA/MEDIO TIETE	20	5	15	50	25	5
11	RIBEIRA DE IGUAPE/LITORAL SUL	11	45	45	9		
12	BAIXO PARDO/GRANDE	7		29	29	29	14
13	TIETE/JACARÉ	13	8	31	38	23	
14	ALTO PARANAPANEMA	10	20	60		20	
15	TURVO/GRANDE	17	6	18	65	6	6
16	TIETE/BATALHA	9	11	33	44	11	
17	MEDIO PARANAPANEMA	8	38	50	13		
18	SAO JOSE DOS DOURADOS	6	33	33	17	17	
19	BAIXO TIÊTE	11	55	27	18		
20	AGUAPEI	10		70	30		
21	PEIXE	5	20	80			
22	PONTAL DO PARANAPANEMA	8	13	38	50		
ESTADO DE SÃO PAULO		362	13	35	32	16	4

Os dados indicaram melhora na qualidade da água para fins de proteção da vida aquática, uma vez que as categorias Ótima, Boa e Regular contabilizaram 80% dos pontos monitorados em 2016, revelando um aumento de 13% deste grupo de categorias em relação a 2015. Destacaram-se as UGRHI 3, 11, 17, 19 e 21 cujo percentual de pontos classificados nas categorias Ótima e Boa variou de 88 a 100%. As UGRHI 4, 7, 8, 9, 14, 18 e 22 indicaram mais de 50% dos pontos classificados nas categorias Ótima e Boa. As UGRHI 6 e 12, exibiram 60 e 43% dos pontos classificados nas categorias Ruim e Péssima, respectivamente. Na comparação com 2015, contudo, ressaltam-se as UGRHI 5 e 10, cuja porcentagem de pontos classificados nas categorias Ruim e Péssima denotara uma redução de cerca de 50%.

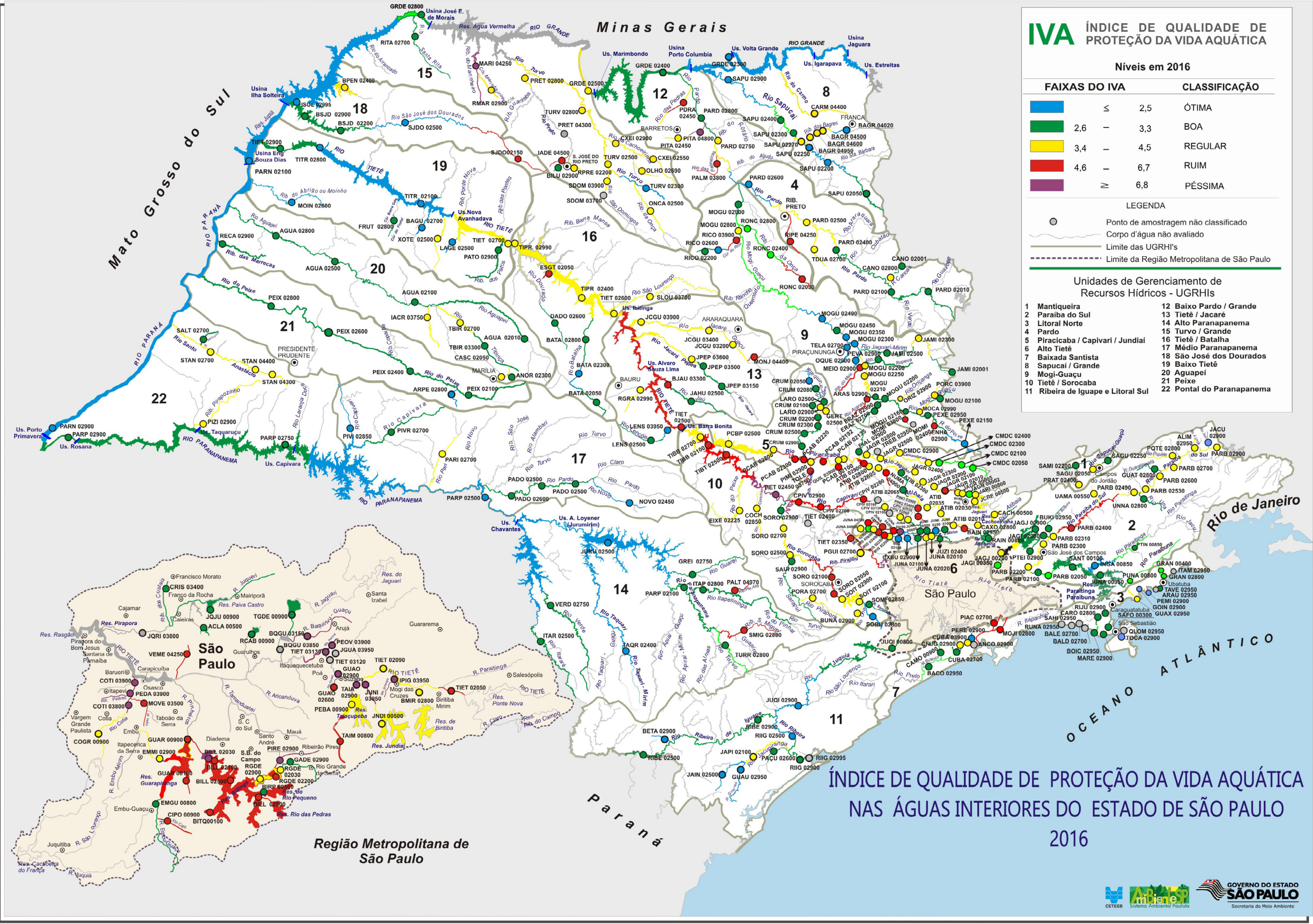
Os resultados do IVA podem ser influenciados negativamente, pelo grau de trofia, pela presença de substâncias tóxicas e pela alteração de parâmetros essenciais à vida aquática (pH, Oxigênio Dissolvido e Toxicidade).

Em relação ao estado trófico, as classificações entre Meso e Hipereutrófico influenciaram 84% dos pontos em, pelo menos, uma das campanhas realizadas em 2016. Desse universo, 25% tiveram a classificação anual entre os estados Eutrófico e Hipereutrófico. O efeito tóxico para organismos aquáticos influenciou o IVA em 53% dos pontos, sendo que três mostraram efeito agudo em mais da metade das campanhas: rio Baquirivu (BQGU 03150) e ribeirão Perová (PEOV 03950) na UGRHI 06 e rio Jundiá (JUNA 04200) na UGRHI 05. Os níveis de Oxigênio Dissolvido influenciaram o resultado do IVA em 38% dos pontos, sendo que 38% desse universo indicou níveis de Oxigênio Dissolvido menor que 3 mg L^{-1} em pelo menos uma campanha. Dez pontos mostraram níveis de OD menor que 3 mg L^{-1} em metade ou mais das campanhas (BAIN 02950 e JAGR 02100 na UGRH 05, CIPO 00900, COTI 03800, GUAO 02900, JUNI 03950, PIRE 02900, TAIA 02900 na UGRHI 6, ARAS 02900 na UGRHI 09 e BJAU 03300 na UGRHI 13). Já as substâncias tóxicas exibiram alguma influência em 10% dos pontos em, pelo menos, uma das campanhas executadas em 2016. Os surfactantes influenciaram 35% desses pontos, principalmente nos rios de Classe 03 localizados na UGRHI 06. Os pontos BQGU 03150 e PEOV 03900 além dos surfactantes, foram também influenciados pela presença de metais (Chumbo, Cobre dissolvido e Níquel). O ponto PIAC 02700 foi influenciado em duas campanhas pelos metais Cádmio e Níquel sendo que os demais pontos pelos metais em apenas uma campanha.

Para a avaliação do IVA em 2016, inclui-se 20 pontos distribuídos em 11 UGRHI no Estado. Destes, 17 foram classificados nas categorias Ótima, Boa e Regular e 3 nas categorias Ruim (GUAO 02600 na UGRHI 06, relacionado aos níveis de Oxigênio Dissolvido, PDRA 02450 na UGRHI 04, devido ao estado super e hipertrófico e BJAU 03300 na UGRHI 13, devido aos níveis de Oxigênio Dissolvido e estado mesotrófico).

Entre os pontos enquadrados na Classe 04, 19 pontos foram avaliados para o IVA. Destes, apenas o ponto BAGR 04020 na UGRHI 08 classificou-se na categoria Ótima. Nas categorias Ruim e Péssima, encontram-se 11 pontos que correspondem a 15% do total classificados nestas categorias. O estado trófico atuou em todos os pontos classificados nessas categorias. A menor influência constatou-se nos pontos RIPE 04250 na UGRHI 04 e PALT 04970 com classificação anual mesotrófica. Nove pontos exibiram efeito tóxico para o teste de toxicidade a organismos aquáticos, sendo que quatro expuseram efeito agudo em pelo menos uma campanha (RIPE 04250 na UGRHI 04, JUNA 04190, JUNA 04200 na UGRHI 05 e MARI 04250 na UGRHI 15). O Oxigênio Dissolvido influenciou 7 pontos, sendo que em quatro os níveis de OD foram menores que 3 mg L^{-1} em pelo menos uma campanha (JUNA 04190 na UGRHI 05, PITA 04800 na UGRHI 12, MONJ 04400 na UGRHI 13 e PALT 04970). Os metais (Chumbo, Níquel e Zinco) influenciaram em uma campanha no ponto JUNA 04700, sendo que os demais 7 foram classificados na categoria Regular.

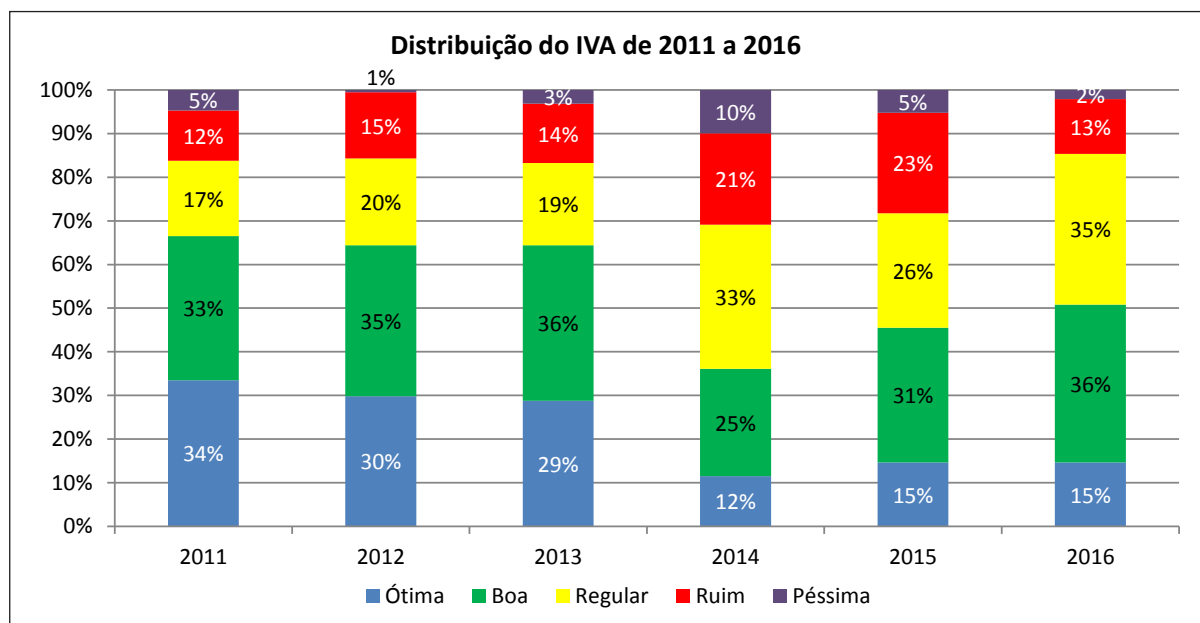
Mapa 3.3 – Médias anuais do IVA para o ano de 2016.



3.2.3.2 IVA entre 2011 e 2016

O Gráfico 3.8 mostra a evolução da distribuição do IVA de 2011 a 2016, em 191 pontos com resultados em todo período.

Gráfico 3.8 – Evolução da Distribuição do IVA, no período de 2011 a 2016.



A distribuição das categorias do IVA indicou um aumento de 9 e 5 % dos pontos classificados nas categorias Regular e Boa, em relação a 2015. Além disso, houve redução de 3 % nos classificados na categoria Péssima em relação ao ano anterior. Considerando as categorias Boa e Ótima, nota-se uma melhora progressiva da qualidade da água, a partir de 2014, quando a porcentagem de pontos nessas categorias subiu de 37 % para 51 %, em 2016. Contudo, a qualidade da água ainda não retornou aos patamares observados em 2011 a 2013 quando, constatou-se, em média, 66% dos pontos foram classificados nas categorias Boa e Ótima.

A tabela completa, com os IVAs anuais de todos os pontos monitorados pela CETESB, quando calculado, no período de 2011 a 2016, consta no Apêndice M.

O IVA não foi calculado em ambientes com água salobra, devido ao Teste de Toxicidade não ser apropriado para esta matriz, como também em pontos localizados nas UGRHI 5 e 10 cujos resultados de Oxigênio Dissolvido permaneceram abaixo de 3 mg L⁻¹ em praticamente 100% do tempo nos últimos anos, indicando, assim, qualidade comprometida para a vida aquática.

3.2.4 IET – Índice de Estado Trófico

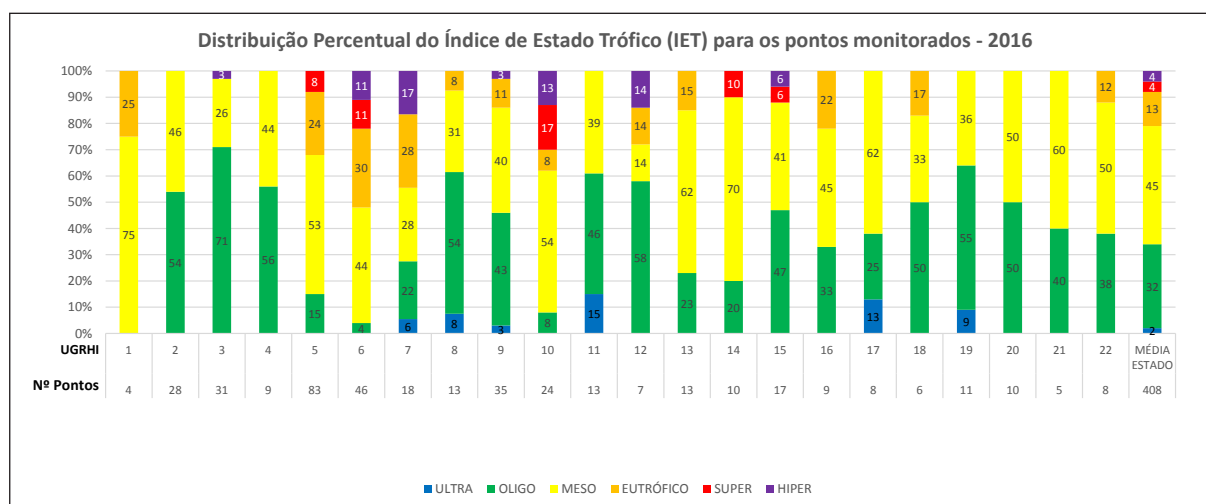
O IET - Índice de Estado Trófico classifica os corpos d'água em diferentes graus de trofia, ou seja, avalia a qualidade da água quanto ao enriquecimento por nutrientes e seu efeito, relacionado ao crescimento excessivo de algas e Cianobactérias.

Em 2016, o IET foi calculado com os valores de Fósforo Total e de Clorofila *a* em 408 pontos, significando uma ampliação de 5% quando comparado a 2015. Do conjunto avaliado em 2016, nas 22 UGRHI do Estado

de São Paulo, 37 pontos de amostragem localizam-se em corpos d'água enquadrados na classe Especial; 313 na Classe 2; 39 na Classe 3 e 19 na Classe 4. Estes últimos foram monitorados, a fim de verificar, através de seu histórico, uma possível proposta de alteração de sua atual classe de enquadramento.

O Gráfico 3.9 mostra a distribuição percentual do Índice de Estado Trófico (IET) por UGRHI no Estado de São Paulo, considerando-se os 408 pontos amostrados.

Gráfico 3.9 – Distribuição Percentual do Índice de Estado Trófico por UGRHI no Estado de São Paulo em 2016.



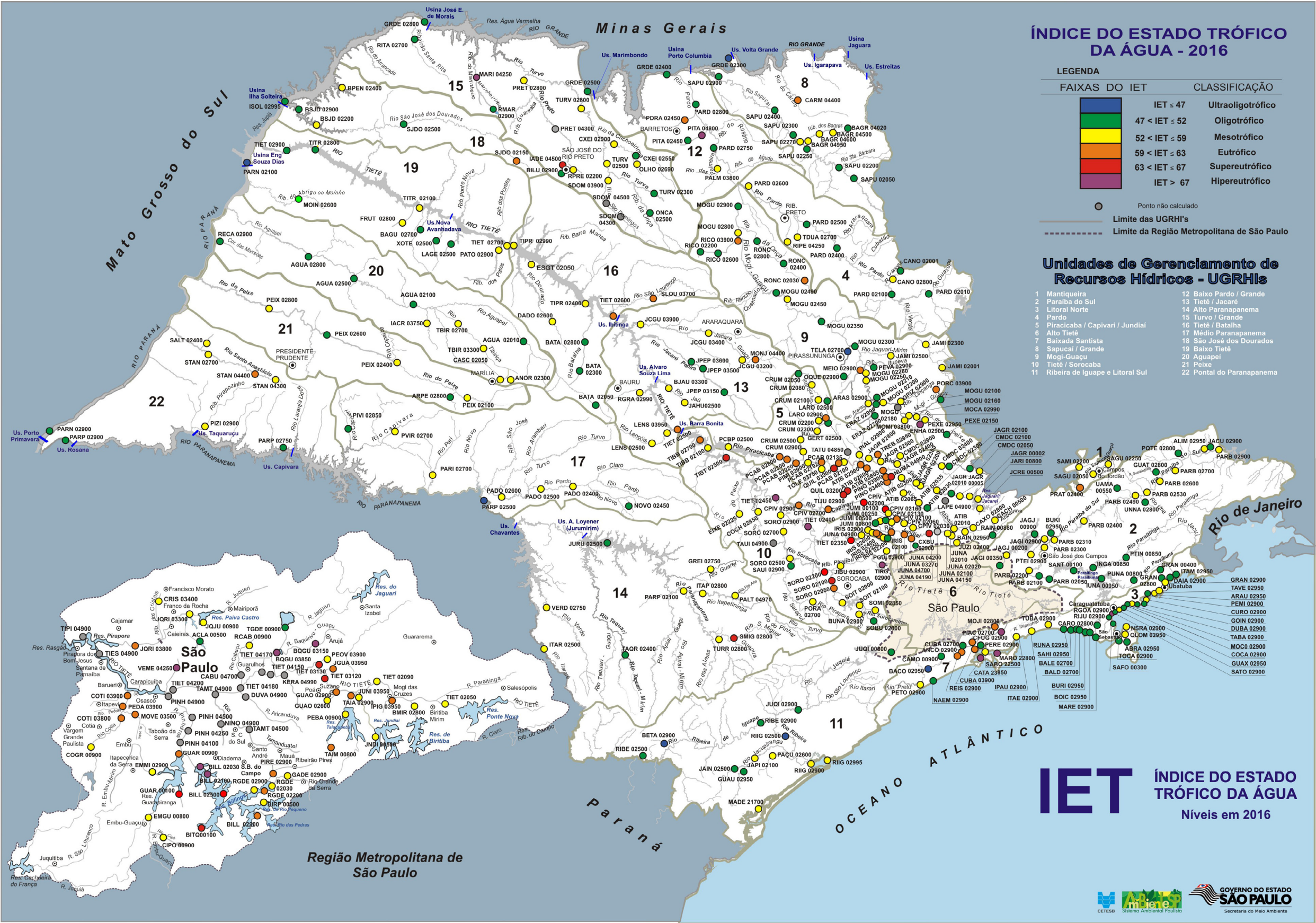
Em 2016, a porcentagem de pontos exibindo condição média anual entre Ultraoligotrófica e Oligotrófica, consideradas de baixa trofia, foi de 34%, Mesotrófica, consideradas em processo de eutrofização, foi de 45% e os eutrofizados (Eutrófico, Supereutrófico e Hipereutrófico) somaram 21%.

Comparado aos resultados de 2015, dos 387 pontos coincidentes, 254 mantiveram as mesmas condições tróficas; 104 pontos exibiram melhora e apenas 29 evidenciaram piora na sua classificação. Destes, 34% ainda se encontram com baixa trofia, 44% em processo de eutrofização e 22% eutrofizados. De um modo geral, em relação ao ano anterior, houve uma redução de 8% nos considerados eutrofizados. Em todas as UGRHI, com exceção da 6, a maioria dos pontos exibem condições de baixa e média trofia. Apenas quatro UGRHI destacaram-se pelo número de pontos que já se encontram eutrofizados: UGRHI 5, 6, 7 e 10, onde se constatou, em 2016, pontos com melhora significativa.

Na avaliação da condição trófica dos corpos d'água do Estado de São Paulo, foi possível observar que os reservatórios se encontram mais eutrofizados que os rios, exibindo uma porcentagem maior de pontos com elevado grau de eutrofização.

Neste ano, diferentemente dos dois anteriores, não se constatou uma influência direta da intensidade das chuvas sobre a eutrofização das águas. Destaca-se a UGRHI 7 que registrou 75% das chuvas esperadas e dessa forma exibiu, em alguns pontos, a influência da redução da pluviosidade. No Mapa do Estado de São Paulo (Mapa 3.4), indicam-se os corpos d'água e as médias anuais do IET calculadas, em 2016, para os 408 pontos de amostragem.

Mapa 3.4 – Médias anuais do IET para o ano de 2016.



Os pontos PRAT 02400, localizado no rio da Prata – UGRHI 1, no município de Santo Antônio do Pinhal, classificado como Eutrófico; SMIG 02800, localizado no rio São Miguel Arcanjo - UGRHI 14, no município de São Miguel Arcanjo, classificado como Supereutrófico e RGOA 02900, localizado no rio Lagoa – UGRHI 3, no município de Caraguatatuba, classificado como Hipereutrófico, apresentaram valores elevados de Fósforo Total e de *Escherichia coli*, indicando o impacto do lançamento de efluentes doméstico. Tanto no rio da Prata como no rio São Miguel Arcanjo, a Clorofila *a* foi a variável de maior peso na classificação do IET, relacionada, possivelmente, ao lançamento de efluentes das Estações de Tratamento de Esgotos (ETE), localizadas a montante, ambas com lagoas de estabilização, com consequente desenvolvimento do fitoplâncton e/ou cianobactérias. O ponto SMIG02800, no entanto, vem exibindo melhora desde 2013, em função do controle das fontes de poluição.

Os pontos SLOU 03700, no rio São Lourenço e SJDO 02150, no rio São José dos Dourados, que também se encontram a jusante de ETes, foram classificados como Eutróficos, sendo a Clorofila *a* o parâmetro que mais influenciou esta classificação. Portanto, os efluentes tratados, provenientes das lagoas de aeração das ETes, acarretaram índices elevados de clorofila *a*, bem como concentrações elevadas de Fósforo Total e de *E. coli*.

Na Região do Paraíba do Sul (UGRHI 2), a maioria dos pontos foi classificada como de baixa trofia (Oligotrófico) e alguns como em processo de eutrofização (Mesotrófico). Três pontos, um no rio Paraíba do Sul (PARB 02200), localizado na captação de Jacareí, outro no rio Jaguari (JAGI 02900) e o terceiro no reservatório do Jaguari (JAGJ 00200), mostraram piora em relação ao ano anterior (de Oligotrófico para Mesotrófico), sendo o Fósforo Total a variável responsável por esta condição trófica. Em todos os três pontos, elevada presença da bactéria *E. coli*, na maioria das campanhas, indicam o impacto relacionado ao lançamento de efluentes domésticos.

Na UGRHI 5, com 83 pontos monitorados, 68% mostraram condição de baixa a média trofia e 32% eutrofizados, sendo que apenas 6% dos pontos exibiram piora em relação a 2015. Em 2016, 45% dos pontos melhoraram em relação ao ano anterior, como o córrego Santa Gertrudes e os rios Atibaia, Capivari, Corumbataí, Piracicaba e Pirai.

Na UGRHI 6, com 46 pontos monitorados, 52% estão eutrofizados (maior porcentagem em todo o Estado de São Paulo). Em relação ao ano anterior, foi possível constatar que 22% exibiram melhora e 9%, piora. Entre aqueles que exibiram melhora, destacam-se: os reservatórios do Tanque Grande (TGDE 00900), do Rio Grande (RGDE 02030) e do Jundiá (JNDI 00500), os ribeirões Ipiranga (IPIG 03950) e Pires (PIRE 02900) e os rios Embu-Mirim (EMMI 02900) e Tietê (TIET 02050). Destacam-se três pontos: rios Jundiá (JUNI 03950), Taiaçupeba-Açu (TAIA 02900) e Tietê (TIET 03120), que, apesar da melhora, ainda exibem valores elevados de Fósforo Total, como outras variáveis indicativas de impactos por efluentes domésticos.

Na UGRHI 7, com 18 pontos monitorados, 55% caracterizaram-se na condição de baixa e média trofia e 45% eutrofizados. Os pontos nos rios Catarina Moraes (CATA 23850), Santo Amaro (MARO 22800) e Piaçaguera (PIAC 02700) estão extremamente eutrofizados (Hipereutrófico). Nos dois primeiros, a presença da bactéria *E. coli* e de outras variáveis tais como Fósforo Total, Clorofila *a*, Carbono Orgânico Total em concentrações elevadas e de Oxigênio Dissolvido extremamente baixos direcionam para a contaminação por esgotos domésticos. No rio Piaçaguera existe uma direta influência da atividade industrial, sobretudo de empresas de fertilizantes, verificando-se concentrações de Fósforo extremamente elevadas, superando em março, o limite de 0,1mgL⁻¹ em mais de 900 vezes. Em relação ao ano anterior, esta UGRHI exibiu a maior porcentagem de piora, embora ainda muitos pontos estejam nas classificações Oligotrófica e Mesotrófica.

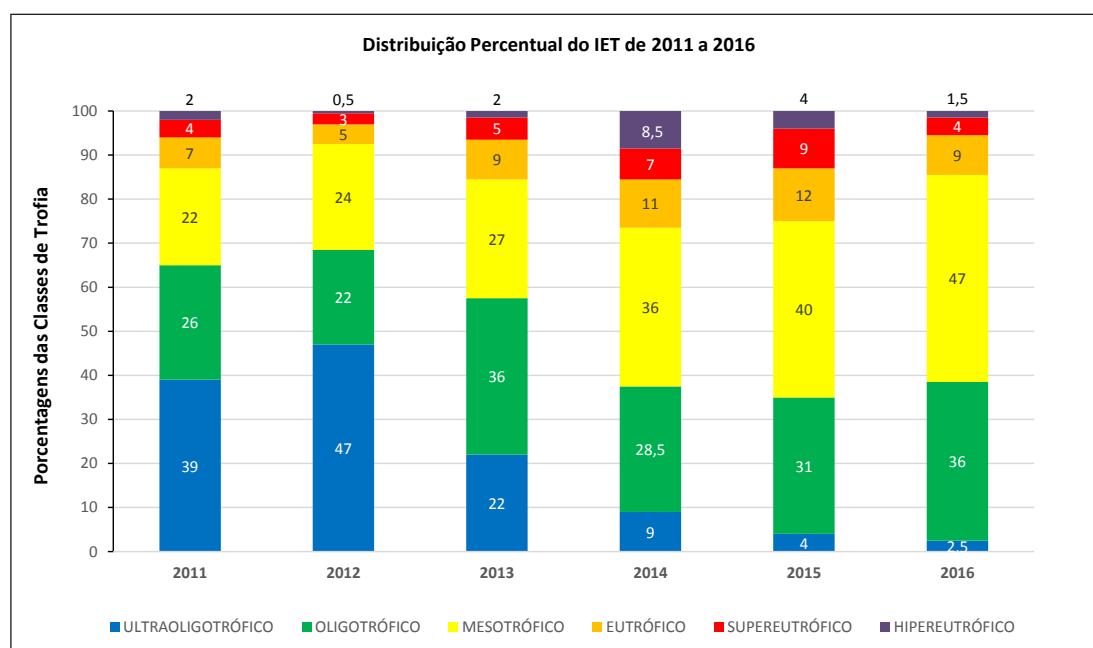
Na UGRHI 9, cinco pontos destacaram-se devido ao grau de eutrofização. São eles: ribeirão da Penha (ENHA02900), córrego Rico (RICO 03900), ribeirão das Onças (RONC 02030), ribeirão do Meio (MEIO 02900) e ribeirão dos Porcos (PORC 03900). Com exceção do ENHA 02900 que manteve sua condição Hipereutrófica como no ano anterior, os demais exibiram melhora significativa, sendo classificados como Eutróficos. Os dois primeiros *opus cit.*, localizados a jusante das ETEs de Itapira e de Jaboticabal, respectivamente, indicaram a necessidade de melhoria da eficiência da ETE, assim como para o ribeirão do Meio, receptor de efluentes do município de Leme. Os ribeirões das Onças e dos Porcos, apesar da melhora, ainda se encontram eutrofizados, provavelmente devido às atividades agrícolas, praticadas no entorno, contribuindo tanto com nutrientes como com a Clorofila *a*, advinda das barragens, ambientes propícios para o crescimento da comunidade fitoplanctônica.

Na UGRHI 10, dos 24 pontos monitorados, 62% com condição de baixa a média trofia e 38% eutrofizados. Em relação ao ano anterior, esta UGRHI exibiu a maior porcentagem de melhora (46%), sendo os rios Sorocaba, das Conchas, Pirajibú, Pirapora e Sarapuí e os reservatórios de Barra Bonita e Itupararanga que contribuíram para este cenário. Apesar da melhora observada, alguns ainda sugerem indicativos de impactos devido ao lançamento de efluentes domésticos, embora parte da carga de Fósforo Total também possa se originar de atividades industrial e/ou agrícola.

A condição trófica dos pontos do trecho final do rio Tietê: TIET 02500, localizado na UGRHI 13, e TIET 02600, localizado na UGRHI 16 relacionam-se às concentrações de Fósforo Total e de Clorofila *a*. Em ambos os pontos, os reservatórios de Bariri e Ibatinga respectivamente, localizados a montante, propiciaram um ambiente adequado para o desenvolvimento da comunidade fitoplanctônica.

Na avaliação da evolução histórica da distribuição percentual do Estado Trófico médio anual, no período de 2011 a 2016 (Gráfico 3.10), selecionaram-se os 194 pontos, com disponibilidade dos resultados do Índice de Estado Trófico, nesses anos. Ressalta-se que nesse histórico, consideraram-se os pontos enquadrados nas classes especial, 1, 2 e 3, (a legislação prevê a proteção da vida aquática).

Gráfico 3.10 – Evolução da Distribuição do Índice de Estado Trófico - 2011 a 2016



Considerando-se os pontos monitorados ao longo dos últimos seis anos (Gráfico 3.10), observou-se um aumento dos pontos eutrofizados (Eutrófico, Supereutrófico e Hipereutrófico) nos anos de 2014 e 2015, que coincidiu com a crise hídrica. Em 2016, houve uma diminuição dos pontos eutrofizados. Desde 2011 constatou-se um aumento em relação aos pontos considerados Mesotróficos, além de uma diminuição acentuada da classificação Ultraoligotrófica, neste período.

Na Tabela 3.6, a seguir, são apresentadas as médias anuais do IET para alguns pontos nos quais as tendências de melhora ou piora da qualidade das águas foram significativas em relação à eutrofização para o período de 2011 a 2016. Para a avaliação da tendência empregou-se a função “linha de tendência estatística linear” disponível no software Excel, considerando-se significativo o valor do Coeficiente de Determinação (R^2), a partir de 0,5. Não foram considerados nessa avaliação pontos que variaram suas classificações apenas entre as classes ultraoligotrófica e oligotrófica, devido à possível interferência de diferenças nos limites de quantificação dos métodos empregados. Observa-se que dos 194 pontos com histórico do IET desde 2011, 66 apresentaram uma tendência temporal definida, sendo apenas dois com tendência de melhora.

Tabela 3.6 – Tendências do IET em pontos com piora e melhora significativas, entre 2011 e 2016. (continua)

UGRHI	Código	Manancial	2011	2012	2013	2014	2015	2016	Tendência
2	JAGI02900	Rio Jaguari - UGRHI 02	46	40	47	51	52	53	P
	PARB02200	Rio Paraíba do Sul	40	45	39	51	52	54	P
	PARB02300		43	43	45	52	53	56	P
	PARB02310		46	53	48	55	56	56	P
	PARB02400		42	51	50	54	54	56	P
	PARB02490		47	47	51	54	54	56	P
	PARB02530		44	48	48	54	54	56	P
	PARB02600		46	53	48	54	54	56	P
	PTEIO02900	Rio Paratei	46	47	48	52	53	54	P
4	PARD02500	Rio Pardo - UGRHI 4 e 12	46	45	48	57	54	52	P
	PARD02600		48	43	50	57	55	53	P
5	ATIB02010	Rio Atibaia	44	43	47	53	54	53	P
	ATIB02030		43	43	49	53	54	52	P
	ATIB02605		52	53	55	67	64	60	P
	ATIB02800		53	52	55	66	65	60	P
	CMDC02300	Rio Camanducaia	41	45	51	54	52	52	P
	CRUM02080	Rio Corumbataí	50	47	54	58	56	56	P
	CRUM02200		48	53	57	62	63	56	P
	CRUM02500		43	49	57	62	62	55	P
	IRIS02900	Rio Pirai	48	47	53	56	55	54	P
	JAGR02300	Rio Jaguari - UGRHI 05	42	42	46	56	55	54	P
	JAGR02500		51	45	53	57	57	55	P
	JAGR02800		45	47	53	59	59	55	P
	JUNA02020	Rio Jundiá - UGRHI 05	51	51	51	61	56	58	P
	PIAL02900	Ribeirão do Pinhal	48	49	54	51	55	53	P

Tabela 3.6 – Tendências do IET em pontos com piora e melhora significativas, entre 2011 e 2016. (conclusão)

UGRHI	Código	Manancial	2011	2012	2013	2014	2015	2016	Tendência
6	BILL02500	Reservatório Billings	62	61	65	63	64	65	P
	BILL02900		57	58	60	60	60	63	P
	BITQ00100	Braço do Rib. Taquacetuba	59	58	64	65	65	64	P
	COGR00900	Reservatório das Graças	53	52	55	56	56	56	P
	CRIS03400	Ribeirão dos Cristais	44	45	46	49	51	53	P
	EMGU00800	Rio Embu-Guaçu	49	46	47	51	50	53	P
	GADE02900	Rio Grande ou Jurubatuba	45	49	48	54	57	53	P
	RCAB00900	Reservatório do Cabuçu	52	51	54	57	56	56	P
	TAIM00800	Rio Taiaçupeba-Mirim	58	54	59	62	62	62	P
	TGDE00900	Reserv. de Tanque Grande	50	47	51	54	53	52	P
9	ERAZ02700	Ribeirão Ferraz	47	40	49	53	52	52	P
	ERAZ02990		44	41	51	57	53	52	P
	JAMI02500	Rio Jaguari-Mirim	46	45	51	54	53	56	P
	MOCA02990	Reserv. Cachoeira de Cima	52	48	52	54	55	54	P
	MOGU02160	Rio Mogi-Guaçu	44	38	54	57	56	56	P
	MOGU02250		46	48	50	57	53	55	P
	MOGU02260		43	47	52	58	54	55	P
	MOGU02450		41	48	53	57	53	53	P
	MOGU02490		45	45	53	56	53	52	P
	ORIZ02900	Rio Oriçanga	42	42	51	62	58	54	P
	PEXE02150	Rio do Peixe-UGRHI 10	48	45	52	55	54	52	P
	RONC02030	Ribeirão das Onças (UGRHI 9)	66	64	65	64	64	63	M
10	PORA02700	Rio Pirapora	46	50	53	50	60	59	P
	SAUI02900	Rio Sarapuí	44	41	44	47	53	52	P
	SORO02900	Rio Sorocaba	49	49	49	52	55	53	P
	TIET02350	Rio Tietê	61	54	63	72	67	67	P
	TIET02450		60	63	69	71	70	68	P
11	JAPI02100	Rio Jacupiranga	51	54	53	60	62	58	P
	RIBE02500	Rio Ribeira	41	48	49	57	57	52	P
13	LENS02500	Rio Lençóis	43	43	50	50	55	53	P
	RGRA02990	Ribeirão Grande	49	57	53	57	58	58	P
14	GREI02700	Rio Guareí	49	45	45	54	52	54	P
15	PRET02800	Rio Preto - UGRHI 15	41	45	42	47	53	54	P
	TURV02500	Rio Turvo - UGRHI 15	47	47	50	60	58	55	P
	TURV02800		47	48	47	54	52	53	P
16	TIET02600	Rio Tietê	55	55	58	64	65	60	P
	TIPR02990	Reservatório de Promissão	52	48	50	53	63	58	P
17	PADO02500	Rio Pardo - UGRHI 17	44	47	45	48	55	53	P
	PADO02600		46	48	48	52	55	54	P
19	BAGU02700	Ribeirão Bagaçu	46	39	43	51	53	50	P
20	CASC02050	Reservatório Cascata	60	59	61	59	56	56	M

P = tendência de piora

M = tendência de melhora

O registro de pontos com tendência de piora deve-se, parcialmente, ao impacto da estiagem em 2014 e 2015, acarretando menor diluição dos efluentes com nutrientes, com menor vazão em rios e volume em reservatórios e consequente piora na classificação de trofia dos diversos locais monitorados, da série histórica avaliada (2011 a 2016).

Os rios Jaguari, Paraíba do Sul e Parateí (UGRHI 2) e o rio Pardo (UGRHI 4) exibiram tendência significativa de piora na evolução histórica, porém, em direção à condição Mesotrófica.

Na UGRHI 5, os pontos localizados nos rios Atibaia, Camanducaia, Corumbataí, Pirai, Jaguari e Jundiá e o ribeirão do Pinhal, embora com tendência à piora, ainda estão, na maioria, classificados como Mesotróficos. Apenas 2 pontos no rio Atibaia (ATIB 02605 e ATIB 02800), apesar da melhora em 2016, ainda se encontram eutrofizados, com indícios de contaminação por efluentes domésticos. Ressalta-se o ATIB 02800 - está localizado à captação de água para utilização no abastecimento público, do município de Sumaré.

Na UGRHI 6, exibiram tendência significativa à piora, 10 pontos localizados nos reservatórios Billings, das Graças, Cabuçu e Tanque Grande, ribeirão dos Cristais e rios Embu-Guaçu, Jurubatuba e Taiaçupeba-Mirim. Destes, com exceção do Billings, (BILL 02500, BILL 02900 e BITQ 00100) e o rio Taiaçupeba-Mirim que mostram condição trófica elevada, a maioria encontra-se em processo de eutrofização.

Na UGRHI 9, 12 pontos revelaram tendência significativa à piora; a maioria classificados como de baixa a média trofia, à exceção no ribeirão das Onças (RONC 02030), considerado extremamente eutrofizado, mas que exibiu uma tendência de melhora, com classificação Eutrófica em 2016.

Na UGRHI 10, 5 pontos assinalaram tendências significativas à piora; a maioria classificadas como de baixa a média trofia, à exceção dos pontos no rio Tietê (TIET 02350 e TIET 02450) considerados extremamente eutrofizados, entretanto mantendo as classificações anteriores.

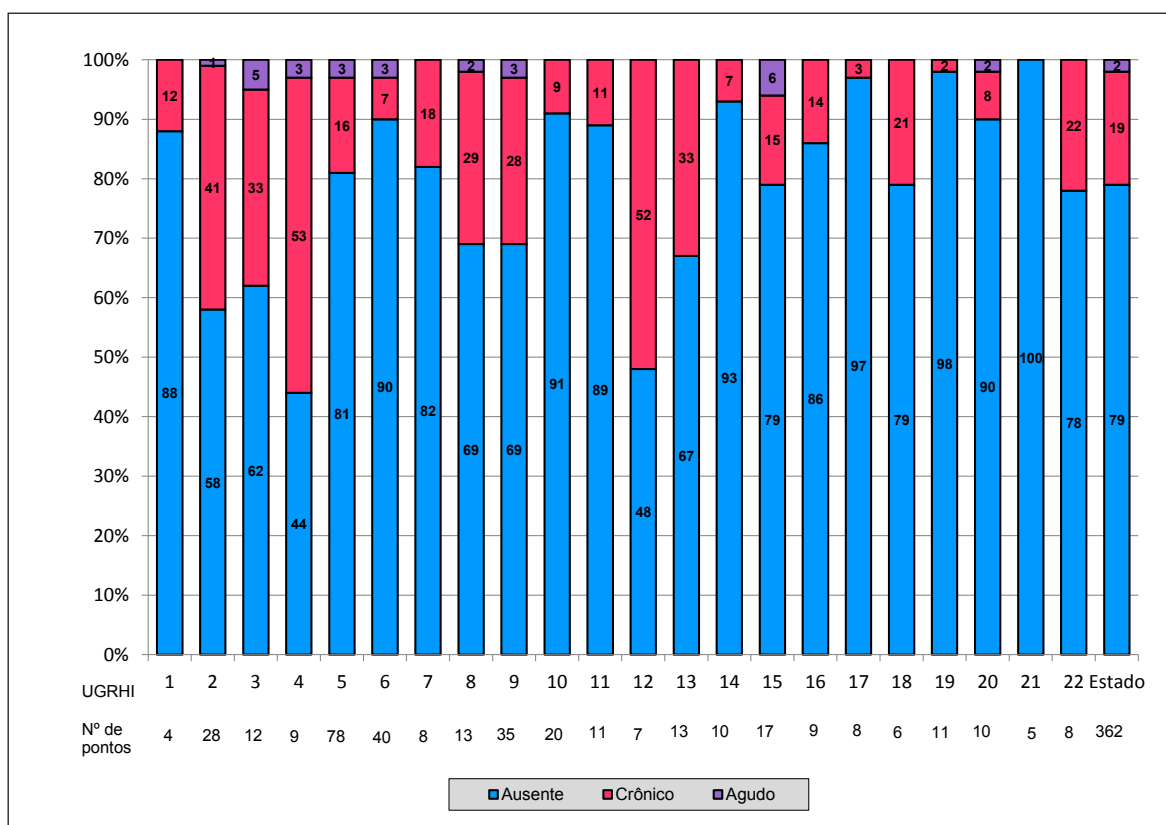
Nas UGRHI 11, 13, 14, 15, 16, 17 e 19 os pontos que pioraram significativamente, tiveram classificações na condição Mesotrófica, com exceção do rio Tietê (TIET 02600). Este, apesar de tendência à piora, exibiu melhora atingindo a condição Eutrófica, em 2016. O reservatório Cascata (CASC 02050 – UGRHI 20) melhorou de Eutrófico para Mesotrófico.

Em 2016, a melhora das condições tróficas em alguns pontos monitorados em corpos d'água em relação ao ano anterior, reflete em melhorias também em pontos a jusante.

3.2.5 Análise da toxicidade

3.2.5.1 Ensaios ecotoxicológicos com o microcrustáceo *Ceriodaphnia dubia*

A verificação da ocorrência de efeitos tóxicos utilizada pela CETESB avalia as condições de qualidade das águas de rios e reservatórios, para a proteção das comunidades aquáticas. Em 2016, realizaram-se ensaios ecotoxicológicos com o microcrustáceo *Ceriodaphnia dubia* em 362 pontos de monitoramento no Estado de São Paulo. Dentre os pontos monitorados, 19 estão enquadrados na classe 4, que, segundo a legislação brasileira, não haveria necessidade de avaliar sua toxicidade. Entretanto, esta avaliação ecotoxicológica pode ser útil em eventuais propostas de reenquadramento desses corpos d'água. O Gráfico 3.11 exibe uma síntese dos resultados obtidos contendo a distribuição percentual da ocorrência de cada efeito tóxico (crônico ou agudo) nos ensaios realizados, em cada UGRHI, assim como o percentual total para o Estado.

Gráfico 3.11 – Distribuição percentual de efeito tóxico observado em 2016 em cada UGRHI e no Estado de São Paulo

No Gráfico 3.11 constata-se que somente na UGRHI 21 não se encontrou qualquer efeito tóxico em 2016, em cinco pontos monitorados, indicando a adequação das águas, em termos Ecotoxicológicos. As piores condições de qualidade de água registraram-se nas UGRHI 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 12, 13, 15 e 20, com percentuais de ocorrência de toxicidade crônica acima de 22% e/ou toxicidade aguda nas águas.

As UGRHI 4 e 12, cujo rio principal é o Pardo, revelaram toxicidade superior a 50% das amostras. No entanto, os efeitos tóxicos observados não se correlacionaram com os resultados das análises químicas efetuadas, podendo estar associados a outras substâncias não avaliadas.

De 26 pontos, pertencentes a nove UGRHI, registrou-se toxicidade aguda em 31 amostras, em 2016. Destacam-se alguns locais mais críticos nas UGRHI 5 e 6, com 9 e 8 destas ocorrências, respectivamente. Na primeira, no rio Jundiá, em Itupeva (JUNA 04190 e JUNA 04200), registrou-se toxicidade aguda em junho e agosto, como também toxicidade aguda no JUNA 02020 (em Campo Limpo Paulista) e JUNA 03270 (em Itaici) em agosto. No JUNA 02020 detectou-se Cobre Dissolvido, em concentração suficientemente elevadas para causar o efeito tóxico observado. Além disso, nesses pontos constatarem-se elevados valores de *Escherichia coli*, indicando presença efluentes domésticos, além da recepção de efluentes industriais tratados da região.

Na UGRHI 6, menciona-se a ocorrência de toxicidade aguda no ribeirão Perová (PEOV 03900), município de Itaquapecetuba, em três amostras, conforme constatado nos últimos anos. Tais efeitos relacionaram-se, possivelmente, às concentrações dos metais: Cobre Dissolvido, Alumínio Dissolvido, Níquel e Zinco) detectados na água. O rio Baquirivu-Guaçu (BQGU 03150), em Arujá, mostrou toxicidade aguda, em maio e julho. Conforme verificado em anos anteriores, detectaram-se os metais Cobre Dissolvido, Chumbo,

Níquel e Zinco) como também Amônia, em concentrações capazes de causar efeitos tóxicos. Ressalta-se que este corpo d'água tem apresentado toxicidade aguda desde 2000, e que já foi realizado um estudo de AIT (Avaliação e Identificação de Toxicidade) em suas águas, o qual identificou como agentes tóxicos o Zinco e os Compostos Orgânicos não polares (CETESB, 2005).

Constatou-se uma melhora ecotoxicológica, na UGRHI 7 (Baixada Santista), destacando-se os pontos do Canal de Fuga (CFUG 02900) e do rio Moji (MOJI 02800) sem toxicidade, em 2016. Menciona-se que, a partir de janeiro de 2016, os pontos com salinidade igual ou maior do que 2, como verificado nos rios Cubatão (CUBA 03900) e Piaçaguera (PIAC 02700), tiveram seus resultados cancelados. A salinidade elevada pode ocasionar a letalidade dos organismos-teste, interferindo nos resultados dos ensaios.

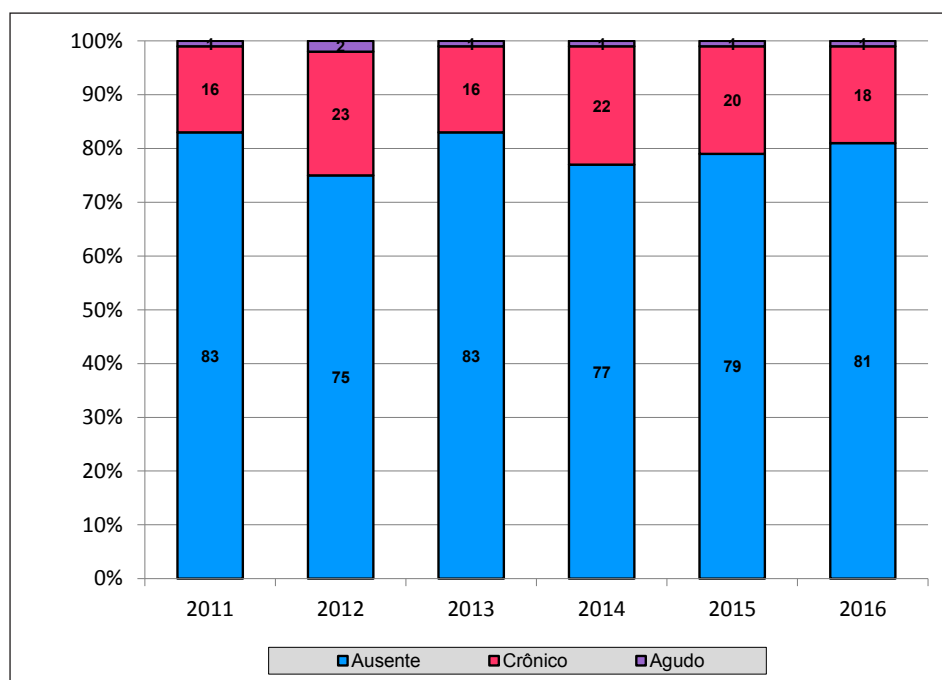
Os resultados de toxicidade dos sistemas Cantareira, Billings, Guarapiranga e Alto Tietê serão tratados no item "Avaliação da qualidade dos principais corpos hídricos do Estado de São Paulo".

Conforme efetuado no ano anterior, em 2016, nos pontos de dureza abaixo de $10 \text{ mgL}^{-1} \text{ CaCO}_3$, como os reservatórios das Graças (COGR 00900), Capivari-Monos (CAMO 00900) (a partir de maio), e o rio Juquiá (JUQI 00800 e JUQI 02900), procedeu-se a um ajuste da dureza da amostra para $20 \text{ mgL}^{-1} \text{ CaCO}_3$, pois valores muito baixos de dureza podem reduzir a reprodução dos microcrustáceos, interferindo nos resultados. Nos pontos COGR 00900 e JUQI 02900, detectou-se toxicidade crônica em uma amostra.

Com relação aos rios Classe 4, apenas quatro não apresentaram toxicidade: Rib. dos Bagres (BAGR 04020) Franca e (BAGR04950) Batatais, ribeirão Vermelho (VEME 04250), Parque Jaraguá em São Paulo, e córrego Piedade (IADE 04500), São José do Rio Preto. Os dois últimos sem toxicidade também em 2015.

No Gráfico 3.12, verifica-se que a distribuição percentual dos efeitos tóxicos nos ensaios ecotoxicológicos com *Ceriodaphnia dubia*, considerando-se as amostras dos 191 pontos nos quais foram realizados ensaios para todo o período de 2011 a 2016, assemelhou-se ao observado em 2015, mantendo-se na média dos últimos cinco anos.

Gráfico 3.12 – Porcentagem de ocorrência de efeitos tóxicos entre 2011 e 2016, no estado de São Paulo

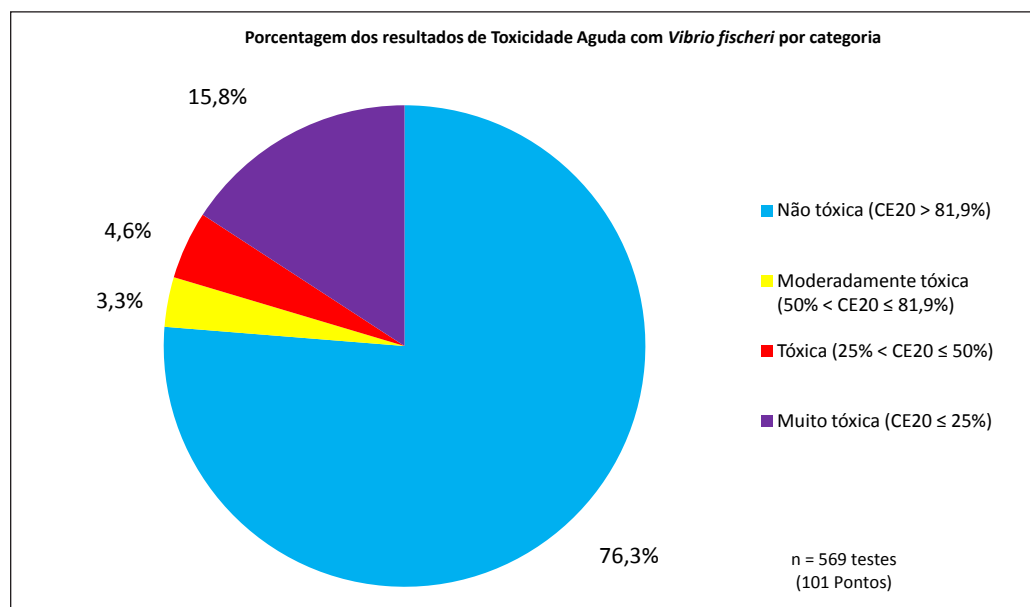


Portanto, durante 2016, verificou-se que em 21 UGRHI obteve-se pelo menos um ponto em desconformidade com os critérios estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/2005, constatando-se efeitos adversos em corpos d'água enquadrados nas classes 1, 2 e 3. Esses dados demonstram que 53% dos pontos de amostragem, dos corpos d'água monitorados do Estado de São Paulo, constataram-se efeitos adversos à vida aquática em pelo menos uma amostra, relacionados, em alguns casos, a agentes químicos. Com relação a 2015, verificou-se uma pequena redução nos percentuais de toxicidade nos corpos d'água no Estado de São Paulo.

3.2.5.2 Toxicidade aguda com *Vibrio fischeri*

Em 2016, coletaram-se amostras de água em 101 pontos, distribuídos em 13 UGRHI, para a avaliação da qualidade das águas através de ensaio de toxicidade aguda com a bactéria luminescente *Vibrio fischeri* (Sistema Microtox®), em rios e reservatórios de água doce enquadrados nas Classes Especial (0), 2, 3 e 4; também em dezesseis amostras em 4 rios de água salobra (CATA 23850, MADE 21700, MARO 22800 e SABO 22500), segundo Resolução Conama 357/2005. Entre os avaliados, 12 encontram-se em rios e reservatórios pertencentes ao Sistema Billings-Rio Grande-Taiaçupeba, sendo 8 enquadrados como Classe 2 e quatro Classe Especial, com amostragens mensais. Nos demais de Classe 2 e de Classe 3 realizaram-se 4 amostragens durante o ano, em janeiro, maio, julho e novembro, com exceção de AVEC 02800 (março), CPIV 02100, CPIV 02160 e GUAT 02800 (fevereiro, junho, agosto e dezembro). Nos de Classe 4 efetuaram-se amostragens bimestrais, com exceção de JARD 04800 (fevereiro, maio, junho, agosto, outubro e dezembro), PINH 04100 (janeiro, março, maio, julho e setembro) e RIPE 04900 (abril, agosto, outubro e dezembro). Os resultados foram classificados em quatro categorias, adotadas para esta avaliação, adaptadas de Coleman & Qureshi (1985). O Gráfico 3.13 exibe a porcentagem de resultados distribuídos em cada categoria, referente à Toxicidade Aguda das amostras.

Gráfico 3.13 – Porcentagem dos resultados de Toxicidade Aguda com *Vibrio fischeri* nas amostras de água, distribuídos em cada categoria.



Em relação às Classes Especial, 2 e 3, testaram-se 311 amostras em 56 pontos. Nestas Classes não deve ocorrer Toxicidade Aguda a organismos aquáticos, porém, em 2016, 25 amostras de 11 pontos exibiram toxicidade aguda para o *Vibrio fischeri*, equivalendo à 8,0% das amostras. A Tabela 3.7 mostra a classificação, adaptada de Coleman & Qureshi (1985), nas amostras com toxicidade aguda para o *organismo*, nos respectivos meses.

Tabela 3.7 – Classificação das amostras dos corpos hídricos Classes Especial, 2 e 3 que apresentaram toxicidade aguda para o *Vibrio fischeri* em 2016

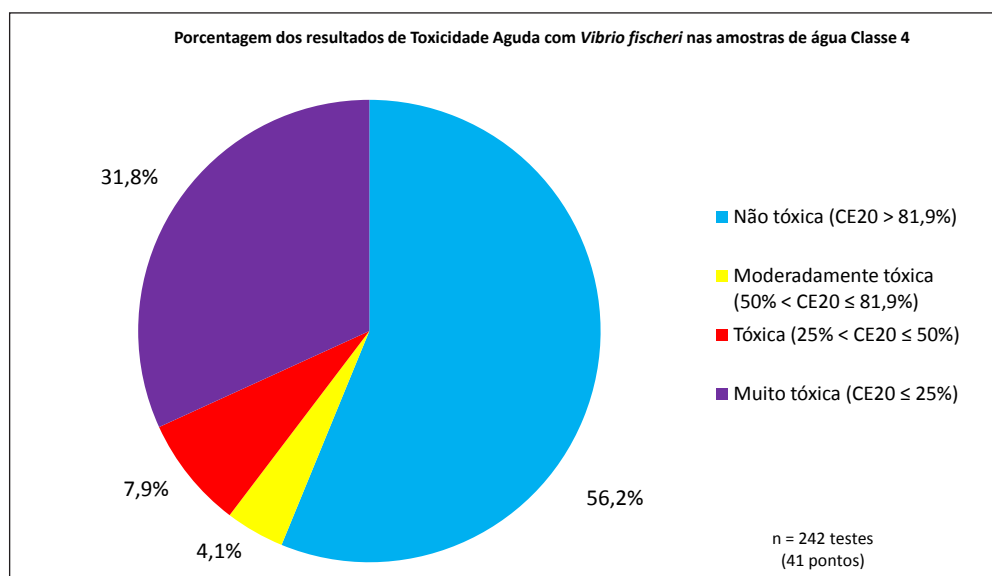
Ponto	UGRHI	Meses							
		JAN	ABR	MAI	JUL	AGO	OUT	NOV	DEZ
CPIV 02100	5								
TIJU 02900	5								
TREB 02950	5								
QUIL 03200	5								
BQGU 03850	6								
JGUA 03950	6								
JQRI 03800	6								
RGDE 02200 - Sistema Billings	6								
RGDE 02900 - Sistema Billings	6								
TIET 03120	6								
TIET 03130	6								
TIRG 02900	10								

Legenda: ■ Não tóxica ($CE_{20} > 81,9\%$) ■ Moderadamente tóxica ($50\% < CE_{20} \leq 81,9\%$) ■ Tóxica ($25\% < CE_{20} \leq 50\%$) ■ Muito tóxica ($CE_{20} \leq 25\%$)

Com relação aos ambientes de água salobra, o ponto CATA 23850 mostrou toxicidade em 3 amostras, em janeiro e maio (Muito Tóxicas) e julho (Moderadamente Tóxica) e o SABO 22500 toxicidade na amostra de julho (Tóxica).

Em relação aos corpos hídricos de Classe 4, o Gráfico 3.14 exibe a porcentagem de resultados, distribuídos em cada categoria.

Gráfico 3.14 – Porcentagem dos resultados de Toxicidade Aguda com *Vibrio fischeri* nas amostras de água Classe 4, distribuídos em cada categoria.

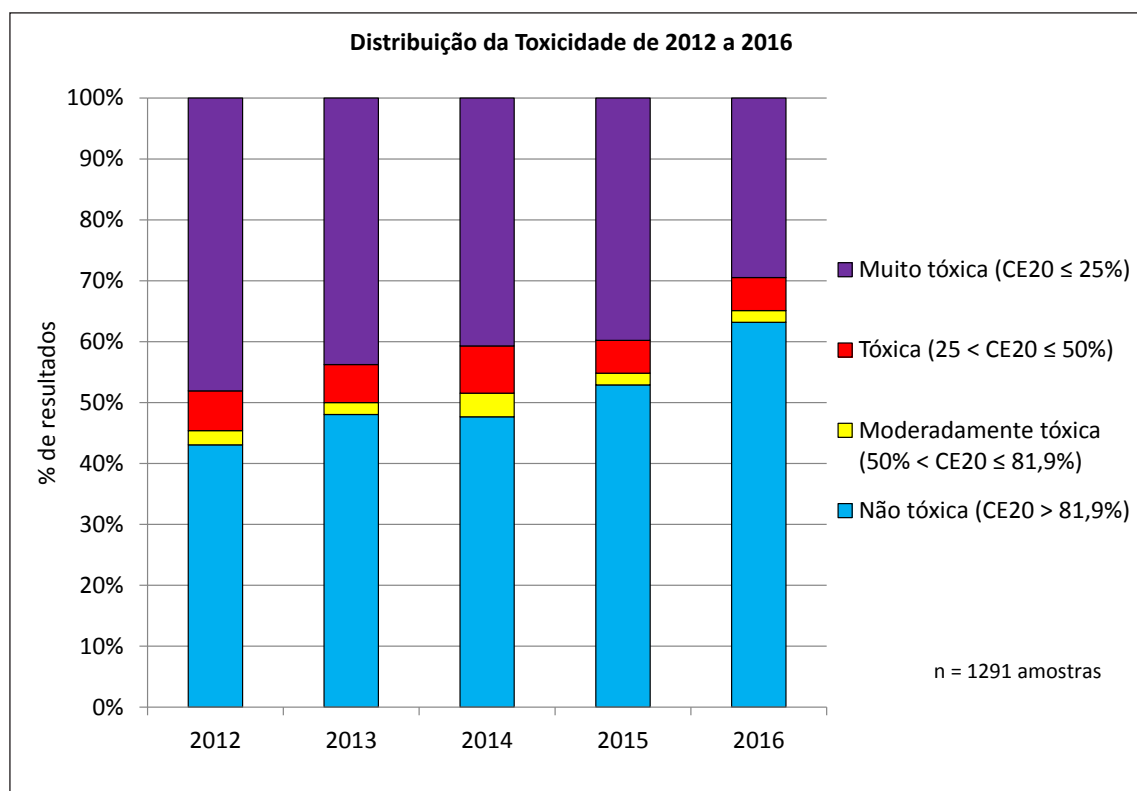


Observa-se predominância de resultados classificados como Não Tóxicos (56,2%) para as 242 amostras de corpos hídricos de Classe 4 observando-se efeito tóxico agudo em aproximadamente 44% dos resultados, sendo que a maioria se comportou como Muito Tóxica.

Observou-se que nas UGRHI mais urbanizadas predominam as classificações Moderadamente Tóxicas, Tóxicas e Muito Tóxicas (57%). Dentre os corpos hídricos com tal característica, destacou-se o rio Pinheiros, (PINH 04250), com maior toxicidade, apresentando valores de CE20 entre 6,60% em março e 55,0% em novembro. Nas demais UGRHI, prevalece classificação Não Tóxica (92%). Destaca-se o ribeirão do Sertãozinho (SETA 04600), UGRHI 9, com classificação Moderadamente Tóxica em abril (CE20 = 66,3%), agosto (CE20 = 55,1%) e dezembro (CE20 = 55,4%).

Para acompanhar a evolução temporal da Toxicidade Aguda para a bactéria *Vibrio fischeri* nos corpos hídricos do Estado, compararam-se os resultados de 51 pontos avaliados sistematicamente, nos últimos cinco anos, localizados nas UGRHI 3, 5, 6, 7, 10 e 11 (Gráfico 3.15)

Gráfico 3.15 – Toxicidade aguda com *Vibrio fischeri* nos pontos coincidentes nos últimos 5 anos.



Observou-se uma melhora sistemática na qualidade da água dos pontos avaliados para o período compreendido entre 2012 e 2016.

3.2.6 Análise de Mutagenicidade (teste de Ames)

Os ensaios de mutagenicidade avaliam a presença de compostos genotóxicos capazes de interagir com o material genético dos organismos e causar mutações. Emprega-se como ferramenta auxiliar no diagnóstico ambiental e complementam as análises químicas e toxicológicas, indicadores da presença de grupos químicos específicos potencialmente cancerígenos. O dano produzido ao material genético depende da natureza e do modo de ação dos compostos químicos, provocando pequenas alterações na molécula de DNA, (mutações gênicas ou pontuais), ou modificações nos cromossomos, (mutações cromossômicas).

Os resultados dos testes de genotoxicidade não são suficientes para estimar o risco para a saúde dos organismos. Os riscos associados à presença de mutágenos nas diferentes matrizes ambientais dependem da sua identificação e quantificação, da sua potência e biodisponibilidade, dos meios de exposição aos organismos, da susceptibilidade individual e outros fatores. A inclusão destes testes no monitoramento da qualidade das águas, em pontos de captação, relaciona-se a ação de precaução, uma vez que sinalizam alerta da existência de possíveis fontes de contaminação.

3.2.6.1 Ensaio de *Salmonella*/microsoma – Teste de Ames

O teste de mutagenicidade conhecido como *Salmonella*/microsoma, ou Teste de Ames, emprega-se na avaliação de amostras ambientais, objetivando detectar a presença de compostos genotóxicos nestas matrizes, capazes de induzir mutações de ponto no DNA dos organismos expostos, sendo realizado com diferentes linhagens da bactéria *Salmonella typhimurium*.

Os testes de *Salmonella*/microsoma foram realizados em águas de 17 captações do Estado de São Paulo e em outros 6 sítios de interesse, totalizando 23 pontos em 2016. Dentre as 86 amostras, 39 apresentaram mutagenicidade. Figura 3.4 mostra esquematicamente a classificação da mutagenicidade dos locais. A detecção sistemática de atividade mutagênica em determinado local, constatada por meio de várias campanhas, direciona possivelmente para alguma fonte poluidora a ser investigada.

Os pontos ATIB 02800, no rio Atibaia, captação de Sumaré, SORO 02700, rio Sorocaba, na captação de Cerquilha e ANOR 02300, córrego Água Norte, na captação de Marília, vêm sistematicamente exibindo mutagenicidade, desde 2014. Uma investigação mais aprofundada está em curso, com o objetivo de localizar fontes de contaminação nestas áreas e buscar possíveis ações para mitigação ou eliminação dos riscos potenciais. Para tanto, iniciou-se uma avaliação da atividade mutagênica em pontos da Rede de Monitoramento a montante dos locais de captação, pontos ATIB 02300 e ATIB 02605, no rio Atibaia e SORO 02500 e TAU 04900, no rio Sorocaba. Esta avaliação continua em 2017, com mais campanhas de coleta.

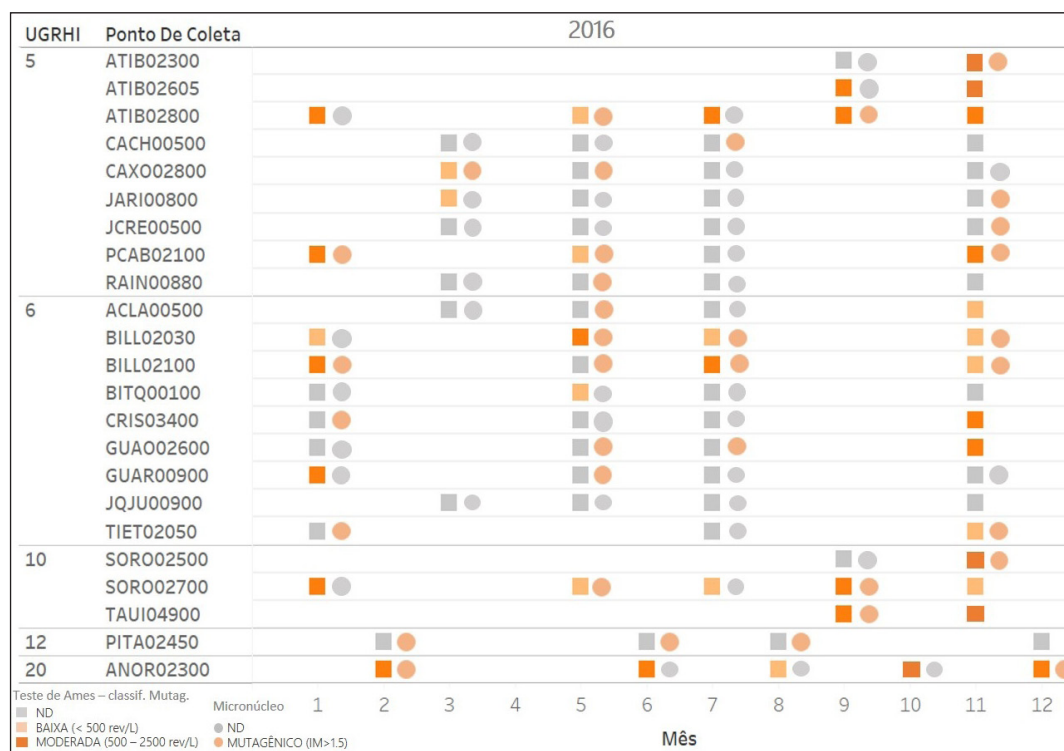
3.2.6.2 Ensaio de Micronúcleo *in vitro*

O ensaio de Micronúcleos *in vitro* é uma ferramenta bioanalítica para a detecção da presença de compostos genotóxicos na amostra ambiental, revelando a presença de mutágenos capazes de induzir alterações cromossômicas em células de mamífero em cultura (células V79).

Este ensaio foi incluído na Rede de Monitoramento da Qualidade das Águas em 2016, realizando-se testes em paralelo aos testes de Ames, nas mesmas amostras, com os mesmos extratos orgânicos; entre as 74 amostras,

35 com mutagenicidade (Figura 3.4). No momento nenhuma inferência sobre os possíveis compostos mutagênicos presentes nestes locais foi identificada, tampouco sobre as diferenças encontradas entre os ensaios.

Figura 3.4 – Resultados de mutagenicidade dos ensaios de *Salmonella*/microsoma e Micronúcleo nas amostras de água avaliadas em 2016



3.2.7 Interferentes endócrinos (atividade estrogênica)

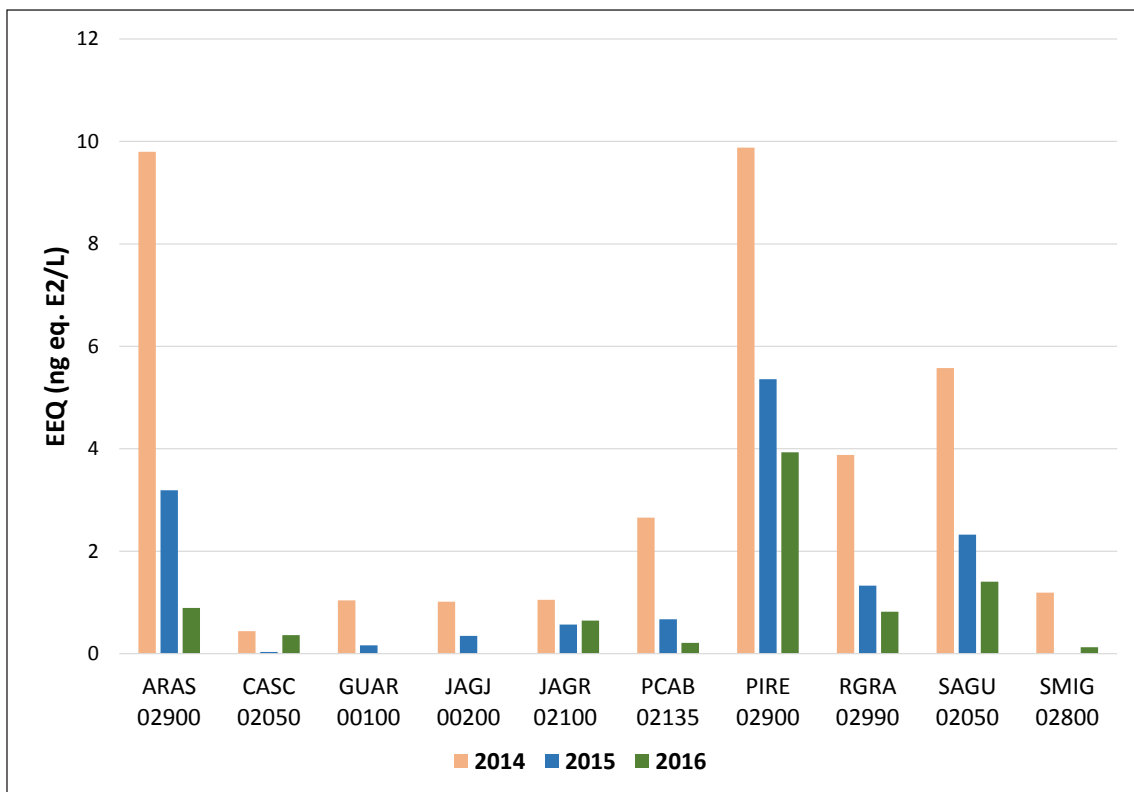
Os interferentes endócrinos são compostos que possuem a capacidade de interceder na produção ou ação dos hormônios, causando danos ao sistema reprodutor e imunológico de organismos superiores, especialmente os aquáticos. Estes compostos atingem os mananciais pela contaminação por efluentes domésticos, industriais, pesticidas ou outros oriundos de poluição difusa. A CETESB monitora a ocorrência dos interferentes endócrinos, em águas superficiais, pela determinação da atividade estrogênica, desde 2013.

O ensaio para determinação de atividade estrogênica avalia a presença de uma classe de interferentes endócrinos, dos compostos capazes de ligarem-se ao receptor de estrógeno. O estrógeno é um hormônio sexual feminino, muito importante no desenvolvimento do sistema reprodutor e na fertilidade dos organismos. Compostos que se ligam a este receptor podem mimetizar a ação do hormônio natural, interferindo neste sistema hormonal.

Para a avaliação da atividade estrogênica em amostras aquosas, a CETESB adota o teste BLYES (Bioluminescent Yeast Estrogen Screen). O BLYES é um teste *in vitro* que utiliza uma linhagem da levedura *Saccharomyces cerevisiae* geneticamente modificada pela inserção de um gene para expressão do receptor de estrogênio humano (hER). Os resultados do ensaio são expressos em atividade equivalente comparada a uma substância referência, no caso o hormônio natural 17-beta-estradiol (EEQ: equivalentes de estradiol, o mesmo que ng eq. estradiol/L).

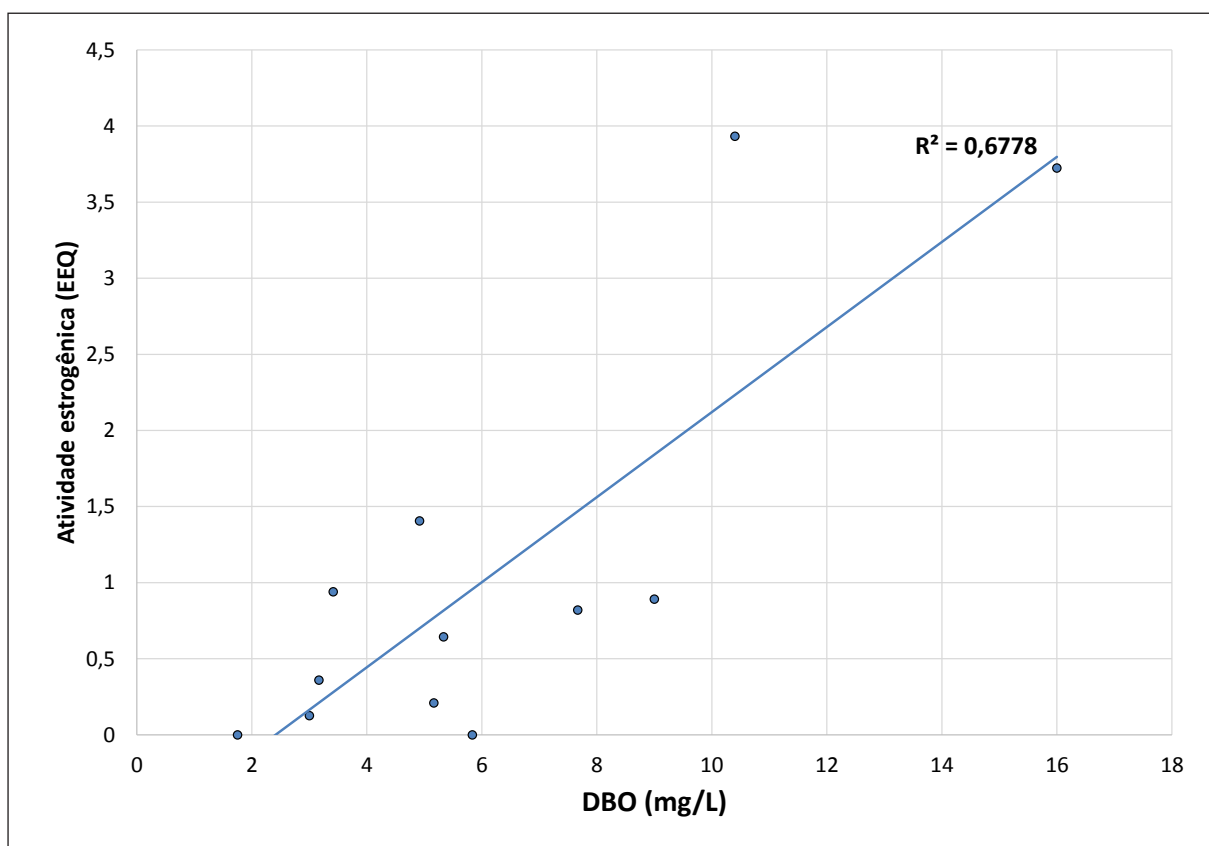
Gráfico 3.16 apresenta a atividade estrogênica média dos 10 pontos que foram avaliados em anos anteriores.

Gráfico 3.16 – Atividade estrogênica média nos locais avaliados de 2014 a 2016.



Todos os pontos avaliados apresentaram tendência de queda na atividade estrogênica média ao longo dos anos. O ponto de maior atividade estrogênica continua sendo o ribeirão Pires (PIRE 02900), embora apresente tendência de queda. A maior atividade em 2016 foi observada neste mesmo ponto, atingindo 8,15 EEQ.

O ensaio para avaliação da atividade estrogênica, como todo bioensaio, indica apenas a presença de compostos que causam este efeito biológico (a capacidade de ligar-se ao receptor de estrógeno), mas não indica quais seriam os compostos responsáveis pelo efeito observado. Ainda assim, utilizando todos os 12 pontos monitorados foi calculado o coeficiente de correlação de Pearson ($\alpha = 0,05$) entre a variável atividade estrogênica e os parâmetros oxigênio dissolvido (OD), carbono orgânico total, *E. coli* e DBO. A variável que apresentou maior correlação com a atividade estrogênica foi DBO (Gráfico 3.17), apresentando correlação Pearson de 0,82 (correlação forte), sendo um indício de que o ensaio esteja detectando compostos oriundos de esgoto doméstico, como hormônios naturais ou sintéticos, nestes locais.

Gráfico 3.17 – Atividade estrogênica e DBO médias para cada local monitorado em 2015.

3.2.8 ICF – Índice de Comunidade Fitoplanctônica

A comunidade fitoplanctônica teve o seu índice calculado em 61 pontos, um ponto a mais do que em 2015. O ponto incluído está situado no reservatório Promissão, que até 2014 foi monitorado apenas no ponto TIPR 02990 (montante da barragem) e em 2015 foi monitorado apenas no ponto TIPR 02400 (na ponte da rodovia SP-333) em função de dificuldades de acesso. Em 2016 passou a ser monitorado em ambos os locais. Os pontos estão distribuídos em doze UGRHI (2, 5, 6, 7, 9, 10, 11, 14, 15, 16, 20 e 21) sendo 23 situados em rios e 38 em reservatórios (Figura 3.5). Dos 61 pontos amostrados, 32 estão situados em locais utilizados para captação para consumo humano e os demais pontos são realizados para monitorar transposições de água com vistas ao abastecimento público e acompanhamentos de ETE.

Esse índice apresentou médias anuais distribuídas em ponderações Ruins (6%), Regulares (28%), Boas (64%) e Ótimas (2%) (Gráfico 3.22). Em relação a 2015, as porcentagens de ponderações Ótimas, Regulares e Ruins diminuíram e a ponderação Boa aumentou.

A ponderação anual Ruim foi obtida em apenas quatro pontos, todos situados no Complexo Billings: nos pontos do corpo central próximos à barragem de Pedreira (BILL 02030) e ao *Summit Control* (BILL 02900), no ponto situado no Canal de Fuga II (CFUG 02900) e outro no Reservatório Rio Grande, próximo ao Clube prainha Tahiti (RGDE 02200).

A qualidade do ponto próximo ao *Summit Control* (BILL 02900) e do ponto situado no Canal de Fuga II (CFUG 02900) foi muito semelhante já que são interligados, e ambos apresentaram ponderação Ruim pelo menos desde 2014. No Canal de Fuga a densidade de células de cianobactérias ultrapassou o limite da Resolução CONAMA 357/05 para classe 2 (50.000 céls.mL⁻¹) em todos os períodos amostrados, com o maior valor em janeiro, 243.220 céls.mL⁻¹. Já o ponto BILL 02900 apresentou um dos maiores registros de contagem de células do ano, em julho chegando ao valor de 1.005.410 céls.mL⁻¹. Nesses locais, o gênero *Woronichinia* foi registrado em maiores densidades, seguido do gênero *Microcystis*, gêneros potencialmente produtores de microcistina e anatoxina-a/homoanatoxina-a (Paerl & Otten, 2013). Quanto às cianotoxinas, no ponto CFUG 02900 todas as concentrações foram inferiores aos valores recomendados pela Portaria 2914/11 para água potável. A microcistina foi quantificada apenas em janeiro (0,72 µg.L⁻¹), provavelmente em função das elevadas densidades do gênero *Woronichinia*. A saxitoxina foi quantificada em praticamente todas as amostragens, com exceção de novembro, sendo o maior valor obtido em janeiro (0,16 µg.L⁻¹), compatível com a presença de *Cylindrospermopsis*, gênero potencialmente produtor dessas cianotoxinas. Cabe ressaltar que os valores de cianotoxinas nem sempre acompanham os valores de densidades de células de cianobactérias em função da existência de cepas produtoras e não produtoras de cianotoxinas coexistindo no mesmo ambiente, além do fato de existirem condições ambientais que podem favorecer (ou não) a degradação dessas toxinas.

Os outros dois pontos, BILL 02030 e RGDE 02220, apresentaram piora em relação a 2015. As densidades de células de cianobactérias estiveram acima de 50.000 céls.mL⁻¹ em boa parte das amostras coletadas, com os maiores valores observados em novembro no ponto próximo ao Pedreira (BILL 02030: 1.469.590 céls.mL⁻¹), sendo que aproximadamente 76% das células pertenciam ao gênero *Microcystis*, potencialmente produtor de microcistina. Em todos os casos, a classificação Ruim está relacionada ao IET elevado e às elevadas densidades fitoplanctônicas. Nos pontos do reservatório Billings e Canal de Fuga, CFUG 02900, houve dominância constante de cianobactérias, com destaque para gêneros considerados potencialmente tóxicos como *Cylindrospermopsis* e *Woronichinia*. Já no ponto RGDE 02200 foi constatada dominância de cianobactérias em janeiro e fitoflagelados em julho.

As ponderações regulares concentraram-se nas UGRHI 5, 6, 10, 14 e 16.

Na UGRHI 5, os pontos do rio Atibaia – captação de Sumaré (ATIB 02800), Ribeirão Jundiá-Mirim (JUMI 00800) e rio Piracicaba - captação de Piracicaba (PCAB 02220) tiveram sua classificação relacionada principalmente à dominância de fitoflagelados ao longo do ano. Nos rios Atibaia e Piracicaba também houve contribuição dos valores mais elevados do IET. As concentrações de microcistina, determinadas no ponto PCAB 02220 estiveram abaixo do limite de quantificação (Tabela 8 – Apêndice J). Já no reservatório Cachoeira (CACH 00500), as elevadas densidades totais da comunidade fitoplanctônica nas quatro amostragens e a dominância de cianobactérias em duas foram determinantes para a classificação regular. O detalhamento da avaliação dos dados obtidos para os reservatórios do sistema Cantareira, ao qual esse reservatório faz parte, está no item 3.2.14.5

Na UGRHI 6 os pontos Regulares se concentraram nos reservatórios Billings, Guarapiranga e Cabuçu. No reservatório Billings, os elevados valores de IET do reservatório influenciaram a classificação, juntamente com a dominância de cianobactérias nos pontos localizados sob a rodovia Imigrantes (BILL 02500), braço do Taquacetuba (BITQ00100) e braço do rio Pequeno (BIRP00500). Importante ressaltar que o ponto BITQ00100 apresentou melhora de 2015 para 2016 em função da diminuição da densidade fitoplanctônica. O ponto localizado próximo ao braço do Bororé (BILL 02100) teve sua classificação relacionada às altas densidades da comunidade fitoplanctônica, com dominância de cianobactérias apenas em janeiro.

O Tempo de Residência médio anual do reservatório Billings em 2016 foi de 853 dias (Gráfico 3.18) inferior ao valor obtido para 2015 (1144 dias), porém ainda elevado se compararmos com os valores médios anuais registrados entre 2007 e 2014 (Gráfico 3.19). No item 3.2.14.8 encontra-se o detalhamento da avaliação dos dados obtidos para o reservatório Billings.

Gráfico 3.18 – Tempo de residência no reservatório Billings em 2016

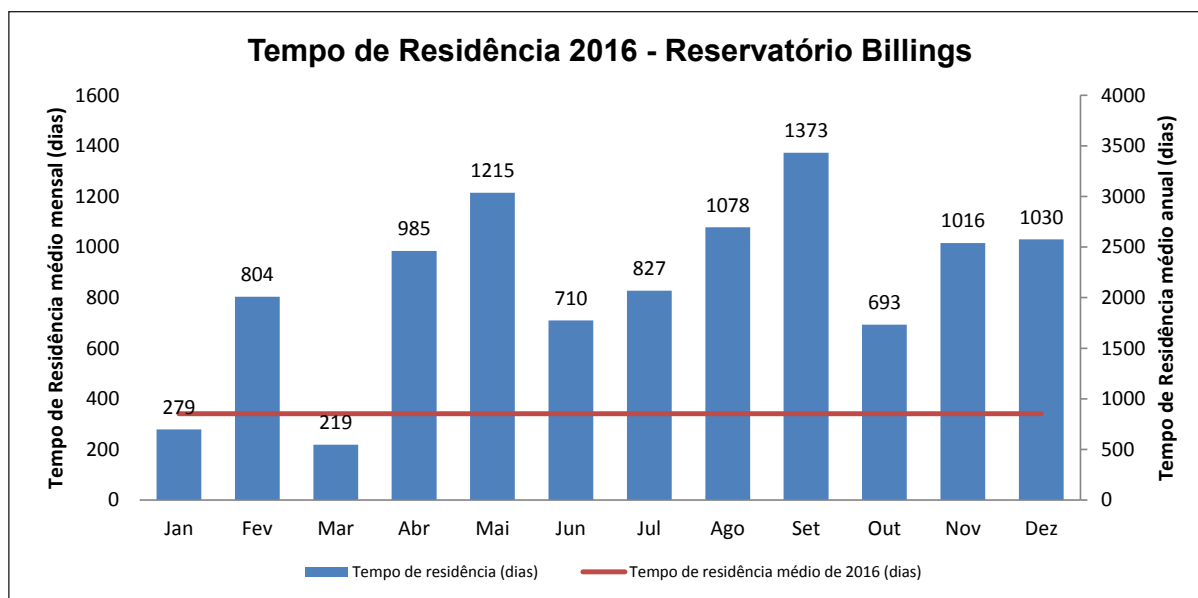
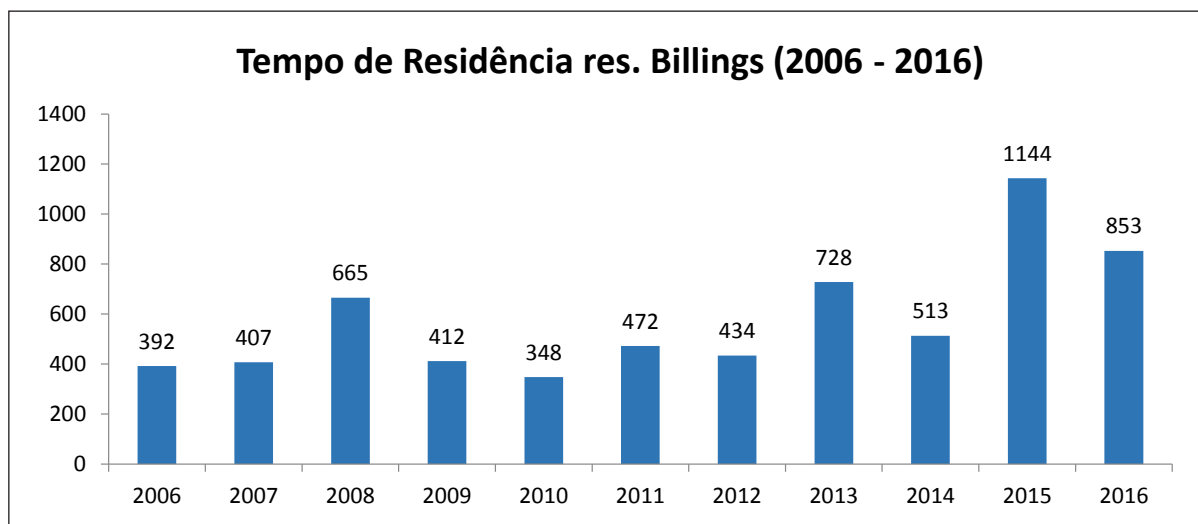
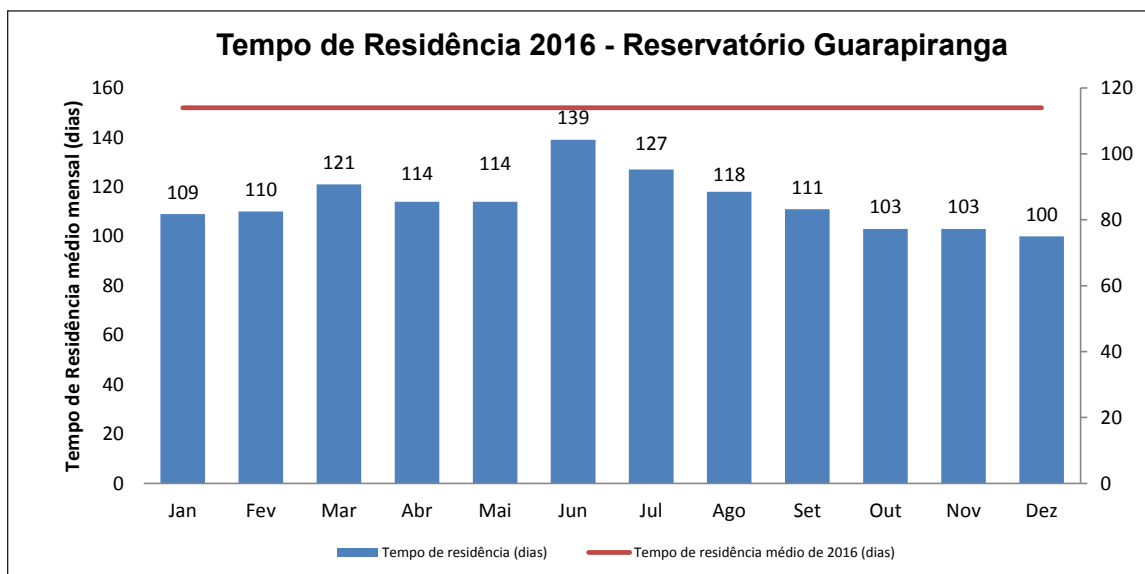


Gráfico 3.19 – Tempo de residência nos últimos 10 anos no Reservatório Billings



Os fatores que influenciaram a classificação nos dois pontos do reservatório Guarapiranga foram as elevadas densidades e valores do IET. O ponto próximo à captação (GUAR 00900) apresentou piora do índice anual, passando de Bom para Regular.

O Tempo de Residência médio anual desse reservatório em 2016 foi de 114 dias (Gráfico 3.20). A avaliação detalhada desse reservatório consta no 3.2.14.9.

Gráfico 3.20 – Tempo de residência das águas no Reservatório Guarapiranga em 2016.

O reservatório Cabuçu (captação de Guarulhos) manteve a ponderação de 2015, com altas densidades da comunidade fitoplanctônica em 75% das amostragens. A concentração de células de cianobactérias esteve acima do estipulado pela Resolução CONAMA 357/05 para Classe 1 (20.000 céls.mL⁻¹) em novembro (210.000 céls.mL⁻¹), com dominância do gênero picoplanctônico *Cyanogranis*, sem registro na literatura científica de produção de toxina. O monitoramento de microcistina foi realizado nesse local e os resultados ficaram abaixo do limite de quantificação em todos os períodos, como observado em 2015.

Na UGRHI 10, os dois pontos classificados como regulares estão localizados no Reservatório Itupararanga – um próximo ao corpo central (SOIT 02100) e outro próximo à barragem (SOIT 02900). No primeiro o índice passou de Ruim para Regular basicamente em decorrência da melhora do IET, que passou de eutrófico para mesotrófico em maio e julho. No ponto SOIT 02900 o índice manteve a ponderação que vem apresentando desde 2008. O detalhamento da avaliação desse reservatório consta no 3.2.14.12.

O ponto localizado no rio São Miguel Arcanjo (SMIG 02800) a jusante da estação de tratamento de esgoto, único ponto avaliado para comunidade fitoplanctônica na UGRHI 14, manteve a classificação Regular, com condições ambientais semelhantes às de 2015. A densidade de células de cianobactérias ficou abaixo do preconizado pela Resolução CONAMA 357/05 (classe 2, 50.000 céls.mL⁻¹) em todos os meses amostrados e o maior valor encontrado foi de 5.894 céls.mL⁻¹ com presença de *Planktothrix*, gênero potencialmente produtor de microcistina, saxitoxina e anatoxina-a/homoanatoxina-a em duas das três amostragens realizadas.

Na UGRHI 16, os dois pontos do reservatório Promissão (TIPR 02990 e TIPR 02400) apresentaram elevadas densidades fitoplanctônicas, o IET variou entre Mesotrófico e Eutrófico, a dominância de cianobactérias ocorreu em 75% das amostragens no ponto TIPR 02400 e em 50% no ponto TIPR 02990, resultando na classificação regular para o ICF. No ponto à montante da barragem as concentrações de células de cianobactérias diminuíram em todas as amostragens em relação a 2015, e o maior valor obtido foi 58.920 céls.mL⁻¹ (novembro/2016). No ponto TIPR 02990, as contagens ultrapassaram a legislação em janeiro (122.870 céls.mL⁻¹) e novembro (120.000 céls.mL⁻¹). De modo geral, os gêneros que mais contribuíram para essas contagens foram: *Microcystis*, *Planktothrix*, *Dolichospermum*, potencialmente produtores de cianotoxinas. As cianotoxinas microcistinas e saxitoxinas foram monitoradas neste ponto e os valores registrados estiveram acima do limite

estipulado pela Portaria 2914/2012 para água tratada, variando de 2,12 (janeiro), 1,96 (março) e 0,32 (maio), a saxitoxina não foi quantificada em nenhum mês de amostragem. Já no ponto do Córrego Esgotão, a classificação foi melhor que em 2015, principalmente devido à queda na densidade da comunidade fitoplanctônica e melhora do IET. Entretanto, foi registrada dominância de cianobactérias durante todo o ano. A contagem de células de cianobactérias também apresentou decréscimo em 2016, com concentrações ultrapassando o valor legislado em duas amostragens: janeiro ($247.660 \text{ céls.mL}^{-1}$) com elevadas densidades de *Microcystis* e *Planktothrix*, e novembro ($120.070 \text{ céls.mL}^{-1}$), com *Microcystis*, ambos os gêneros potencialmente produtores de cianotoxinas.

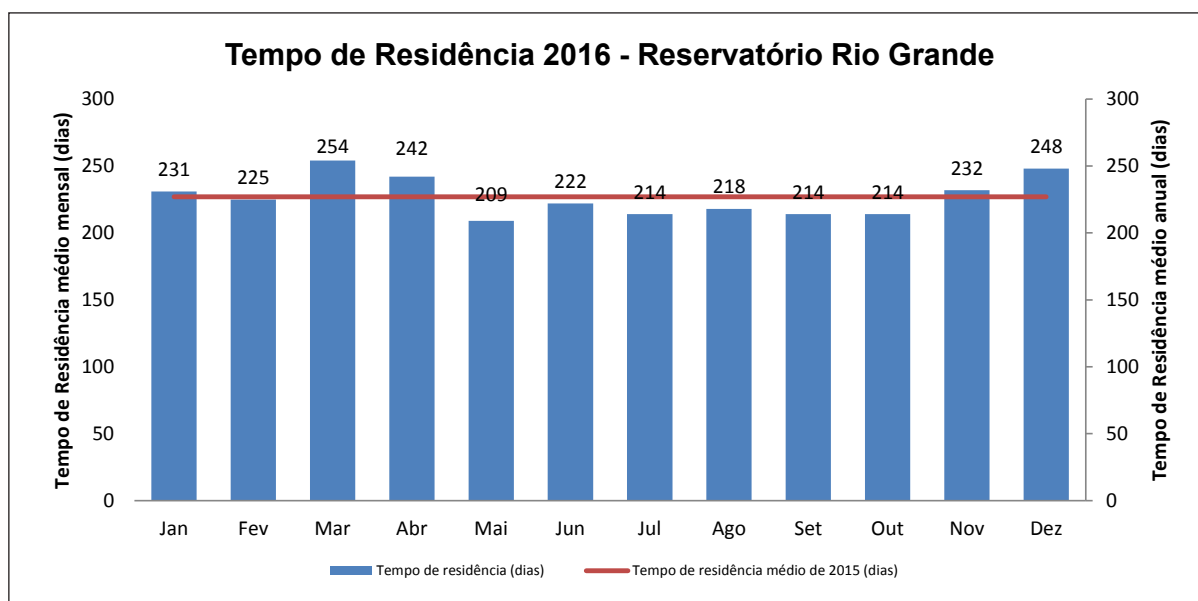
Os pontos com ICF BOM se distribuíram em todas as UGRHI onde houve monitoramento do fitoplâncton. Na UGRHI 02, os pontos situados nos reservatórios Jaguari (JAGJ 00200) e Santa Branca (SANT 00100) apresentaram dominância de fitoflagelados em algumas amostragens, o que contribuiu para a piora do índice no reservatório Jaguari, que foi classificado como Ótimo em 2015. Os valores de células de cianobactérias estiveram abaixo do padrão da Resolução CONAMA 357/05 para classe 1 ($20.000 \text{ céls.mL}^{-1}$) nos dois locais, porém no reservatório Santa Branca foi registrada a ocorrência de organismos do gênero *Microcystis*, potencialmente produtor de microcistina. A determinação de cianotoxinas, que é realizada no reservatório Jaguari, esteve abaixo do limite de quantificação em todas as amostragens.

Os rios pertencentes à UGRHI 5, a saber: Atibaia (ATIB 0265), Corumbataí (CRUM 02080 e CRUM 02500), Capivari (CPIV 02130), Pirai (IRIS 02900), Jaguari (JAGR 00002, JAGR 00005 e JAGR 02500), Atibainha (BAIN 02950), Cachoeira (CAXO 02800), Piracicaba (PCAB 02100), o ribeirão Claro (LARO 02500) e os reservatórios do Sistema Cantareira Jaguari (JARI 00800), Jacareí (JCRE 00500) e Atibainha (RAIN 00880) obtiveram média do ICF Boa, principalmente devido às baixas densidades do IET e da comunidade fitoplanctônica. É importante ressaltar a dominância de fitoflagelados, detectada praticamente o ano todo em todos os rios analisados. A avaliação dos dados dos reservatórios do Sistema Cantareira é discutida com detalhes no item "Avaliação da qualidade dos principais corpos hídricos do Estado de São Paulo".

Na UGRHI 6, 8 pontos de reservatórios e 3 pontos em rios foram considerados Bons. Os rios Cotia (COTI 03900) e rio Grande ou Jurubatuba (GADE 02900) apresentaram melhora no ICF, principalmente devido à diminuição da ocorrência de dominância de grupos fitoplanctônicos ao longo do ano. O rio Taiaçupeba (TAIM 00800) manteve o índice de 2015, não apresentando mudanças significativas. As contagens de células de cianobactérias nesses rios não foram elevadas, com o maior valor obtido em novembro no rio Taiaçupeba, aproximadamente $18.000 \text{ céls.mL}^{-1}$ pertencentes a organismos picoplanctônicos.

Entre os reservatórios pertencentes ao Sistema Cantareira, o reservatório Juqueri (JQUJ 00900) manteve o índice em relação ao ano anterior e o Águas Claras (ACLA 00500) apresentou piora, principalmente devido à dominância de fitoflagelados em 60% das amostragens. Ambos são discutidos com mais detalhes no item 3.2.14.5.

Os reservatórios das Graças (COGR 00900), Taiaçupeba (PEBA 00900) e Tanque Grande (TGDE 00900) mantiveram a classificação de 2015. O reservatório Jundiaí (JNDI 00500) apresentou melhora na ponderação do índice, principalmente devido aos menores valores do IET e queda nas densidades da comunidade fitoplanctônica em relação a 2015. No Reservatório Rio Grande, o ponto localizado próximo à captação da SABESP (RGDE 02900) apresentou melhora do ICF em relação a 2015, principalmente devido à diminuição de períodos com dominância de grupos fitoplanctônicos. Já o ponto próximo à foz do rio Grande (RGDE 02030) manteve a classificação do ano anterior. O Tempo de Residência médio anual do reservatório Rio Grande em 2016 foi de 227 dias, o mesmo valor de 2015 (Gráfico 3.21). Os reservatórios Jundiaí e Taiaçupeba são discutidos detalhadamente no item 3.2.14.11 e o Rio Grande no item 3.2.14.10.

Gráfico 3.21 – Tempo de residência das águas no Reservatório Rio Grande em 2016

Nas UGRHI 7 e 9, o reservatório Capivari-monos (CAMO 00900) e o Córrego Rico (RICO 02600) mantiveram o diagnóstico Bom do ICF de 2015; já o reservatório Cachoeira de Cima (MOCA 02990) apresentou melhora do índice, em decorrência da diminuição da densidade de organismos fitoplanctônicos e melhora do IET em agosto. As contagens de células de cianobactérias, de modo geral, estiveram baixas.

Na UGRHI 10, o rio Sorocamirim (SOMI 02850) apresentou piora do índice em relação a 2015, quando obteve classificação Ótima, principalmente devido à dominância de fitoflagelados em 2 amostragens. A maior densidade de células de cianobactérias foi obtida em dezembro ($3.220 \text{ céls.mL}^{-1}$) e os valores de microcistina permaneceram abaixo do limite de detecção em todos os períodos (Tabela 8 – Apêndice J). Já o Ribeirão Pirapitingui (PGUI 02700) manteve a ponderação Boa.

No reservatório de Barra Bonita (TIBB 02700) houve melhora do ICF médio, que passou de Regular para Bom, principalmente devido à melhora do IET nos períodos considerados. O número de células de cianobactérias só ultrapassou o recomendado pela Resolução CONAMA 375/05 para classe 2 em novembro ($161.200 \text{ céls.mL}^{-1}$). Nesse mês, aproximadamente 90% das células de cianobactérias pertenciam a gêneros potencialmente produtores de cianotoxinas: *Microcystis* (potencialmente produtor de microcistina) e *Planktothrix* (potencialmente produtor de microcistina, saxitoxina e anatoxina-a/homoanatoxina-a). A microcistina foi quantificada em três das quatro amostragens, com o maior valor obtido em maio ($0,55 \mu\text{g.L}^{-1}$), ocasião em que 95% da contagem total de células ($35.180 \text{ céls.mL}^{-1}$) pertenceram a gêneros potencialmente produtores dessa toxina, *Microcystis* e *Planktothrix*.

Os reservatórios das UGRHI 15, 20 e 21, a saber: reservatório do Córrego Marinheirinho (RMAR 02900), Rio Preto (RPRE 02220), do Córrego Água do Norte (ANOR 02300), Cascata (CASC 02050) e Arrependido (ARPE 02800), apresentaram ponderação boa principalmente devido aos valores mais baixos do IET. Em todos os pontos foi detectada a dominância de fitoflagelados em alguns períodos, e os valores de células de cianobactérias permaneceram abaixo do estipulado pela Resolução CONAMA 357/05 para classe 2 ($50.000 \text{ céls.mL}^{-1}$), sendo que no reservatório Água do Norte o maior valor foi de $36.635 \text{ céls.mL}^{-1}$, com praticamente 100% das células pertencentes ao gênero *Cyanogranis* (sem registro de produção de toxina),

e no reservatório Cascata o maior valor foi de 40.310 céls.mL⁻¹ com aproximadamente 52% das células pertencentes ao gênero *Microcystis* (potencialmente produtor de microcistina). A microcistina foi quantificada no ponto CASC 02050 em duas das quatro amostragens cujo maior valor registrado foi de 0,60 µg.L⁻¹, inferior ao limite de 1,0 µg.L⁻¹ para água tratada da Portaria 2914/2011 do Ministério da Saúde.

A única ponderação ótima registrada em 2016 foi no rio Ribeira (RIBE 02900), mesma ponderação de 2015, quando começou a ser monitorado. Apresentando baixas densidades fitoplanctônicas e de número de células de cianobactérias. Em 2015 a maior densidade foi obtida em maio (454 org.mL⁻¹), já em 2016, verificou-se uma tendência de aumento que culminou no maior valor do ano, 1.779 org.mL⁻¹, (novembro). O número de células de cianobactérias se manteve baixo ao longo do ano, com o maior valor registrado em janeiro: 240 céls.mL⁻¹, com 58% pertencentes a organismos do gênero *Pseudanabaena*, que segundo Rangel *et al.*, (2014) apresentou toxicidade com bioensaios com ratos.

O Dinoflagelado do gênero *Ceratium*, invasor em águas doces de vários países (Silva *et al.*, 2012), teve sua primeira ocorrência no Estado de São Paulo relatada em 2008 no reservatório Billings (CETESB 2009). Sua presença nos corpos d'água monitorados pela CETESB vinha aumentando desde o primeiro relato, entretanto, em 2016, houve queda de seu registro e ocorrência, passando de 47% (28 pontos) em 2015 para 25% (15 pontos) em 2016. Vale ressaltar que o não registro desse organismo não isenta os corpos d'água de conterem o referido dinoflagelado, uma vez que ele é capaz de alterar sua posição na coluna d'água e as coletas para análise quantitativa são realizadas na subsuperfície.

A Porcentagem de pontos amostrados que apresentaram concentração de células de cianobactérias com valores superiores ao estabelecido pela Resolução CONAMA 357/05 em ao menos um período, diminuiu de 55% (33 dos 60 pontos amostrados) em 2015 para 48% (29 dos 61 pontos amostrados) em 2016.

A evolução da classificação do ICF no estado de São Paulo, para os 42 pontos analisados entre 2011 e 2016, apresentada no Gráfico 3.22, mostra que de 2015 para 2016 as porcentagens Ótimas, Regulares e Ruins, diminuíram. Por outro lado, a condição Boa aumentou. Esses resultados indicam melhora das condições gerais da qualidade da água do ponto de vista trófico.

Gráfico 3.22 – Evolução da classificação segundo o ICF médio dos 42 pontos analisados entre 2011 e 2016.

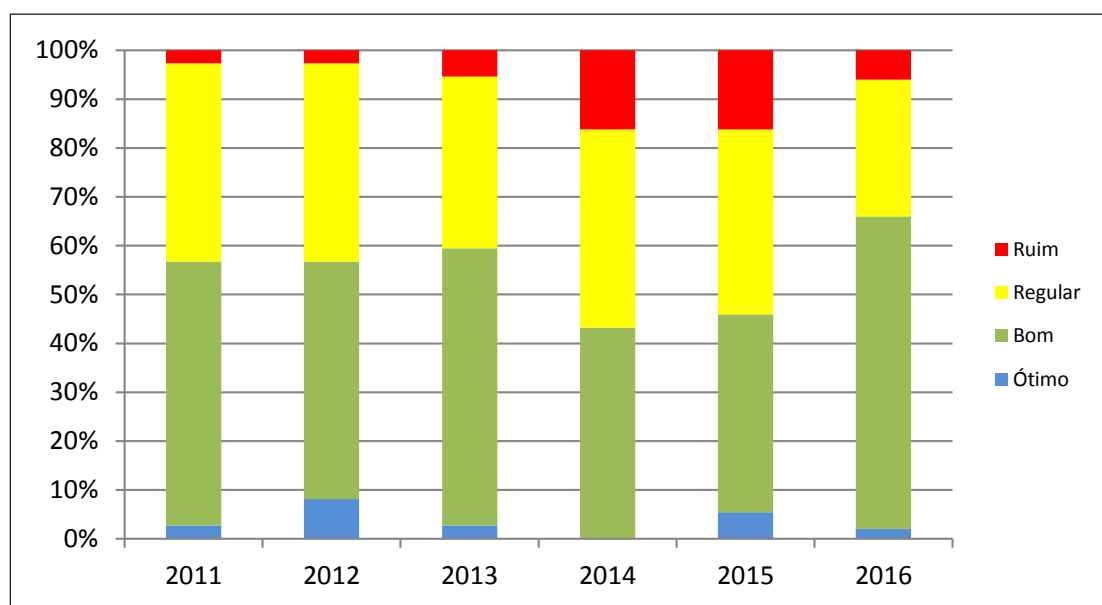
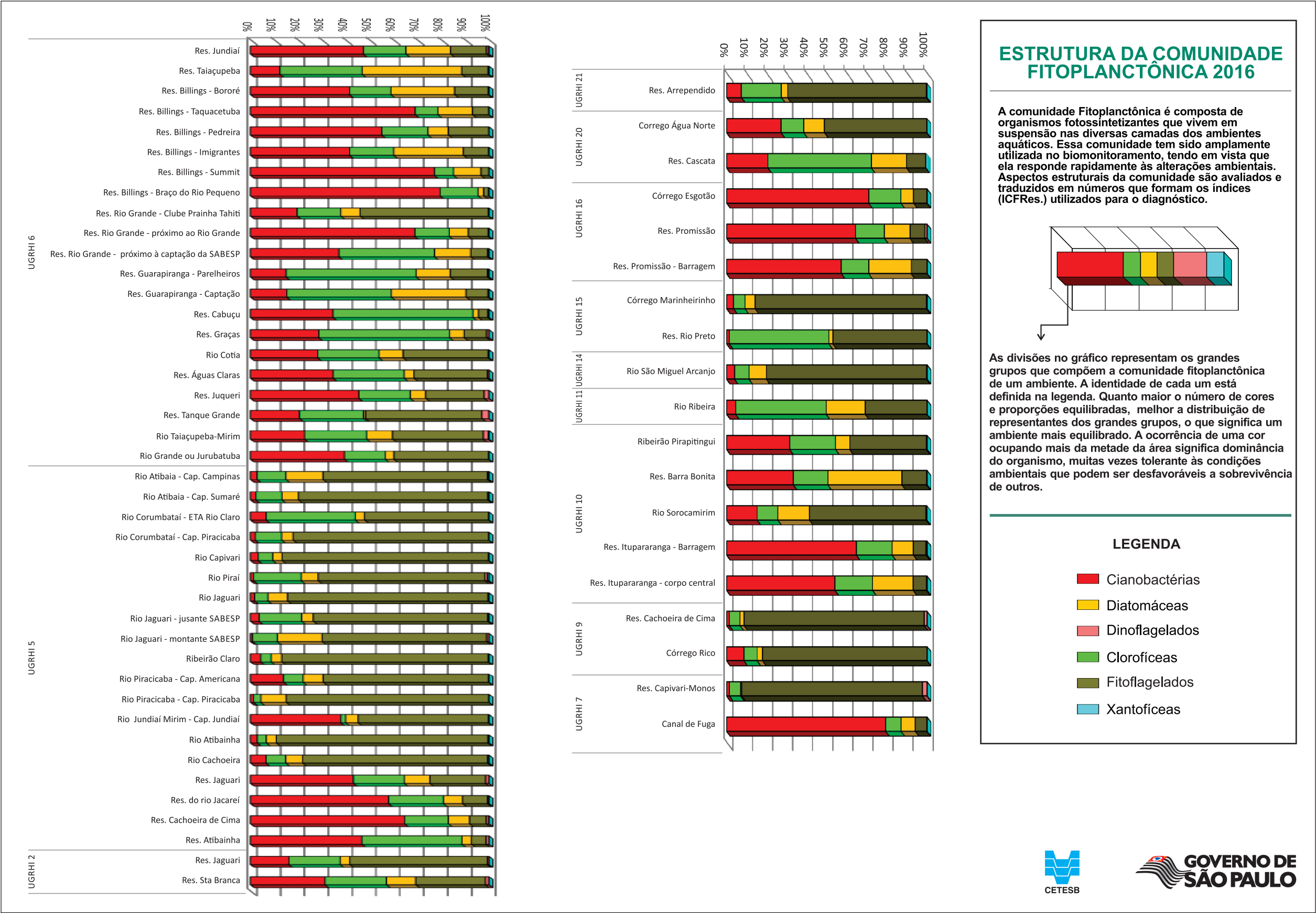


Figura 3.5 – Estrutura da comunidade fitoplanctônica – 2016



3.2.9 ICZ_{Res} – Índice de Comunidade Zooplantônica

A comunidade zooplanctônica foi analisada em três UGRHI (5, 6 e 10), em um total de nove pontos em sete reservatórios. Foi utilizado o Índice de Comunidade Zooplantônica para Reservatórios (ICZ_{Res}) para determinação da qualidade, como também foram determinadas as densidades de organismos dos grupos Rotífera, Cladocera e Copepoda.

O ICZ_{Res} indicou condição média anual Regular nos reservatórios Jaguari, Jacaréi, Juqueri, que compõem o Sistema Cantareira, e no reservatório Barra Bonita (Tabela 3.8). O reservatório Atibainha apresentou condição Boa no mês de maio, e condição Regular em março, mas devido à ausência de amostragem em outro período do ano, não foi calculada a condição média anual para este reservatório. A condição Ruim foi obtida no reservatório Billings (ponto BILL 02100 – Bororé) e no reservatório Guarapiranga (pontos GUAR 00100 e GUAR 00900). O ponto BITQ 00100 (braço do rio Taquacetuba), localizado no reservatório Billings, apresentou condição Péssima em todos os meses amostrados.

Comparando-se as médias anuais do ICZ_{Res} obtidas em 2016 com aquelas de anos anteriores (Tabela 3.8), observa-se que os reservatórios do Sistema Cantareira analisados apresentaram a condição Regular na maioria dos anos analisados. No reservatório Billings, o ponto BILL 02100 apresentou uma melhora, passando da condição Péssima, observada de 2012 a 2015, para a condição Ruim, e o ponto BITQ 00100 mantém a condição Péssima desde 2013. O reservatório Guarapiranga mantém a condição Ruim em ambos os pontos amostrados (GUAR 00100 e GUAR 00900), com exceção da condição Péssima em 2014 no ponto GUAR 00100. O reservatório Barra Bonita apresentou melhora na condição, passando da condição Ruim, observada no período de 2011 a 2015, para a condição Regular em 2016.

Tabela 3.8 – Evolução da classificação segundo o ICZ médio anual entre 2011 e 2016

UGRHI	Corpo Hídrico	Ponto	2011	2012	2013	2014	2015	2016
5	Reservatório Jaguari	JARI 00800					N.R.	
	Reservatório do Rio Jacaréi	JCRE 00500						
	Reservatório do Rio Atibainha	RAIN 00880					N.R.	N.R.
6	Reservatório do Juqueri ou Paiva Castro	JQJU 00900						
	Reservatório Billings	BILL 02100						
		BITQ 00100						
	Reservatório do Guarapiranga	GUAR 00100						
		GUAR 00900						
10	Reservatório de Barra Bonita	TIBB 02700						

Legenda: ■ Boa ■ Regular ■ Ruim ■ Péssima

N.R. – média anual não calculada devido a insuficiência de dados

Dentre os reservatórios analisados que compõem o sistema Cantareira, as maiores densidades foram observadas no reservatório Jaguari (JARI 00800) (Gráfico 3.23), com média anual aproximada de 400.000 organismos/m³. O reservatório Juqueri (JQU 00900) apresentou grande variação mensal das densidades de organismos de 11.435 org./m³ (maio) a 349.834 org./m³ (novembro). Os microcrustáceos (Copepoda e Cladocera) mais frequentes foram dos gêneros *Thermocyclops* e os cladóceros *Bosmina*, *Ceriodaphnia*, *Diaphanosoma* e *Moina*.

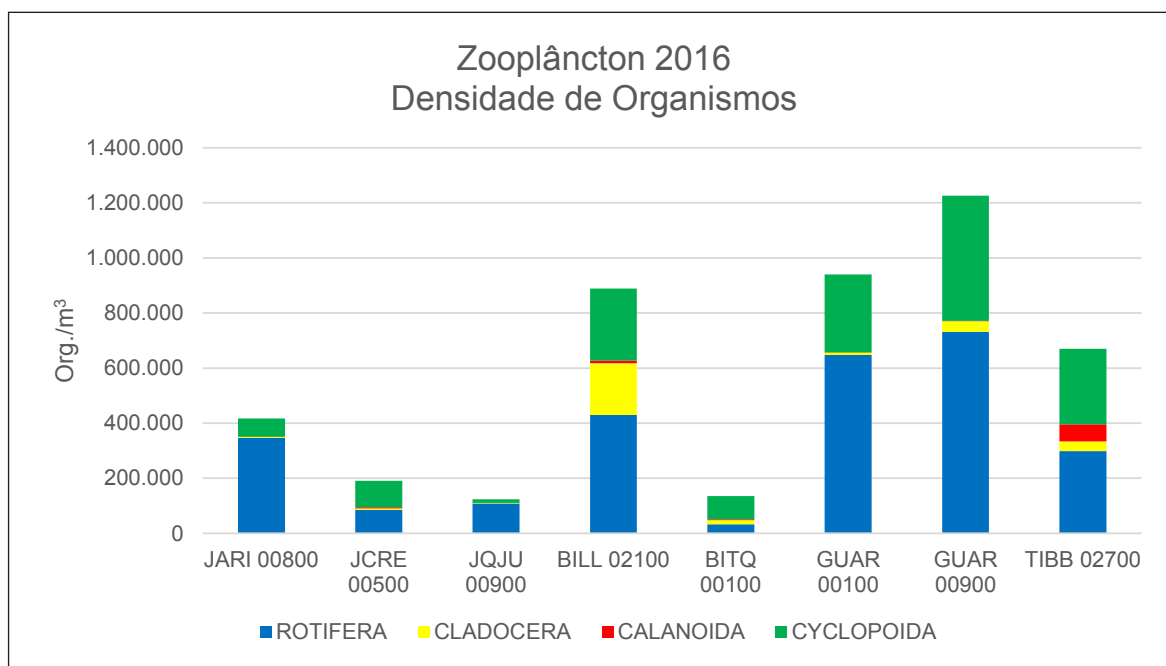
O predomínio da espécie *Thermocyclops minutus* (Copepoda – Cyclopoida) encontrada nos reservatórios Jacareí, Atibainha e Juqueri pode indicar condições tróficas oligo/mesotróficas. A espécie *Thermocyclops decipiens* (Copepoda – Cyclopoida), presente em todos os reservatórios do Cantareira, com exceção do Atibainha, embora possa ser encontrada em reservatórios com baixos graus de trofia, seu predomínio ocorre geralmente em ambientes eutrofizados. Já o predomínio do cladóceros *Bosminopsis deitersi* encontrado nos reservatórios Atibainha e Juqueri tem sido relacionado com ambientes não eutrofizados.

No reservatório Billings a maior média anual de organismos foi observada no ponto BILL 02100 (Bororé), sendo frequentes as espécies *Thermocyclops decipiens*, *Thermocyclops inversus* (Copepoda – Cyclopoida), *Notodiaptomus* sp. (Copepoda – Calanoida), os cladóceros *Bosmina* sp., *Ceriodaphnia cornuta*, *Ceriodaphnia* sp., *Daphnia gessneri*, *Moina* sp. O ponto BITQ 00100 (Taquacetuba) apresentou em 2016 valores muito inferiores àqueles obtidos em anos anteriores, variando de 76.636 org./m³ em julho a 238.152 org./m³ em novembro; As espécies frequentes neste ponto foram semelhantes ao ponto do Bororé. As menores densidades de organismos observadas no ponto BITQ 00100 em 2016 podem estar relacionadas à qualidade de alimento (fitoplâncton).

No reservatório Guarapiranga tanto no ponto GUAR 00100 (Parelheiros) como no ponto GUAR 00900 (captação Sabesp) as maiores densidades foram registradas em julho (1.930.948 org./m³ e 2.447.940 org./m³, respectivamente) sendo frequentes as espécies *Thermocyclops decipiens* e *Thermocyclops inversus* (Copepoda – Cyclopoida), em ambos os pontos. Na captação foram ainda observadas as espécies *Acanthocyclops robustus*, *Bosmina* sp., *Ceriodaphnia cornuta*, *Ceriodaphnia* sp., *Moina* sp., *Daphnia gessneri*, *Daphnia ambigua* (Cladocera).

No reservatório de Barra Bonita as densidades de organismos no período de janeiro a julho foram mais baixas daquelas observadas em anos anteriores, apresentando a variação de 130.919 org./m³ (janeiro) a 247.596 org./m³ (julho), com exceção do mês de novembro, com densidade de 2.127.269 org./m³, possivelmente devido ao aumento na oferta de alimento (fitoplâncton). As espécies de microcrustáceos mais frequentes foram *Acanthocyclops robustus*, *Mesocyclops ogunnus*, *Thermocyclops decipiens* (Copepoda – Cyclopoida), *Notodiaptomus* sp. (Copepoda – Calanoida), *Bosmina* sp., *Ceriodaphnia* sp., *Daphnia gessneri*, *Diaphanosoma spinulosum* (Cladocera).

Gráfico 3.23 – Densidade média anual e distribuição dos grupos da comunidade zooplânctônica dos reservatórios Jaguari (JARI 00800), Jacareí (JCRE 00500), Juqueri (JQU 00900), Billings (BILL 02100 e BITQ 00100), Guarapiranga (GUAR 00100 e GUAR 0900), e Barra Bonita (TIBB 02700) em 2016.



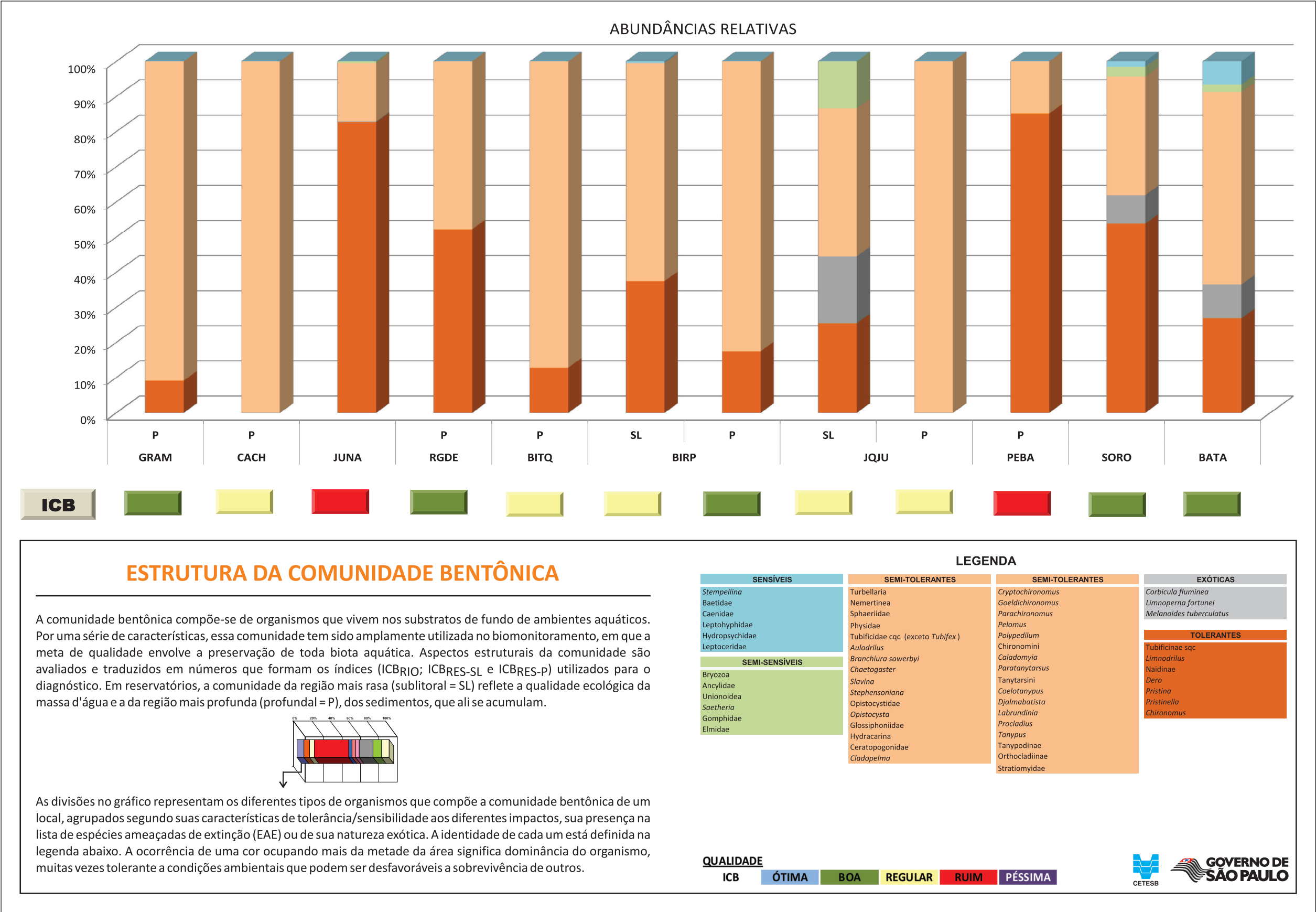
3.2.10 ICB – Índice de Comunidade Bentônica

No ano de 2016, a avaliação da qualidade ecológica dos ambientes aquáticos por meio da comunidade bentônica foi realizada em dez localidades, das quais sete eram reservatórios e as demais, rios. Em apenas dois reservatórios foi realizada análise da comunidade da região sublitoral, além daquela da profunda, totalizando 12 diagnósticos. As localidades estiveram distribuídas em UGRHI com diferentes tipos de uso do solo, relacionadas a seguir:

- Rural: rio Batalha (BATA 02222), na UGRHI 16 e reservatório Graminha (GRAM 02800), localizado na UGRHI 4;
- Urbano: reservatório Cachoeira (CACH 00500) e rio Jundiá (JUNA 03600) na UGRHI 5; reservatório do Rio Grande (RGDE 02030), reservatório Billings, braço do Rio Taquacetuba (BITQ 00100), reservatório Billings, braço do Rio Pequeno (BIRP 00500), reservatório Juqueri/Paiva Castro (JQU 00900) e reservatório Taiápeba (PEBA 00900), todos na UGRHI 6, e rio Sorocaba (SORO 02700), na UGRHI 10.

Os dados brutos de densidade para os diferentes organismos encontrados em cada local são apresentados no Apêndice K. A Figura 3.6 mostra a importância das diferentes categorias de tolerância definidas para a comunidade para cada ambiente amostrado. A discussão foi integrada às outras variáveis obtidas na matriz sedimento (química, microbiológica, ecotoxicológica e toxicológica) no item 3.3 - Qualidade dos sedimentos

Figura 3.6 – Estrutura da comunidade bentônica em 2016



3.2.11 Outras variáveis

A Resolução CONAMA nº. 357/2005 não estabelece padrão de qualidade para muitas substâncias orgânicas tais como o grupo dos Compostos Orgânicos Voláteis (VOCs) e Semi-Voláteis (SVOCs) e o grupo dos BTEX (Benzeno, Tolueno, Etilbenzeno e Xilenos Totais). Contudo, a CETESB monitora a presença dessas substâncias em alguns corpos d'água da Classe 4 cujo entorno seja ocupado por indústrias, comércio e serviços, que utilizem no seu processo produtivo produtos que contenham esses grupos de substâncias ou seus derivados na sua formulação. Em pontos representativos de culturas agrícolas são monitoradas pesticidas do grupo dos organoclorados e organofosforados, a maior parte deles sem padrões de qualidade estabelecido pela Resolução CONAMA nº. 357/2005. Além disso, algumas substâncias orgânicas não reguladas foram monitoradas em algumas campanhas nos pontos alocados no Sistema Cantareira e nos seus rios defluente.

Por exemplo, dos 33 SVOCs investigados no Sistema Cantareira e nos rios defluente na campanha de março de 2016, apenas foi quantificado o composto bis(2-etilexil)ftalato no ponto no Rio Cachoeira (CAXO 02800). Em pelo menos uma campanha, foi detectada a presença de clorofórmio no ponto SAUI 02900, localizado no rio Sarapuí na UGRHI 10, bem como nos rios Catarina Moraes (CATA 23850) e Saboó (SABO 22500) na UGRHI 7. O tolueno foi quantificado em 25 pontos localizados na UGRHI 6, sendo os maiores valores verificados no Reservatório Edgard Souza (TIES 04900 - 205 $\mu\text{g L}^{-1}$), e no Rio Pinheiros (PINH 04250 - 152 $\mu\text{g L}^{-1}$). O tolueno também foi quantificado (em concentrações variando entre 2,4 a 28 $\mu\text{g L}^{-1}$) no ribeirão Tatu (TATU 04850), na UGRHI 5, nos rios Catarina Moraes (CATA 23850) e Itaguaré (ITAE 02900) na UGRHI 7 e no rio Pitangueiras (PITA 04800) na UGRHI 12. O benzeno não foi quantificado em nenhum dos pontos amostrados. Os demais compostos dessa classe (Etilbenzeno e Xilenos) foram quantificados em concentrações variando entre 3 a 22,8 $\mu\text{g L}^{-1}$ nos seguintes pontos da UGRHI 6: TIET 04150, TIES 04900, TIES 04200, CORU 04950, TAMT 04250 e TAMT 04500. A maior frequência registrada foi no ponto TAMT 04250, no Rio Tamanduateí, onde esses compostos foram detectados em três campanhas (janeiro, julho e novembro).

Já o monitoramento da presença de Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos foi realizado em corpos d'água da Classe 4 da UGRHI 6 e também naqueles onde haja pesca ou cultivo de organismos para fins de consumo intensivo, como por exemplo na UGRHI 7, conforme preconizado pela Resolução CONAMA nº. 357/2005. Assim, foram quantificadas 6 (seis) substâncias do grupo dos HPAs em 7 (sete) pontos da UGRHI 7 e no Rio Pinheiros. As substâncias quantificadas foram o Acenafeno, Fenantreno, Fluoranteno, Fluoreno, Naftaleno e Pireno. Os pontos onde foram quantificados algumas dessas substâncias foram: PINH 04100, CATA 23850, CUBA 03900, MARO 22800, MOJI 02800, PETO 02900, PIAC 02700 e SABO 22500.

Em relação aos pesticidas organoclorados, foi detectado o Mirex no Rio Jaguari (JAGR 00002) na campanha de março de 2016. Já os pesticidas organofosforados e herbicidas foram analisados no Rio Batalha (BATA 02300), Rio Ribeira (RIBE 02900), Rio São José dos Dourados (SJDO 02500) e Rio Sorocaba (SORO 02700) na última campanha de março do monitoramento específico do Sistema Cantareira e nos rios defluente desse sistema. Apenas o Metolaclopro foi quantificado em duas campanhas do SJDO 02500 e em uma campanha do SORO 02700 em concentrações inferiores ao padrão de qualidade.

Dentre as variáveis correlacionadas à tipologia industrial e que apresentam padrão de qualidade pela Resolução CONAMA nº. 357/2005, o Boro foi determinado em alguns pontos das UGRHI 2, 5, 9 e 10 e não apresentou resultados desconformes com a legislação. O Fluoreto foi determinado em alguns pontos das UGRHI 5, 10 e 11 e apresentou desconformidades nos pontos do Rio Pirajibu (JIBU02900) e do Ribeirão dos Quilombos (QUIL03200 e QUIL 03900). Em novembro, no ponto QUIL 03200, foi determinada a concentração de 72,1 mg L⁻¹ de fluoreto, o que demandou uma investigação mais detalhada no rio e nos afluentes do ribeirão Quilombo próximos à fonte emissora.

Os Fenóis Totais foram determinados em pontos coincidentes com captação para abastecimento, incluindo rios afluentes e defluentes de alguns sistemas de abastecimento, em especial os pontos do rio Atibaia. Dos pontos utilizados para abastecimento (Classes 1, 2 e 3), os pontos no Reservatório Cascata (CASC 02050) e Rio Jaguari (JAGR 02010) apresentaram resultados não conformes (acima de 0,003 mg L⁻¹) em uma campanha. Também apresentaram resultados desconformes em uma campanha dois pontos no Reservatório Billings (BILL 02030 e BILL 02100) e em duas campanhas no ponto no Ribeirão Pires (PIRE 02900). Em relação às amostras de rios de Classe 4, não apresentaram resultados desconformes (acima de 1 mg L⁻¹).

Os Óleos e Graxas foram analisados nos rios de Classe 4 e no ponto PIRE02900. Em 74% desses pontos foi detectada a presença dessas substâncias, sendo os maiores valores (45 e 61 mg L⁻¹) observados no Ribeirão dos Couros (CORU 04950) e no Rio Jundiá (JUNA 04150).

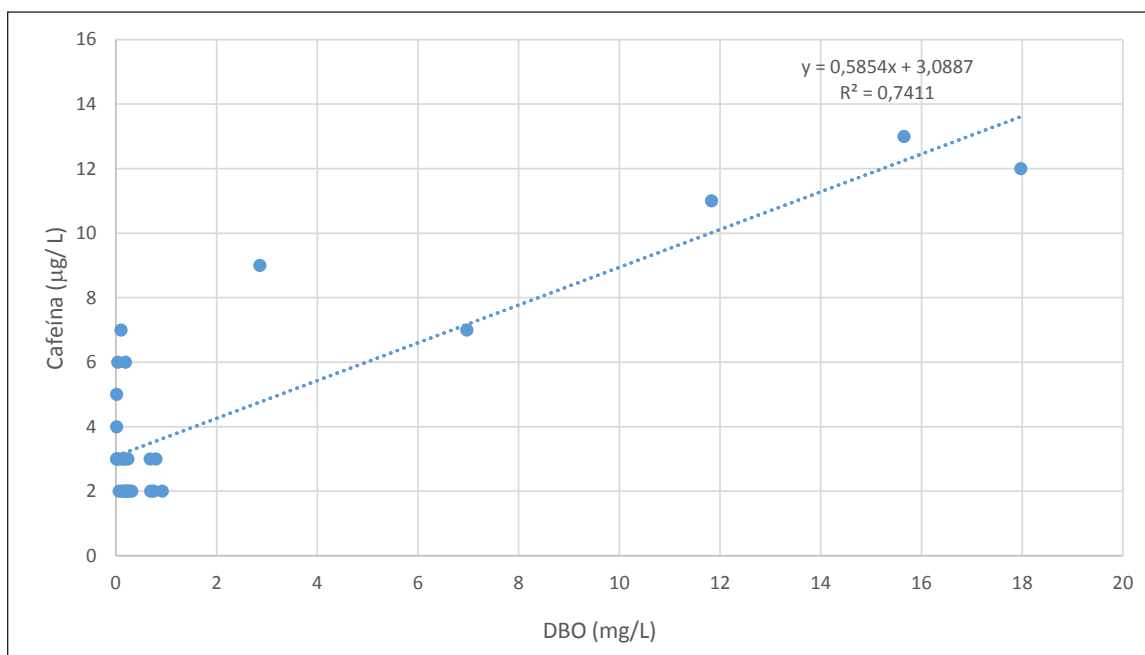
Cafeína

A cafeína foi quantificada em pontos da rede da CETESB buscando avaliar essa substância como um indicador químico da presença de esgotos domésticos, em adição a análise do indicador microbiológico *E. coli*, correntemente executada pela CETESB. A coleta foi realizada em 07 pontos da rede de monitoramento, coincidentes com captações superficiais ou com sistemas de transferência para mananciais de abastecimento público, a saber: 1) reservatório Guarapiranga (captação da ETA de Boa Vista, GUAR 00900), 2) reservatório Billings (ponto de transferência para o reservatório Guarapiranga, BITQ 00100), 3) rio Atibaia (na captação de Atibaia, ATIB 02010), 4) rio Paraíba do Sul (captação de Tremembé, PARB 02490), 5) rio Sorocaba (captação de Cerquilha, SORO 02700), 6) rio Cotia (no canal de captação para a ETA de Baixo Cotia, COTI 03900), 7) rio Juquiá (na ponte na Rodovia BR-116, em Juititaba, JUQI 00800). A cafeína foi detectada em todos os pontos de monitoramento, porém as maiores concentrações foram registradas no ponto COTI 03900 com valores entre 2,8 µg L⁻¹ (em setembro) a 17,97 µg L⁻¹ (em maio). Nos demais pontos posicionados em rios coincidentes com as captações dos municípios de Tremembé (PARB 02490), Cerquilha (SORO 02700), Atibaia (ATIB 02010) e Juquiá (JUQI 00800), as maiores concentrações de cafeína foram detectadas no rio Atibaia (entre 0,17 e 0,92 µg L⁻¹), seguidas pelas concentrações registradas no rio Paraíba do Sul (entre 0,07 e 0,79 µg L⁻¹) e no rio Sorocaba (entre 0,06 e 0,69 µg L⁻¹), com os menores valores observados no rio Juquiá (entre 0,01 e 0,095 µg L⁻¹). No reservatório Guarapiranga as concentrações de cafeína variaram entre 0,019 e 0,24 µg L⁻¹, e no ponto de transposição localizado na represa Billings (BITQ 00100) essas variaram entre 0,0128 e 0,0225 µg L⁻¹.

Considerando-se que a cafeína é oriunda exclusivamente da excreção humana após consumo de café, chá, refrigerantes e medicamentos e fracamente retida pelos sistemas de tratamento de esgotos, foi verificada uma possível associação entre essa substância e a Demanda Bioquímica do Oxigênio, a qual foi determinada nas mesmas amostras coletadas para análise da cafeína. Para o cálculo do Coeficiente de correlação de

Pearson e da regressão linear foram eliminados do conjunto de dados os resultados considerados anômalos ou cujo método analítico não atendeu aos limites estabelecidos pela legislação. Os resultados para o coeficiente de correlação de *Pearson* mostraram uma correlação linear e positiva ($r = 0,86$) entre essas duas variáveis. Além disso, a reta obtida pela regressão linear da cafeína em função da DBO obteve coeficiente de determinação (r^2) de 0,74, indicando que quase 75 % da variação total da cafeína na água pode ser explicada através do modelo linear ajustado (Gráfico 3.24). Esses resultados fornecem, portanto, uma evidência de que a cafeína pode ser utilizada como indicador químico da presença de esgotos domésticos em corpos d'água.

Gráfico 3.24 – Regressão linear para concentração da cafeína em função da concentração da DBO.



3.2.12 IB – Índice de Balneabilidade das praias em reservatórios e rios

O histórico das classificações anuais da balneabilidade das 33 praias de rios e reservatórios monitorados no período de 2011 a 2016 encontra-se na Tabela 3.9. Ressalta-se que a classificação anual das praias é calculada a partir das porcentagens de classificação nas diversas categorias obtida em cada praia durante o ano, de acordo com a Resolução CONAMA nº. 274/2000. Os resultados para o índice de balneabilidade de 2016, encontram-se no Apêndice N.

UGRHI 2 – Estas praias foram monitoradas com frequência semanal. O baixo nível d'água não permitiu a execução de amostragem na praia da Redenção da Serra em 2016. Já as praias do Rio Piracuama e do Ribeirão Grande obtiveram classificação Péssima, que representa uma condição de balneabilidade imprópria para banho, como no ano anterior.

UGRHI 5 – Estas praias foram monitoradas com frequência mensal. Os resultados obtidos para a praia da Serrinha, Novo Horizonte e da Tulipa, localizadas respectivamente nos reservatórios de Jaguari/Jacareí e Cachoeira, mantiveram o histórico de classificação Excelente dos anos anteriores, da mesma forma a praia localizada na Rodovia D. Pedro I (reservatório Atibainha) e na Lavapés mantiveram Índice de balneabilidade na categoria Excelente. Já a praia do Utinga (reservatório Atibainha) piorou, passando da classificação Regular para Ruim.

UGRHI 6 – Seus reservatórios têm as suas praias monitoradas semanalmente.

No Guarapiranga, os resultados obtidos para as praias do Sol, Crispim e Guarujapiranga, mantiveram uma classificação Regular para o ano de 2016, mantendo estabilidade na classificação em relação aos quatro anos anteriores, isto é, com condições próprias para o banho na maior parte do tempo. As praias Marina Guaraci, Aracati e a praia Hidroavião obtiveram a classificação Péssima mantendo histórico de imprópria para banho como nos anos anteriores. A praia píer do Yacht Club Paulista, obteve a classificação Péssima mantendo histórico de imprópria para banho do ano anterior, ao passo que o ponto no píer da Esportes Náuticos Wind Clube obteve classificação Ruim, estando imprópria para banho na maior parte do ano de 2016. Já a praia Dedo de Deus piorou sua qualidade obtendo a classificação péssima.

No reservatório Rio Grande, a praia Club Tahiti piorou sua qualidade em relação aos anos anteriores obtendo a classificação Ruim, ao passo que o Parque Estoril e o Sindicato dos Metalúrgicos do ABC tiveram uma classificação Regular em 2016, mantendo o histórico e indicando condição Própria para banho na maior parte do tempo. Para a prainha próxima ao zoológico do Parque Municipal, a condição de balneabilidade passou para regular, piorando em relação ao ano anterior. No reservatório Billings, a prainha em frente à ETE manteve a classificação Péssima dos anos anteriores, permanecendo imprópria na maior parte do ano.

UGRHI 7 - No município de Cubatão, o ponto de monitoramento no rio Perequê é avaliado semanalmente através da análise de cinco amostras de Enterococos (UFC 100 mL⁻¹). Neste rio, em 2016, as concentrações de enterococos estiveram entre 1 UFC 100 mL⁻¹ e 120 UFC 100 mL⁻¹, com média geométrica de 28 UFC 100 mL⁻¹ e P95 de 98 UFC 100 mL⁻¹. Duas campanhas apresentaram concentrações acima de 100 UFC 100 mL⁻¹ (agosto e setembro). Para fins de balneabilidade, esse ponto melhorou em 2016 em relação aos dois anos anteriores, recebendo a classificação Boa.

UGRHI 8 - As praias no Rio Grande, no município de Miguelópolis, apresentaram condição própria para o banho na maior parte do ano, sendo que na parte central (GRDE 02273) houve uma melhora da condição de balneabilidade em relação a 2015.

UGRHI 9 – As praias dessa UGRHI são monitoradas com frequência semanal. A praia Cachoeira de Emas, no Rio Mogi Guaçu, obteve classificação Péssima piorando em relação aos anos anteriores. Já a praia de Sta. Cruz da Conceição, no lago Euclides Morelli, piorou sua qualidade em relação a 2015, recebendo a classificação Ruim.

UGRHI 10 – Os resultados obtidos mensalmente nas praias do Club ACM de Sorocaba e prainha do Piratuba no reservatório Itupararanga mostraram uma condição Excelente, estando próprias para o banho em todas as semanas do ano. Esse histórico vem se mantendo desde 2011.

UGRHI 13 – A prainha de Igarçu do Tietê e a prainha Municipal de Arealva obtiveram classificação Péssima em 2016, permanecendo na maioria do tempo Impróprias para o banho. Essa condição é devida não somente a presença de *E. coli* mas também a ocorrência frequente de floração de algas, que comprometem a qualidade de suas águas para o banho devido ao risco de toxicidade. Ressalta-se que as condições de balneabilidade de ambas as praias vêm piorando desde 2014.

UGRHI 16 – A praia do Sabino, monitorada semanalmente, obteve a classificação regular permanecendo própria para banho na maior parte do ano. Ressalta-se que as condições de balneabilidade dessa praia melhoraram voltando à condição observada nos anos anteriores a 2015.

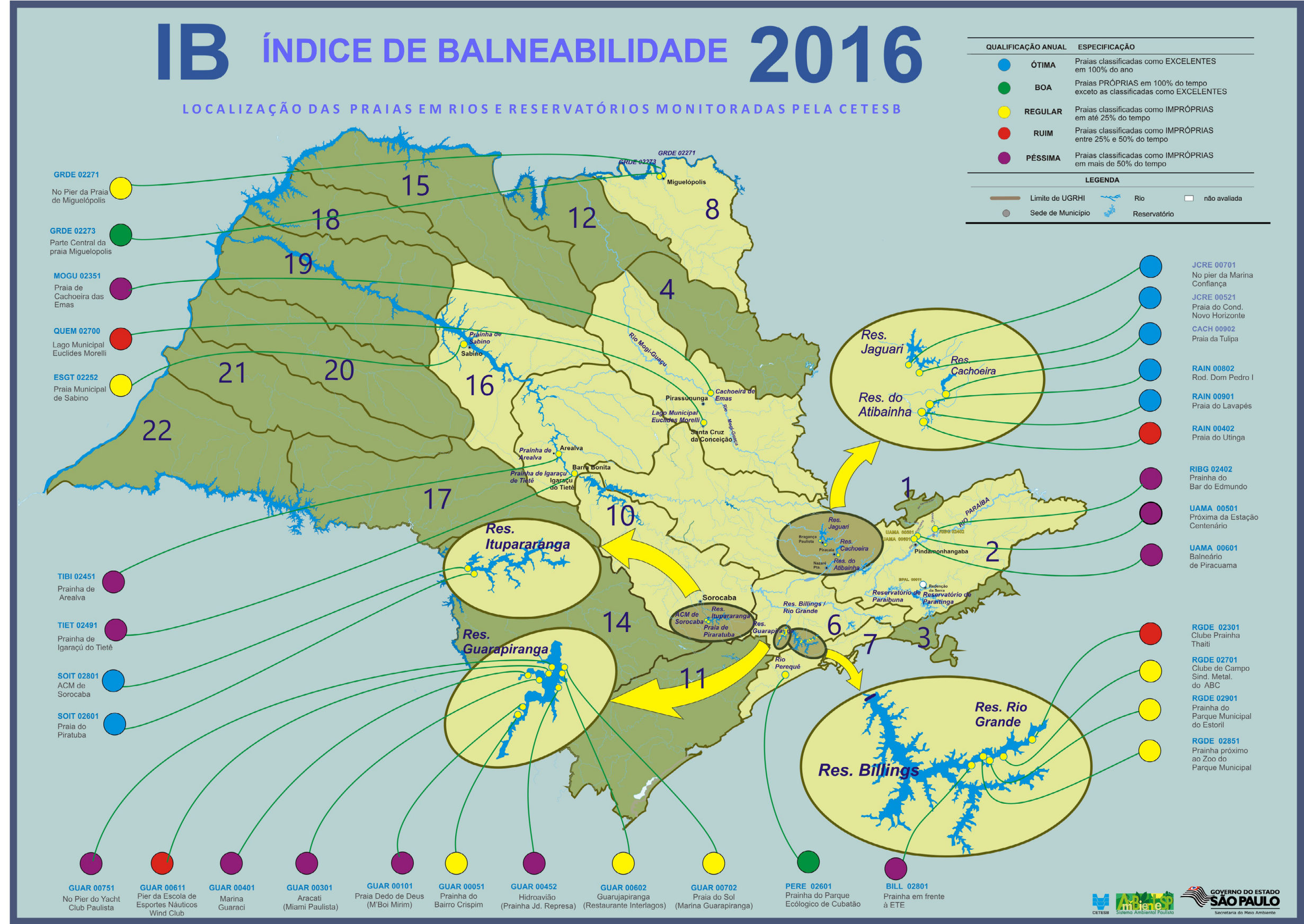
Tabela 3.9 – Índice de balneabilidade

UGRHI	Corpo Hídrico	Código	Praias Interiores - Local de Amostragem	2011	2012	2013	2014	2015	2016
2	RIBEIRÃO GRANDE	RIBG 02402	À MONTANTE DO BAR DO EDMUNDO						
	RIO PIRACUAMA	UAMA 00501	A MONTANTE DA ESTAÇÃO CENTENÁRIO						
		UAMA 00601	BALNEÁRIO PIRACUAMA - REINO ÁGUAS CLARAS						
5	RESERVATÓRIO DO RIO CACHOEIRA	CACH 00902	PRAIA DA TULIPA						
	RESERVATÓRIO JAGUARI/JACAREÍ	JCRE 00521	PRAIA NO CONDOMÍNIO NOVO HORIZONTE					NC	
		JCRE 00701	PRAIA DA SERRINHA (PIER DA MARINA CONFIANÇA)						
	RESERVATÓRIO DO RIO ATIBAINHA	RAIN 00402	PRAIA DO UTINGA						
		RAIN 00901	PRAIA DO LAVAPÉS						
		RAIN 00802	RODOVIA DOM PEDRO I						
6	RESERVATÓRIO GUARAPIRANGA	GUAR 00401	MARINA GUARACI						
		GUAR 00051	PRAINHA DO BAIRRO DO CRISPIM						
		GUAR 00702	PRAIA DO SOL						
		GUAR 00602	RESTAURANTE INTERLAGOS - GUARUJAPIRANGA						
		GUAR 00452	HIDROAVIÃO						
		GUAR 00751	EM FRENTE AO PIER DO YACHT CLUB PAULISTA						
		GUAR 00611	NO PIER DA ESCOLA DE ESP.NAUTICOS WIND CLUBE						
		GUAR 00101	PRAIA DEDO DE DEUS - M' BOI MIRIM						
		GUAR 00301	ARACATI						
	RES. BILLINGS/ RIO GRANDE DA SERRA	BILL 02801	PRAINHA FRENTE À ETE						
		RGDE 02301	CLUB PRAINHA TAHITI						
		RGDE 02901	PRAINHA DO PARQUE MUNICIPAL						
		RGDE 02851	PRÓXIMO AO ZOO DO PARQUE MUNICIPAL						
		RGDE 02701	CLUBE DE CAMPO SIND. METALÚRGICOS ABC						
7	RIO PEREQUÊ	PERE 02601	PRAINHA DO PEREQUE DE CUBATÃO						
8	RIO GRANDE	GRDE 02273	NA PARTE CENTRAL DA PRAIA MUNICIPAL DE MIGUELÓPOLIS						
		GRDE 02271	PÍER PRAIA MUNICIPAL DE MIGUELÓPOLIS						
9	RIO MOGI GUAÇU	MOGU 02351	CACHOEIRA DAS EMAS						
	LAGO EUCLIDES MORELLI	QUEM 02700	PRAIA MUNICIPAL DE STA. CRUZ DA CONCEIÇÃO						
10	RESERVATÓRIO ITUPARARANGA	SOIT 02801	CLUBE ACM DE SOROCABA						
		SOIT 02601	PRAINHA DO PIRATUBA						
13	RESERVATÓRIO IBITINGA	TIBI 02451	PRAINHA MUNICIPAL DE AREALVA						
	RIO TIETÊ	TIET 02491	PRAINHA DE IGARAÇU DO TIETÊ						
16	RES. PROMISSÃO/BRAÇO DO SABINO	ESGT 02252	EM FRENTE A PRAIA MUNICIPAL DE SABINO						

NC	Não Coletado
ÓTIMA	Praias classificadas como EXCELENTE em 100% do tempo
BOA	Praias classificadas como PRÓPRIAS em 100% do tempo, exceto as EXCELENTE
REGULAR	Praias classificadas como IMPRÓPRIAS em até 25% do tempo
RUIM	Praias classificadas como IMPRÓPRIAS entre 25% e 50% do tempo
PÉSSIMA	Praias classificadas como IMPRÓPRIAS em mais de 50% do tempo

Observação: Os pontos GRDE 02273 e GRDE 02271 (UGRHI 8) foram inseridos em 2015 e o ponto UAMA 00501 (UGRHI 2) foi inserido em 2016.

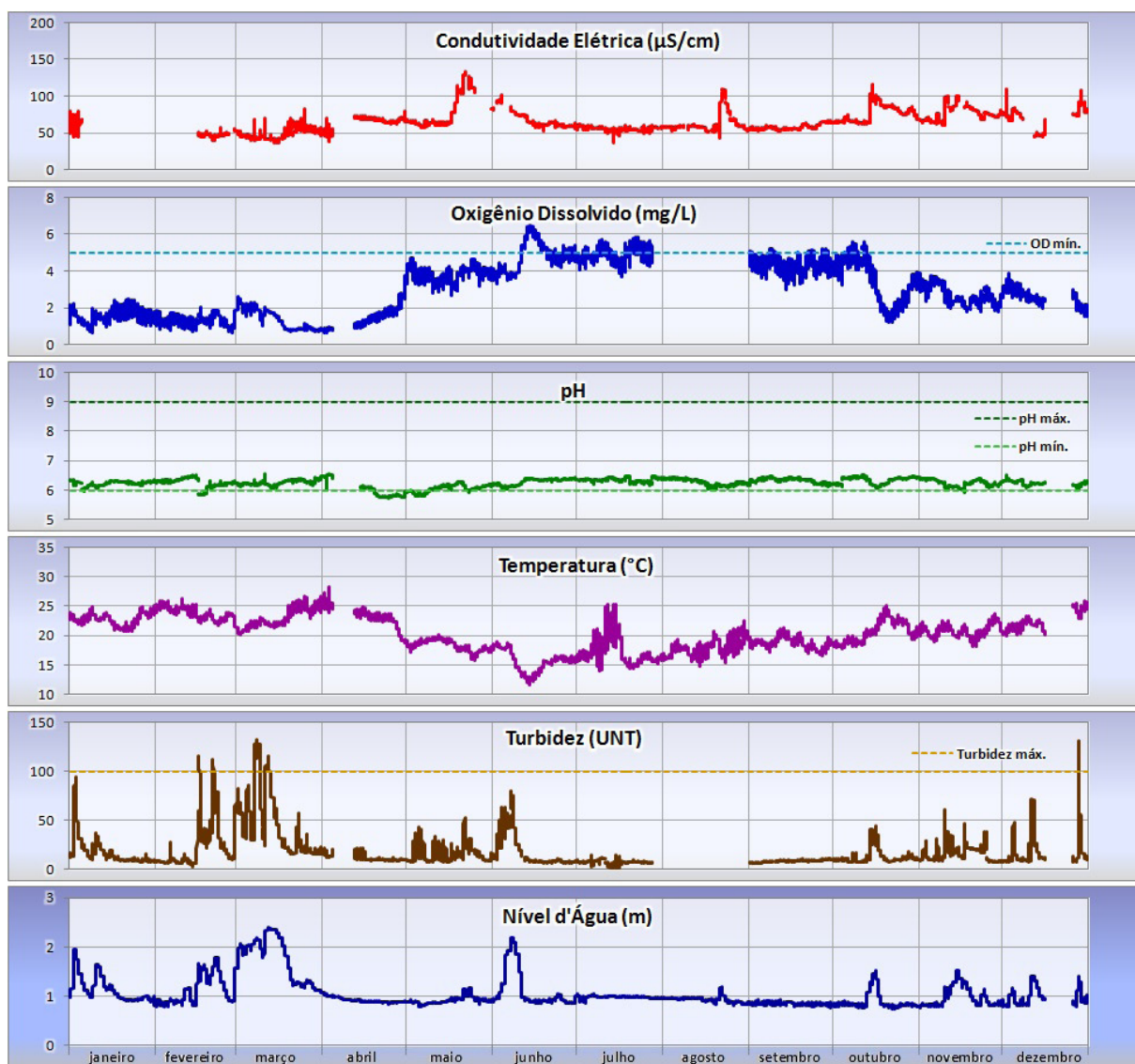
Mapa 3.5 – Localização e classificação das praias de rios e reservatórios – 2016.



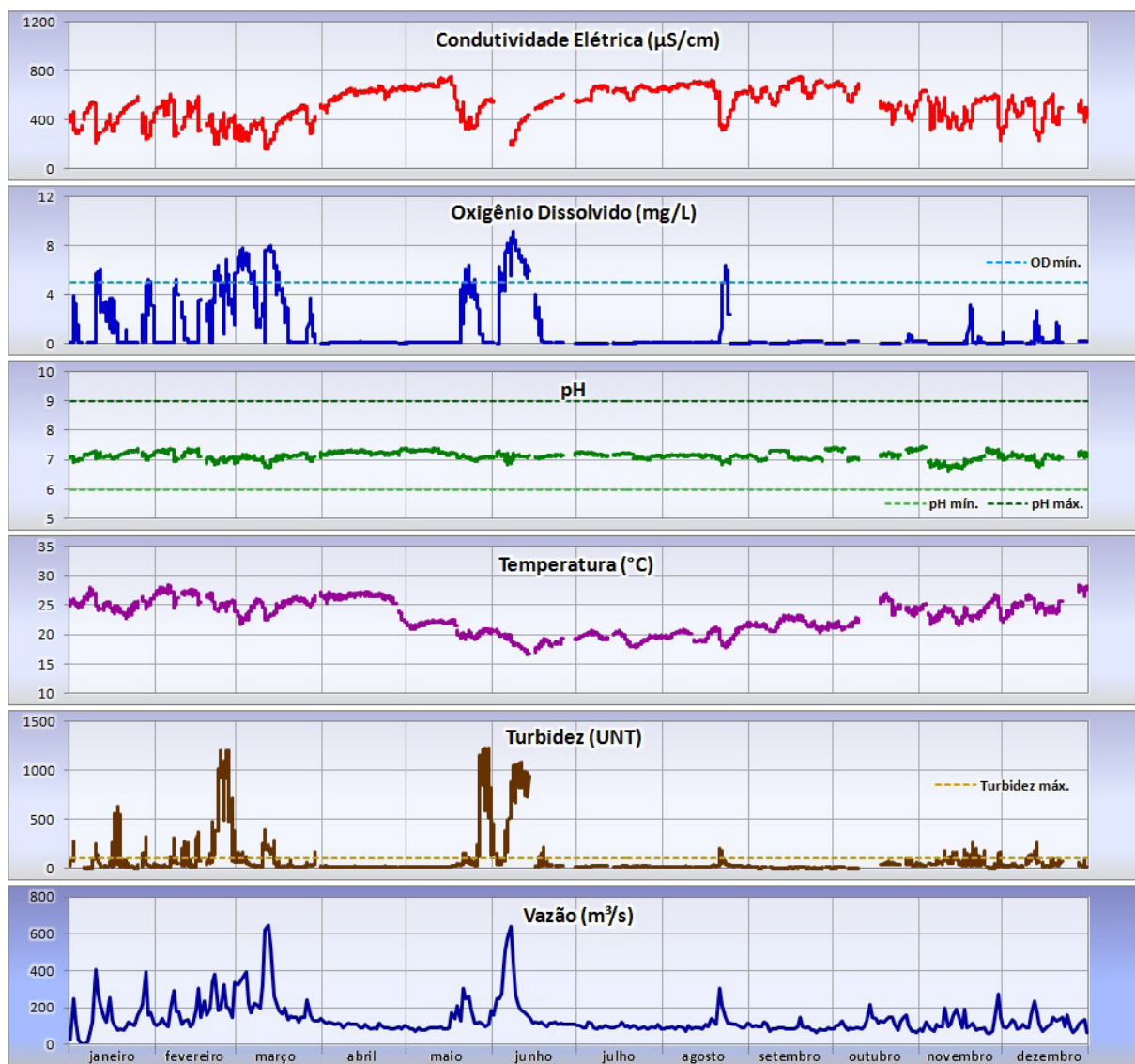
3.2.13 Monitoramento Automático

Para cada Estação Automática de Monitoramento da Qualidade das Águas é apresentado um conjunto de gráficos com as médias horárias das variáveis de qualidade (Condutividade Elétrica, Oxigênio Dissolvido, pH, Temperatura da Água e Turbidez) mais um gráfico com um parâmetro quantitativo (Nível d'Água, Vazão e/ou Volume), juntamente como uma análise sucinta do comportamento dessas variáveis ao longo do ano de 2016.

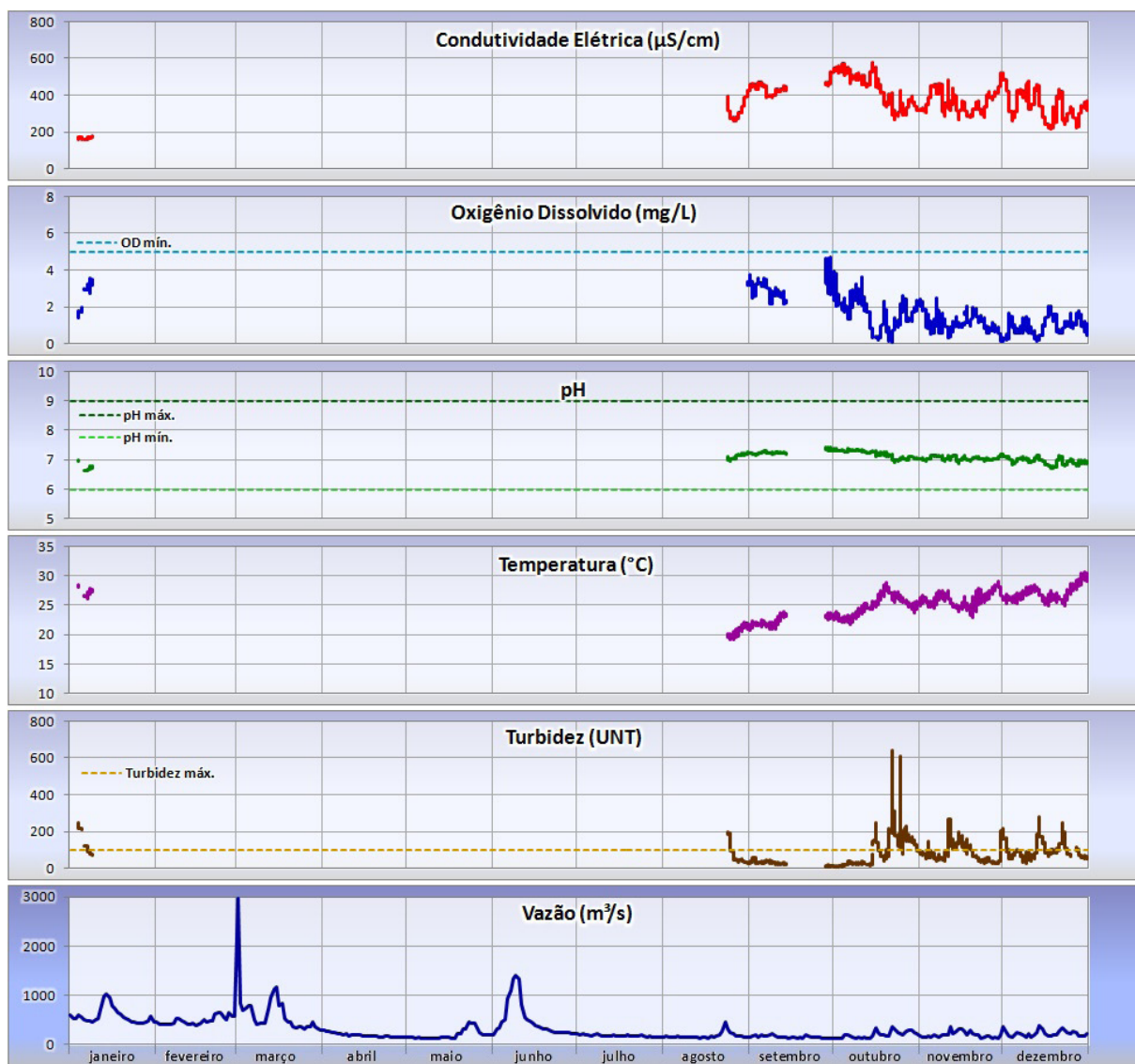
Figura 3.7 – Evolução dos parâmetros medidos pela Estação Automática Mogi das Cruzes de janeiro a dezembro de 2016



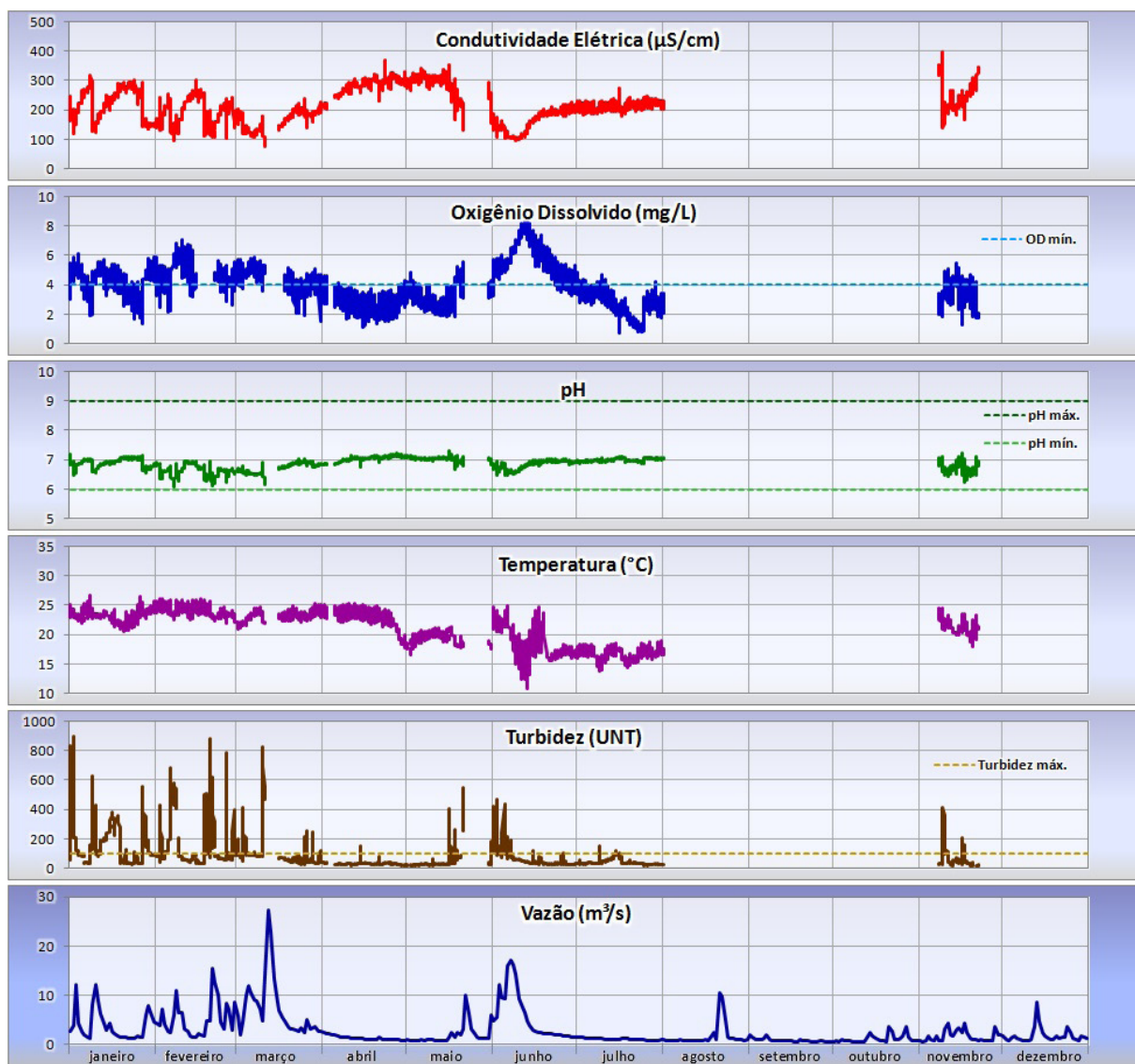
Localizada junto à captação de água do SEMAE, a Estação Mogi das Cruzes monitora a qualidade das águas do rio Tietê em trecho próximo à cabeceira. Apesar da região ser pouco impactada por cargas poluidoras pontuais, trata-se de bacia agrícola que contribui com expressiva carga poluidora difusa. Isso pode ser observado através dos picos de condutividade elétrica e turbidez, coincidentes com os eventos de maior vazão. Os valores de oxigênio dissolvido são tipicamente mais baixos no período chuvoso, apresentando uma melhora no período seco. No entanto, atendem ao padrão de qualidade para rios classe 2 em menos de 8% do tempo. O pH, ligeiramente ácido, atende ao padrão de qualidade durante 92% do ano.

Figura 3.8 – Evolução dos parâmetros medidos pela Estação Automática Rasgão de janeiro a dezembro de 2016

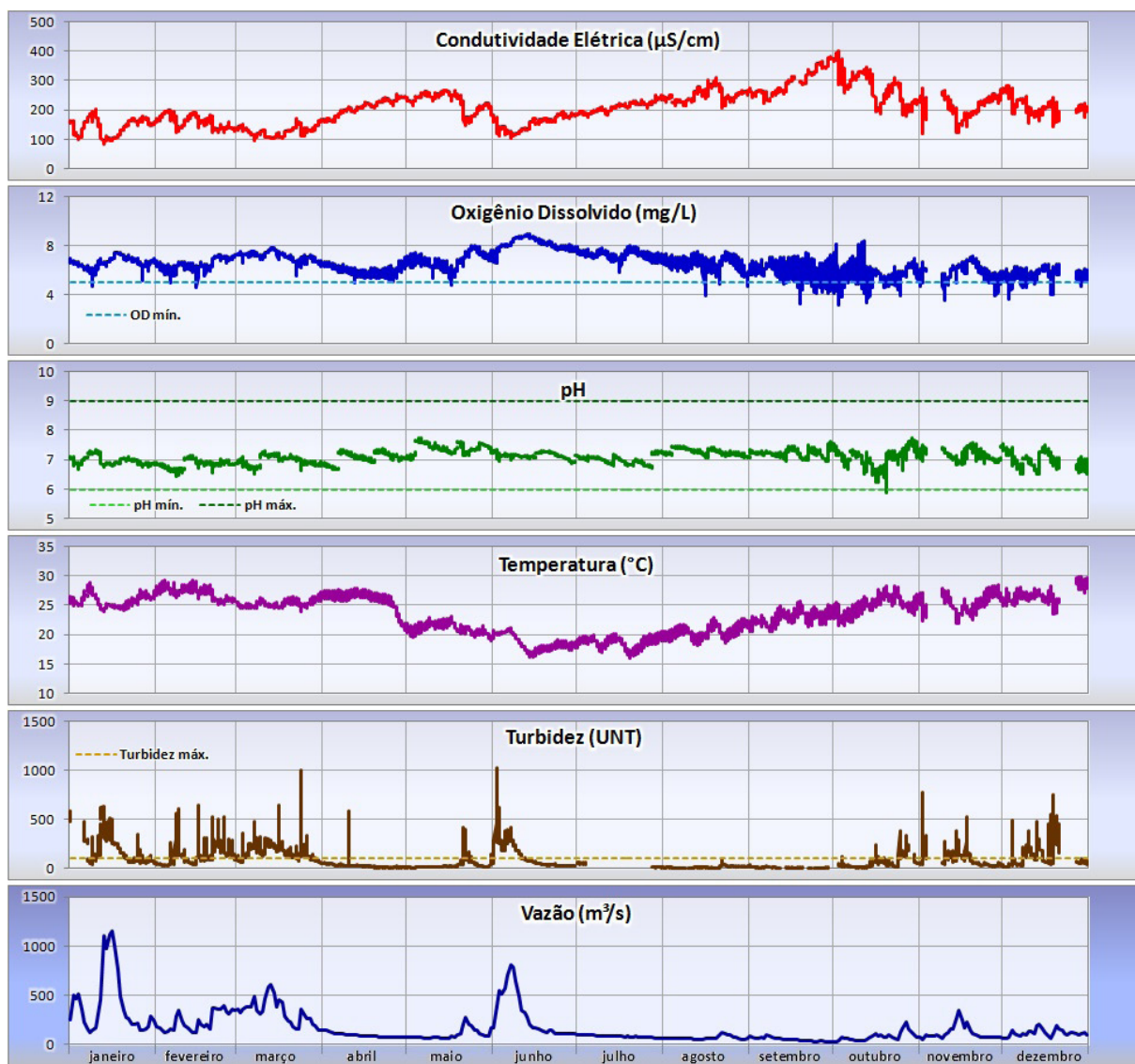
Localizada em Pirapora do Bom Jesus, a Estação Rasgão determina a qualidade das águas do rio Tietê na saída da Região Metropolitana de São Paulo. O impacto das cargas poluidoras nesse trecho do rio é evidenciado pelos altos valores de condutividade, predominantemente maiores no período seco, e pelos valores de oxigênio dissolvido próximos de zero. Somente nos picos de vazão, há diminuição nos valores de condutividade elétrica e aumento do oxigênio dissolvido, que atende ao padrão de qualidade para rios classe 2 apenas em 9% do tempo. Mesmo com aumento da turbidez, característico de aporte de cargas difusas, é possível verificar que as chuvas promovem a diluição da carga poluidora presente nesse trecho do rio.

Figura 3.9 – Evolução dos parâmetros medidos pela Estação Automática Laranjal Paulista de janeiro a dezembro de 2016

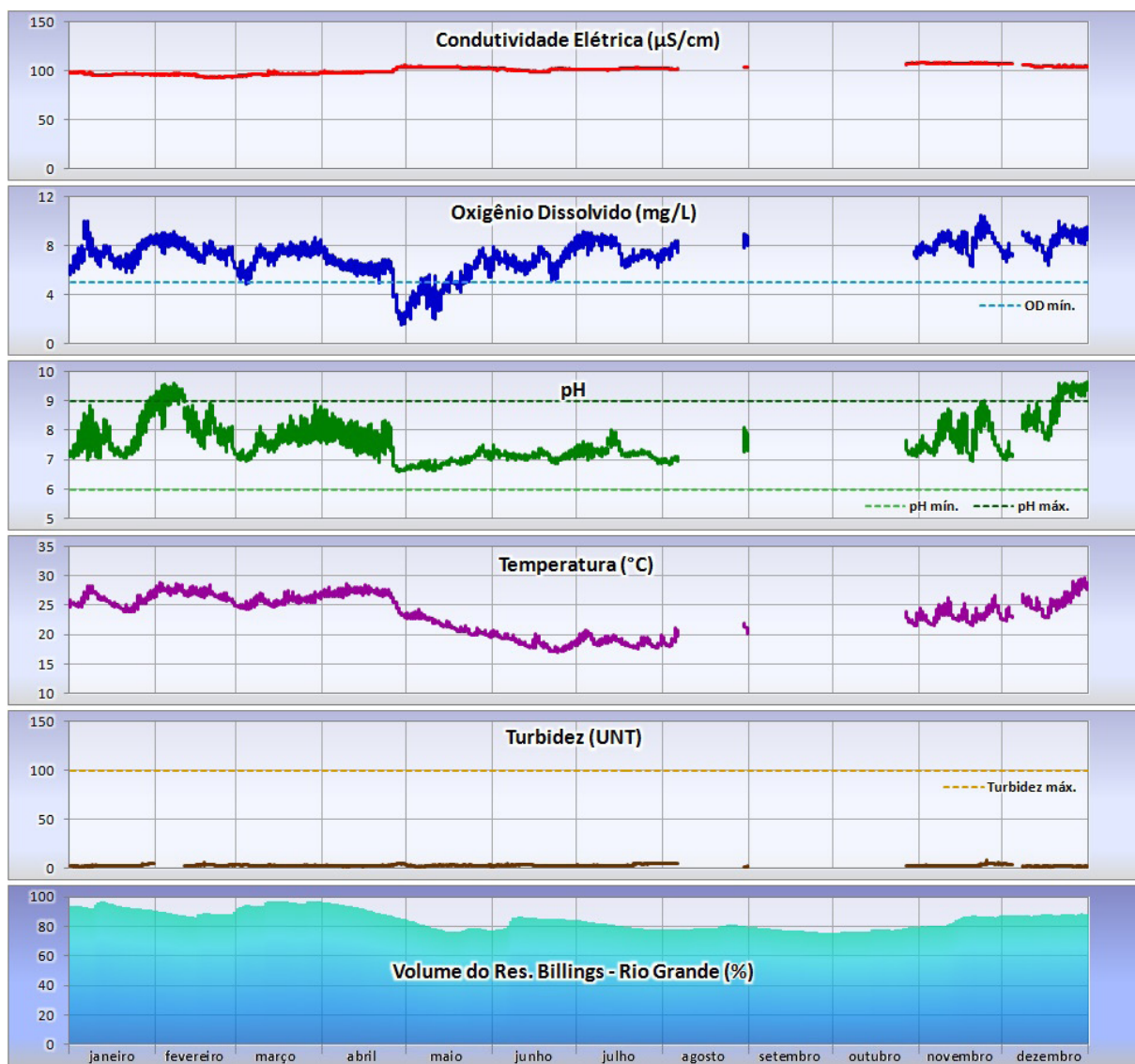
A Estação Laranjal Paulista monitora a qualidade das águas do rio Tietê, a montante do reservatório de Barra Bonita, em trecho onde começam a ser observados sinais de recuperação da qualidade das águas. Os valores de oxigênio dissolvido encontram-se abaixo do limite mínimo estabelecido pela Resolução CONAMA 357/05 para rios classe 2 durante todo o período para o qual foram gerados dados em 2016. Os valores de turbidez ultrapassam o limite máximo de 100 UNT em 28% do tempo, tipicamente no período chuvoso, no qual se observam mais picos de vazão, indicando aporte de cargas difusas. Os valores de pH atendem ao padrão de qualidade em 100% do tempo.

Figura 3.10 – Evolução dos parâmetros medidos pela Estação Automática Cotia de janeiro a dezembro de 2016

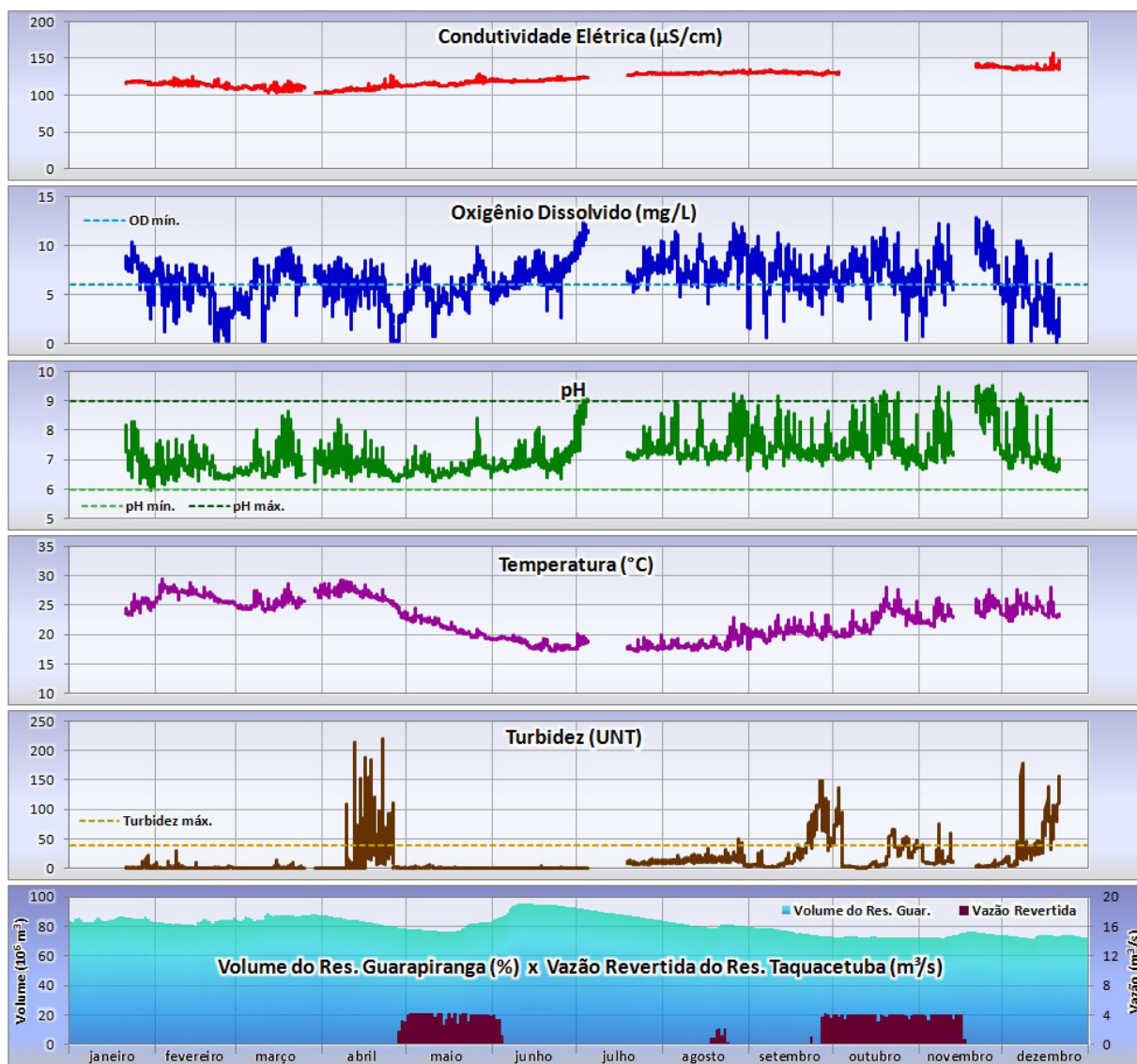
Localizada junto à ETA Baixo Cotia da SABESP, a Estação Cotia determina a qualidade das águas do rio Cotia imediatamente antes da captação. No ano de 2016, os valores de oxigênio dissolvido atenderam ao padrão de qualidade para rios classe 3 durante 46% do tempo. A condutividade elétrica variou entre 100 e 300 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ao longo do ano. Apesar da grande variabilidade desses dois parâmetros, é possível associar aumentos nos valores de oxigênio dissolvido e diminuições na condutividade com ocorrências de vazões mais altas, indicando que a chuva contribui para a diluição da carga poluidora. A turbidez atende o padrão em 81% do tempo, porém com picos maiores que 800 UNT no período chuvoso, indicando aporte de cargas difusas.

Figura 3.11 – Evolução dos parâmetros medidos pela Estação Automática Piracicaba de janeiro a dezembro de 2016

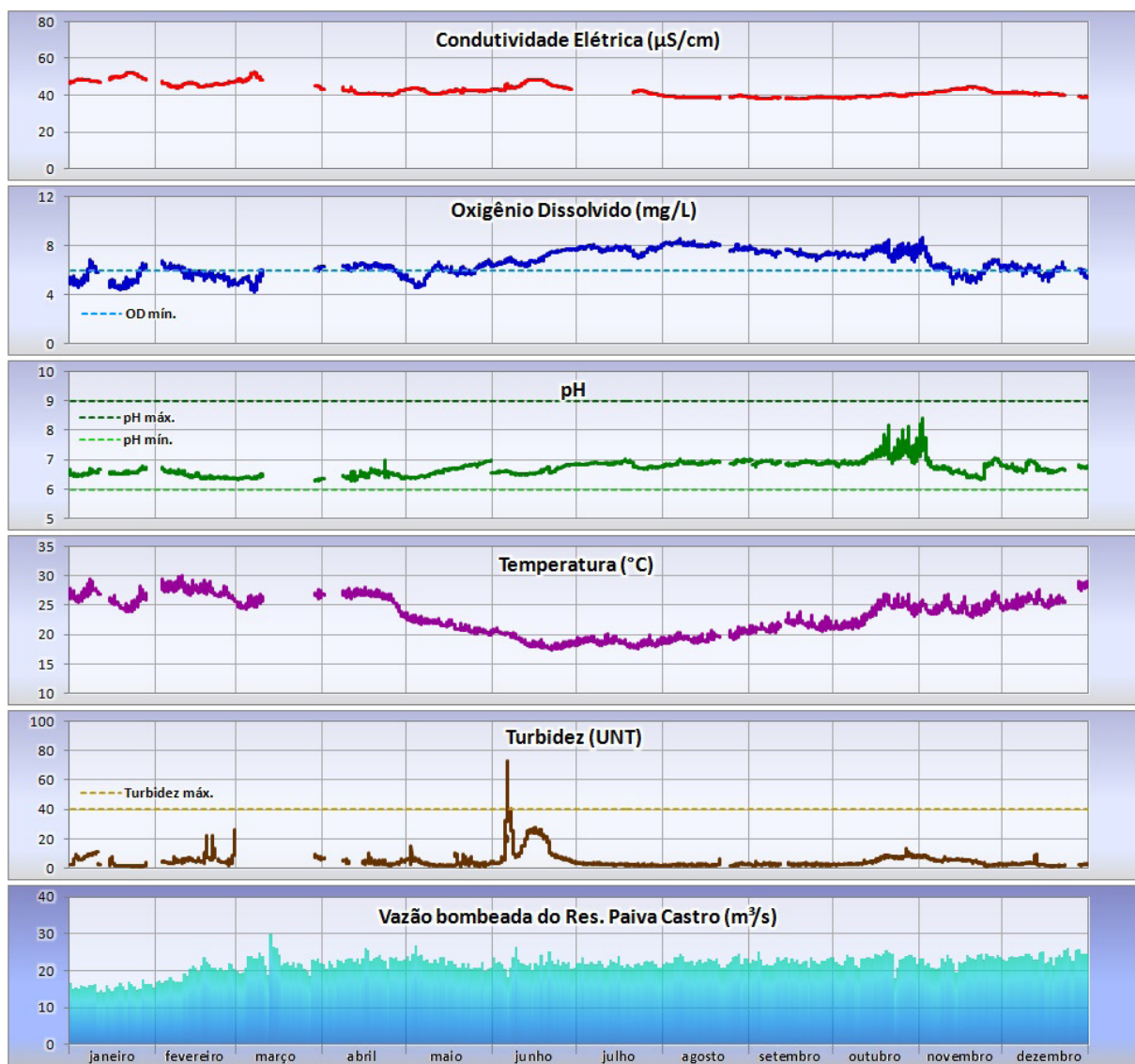
A Estação Piracicaba determina a qualidade das águas de um dos mais importantes afluentes do rio Tietê: o rio Piracicaba. O oxigênio dissolvido atende o padrão de qualidade estabelecido pela Resolução CONAMA 357/05 para rios classe 2 em 96% do tempo. A condutividade apresentou tendência a aumento nos períodos em que a vazão foi menor, atingindo valores próximos de 400 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Apesar de atender ao padrão em 71% do tempo, a turbidez apresentou diversos picos que ultrapassaram 500 UNT, geralmente coincidentes com aumentos na vazão do rio. Isso indica que a lixiviação do solo da bacia contribui para o aporte de cargas difusas ao rio.

Figura 3.12 – Evolução dos parâmetros medidos pela Estação Automática Rio Grande de janeiro a dezembro de 2016

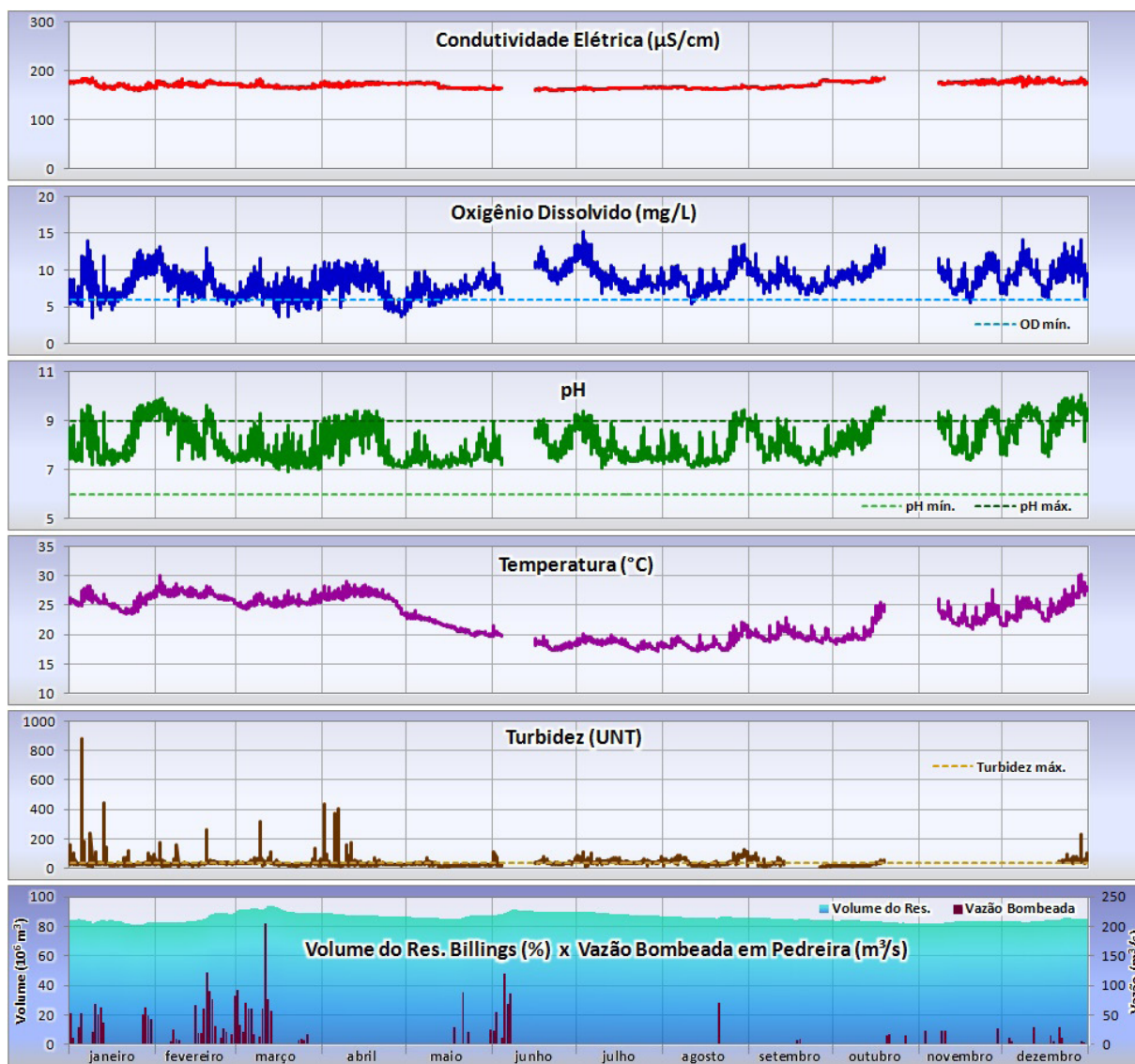
A Estação Rio Grande localiza-se no compartimento Rio Grande do reservatório Billings e determina a qualidade das águas captadas pela SABESP para a ETA Rio Grande. O oxigênio dissolvido e o pH atenderam o padrão de qualidade estabelecido na Resolução CONAMA 357/05 para corpos d'água classe 2 em 92% e 93% do tempo, respectivamente. Valores muito altos de OD, que extrapolam a saturação, são indicativos do fenômeno de eutrofização do corpo d'água, que causa crescimento expressivo de algas e cianobactérias. O pH acompanha a tendência de aumento do oxigênio dissolvido, ultrapassando, em alguns momentos, o limite máximo previsto na legislação. A condutividade elétrica manteve-se em torno de 100 µS/cm ao longo do ano e o volume do reservatório oscilou entre 80 e 100%. A turbidez atendeu ao padrão de qualidade em 100% do tempo.

Figura 3.13 – Evolução dos parâmetros medidos pela Estação Automática Guarapiranga de janeiro a dezembro de 2016

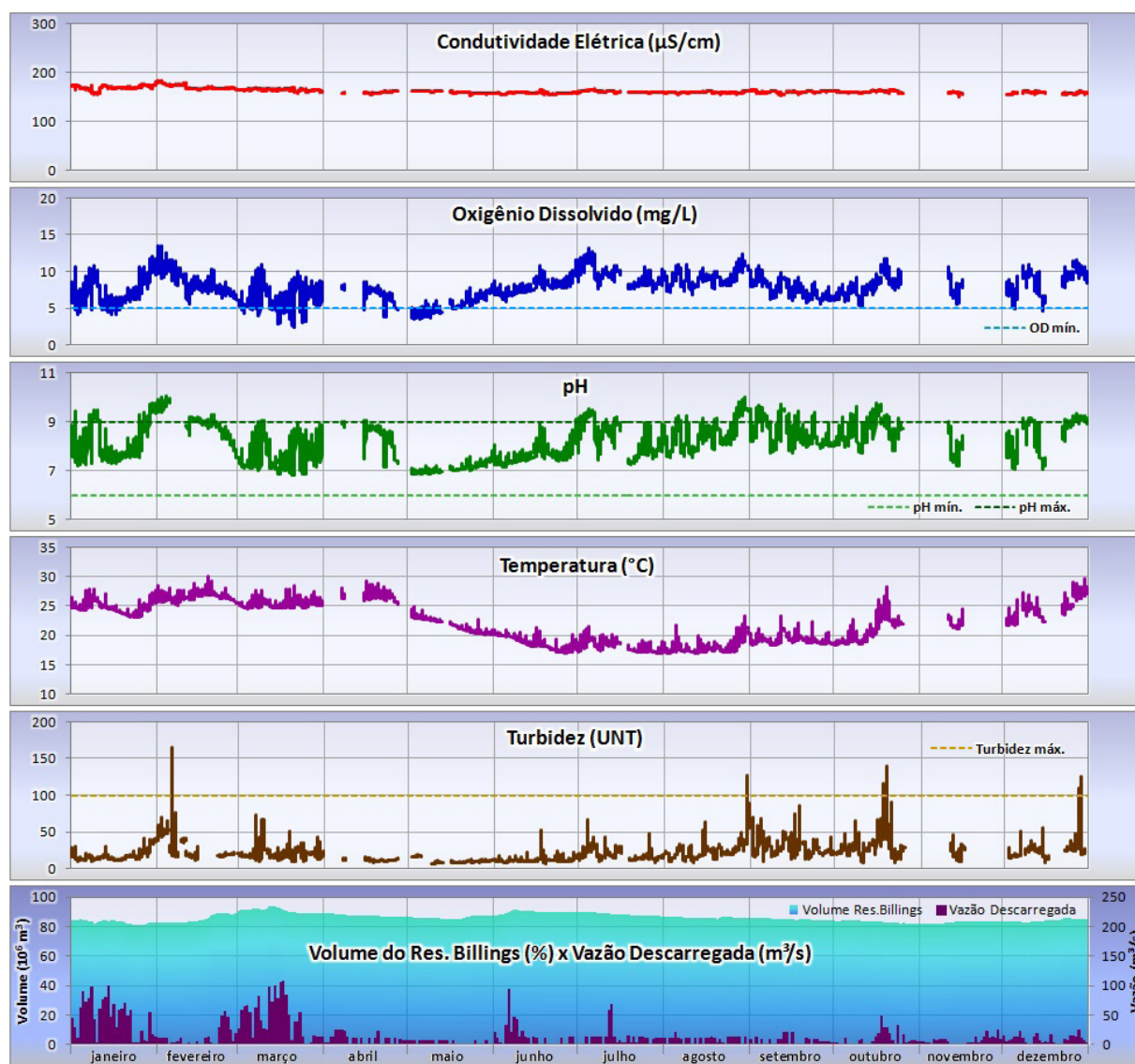
A Estação Guarapiranga localiza-se na captação da SABESP para a ETA Alto da Boa Vista, que tratou uma vazão média de $14 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ no ano de 2016. O oxigênio dissolvido atende o padrão de qualidade em 63% do tempo e apresenta grande variabilidade, com valores tanto próximos de zero quanto acima de 10 mg L^{-1} . Os valores próximos de zero são devidos à quebra da estratificação térmica do corpo d'água, que causa inversão das camadas de água de fundo e de superfície. Os valores que extrapolam a saturação podem ser atribuídos a presença de algas e cianobactérias decorrente da eutrofização. O pH acompanha as variações observadas para o oxigênio dissolvido, encontrando-se acima do limite máximo estabelecido pela legislação para corpos d'água classe 1 em 3% do tempo. A condutividade apresentou uma tendência a aumento ao longo do ano, variando entre 100 e $150 \mu\text{S cm}^{-1}$. A reversão das águas do braço do Taquacetuba para o Guarapiranga foi praticamente constante no mês de maio e entre setembro e novembro, registrando uma vazão média anual de $1,0 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$.

Figura 3.14 – Evolução dos parâmetros medidos pela Estação Automática Águas Claras de janeiro a dezembro de 2016

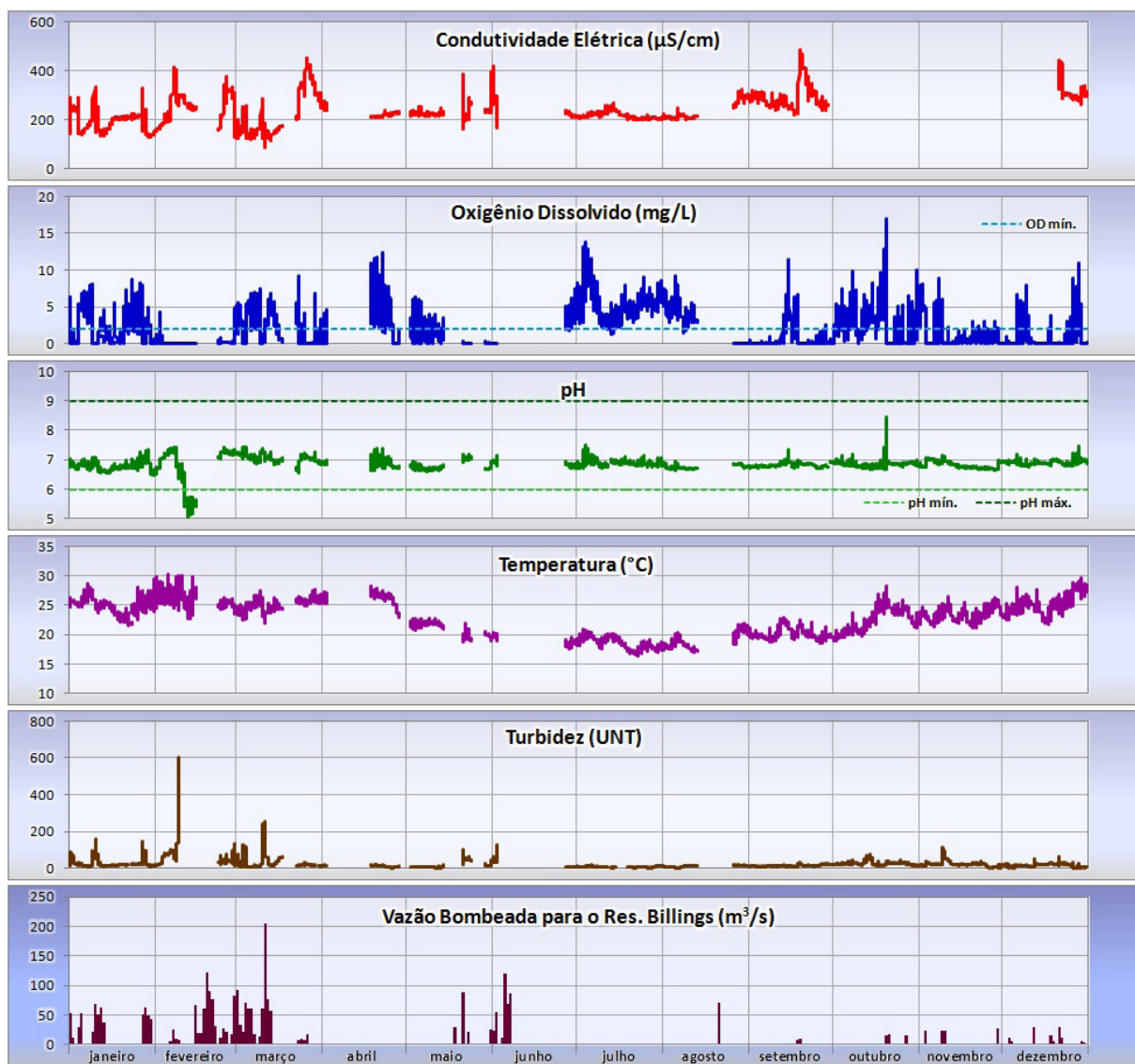
A Estação Águas Claras determina a qualidade das águas no reservatório Águas Claras, integrante do Sistema Cantareira. Esse reservatório recebe as águas bombeadas do reservatório Paiva Castro, que operou com menos de 40% da sua capacidade durante praticamente todo o ano. Do reservatório Águas Claras, essas águas seguem para a ETA Guaraú (SABESP), que tratou uma vazão média de $14 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ nesse ano. A condutividade elétrica em torno de $40 \text{ } \mu\text{S cm}^{-1}$ denota que essas águas são pouco contaminadas por poluentes. O oxigênio dissolvido atende ao padrão de qualidade estabelecido na Resolução CONAMA 357/05 para corpos d'água classe 1 em 70% do tempo. Foram observados picos de turbidez, principalmente em junho, mês em que houve considerável incidência de chuvas.

Figura 3.15 – Evolução dos parâmetros medidos pela Estação Automática Taquacetuba de janeiro a dezembro de 2016

A Estação Taquacetuba determina a qualidade das águas do braço de mesmo nome do reservatório Billings, no local em que há reversão para o reservatório Guarapiranga. O oxigênio dissolvido atende ao padrão de qualidade em 93% do tempo, apresentando grande variabilidade, com valores que denotam desde a sua ausência até concentrações próximas de 15 mg L^{-1} . Valores muito baixos de oxigênio dissolvido são devidos à quebra da estratificação térmica, que causa inversão das camadas de água de fundo e de superfície. Altas concentrações de oxigênio são devidas à presença de algas e cianobactérias que indicam estado de eutrofização do corpo d'água. Esse quadro é favorecido pelas cargas poluidoras afluentes ao reservatório Billings através do bombeamento das águas do rio Pinheiros para controle de cheias. O pH acompanha o comportamento observado para o oxigênio dissolvido, com valores que excedem o padrão de qualidade em 27% do tempo. A turbidez atendeu ao padrão de qualidade em 73% do tempo, mas apresentou picos acima de 400 UNT.

Figura 3.16 – Evolução dos parâmetros medidos pela Estação Automática Summit Control de janeiro a dezembro de 2016

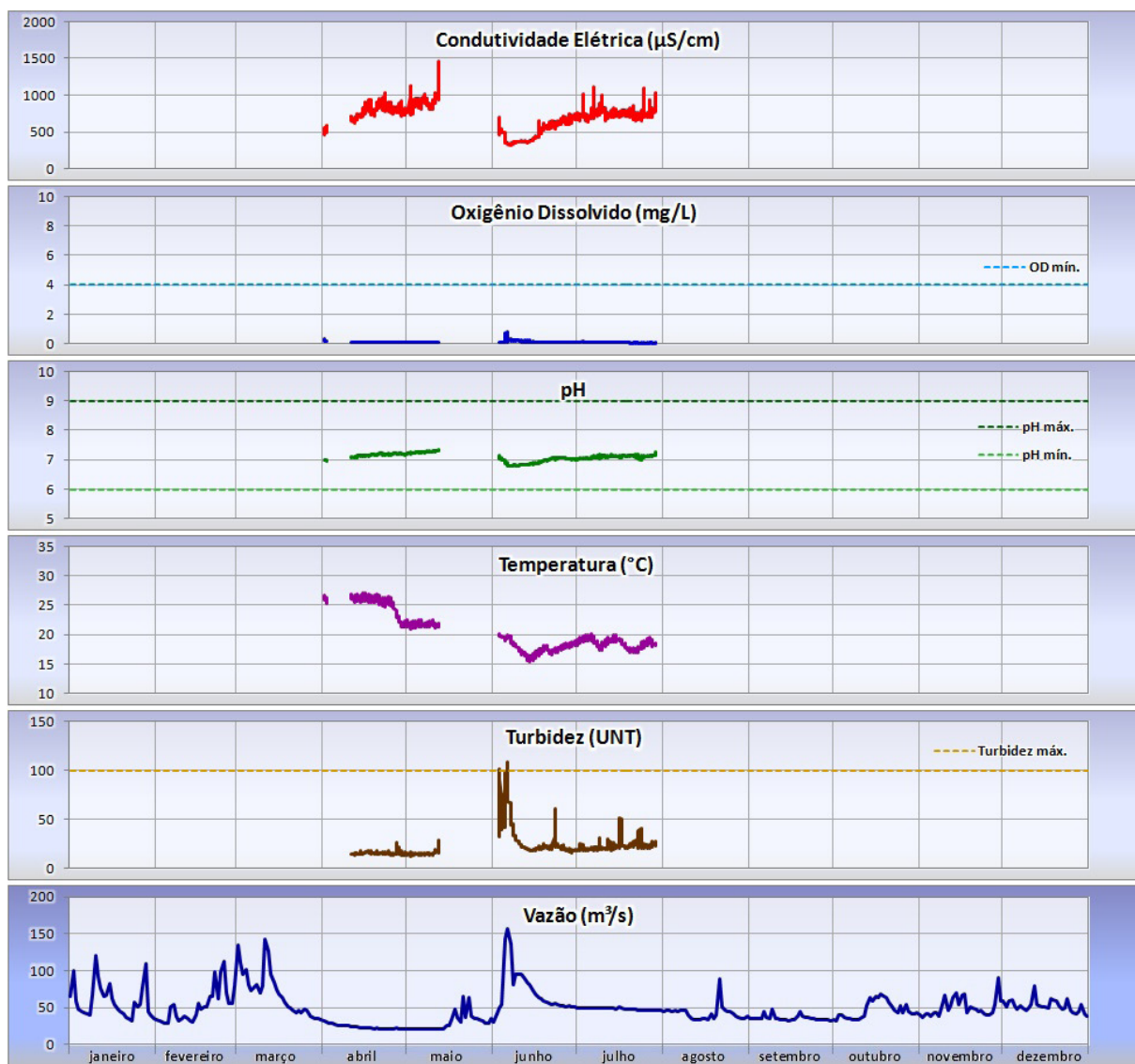
A Estação Summit Control localiza-se junto à saída das águas do reservatório Billings para a geração de energia na Usina Hidrelétrica Henry Borden. Dessa forma, a Estação permite acompanhar a qualidade das águas que vão da UGRHI 6 para a UGRHI 7. A condutividade permaneceu em torno de $170 \mu\text{S cm}^{-1}$ ao longo do ano. O oxigênio dissolvido apresentou grande variabilidade, atingindo valores acima de 10 mg L^{-1} e ficou abaixo do padrão em apenas 5% do tempo. Os valores de OD que extrapolam a saturação podem ser atribuídos à presença de algas e cianobactérias decorrente da eutrofização. O pH também apresentou grande variabilidade, acompanhando o comportamento do OD, excedendo o limite máximo em 19% do tempo. Os picos de turbidez, incomuns nesse reservatório, também podem ser associados a eventos de *bloom* de algas.

Figura 3.17 – Evolução dos parâmetros medidos pela Estação Automática Pedreira de janeiro a dezembro de 2016

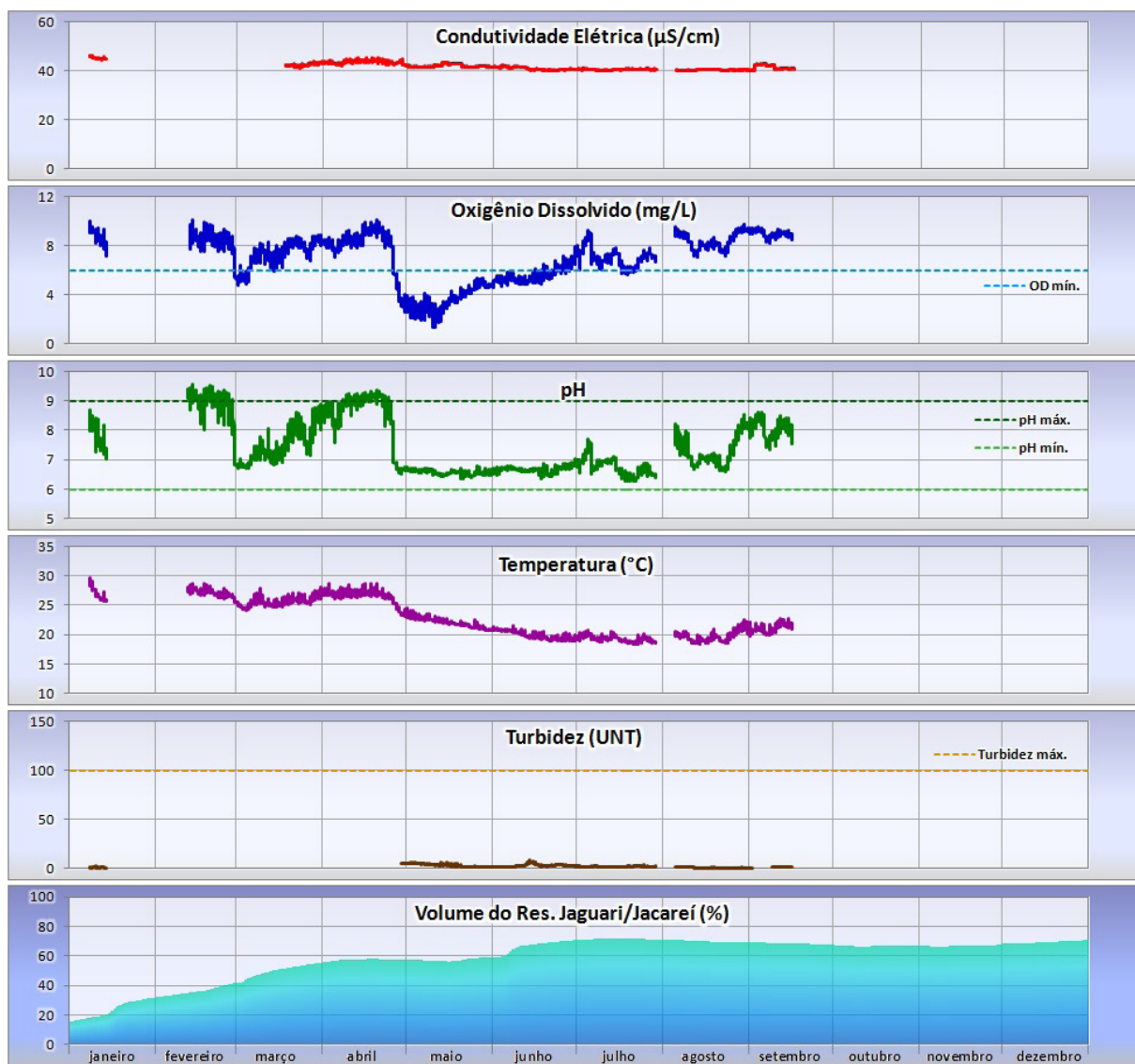
Situada no canal do rio Pinheiros, junto à Usina Elevatória de Pedreira, a Estação Pedreira determina a qualidade das águas bombeadas para o reservatório Billings. A condutividade variou de 200 a 400 $\mu\text{S cm}^{-1}$, indicando tratar-se de um corpo d'água impactado por cargas poluidoras. O rio Pinheiros apresenta comportamento hidrodinâmico misto:

- Lótico, quando da ocorrência de bombeamento, situação mais frequente no período chuvoso, na qual se observa maior variabilidade da turbidez, com picos de mais de 200 UNT, devido às variações na vazão do rio. Nesse caso, o oxigênio dissolvido tende a apresentar valores mais baixos, observando-se inclusive sua ausência;
- Lêntico, na ausência de bombeamento, situação mais frequente no período de estiagem, na qual se verifica maior amplitude dos valores de OD, com valores próximos de 10 mg L^{-1} , devido à ocorrência de altas densidade de algas, característica de eutrofização do corpo d'água.

O oxigênio dissolvido atende ao padrão de qualidade em 41% do tempo e o pH em 98%. Para rios classe 4, não há padrão de turbidez estabelecido na Resolução CONAMA 357/05.

Figura 3.18 – Evolução dos parâmetros medidos pela Estação Automática São Miguel Paulista de janeiro a dezembro de 2016

A Estação São Miguel Paulista localiza-se no trecho de entrada do rio Tietê na capital paulista, onde já se verifica ausência de oxigênio dissolvido na água, estando esses valores abaixo do padrão para rios classe 3 em 100% do tempo. Mesmo nos momentos de maior vazão, praticamente não se observa melhora nos níveis de oxigênio dissolvido. A condutividade elétrica apresentou grande variabilidade durante o período monitorado, entre 500 e 1500 $\mu\text{S cm}^{-1}$. Esses valores elevados indicam que esse trecho do rio já se encontra bastante impactado por cargas poluidoras. Já turbidez e pH atenderam o padrão de qualidade em, respectivamente, 99,8 e 100% do tempo em que a Estação operou.

Figura 3.19 – Evolução dos parâmetros medidos pela Estação Automática Cantareira – Jacaréi de janeiro a dezembro de 2016

A Estação Cantareira–Jacaréi monitora a qualidade das águas captadas no reservatório Jacaréi, localizado na cabeceira do Sistema Cantareira. Durante o primeiro semestre de 2016, houve significativa recuperação do volume do reservatório, que foi de 20 a 70% da sua capacidade. A condutividade elétrica em torno de $40 \mu\text{S cm}^{-1}$ denota baixa contaminação por poluentes. Apesar da variabilidade, os valores de oxigênio dissolvido e pH atendem ao padrão de qualidade em, respectivamente, 70 e 90% do tempo. A turbidez atende ao padrão de qualidade para corpos d'água classe 1 em 100% do tempo.

Duas Estações Automáticas operaram por menos de um mês em 2016 e, por isso, seus dados não foram apresentados:

- EF25 – Santa Branca: operou somente no início de 2016 e depois foi paralisada por falta de equipamentos medidores;
- EF27 – Queluz: inaugurada em dezembro, operou por somente 12 dias em 2016.

3.2.14 Avaliação da Qualidade dos Principais Corpos Hídricos do Estado

A avaliação dos principais corpos hídricos do Estado de São Paulo, em 2016, foi realizada por meio dos perfis longitudinais do IQA e do IVA, com a localização dos pontos de monitoramento, de montante para jusante. Para cada ponto, também são apresentados os valores médios dos índices calculados com a série de 2011 a 2015. Essa análise foi realizada para os Rios Paraíba do Sul, Atibaia, Jaguari, Piracicaba e Tietê, bem como para os Reservatórios do Sistema Billings, Rio Grande, Cantareira e Alto Tietê.

Os valores de 2016 estão representados em barras coloridas, de acordo com a classificação dada pelo valor do IQA e do IVA, enquanto que as barras com a indicação das médias históricas foram coloridas em cinza. Destaca-se que a distância entre os pontos não é levada em consideração na representação gráfica.

Enquanto o IQA indica o impacto do lançamento de esgotos predominantemente domésticos no corpo d'água, o IVA apresenta a qualidade das águas para a proteção da vida aquática, sendo possível identificar através dos gráficos, os trechos mais críticos desses rios e os municípios que mais contribuem para a piora da qualidade das águas.

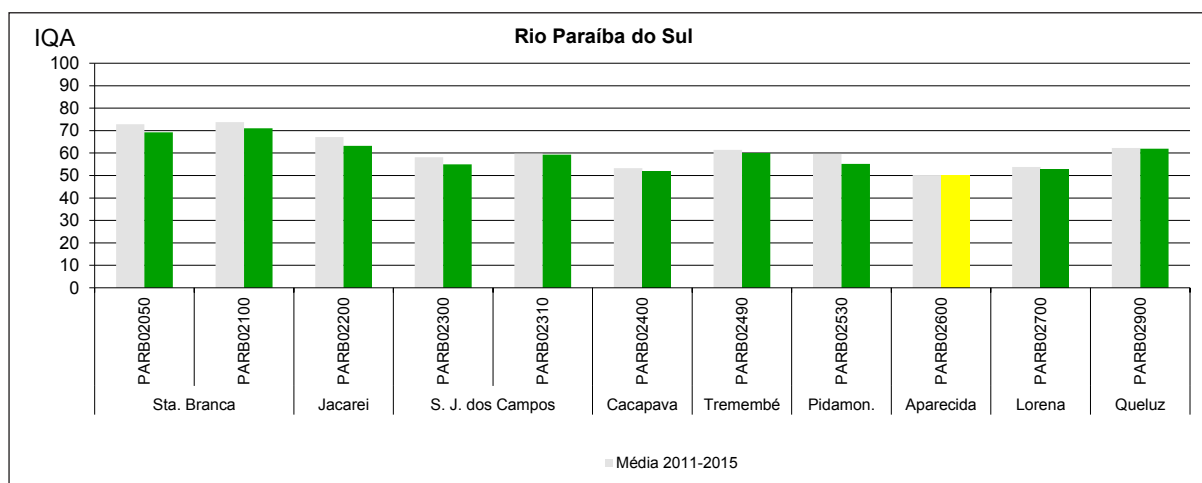
Para os corpos hídricos, onde existem postos fluviométricos próximos ou coincidentes com os pontos de qualidade, foi realizada também uma análise integrada entre os aspectos de qualidade e de quantidade (vazão). Os dados de vazão foram fornecidos pelo Departamento de Águas e Energia Elétrica - DAEE. Com relação à vazão, são apresentados gráficos:

- a) comparando as vazões médias mensais de 2016 com as médias mensais dos cinco anos anteriores, quando disponíveis;
- b) dos respectivos hidrogramas com as datas de amostragem de qualidade e;
- c) de correlação entre as vazões médias mensais e as cargas de DBO e Fósforo Total.

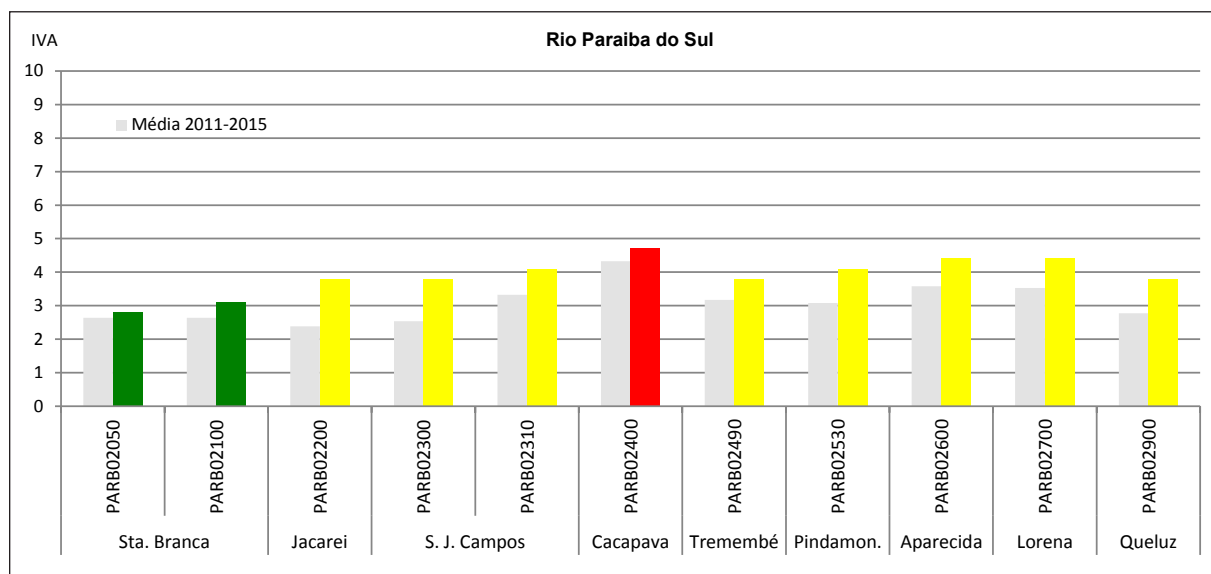
No Apêndice O, encontram-se as tabelas com os dados utilizados para o cálculo das cargas de Fósforo Total e de DBO. Essas cargas foram calculadas multiplicando-se os valores de concentração desses parâmetros pela vazão média diária registrada no dia da coleta com os devidos ajustes dimensionais.

3.2.14.1 Rio Paraíba do Sul

O Gráfico 3.25 apresenta o perfil do IQA para o rio Paraíba do Sul, no seu trecho de montante, que percorre a UGRHI 2, em direção ao Estado do Rio de Janeiro. Em 2016, a qualidade deste rio manteve-se Boa ao longo de praticamente toda sua extensão. No trecho a jusante de Aparecida, que é uma das áreas mais urbanizadas da bacia, a qualidade mostrou-se Regular.

Gráfico 3.25 – Perfil do IQA ao longo do Rio Paraíba do Sul em 2016 e nos últimos 5 anos.

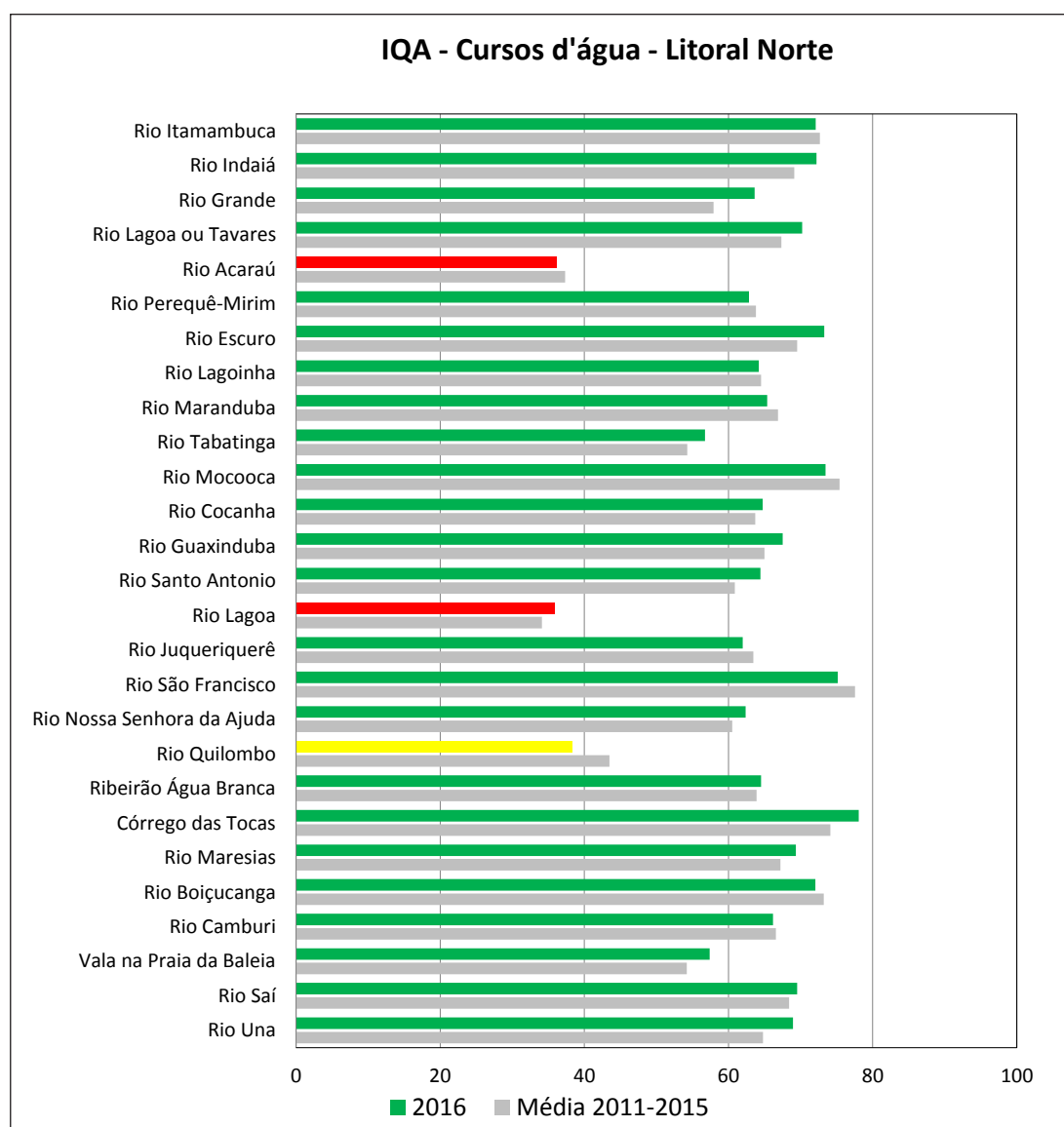
O Gráfico 3.26 apresenta o perfil do IVA para 11 pontos monitorados no rio Paraíba do Sul em 2016. Verifica-se com relação ao IVA médio anual que a qualidade das águas desse rio foi classificada como Boa nos trechos iniciais e Regular em quase toda a sua extensão apresentando, portanto, melhora em relação ao ano anterior. Em Caçapava, o IVA médio foi classificado como Ruim, principalmente, pelos baixos valores de Oxigênio Dissolvido durante todo o ano.

Gráfico 3.26 – Perfil do IVA ao longo do Rio Paraíba do Sul em 2016 e nos últimos 5 anos

3.2.14.2 Cursos d'Água do Litoral Norte

O Gráfico 3.27 apresenta o IQA dos corpos hídricos monitorados na UGRHI 3. Dos 27 cursos d'água que deságuam nas praias do Litoral Norte, apenas três não apresentaram qualidade Boa. São eles: Rio Acaraú, em Ubatuba; Rio Lagoa, em Caraguatatuba e Rio Quilombo em Ilha Bela. As Classificações Ruim e Regular do IQA foram influenciadas por fatores associados ao lançamento de esgotos domésticos sem tratamento sendo, portanto, a universalização da coleta e tratamento de esgotos, bem como soluções adequadas para o esgotamento sanitário das áreas irregulares para os municípios da UGRHI 3 fundamentais para a melhoria desses índices.

Gráfico 3.27 – Perfil do IQA ao longo dos cursos d'água do Litoral Norte

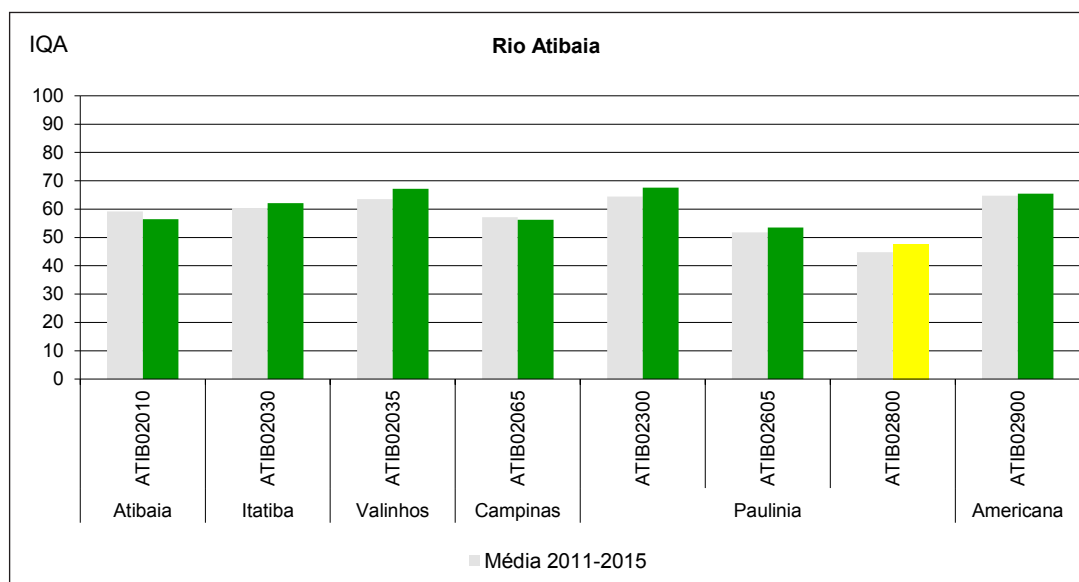


Se o cenário atual de acentuado crescimento populacional, aumento de áreas de ocupação irregular, grande fluxo turístico e melhoria das vias de acesso ao Litoral Norte se mantiverem, sem investimentos em saneamento e políticas habitacionais, a qualidade das águas dos rios e praias do Litoral Norte poderá piorar em poucos anos.

3.2.14.3 Rio Atibaia

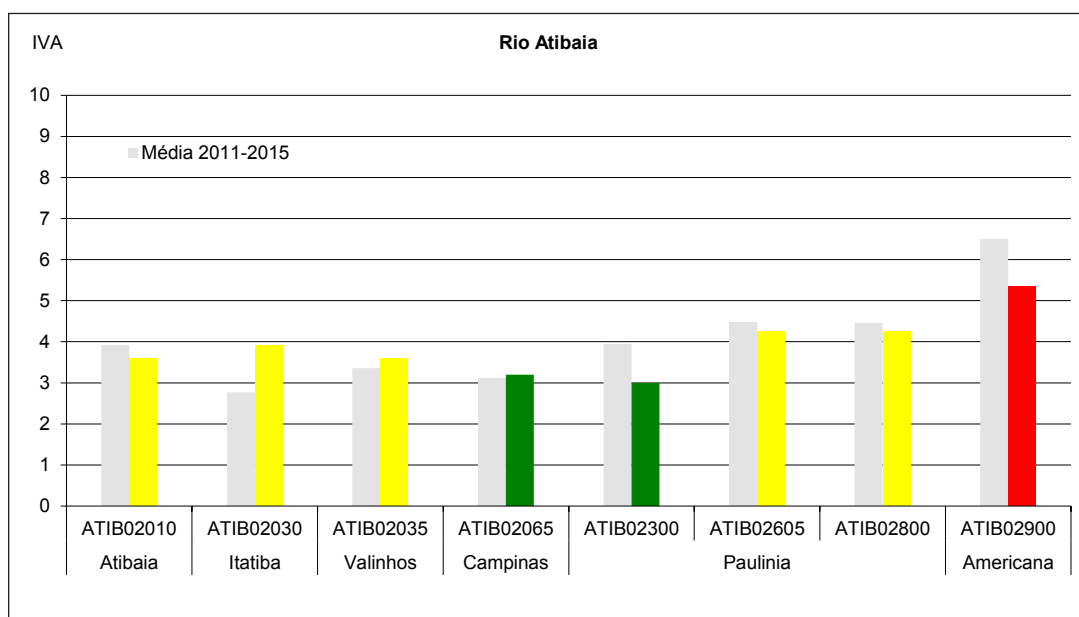
No perfil do IQA do rio Atibaia de 2016 (Gráfico 3.28) predominou a classificação Boa, havendo manutenção da tendência histórica, inclusive no ponto ATIB 02800 que manteve a classificação Regular.

Gráfico 3.28 – Perfil do IQA ao longo do Rio Atibaia em 2016 e nos últimos 5 anos.



No Gráfico 3.29, apresenta-se o perfil do IVA do rio Atibaia, em oito pontos. Verifica-se que a qualidade das águas desse rio apresentou melhora em quase todos os trechos predominando as classificações Regular e Boa. O trecho final em Americana também apresentou melhora, mas ainda continua com a classificação Ruim influenciada pelo baixo OD e pelo estado eutrófico das águas provenientes do reservatório de Americana.

Gráfico 3.29 – Perfil do IVA ao longo do Rio Atibaia em 2016 e nos últimos 5 anos.



Embora ocorram cinco postos fluviométricos coincidentes ou próximos aos pontos de monitoramento de qualidade no rio Atibaia, realizou-se um tratamento integrado da qualidade com a quantidade para o ponto ATIB 02300, em Paulínia. Esse ponto foi selecionado, uma vez que se situa próximo ao trecho final do rio Atibaia e recebe boa parte das contribuições dos centros urbanos. Confeccionou-se, então, um gráfico comparando as vazões médias mensais de 2016 com as médias mensais dos últimos cinco anos (Gráfico 3.30). A seguir, apresentam-se os gráficos do hidrograma do posto, conjuntamente com as datas de amostragem de qualidade (Gráfico 3.31). Complementa-se com o gráfico de carga de DBO e de Fósforo Total, calculada pela multiplicação da vazão média diária pela concentração no instante da medição (Gráfico 3.32 e Gráfico 3.33)

Gráfico 3.30 – Vazões médias mensais de 2016 e dos últimos 5 anos, no Ponto ATIB 02300.

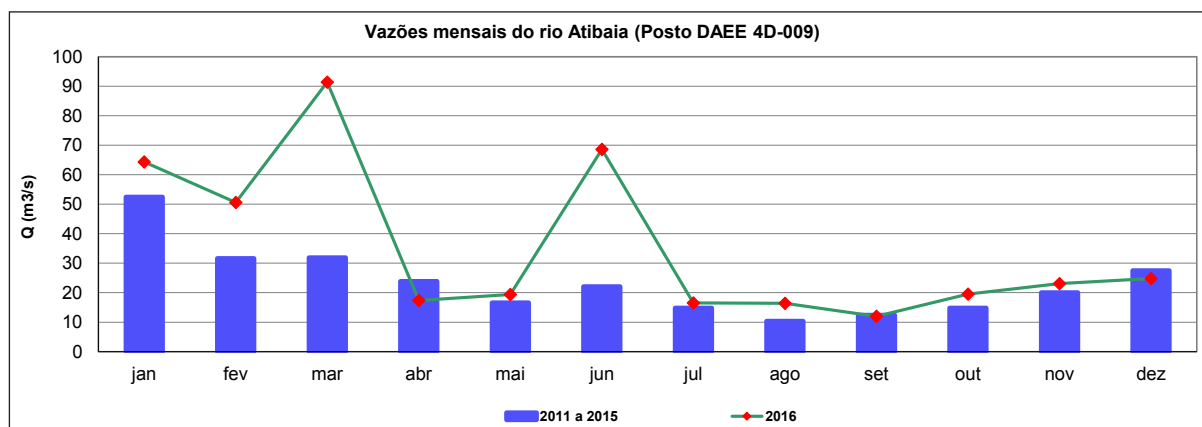


Gráfico 3.31 – Hidrograma do Posto DAEE 4D-009 e vazões nas datas de coleta do ponto ATIB 02300 - 2016.

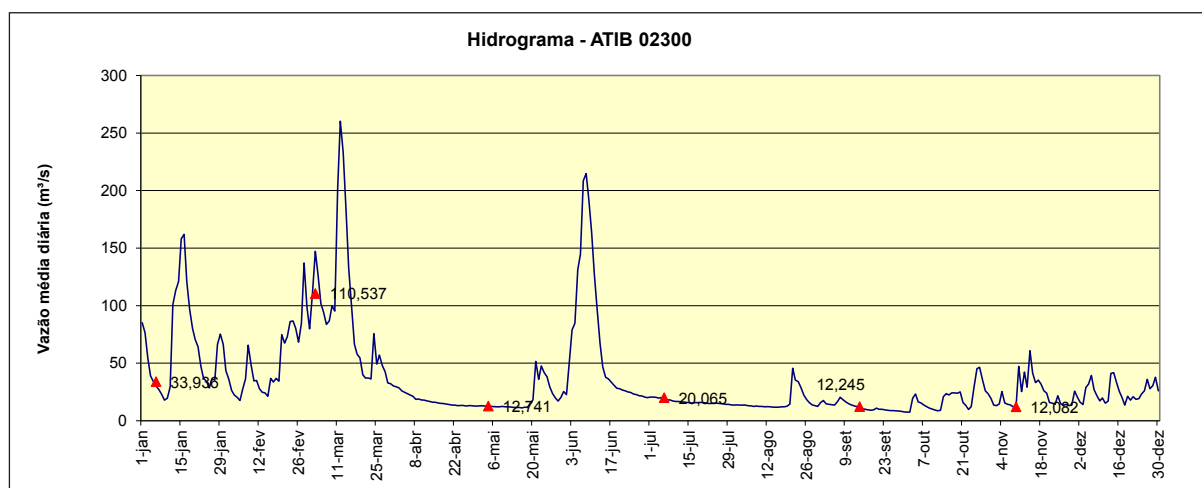
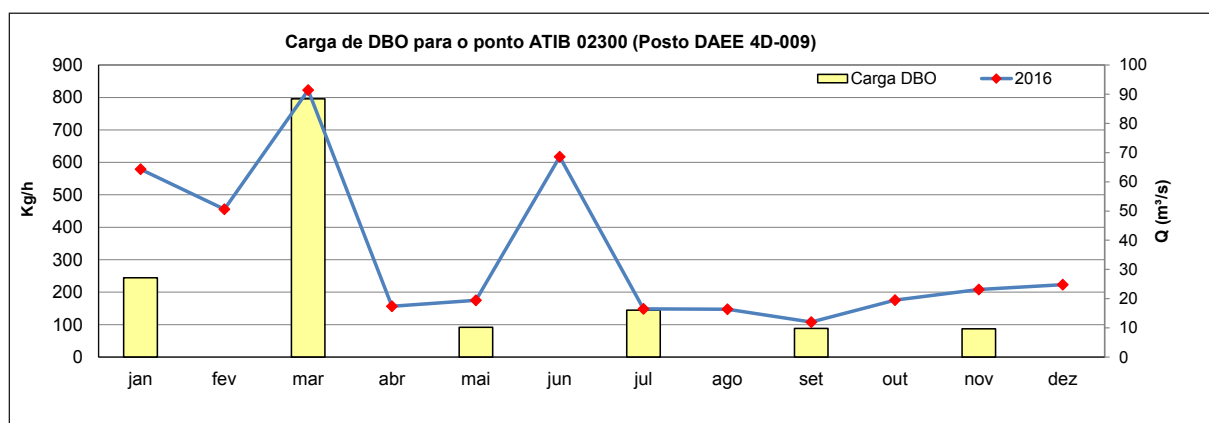
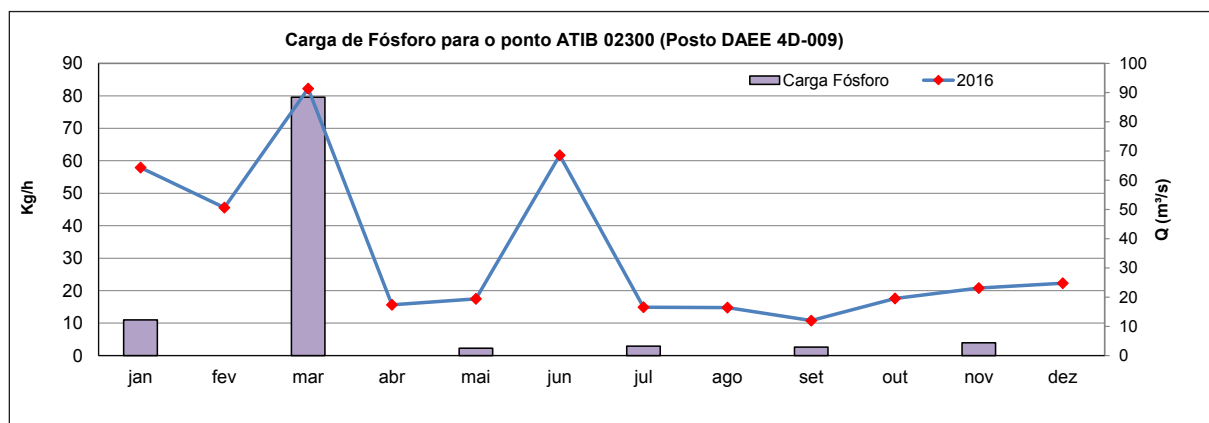


Gráfico 3.32 – Carga de DBO em 2016 no ponto ATIB02300.**Gráfico 3.33** – Carga de Fósforo em 2016 no ponto ATIB02300.

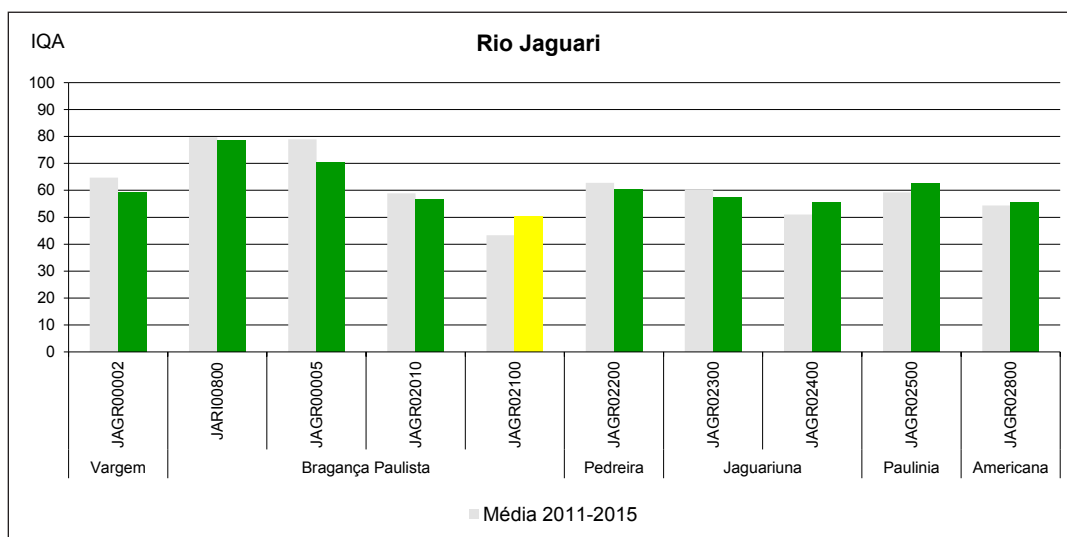
De acordo com o Gráfico 3.30, as vazões médias mensais do posto fluviométrico do rio Atibaia foram ligeiramente superiores às médias históricas na maior parte do ano. Notam-se vazões expressivamente superiores às médias históricas nos meses de março e junho.

As maiores cargas de DBO e Fósforo foram obtidas nos meses de janeiro e março, onde se observaram vazões mais elevadas, o que pode ser atribuído ao aporte da carga difusa.

3.2.14.4 Rio Jaguari

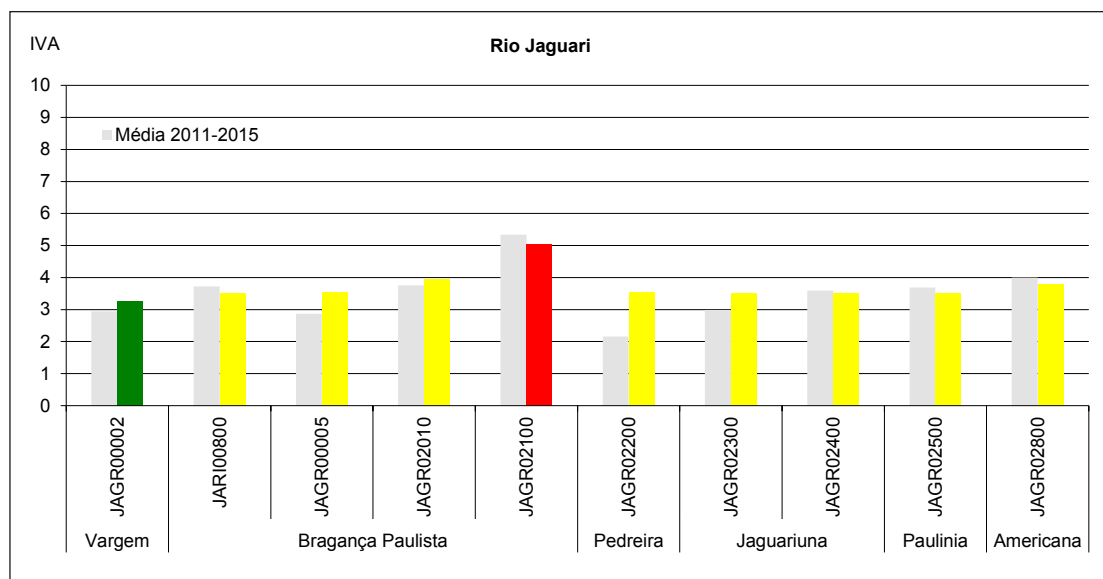
O rio Jaguari, que já apresentava qualidade Boa em 2015 na maior parte dos pontos (Gráfico 3.34), teve uma melhora em 2016 nos pontos JAGR 02010 em Bragança Paulista e JAGR 02400 em Jaguariúna. Apesar da melhora observada no ponto JAGR 02100, que ficou com o IQA acima da média histórica, a classificação manteve-se na categoria Regular.

Gráfico 3.34 – Perfil do IQA ao longo do Rio Jaguari em 2016 e nos últimos 5 anos.



No Gráfico 3.35, apresenta-se o perfil do IVA do rio Jaguari que apresentou classificação Regular em quase toda a sua extensão. Os resultados indicaram piora no reservatório Jaguari e no trecho a jusante desse, assim como em Pedreira, que migrou da categoria Boa para a categoria Regular influenciado pela sua condição mesotrófica e pela toxicidade crônica em alguns meses do ano. Contudo, houve melhora da sua qualidade no trecho de captação em Bragança Paulista e no trecho localizado em Americana.

Gráfico 3.35 – Perfil do IVA ao longo do Rio Jaguari em 2016 e nos últimos 5 anos.



No rio Jaguari, também existem quatro postos fluviométricos coincidentes ou próximos aos pontos de monitoramento de qualidade. O tratamento integrado da qualidade com a quantidade foi realizado para o ponto JAGR 02800, em Americana. O ponto JAGR 02800 foi selecionado, uma vez que representa as características do Rio Jaguari em seu trecho final. Para esse ponto, primeiramente, construiu-se um gráfico comparando as vazões médias mensais de 2016 com as médias mensais dos últimos cinco anos (Gráfico 3.36). Tem-se registro das medições de vazão neste ponto até o mês de agosto de 2016. Em seguida, apresentam-se os gráficos do hidrograma, conjuntamente com as datas de amostragem de qualidade (Gráfico 3.37) e o gráfico da carga de DBO e Fósforo Total, calculadas pela multiplicação da vazão média diária pela concentração no instante da medição (Gráfico 3.38 e Gráfico 3.39).

Gráfico 3.36 – Vazões médias mensais de 2016 e dos últimos 5 anos, no Ponto JAGR 02800.

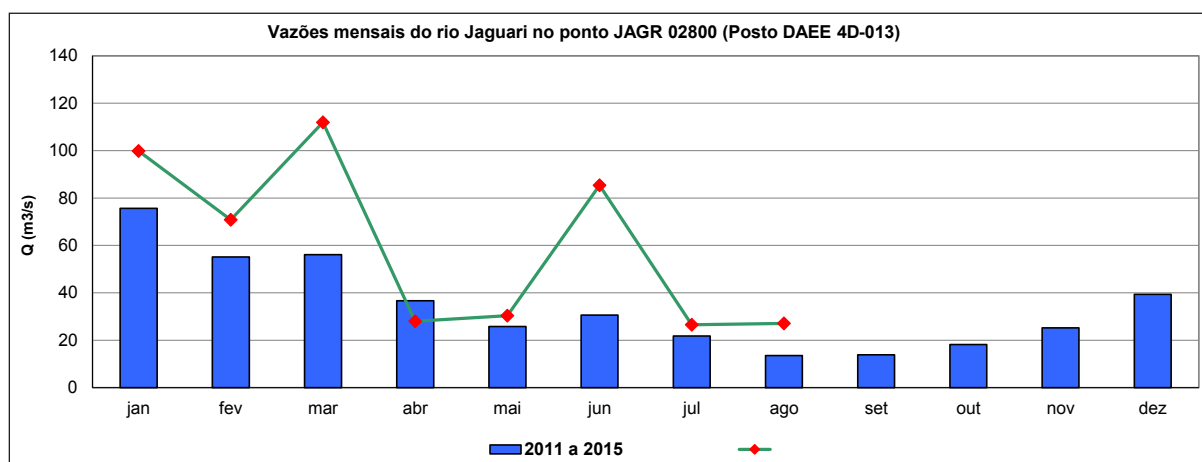


Gráfico 3.37 – Vazões médias diárias e vazões nas datas de coleta em 2016, no Ponto JAGR 02800.

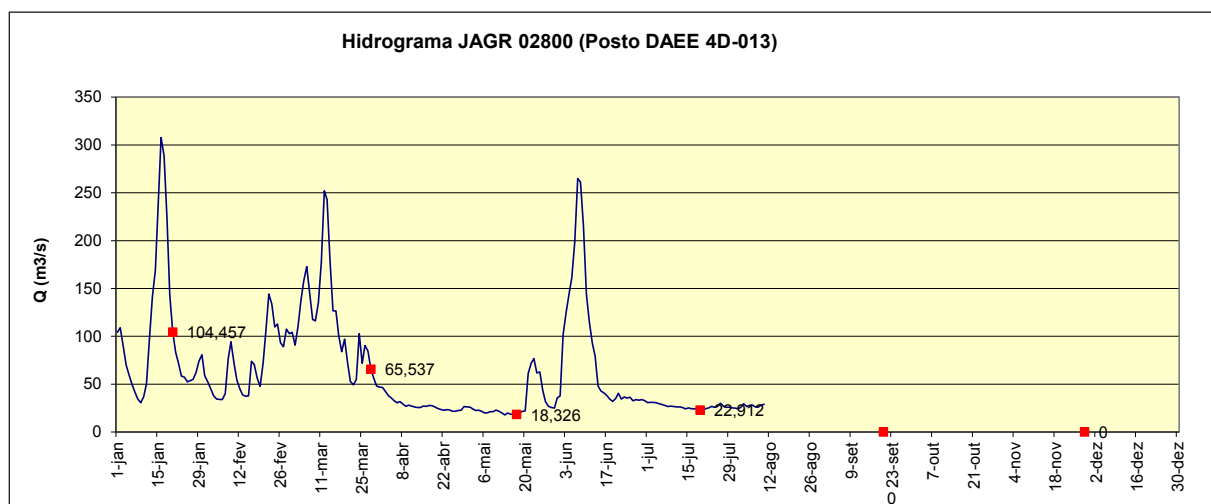
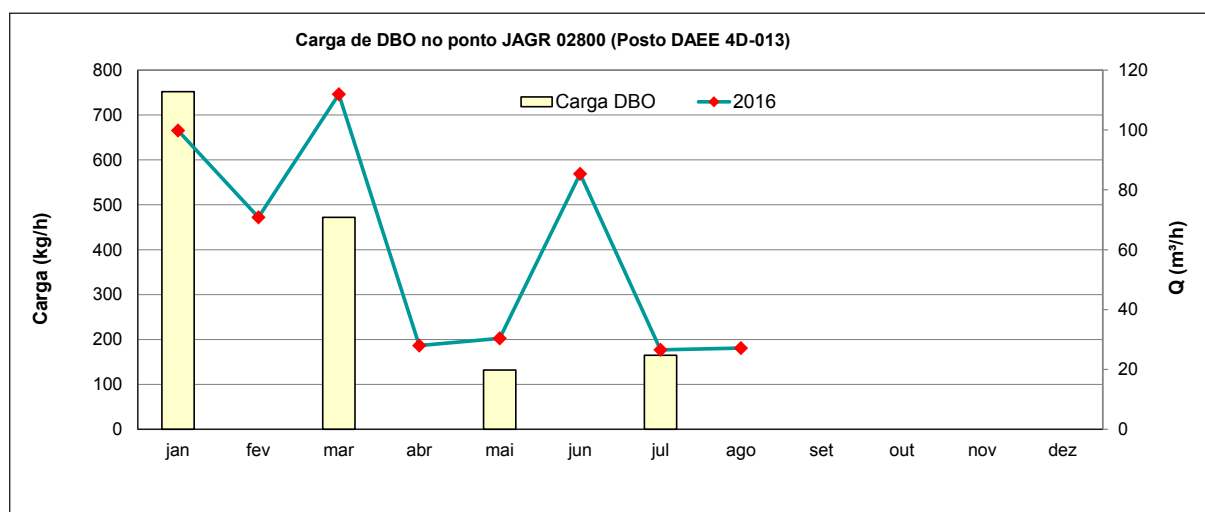
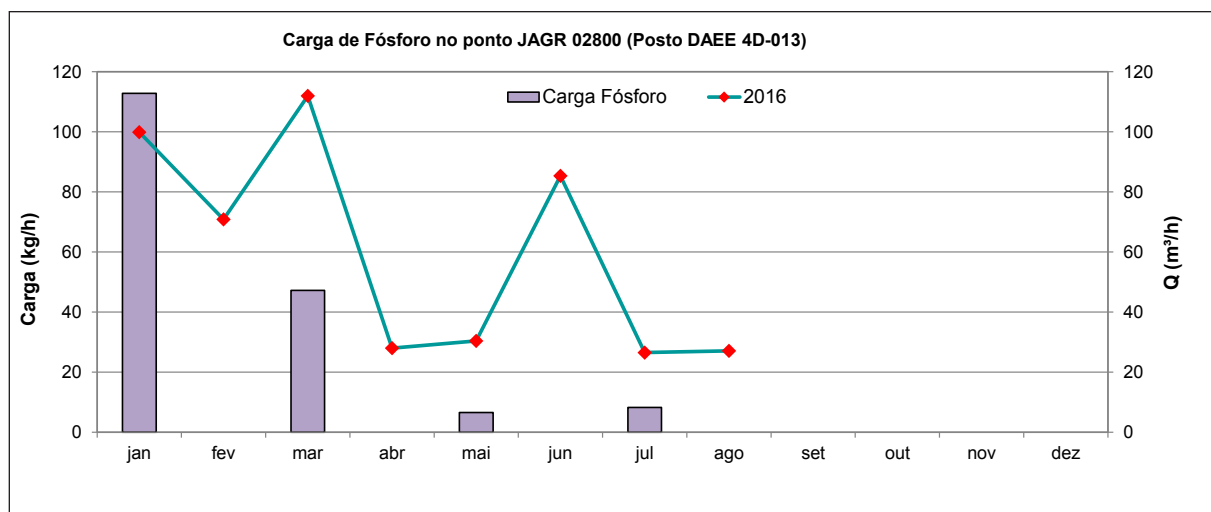


Gráfico 3.38 – Vazões e Carga de DBO em 2016, no Ponto JAGR 02800.**Gráfico 3.39** – Vazões e carga de Fósforo em 2016, no Ponto JAGR 02800.

De acordo com o Gráfico 3.36, as vazões médias mensais foram superiores às médias históricas na maioria dos meses até agosto de 2016. Notam-se vazões expressivamente superiores às médias históricas nos meses de março e junho.

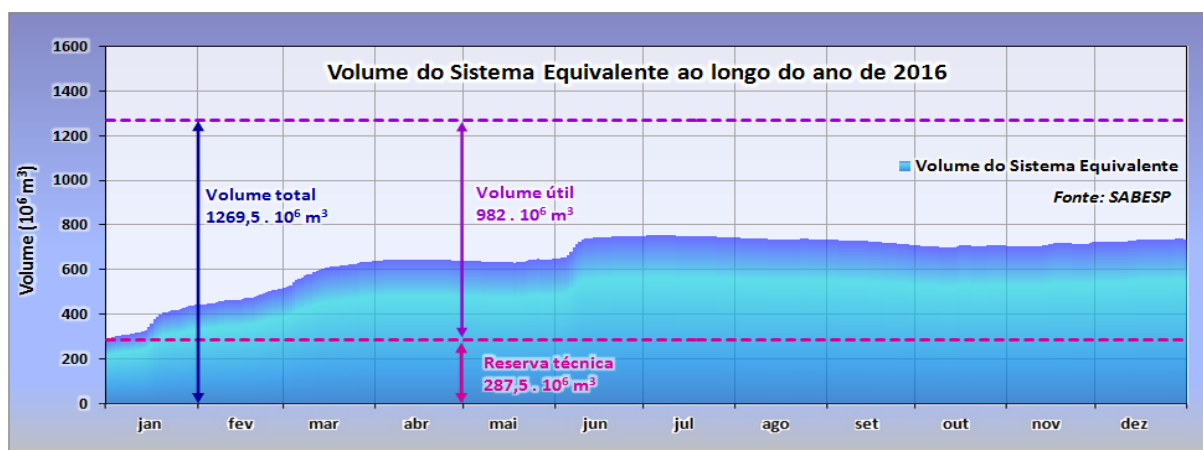
As maiores cargas de DBO e Fósforo foram obtidas nos meses de janeiro e março, onde se observaram vazões mais elevadas, o que pode ser atribuído ao aporte da carga difusa.

3.2.14.5 Sistema Cantareira

Os reservatórios iniciais do Sistema Cantareira são o Jaguari/Jacareí, Cachoeira e Atibainha. Para facilitar o entendimento do comportamento dinâmico desses três corpos hídricos, a SABESP denomina-os, em conjunto, como “Sistema Equivalente” e realiza o monitoramento sistemático do nível d’água dos mesmos com vistas a acompanhar a evolução dos volumes armazenados. Nesses reservatórios, o volume é uma variável quantitativa importante para o entendimento dos fenômenos físicos, químicos e biológicos que determinam a qualidade das águas.

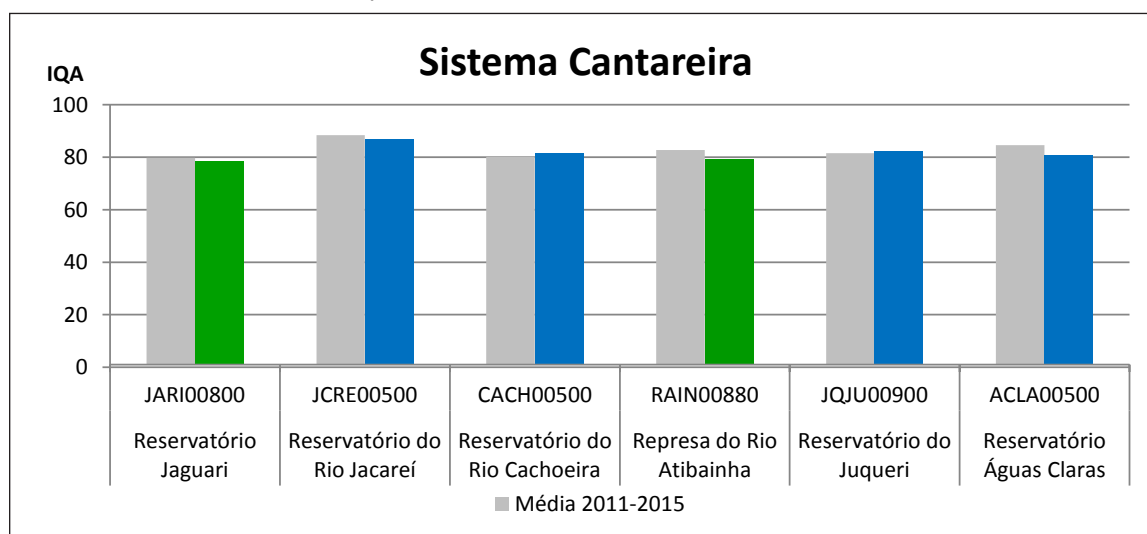
O Gráfico 3.40 apresenta a evolução do volume do Sistema Equivalente ao longo de 2016, podendo-se observar que houve uma recuperação progressiva e significativa, partindo do limite da reserva técnica no início do ano e alcançando 46% do volume útil em dezembro.

Gráfico 3.40 – Evolução do volume do Sistema Equivalente ao longo de 2016



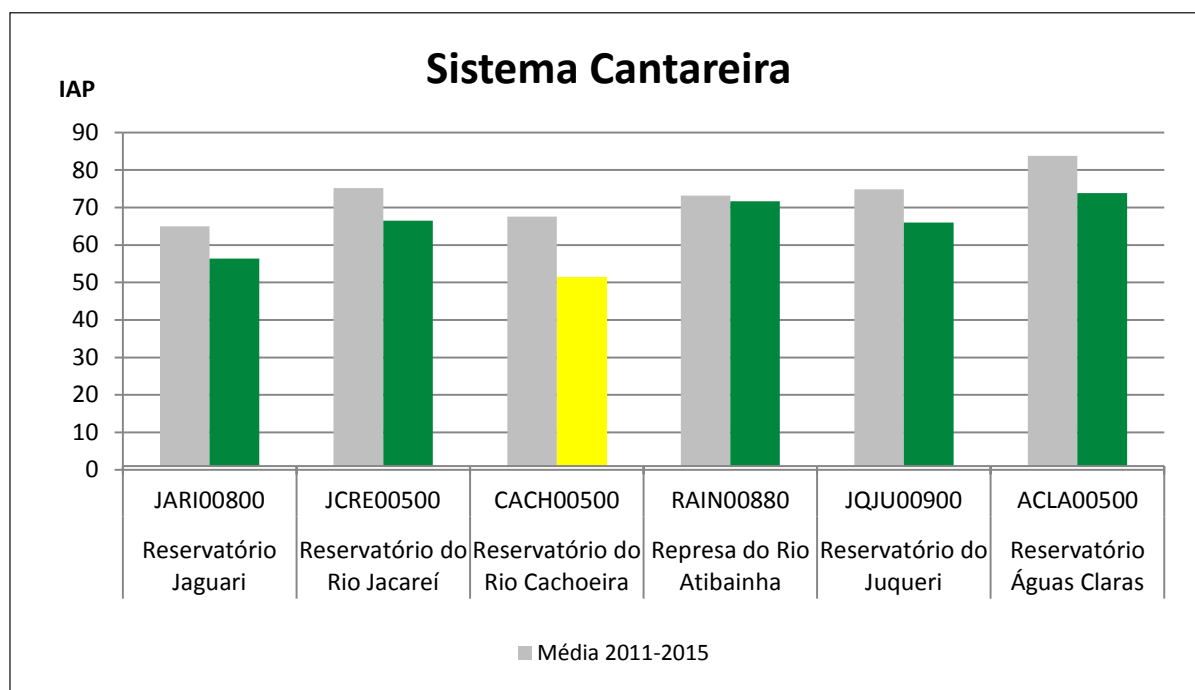
O Gráfico 3.41 apresenta o perfil do IQA para os reservatórios do Sistema Cantareira, seguindo o caminho das águas desde o Jaguari até o Águas Claras, onde é feita a adução para a ETA do Guaraú. Em 2016, a qualidade desses reservatórios variou entre as classes Boa e Ótima.

Gráfico 3.41 – Perfil do IQA nos reservatórios do Sistema Cantareira em 2016 e nos últimos 5 anos



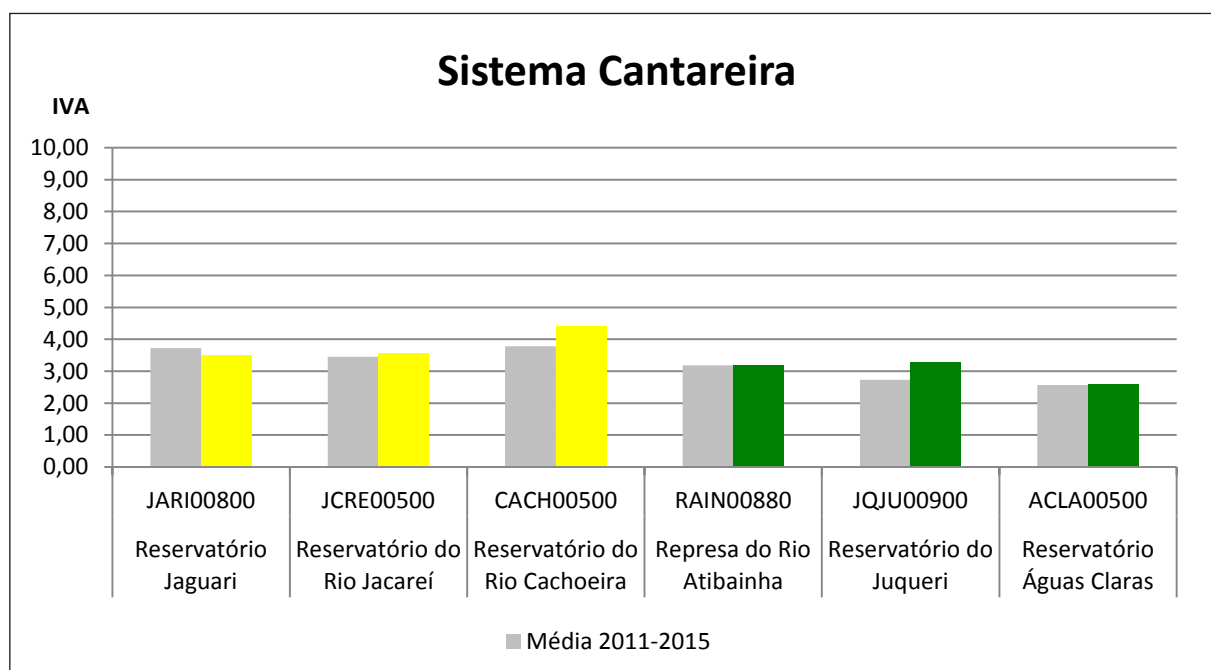
O Gráfico 3.42 apresenta o perfil do IAP para os reservatórios do Sistema Cantareira. O IAP anual apresentou classificação predominantemente Boa em 2016. A qualidade dos reservatórios Cachoeira e Águas Claras, contudo, apresentou piora influenciada pelos resultados elevados para a densidade de cianobactérias, sobretudo na amostragem de novembro no reservatório Cachoeira. Contudo, em todos os pontos a qualidade da água se manteve predominantemente na classificação Boa ao longo dos meses em que este índice foi calculado.

Gráfico 3.42 – Perfil do IAP nos reservatórios do Sistema Cantareira em 2016 e nos últimos 5 anos

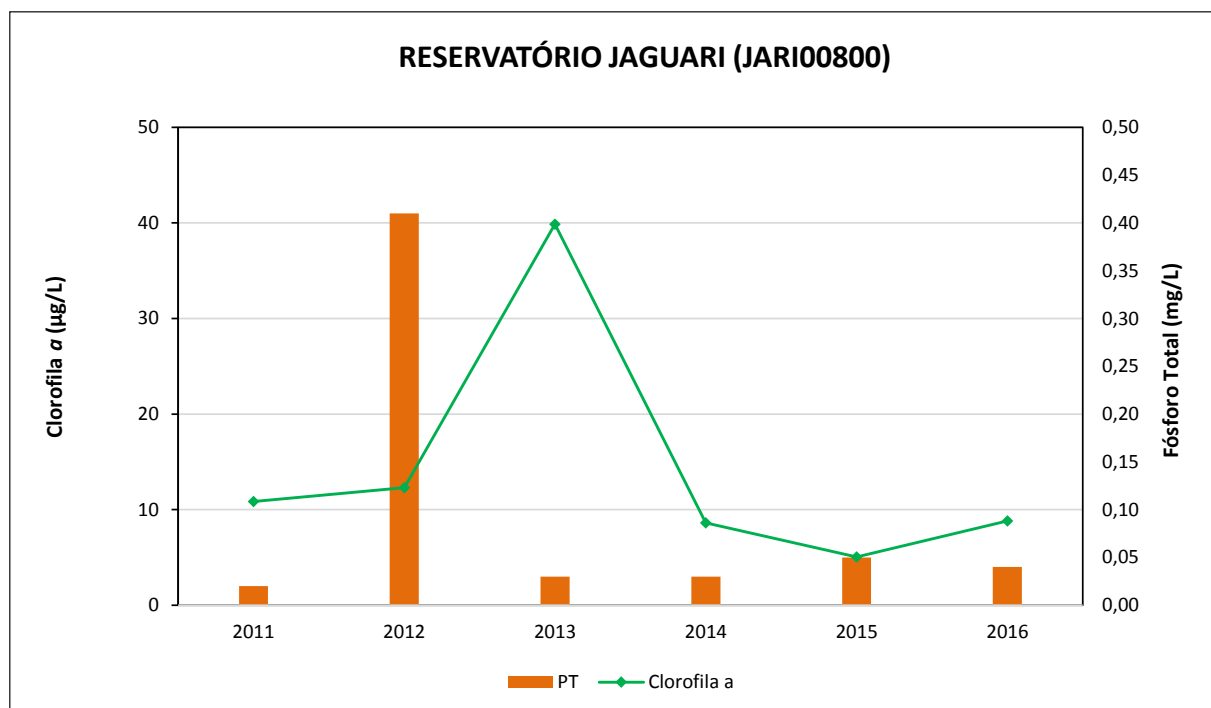


O Gráfico 3.43 apresenta o perfil do IVA para os reservatórios do Sistema Cantareira. Em 2016, a qualidade desses reservatórios enquadrou-se nas categorias Regular e Boa. A represa do Atibainha apresentou melhora de qualidade, uma vez que a classificação do IVA passou de Regular para Boa. Os reservatórios Jacaré e Jaguari apresentaram a classificação Regular devido a condição mesotrófica e a toxicidade crônica registrada em algumas das amostras coletadas. Os reservatórios Juqueri/Paiva Castro e Águas Claras mantiveram a classificação Boa do ano anterior.

Nos reservatórios do Sistema Cantareira (UGRHI 5 e 6) destaca-se o ponto do res. Cachoeira (CACH 00500), que apresentou toxicidade crônica em todas as amostras analisadas durante o ano. O efeito tóxico verificado neste ponto e em outros reservatórios do Sistema Cantareira (Jaguari, Jacaré e Atibainha), pode estar relacionado à presença de cianobactérias, as quais podem causar efeitos adversos aos organismos-teste devido à liberação de toxinas e/ou obstrução de seus aparelhos filtradores.

Gráfico 3.43 – Perfil do IVA nos reservatórios do Sistema Cantareira em 2016 e nos últimos 5 anos

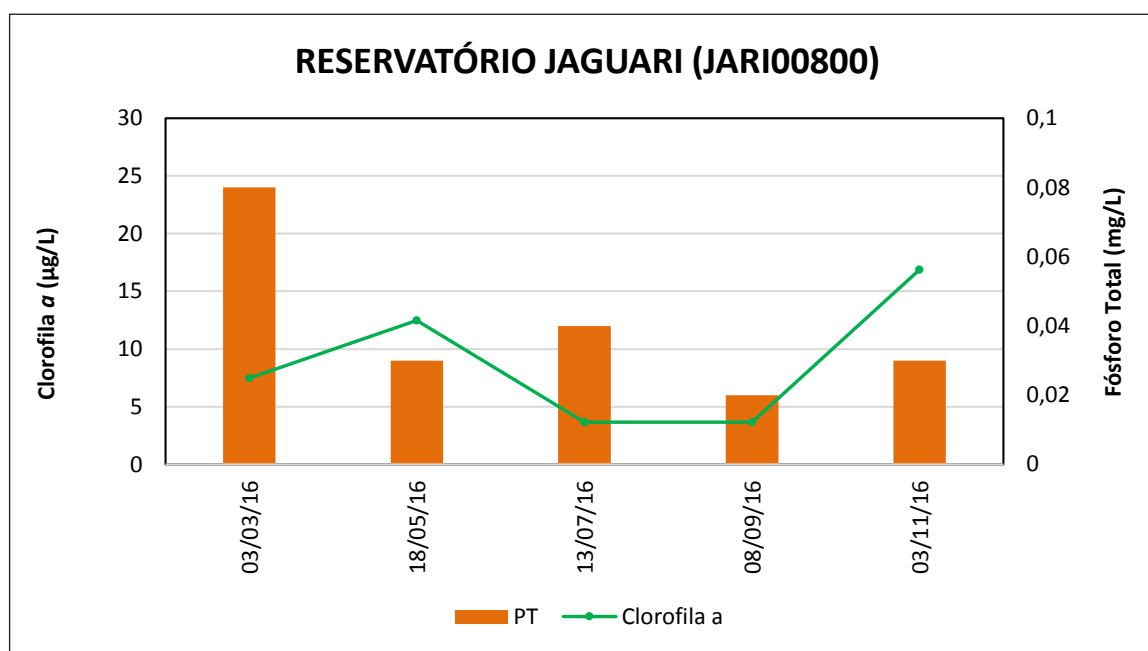
O Gráfico 3.44 apresenta um histórico, do período de 2011 a 2016, da média anual de Clorofila *a* e Fósforo Total no reservatório Jaguari.

Gráfico 3.44 – Média Anual de Clorofila *a* e Fósforo Total no reservatório Jaguari – 2011 a 2016.

No Gráfico 3.44, pode-se observar, em relação ao ano anterior, que no reservatório Jaguari apesar de uma pequena diminuição nas concentrações de Fósforo Total e um aumento no que se refere às concentrações de Clorofila *a*. No período de 2011 a 2016 este reservatório manteve, pelo IET, a classificação Mesotrófica, ou seja, ambiente em processo de eutrofização, com exceção de 2013 quando foi classificado como Eutrófico devido aos altos valores de Clorofila *a* associados à dominância de algas do gênero *Ceratium*. O aumento na concentração de Clorofila *a* observada em 2016 em relação ao ano anterior, se deve principalmente, ao aumento significativo na densidade de organismos, bem como à composição da comunidade fitoplanctônica.

O Gráfico 3.45 que apresenta as concentrações Clorofila *a* e Fósforo Total no reservatório Jaguari ao longo dos meses de 2016 mostra que as maiores concentrações de Clorofila *a* ocorreram em maio e novembro quando superou o limite de 10 µg/L da Resolução CONAMA 357/05. Essas elevadas concentrações se devem em maio às densidades de organismos fitoplanctônicos dos grupos dos fitoflagelados, cianobactérias e diatomáceas e em novembro pela alta densidade e dominância de cianobactérias. Em relação ao Fósforo Total, as concentrações superaram a legislação em todos os meses amostrados, com a maior concentração no mês de janeiro.

Gráfico 3.45 – Concentrações de Clorofila *a* e Fósforo Total (PT) no reservatório Jaguari – 2016.



Este reservatório exibiu ao longo do ano e na média anual a classificação trófica, pelo IET, de Mesotrófica mantendo a classificação obtida nos dois últimos anos.

A média anual da densidade fitoplanctônica e do número de células de cianobactérias no reservatório Jaguari aumentou consideravelmente quando comparado ao ano anterior, voltando a ser similar ao ano de 2014 (Figura 3.20). A média anual da densidade foi influenciada pelo mês de novembro, quando uma floração de *Aphanizomenon gracile* foi registrada. Já os valores de células de cianobactérias (Figura 3.21) foram influenciados pelos resultados de maio e novembro ($27.950 \text{ céls.mL}^{-1}$ e $113.420 \text{ céls.mL}^{-1}$, respectivamente), quando as concentrações de *Aphanizomenon gracile* e *Cylindrospermopsis* sp. foram mais elevadas e os valores totais ultrapassaram o preconizado pela Resolução CONAMA 357/05 para classe 1 ($20.000 \text{ céls.mL}^{-1}$). Esses dois gêneros são potenciais produtores de saxitoxinas (Carvalho *et al* 2013).

Figura 3.20 – Média anual da Comunidade Fitoplanctônica e Contagem de Células de Cianobactérias no Reservatório Jaguari – 2011 a 2016

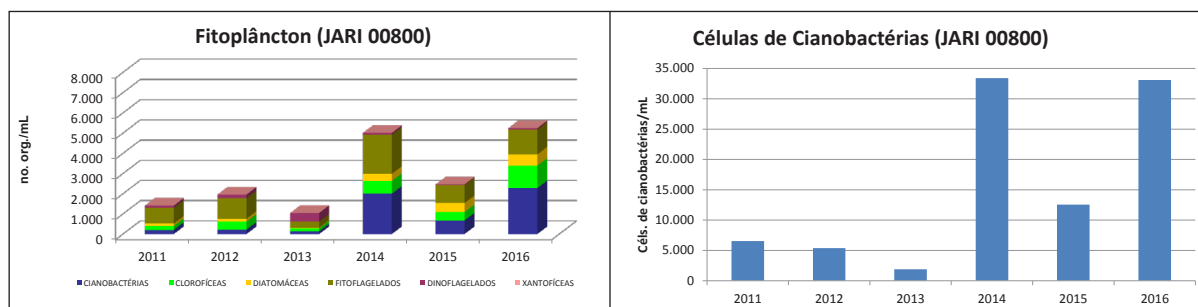
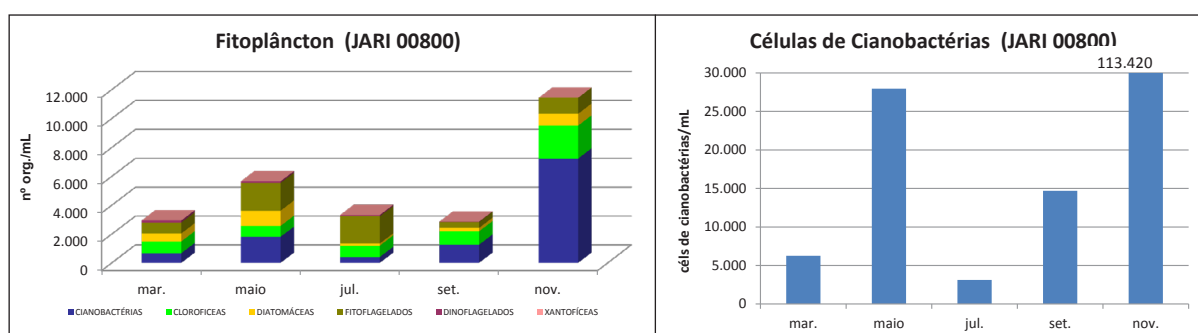


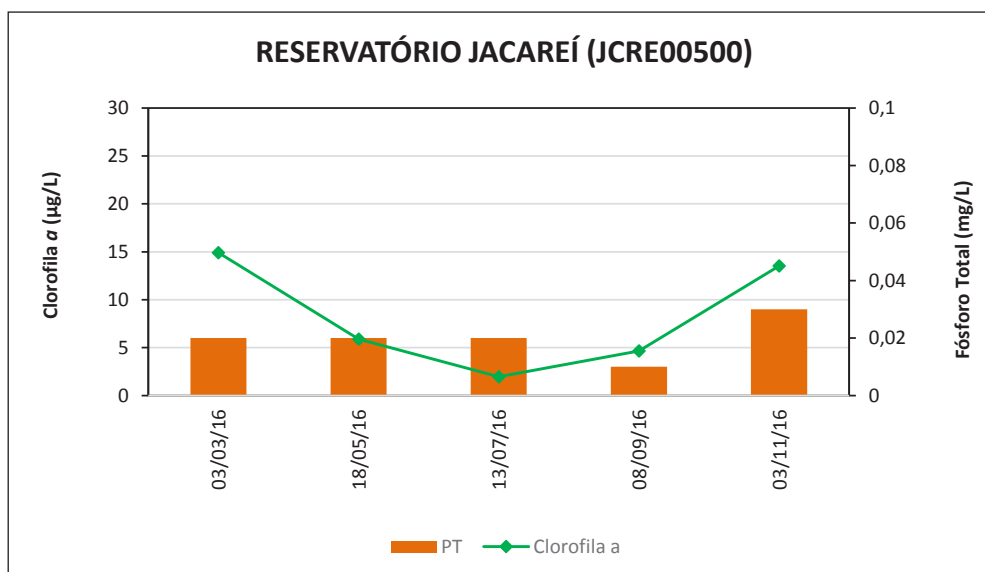
Figura 3.21 – Média mensal da Comunidade Fitoplanctônica e Contagem de Células de Cianobactérias no Reservatório Jaguari em 2016.



RESERVATÓRIO JACAREÍ

O Gráfico 3.46 apresenta as concentrações de Clorofila *a* e Fósforo Total ao longo de 2016 no reservatório Jacaré que compõe o Sistema Cantareira e que, juntamente com o reservatório Jaguari, localiza-se na porção inicial do Sistema, sendo os dois principais reservatórios em termos de contribuição em volume. Este reservatório foi incluído na Rede de Monitoramento, com amostragens mensais, a partir de abril de 2014.

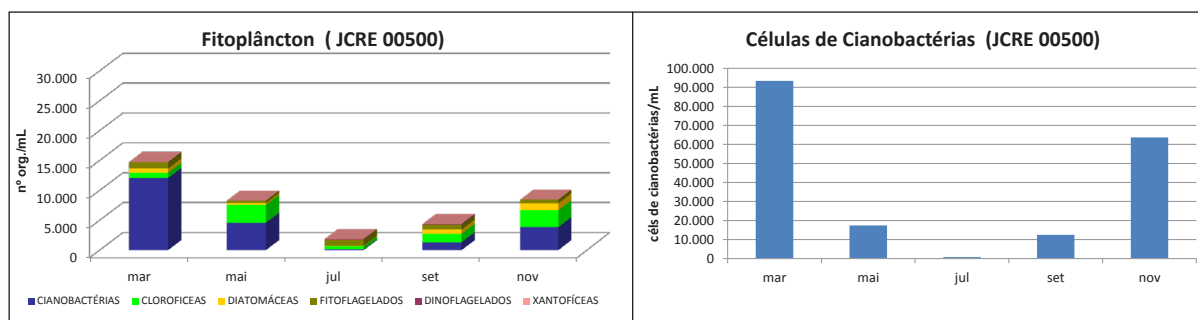
Gráfico 3.46 – Concentrações de Clorofila *a* e Fósforo Total (PT) no reservatório Jacaré 2016.



No reservatório Jacaré foi possível observar que as concentrações de Clorofila *a* variaram ao longo do ano com estreita relação com a densidade total de organismos fitoplanctônicos, bem como com o Número de Células de Cianobactérias. As maiores concentrações de Clorofila *a* foram observadas nos meses de março e novembro, nos quais o Número de Células de Cianobactérias também foram elevados, tendo ambas as variáveis, superado os limites estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/05. Quanto ao Fósforo Total, apenas no mês de novembro a concentração superou o limite da legislação. Este reservatório variou sua classificação, pelo IET, de Oligotrófica a Mesotrófica ao longo do ano com a média anual de Mesotrófica mantendo a classificação obtida no ano anterior.

Em 2016, os valores médios de densidade da comunidade fitoplanctônica e do número de células de cianobactérias do reservatório Jacaré foram muito próximos dos valores obtidos em 2015. O início do ano foi marcado por uma floração de cianobactérias dos gêneros *Aphanizomenon* e *Cylindrospermopsis*, além de organismos filamentosos não identificados, com a consequente elevação do número de células de cianobactérias (Figura 3.22). Esses valores diminuíram gradativamente no período de estiagem e voltaram a aumentar, em menor intensidade, no fim do ano. Em março e novembro as densidades de células de cianobactérias ultrapassaram o limite estabelecido pela Resolução CONAMA 357/05, (classe 1, 20.000 céls.mL⁻¹) com 93.400 céls.mL⁻¹ e 63.710 céls.mL⁻¹, respectivamente.

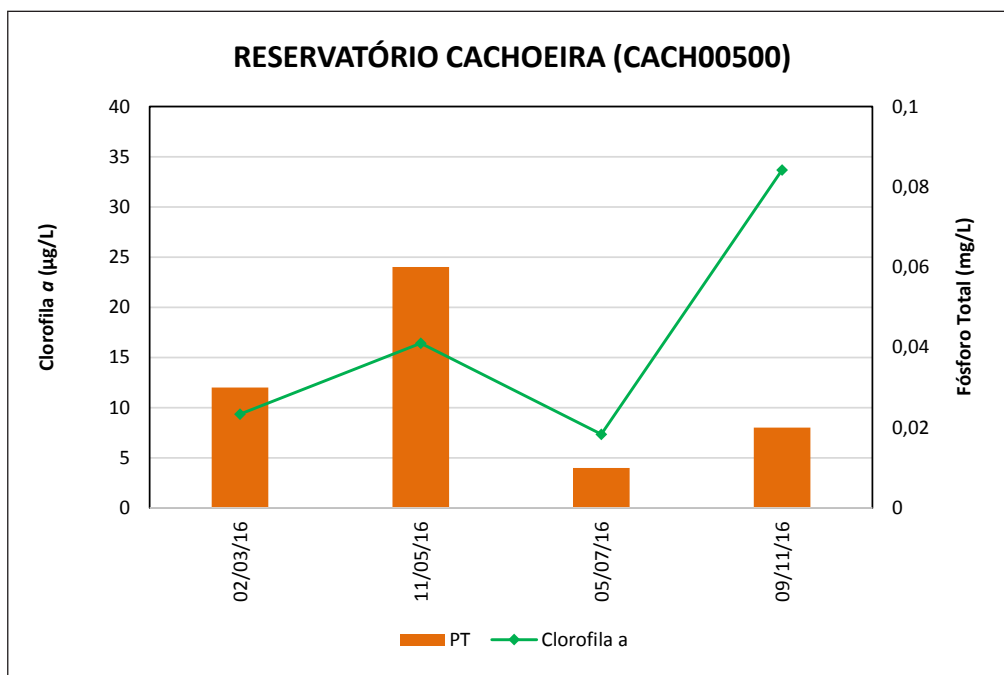
Figura 3.22 – Média mensal da Comunidade Fitoplanctônica e Contagem de Células de Cianobactérias no Reservatório Jacaré em 2016.



RESERVATÓRIO CACHOEIRA

O Gráfico 3.47 apresenta as concentrações de Clorofila *a* e Fósforo Total, no reservatório Cachoeira, ao longo de 2016. Este reservatório foi incluído na Rede de Monitoramento, com amostragens mensais, a partir de maio de 2014.

Gráfico 3.47 – Concentrações de Clorofila *a* e Fósforo Total (PT) no reservatório Cachoeira – 2016.



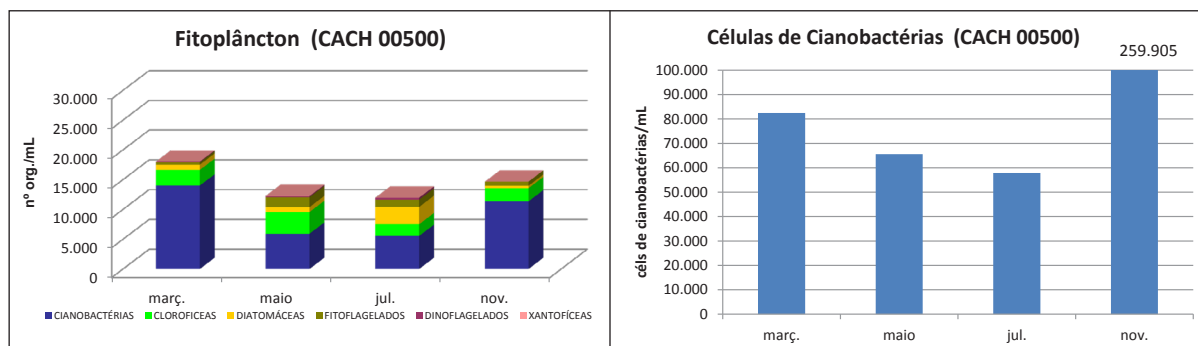
As concentrações de Clorofila *a* oscilou ao longo do ano com as maiores concentrações em maio e novembro. As concentrações de Clorofila *a* foi influenciada tanto pelo Número de Células de Cianobactérias quanto pela composição da comunidade fitoplanctônica, em maio foi possível observar que apesar da diminuição do Número de Células de Cianobactérias o aumento na concentração de Clorofila *a* esteve relacionado à densidade do grupo das clorofíceas e fitoflagelados. Quanto ao Fósforo Total, apenas em maio superou o limite da Resolução CONAMA 357/05, quando foi observada a maior concentração.

Este reservatório exibiu ao longo do ano classificação trófica, pelo IET, variando de Oligotrófica a Eutrófica com a média anual de Mesotrófica, ou seja, ambiente em processo de eutrofização, mantendo a classificação obtida no ano anterior.

Em 2015 o reservatório Cachoeira havia apresentado densidades mensais de fitoplâncton baixas ($<10.000 \text{ org.mL}^{-1}$) até outubro, quando as densidades aumentaram, sendo observada uma alteração na comunidade, com dominância de cianobactérias. Em 2016 esta dominância de cianobactérias se manteve, principalmente nos meses de março e novembro (Figura 3.23), e as densidades variaram entre $11.970 \text{ org.mL}^{-1}$ (julho) e $18.026 \text{ org.mL}^{-1}$ (março). Entretanto, em 2015 os gêneros de cianobactérias dominantes eram picoplanctônicos, principalmente *Cyanogranis* e *Aphanocapsa*, e em 2016 os gêneros dominantes foram *Cylindrospermopsis* e *Aphanizomenon*, além de organismo filamentosos ainda não identificados. Esses dois gêneros são potenciais produtores de saxitoxinas (Carvalho *et al* 2013).

O mesmo pode ser observado em relação ao número de células de cianobactérias, que ultrapassaram 50.000 céls.mL⁻¹ em outubro de 2015 e se mantiveram superiores a esse patamar em todas as amostragens de 2016. Esses valores foram superiores ao estabelecido pela Resolução CONAMA 357/05 para classe 1 (20.000 céls.mL⁻¹) em todos os meses, variando entre 57.830 céls.mL⁻¹ (março) e 259.905 céls.mL⁻¹ (novembro).

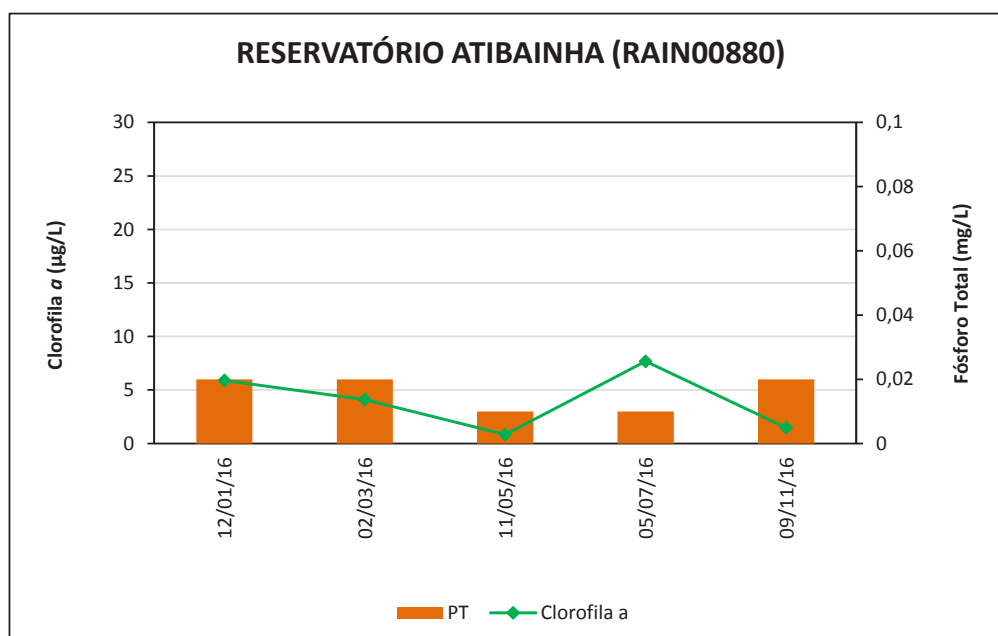
Figura 3.23 – Média mensal da Comunidade Fitoplânctônica e Contagem de Células de Cianobactérias no Reservatório Cachoeira 2016.



RESERVATÓRIO ATIBAINHA

O Gráfico 3.48 apresenta as concentrações de Clorofila *a* e Fósforo Total, neste reservatório ao longo de 2016. O reservatório Atibainha foi incluído na Rede de Monitoramento, com amostragens mensais, a partir de abril de 2014.

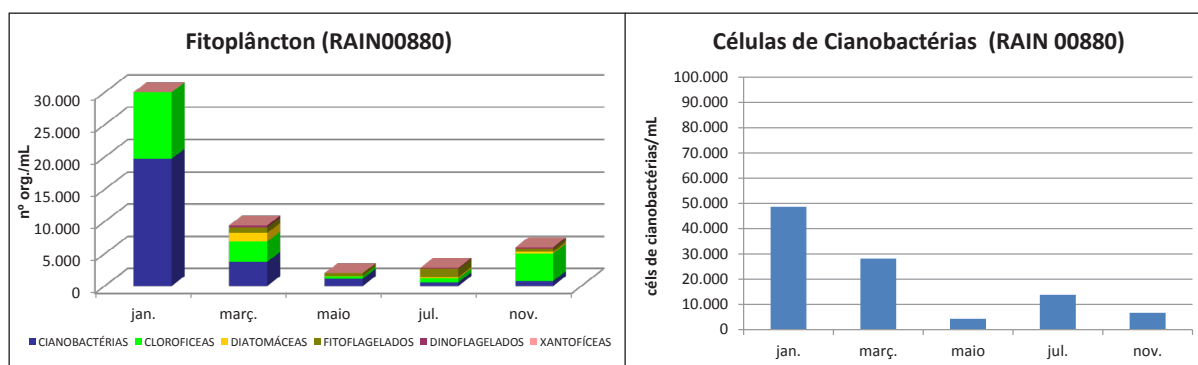
Gráfico 3.48 – Concentrações mensais de Clorofila *a* e Fósforo Total (PT) no reservatório Atibainha 2016.



As maiores concentrações de Fósforo Total neste reservatório foram observadas em janeiro, fevereiro e novembro e para a Clorofila *a* nos meses de janeiro e julho, sem, no entanto, ultrapassar o valor recomendado pela Resolução CONAMA 357/05. A maior concentração de Clorofila *a* observada no mês de julho, deve estar relacionada à predominância do grupo de fitoflagelados. Este reservatório exibiu ao longo do ano classificação trófica, pelo IET, de Ultraoligotrófica a Oligotrófica e pela média anual classificou-se como Oligotrófica, ou seja, um ambiente de baixa trofia, indicando uma melhora em relação ao ano anterior.

O reservatório Atibainha apresentou densidades variando entre 35.000 org.mL⁻¹ (janeiro) e 2.000 org.mL⁻¹ (maio) e número de células de cianobactérias, com valores entre 48.655 céls.mL⁻¹ (janeiro) e 4.260 céls.mL⁻¹ (maio), (Figura 3.24). Esses valores só superaram o estabelecido pela Resolução CONAMA 357/05 para classe 1 (20.000 céls.mL⁻¹) em janeiro e março de 2016, principalmente devido à elevada densidade de organismos filamentosos não identificados, descritos em Lamparelli *et al.* (2014).

Figura 3.24 – Média mensal da Comunidade Fitoplancônica e Contagem de Células de Cianobactérias no Reservatório Atibainha em 2016.

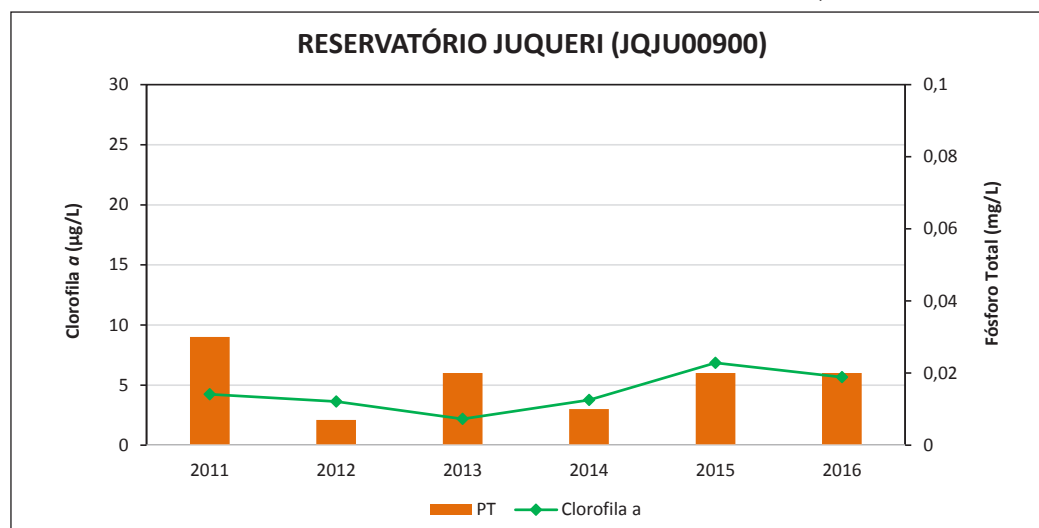


Quando comparado ao ano anterior observa-se que os resultados foram muito semelhantes. A dominância de cianobactérias observada em janeiro foi representada principalmente por esses organismos filamentosos não identificados e por *Cylindrospermopsis*, gênero potencialmente produtor de saxitoxinas (Lagos N. *et al.*, 1999). Apesar da queda progressiva nas densidades, essas cianobactérias continuaram presentes nas amostragens subsequentes, até que em novembro foi observada uma alteração na estrutura da comunidade, com dominância de clorófitas, com destaque para a espécie *Actinastrum hantzschii*.

RESERVATÓRIO JUQUERÍ (Paiva Castro)

No Gráfico 3.49 é apresentado um histórico da média anual das concentrações de Clorofila *a* e Fósforo Total, do período de 2011 a 2016, no reservatório Juqueri.

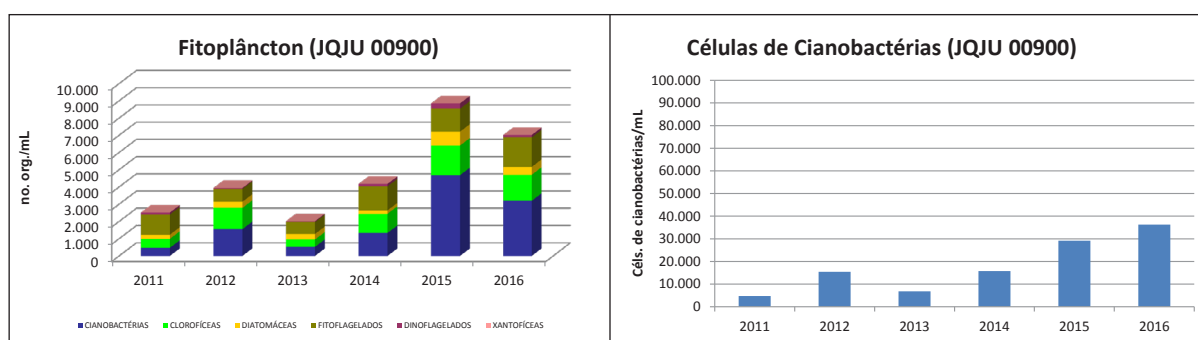
Gráfico 3.49 – Média Anual de Clorofila *a* e Fósforo Total no reservatório Juqueri – 2011 a 2016.



No reservatório Juqueri foi possível observar ao longo de seis anos, pela média anual, que as concentrações de Clorofila *a* se mantiveram abaixo de 10 µg/L até 2014 com um aumento nos dois anos seguintes. Como esperado, foi possível observar que as concentrações de Clorofila *a* são influenciadas tanto pela densidade de organismos fitoplanctônicos quanto pelos grupos presentes. Neste reservatório, tanto as concentrações de Clorofila *a* quanto de Fósforo Total, contribuiu para que a média anual do IET, variasse de Oligotrófica a Mesotrófica tendo nos dois últimos anos mantido a condição Mesotrófica.

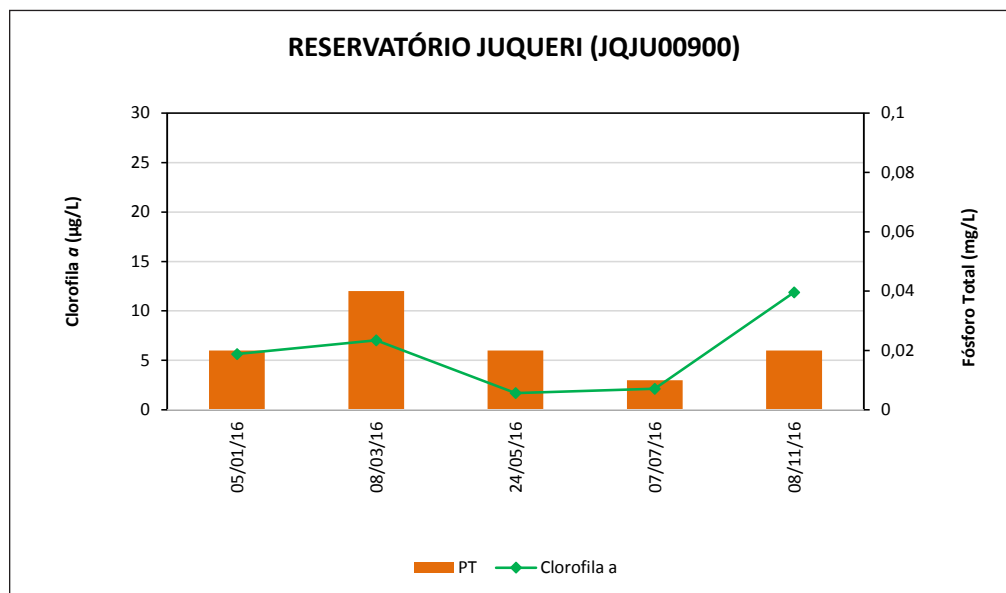
Assim como para Clorofila *a*, a densidade anual da comunidade fitoplanctônica foi maior nos últimos dois anos, apresentando leve diminuição, passando de 8.853 org.mL⁻¹ em 2015 para 7.017 org.mL⁻¹ em 2016 (Figura 3.25). A densidade média anual de células de cianobactérias tem aumentado ao longo dos últimos anos e passou de 29.176 céls.mL⁻¹ em 2015 para 36.290 céls.mL⁻¹ em 2016. Nesses dois anos não houve uma alteração significativa na estrutura da comunidade, e os gêneros picoplanctônicos, *Aphanocapsa* e *Cyanogranis* foram os mais relevantes para a densidade de cianobactérias, assim como o organismo filamentosos não identificado.

Figura 3.25 – Média anual da Comunidade Fitoplanctônica e Contagem de Células de Cianobactérias no Reservatório Juqueri em 2016.



O Gráfico 3.50 apresenta as concentrações de Clorofila *a* e Fósforo Total, das cinco campanhas realizadas neste reservatório ao longo de 2016.

Gráfico 3.50 – Concentrações mensais de Clorofila *a* e Fósforo Total no reservatório Juqueri em 2016.



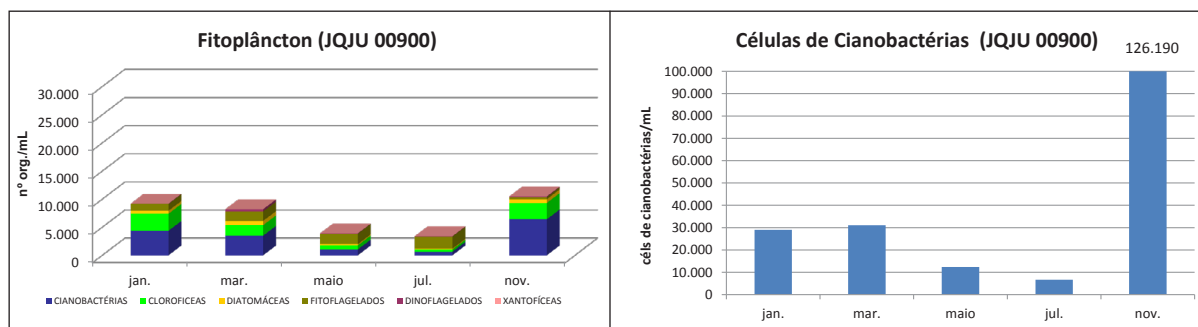
No reservatório Juqueri, em 2016, a maior concentração de Clorofila *a* foi observada no mês de novembro, quando ultrapassou limite estabelecido pela Resolução CONAMA 357/05. As concentrações de Clorofila *a* e o Número de Células de Cianobactérias variaram de forma similar. No mês de julho a concentração de Clorofila *a* foi também influenciada pela dominância do grupo fitoplanctônicos dos fitoflagelados, organismos em geral maiores, portanto com maior biomassa. Já a concentração de Fósforo Total ultrapassou a legislação apenas em março. Este reservatório exibiu ao longo do ano classificação trófica, pelo IET, de Oligotrófica a Mesotrófica e pela média anual classificou-se como Mesotrófica, mantendo assim a condição trófica observada no ano anterior.

Conforme pontuado anteriormente, na Figura 3.26 observa-se em julho dominância de fitoflagelados, com a presença de pequenos flagelados não identificados e de *Dinobryon bavaricum*, organismo frequentemente associado à presença de gosto e odor na água. Em novembro, houve dominância de cianobactérias filamentosas da espécie *Aphanizomenon gracile*, potencial produtora de cianotoxinas como saxitoxinas, cilindrospermopsinas e anatoxina-a.

As densidades de células de cianobactérias superaram o estabelecido pela Resolução CONAMA 357/05 (classe 1, 20.000 céls.mL⁻¹) em 60% das amostragens e os meses que apresentaram os maiores valores foram janeiro (29.000 céls.mL⁻¹, com 31% de *Cyanogranis* e 36% de *Aphanocapsa*), março (31.100 céls.mL⁻¹, com 21% de *Cyanodictyon* e 41% de *Cyanogranis*) e novembro (126.190 céls.mL⁻¹, com 91% de *Aphanizomenon*). *Cylindrospermopsis* foi identificado em todas as amostragens, porém em densidades baixas.

As concentrações de cianotoxinas (microcistina e saxitoxina) foram avaliadas em todas as amostragens (Tabela 3.8, Apêndice J). A microcistina esteve abaixo do limite de detecção durante todo o ano, porém a saxitoxina foi quantificada em todas as amostragens, embora com valores baixos, sendo o maior registrado em maio (0,08 µg.L⁻¹).

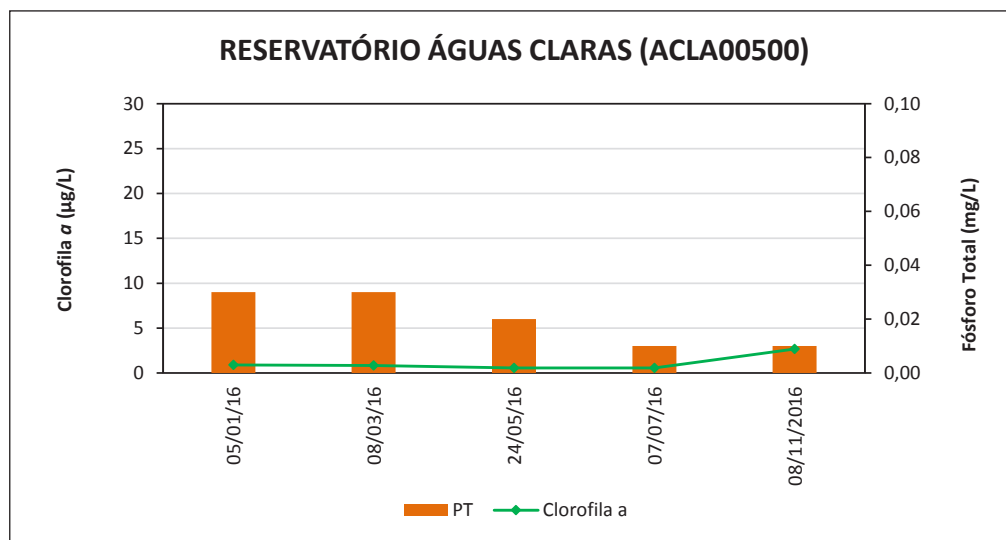
Figura 3.26 – Média mensal da Comunidade Fitoplanctônica e Contagem de Células de Cianobactérias no Reservatório Juqueri em 2016.



RESERVATÓRIO ÁGUAS CLARAS

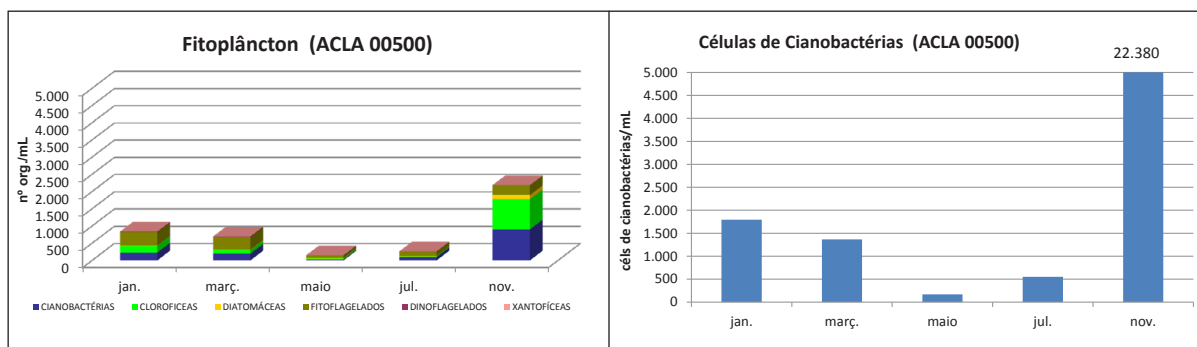
O Gráfico 3.51 apresenta as concentrações de Clorofila *a* e Fósforo Total no reservatório Águas Claras ao longo de 2016. Este reservatório foi incluído na Rede de Monitoramento, com amostragens mensais em maio de 2014, por pertencer ao Sistema Cantareira, sendo o último antes do encaminhamento das águas para a Estação de Tratamento de Água do Guaraú.

Gráfico 3.51 – Concentrações de Clorofila *a* e Fósforo Total (PT) no Reservatório Águas Claras – 2016.



Na avaliação do reservatório Águas Claras em 2016, pode-se observar, com relação ao Fósforo Total, que apenas nos meses de janeiro e março o limite estabelecido em legislação foi superado. Apesar das concentrações de Fósforo Total observadas, as concentrações de Clorofila *a* ainda se mantiveram baixas, sempre em conformidade com a Resolução CONAMA 357/05, provavelmente, relacionadas ao curto tempo de residência desse reservatório que não propicia um ambiente adequado ao estabelecimento da comunidade fitoplanctônica. A Clorofila *a* exibiu a maior concentração no mês de novembro, refletindo de forma consistente as flutuações observadas tanto na densidade de organismos fitoplanctônicos quanto no Número de Células de Cianobactérias. Este reservatório exibiu ao longo do ano classificação trófica, pelo IET, de Ultraoligotrófica a Oligotrófica e pela média anual classificou-se como Oligotrófica, ou seja, de baixa trofia mantendo a classificação obtida desde 2014.

Figura 3.27 – Média mensal da Comunidade Fitoplanctônica e Contagem de Células de Cianobactérias no Reservatório Águas Claras em 2016.



O reservatório Águas Claras apresentou baixas densidades de organismos fitoplanctônicos ao longo do ano, como em 2015, com o maior valor de densidade obtido em novembro ($2.182 \text{ org.mL}^{-1}$). Foi observada dominância de fitoflagelados em março, maio e julho, com a presença de organismos do gênero *Cryptomonas* e outros pequenos flagelados não identificados. Em novembro, apesar de não ter sido observada dominância, houve abundância de cianobactérias, especialmente da espécie **Aphanizomenon gracile**, como verificado neste mesmo mês em outros reservatórios do Sistema Cantareira (Figura 3.27).

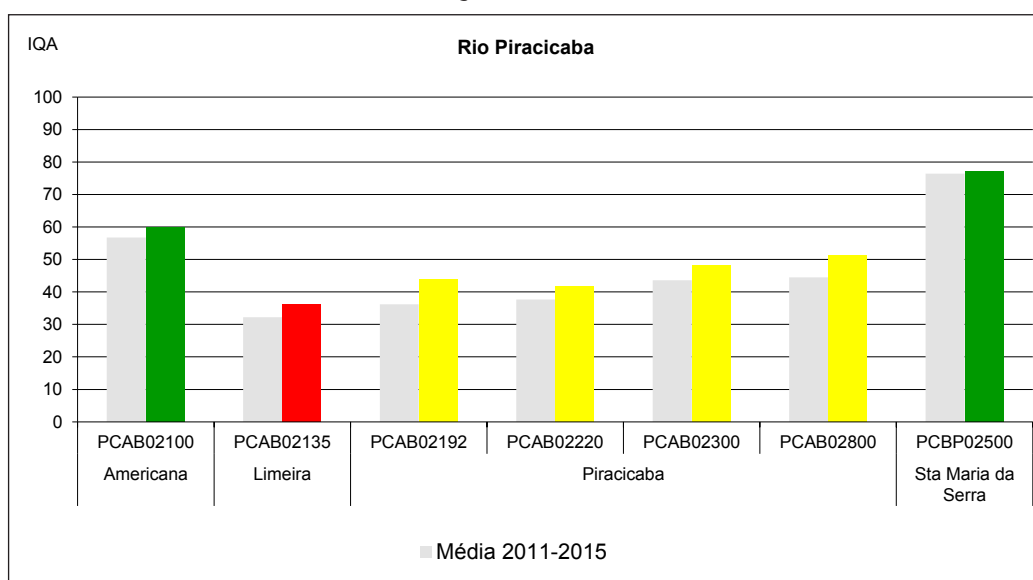
Diferentemente do verificado nos anos anteriores, em novembro a densidade de células de cianobactérias superou o preconizado pela Resolução CONAMA 357/05 para classe 1 ($22.380 \text{ céls.mL}^{-1}$) com 92% das células correspondendo à *Aphanizomenon gracile*, potencial produtora de cianotoxinas como saxitoxinas, cilindrospermopsinas e anatoxina-a. Nos outros meses, os valores de células de cianobactérias variaram entre 170 céls.mL^{-1} (maio) e $1.795 \text{ céls.mL}^{-1}$ (janeiro).

Avaliando o Sistema Cantareira como um todo, em relação à eutrofização, foi possível concluir que os reservatórios Jaguari, Jacaré e Cachoeira localizados na cabeceira do sistema e o Juqueri já na bacia do Alto Tietê, se encontram em processo de eutrofização, enquanto os reservatórios Atibainha e Águas Claras ainda se mantêm com baixa trofia, ou seja de qualidade desejável, embora neste último, em novembro de 2016, o número células de cianobactérias tenha superado o padrão para classe 1, com a dominância de *Aphanizomenon gracile*, potencial produtora de cianotoxinas.

3.2.14.6 Rio Piracicaba

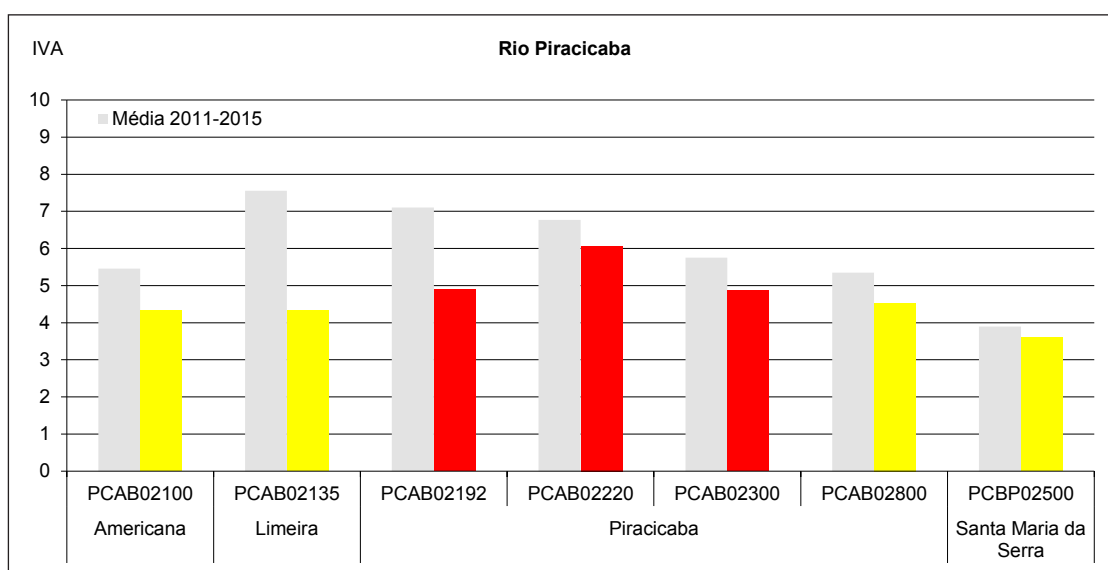
Em 2016, o rio Piracicaba manteve a mesma qualidade do ano anterior. No ponto em Limeira, a qualidade foi Ruim, devido à influência negativa do aporte de poluentes provenientes das bacias do Tatu e Quilombo. A classificação Boa verificada em seu trecho final está associada ao processo de autodepuração, devido ao represamento em Barra Bonita (Gráfico 3.52).

Gráfico 3.52 – Perfil do IQA ao longo do Rio Piracicaba em 2016 e nos últimos 5 anos.



No Gráfico 3.53, é mostrado o perfil do IVA no rio Piracicaba. Em termos de proteção da vida aquática, o rio Piracicaba apresentou melhora da qualidade em relação ao ano anterior, apresentando qualidade variando entre Regular e Ruim. Houve melhora notável no trecho em Limeira que passou da classificação Péssima para a Regular. No trecho abrangido pelo município de Piracicaba, a qualidade foi Ruim, devido, principalmente, a eutrofização.

Gráfico 3.53 – Perfil do IVA ao longo do Rio Piracicaba em 2016 e nos últimos 5 anos.



No Rio Piracicaba, os gráficos de qualidade e quantidade foram elaborados para o ponto PCAB 02800, localizado próximo à sua foz no Reservatório de Barra Bonita. Construiu-se um gráfico comparando as vazões médias mensais de 2016 com as médias mensais dos últimos cinco anos (Gráfico 3.54). Em seguida, apresenta-se o gráfico mostrando o hidrograma do posto, conjuntamente com as datas de amostragem de qualidade (Gráfico 3.55). Ainda são apresentados os gráficos das cargas de DBO e Fósforo Total, que foram calculadas pela multiplicação da vazão média diária pela concentração no instante da medição (Gráfico 3.56 e Gráfico 3.57 respectivamente).

Gráfico 3.54 – Vazões médias mensais de 2016 e dos últimos 5 anos, no Ponto PCAB 02800.

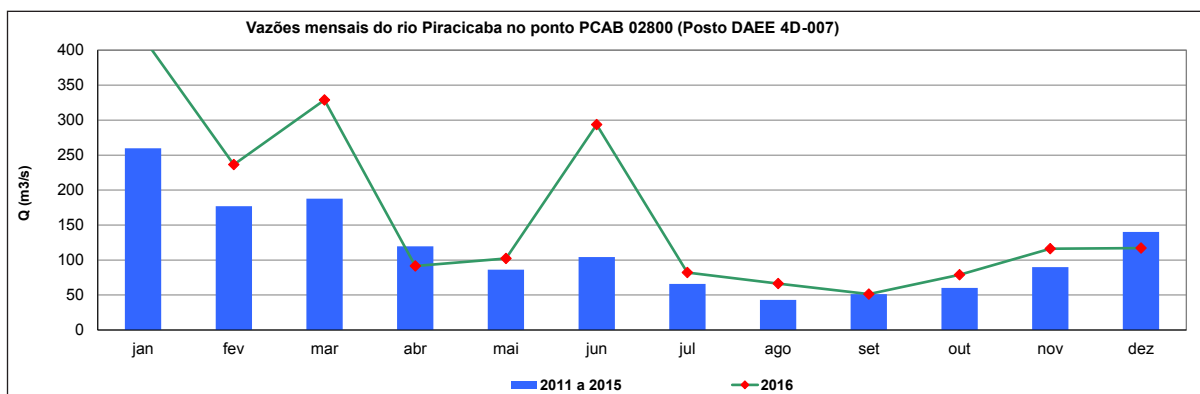


Gráfico 3.55 – Vazões médias diárias e vazões nas datas de coleta em 2016, no Ponto PCAB 02800.

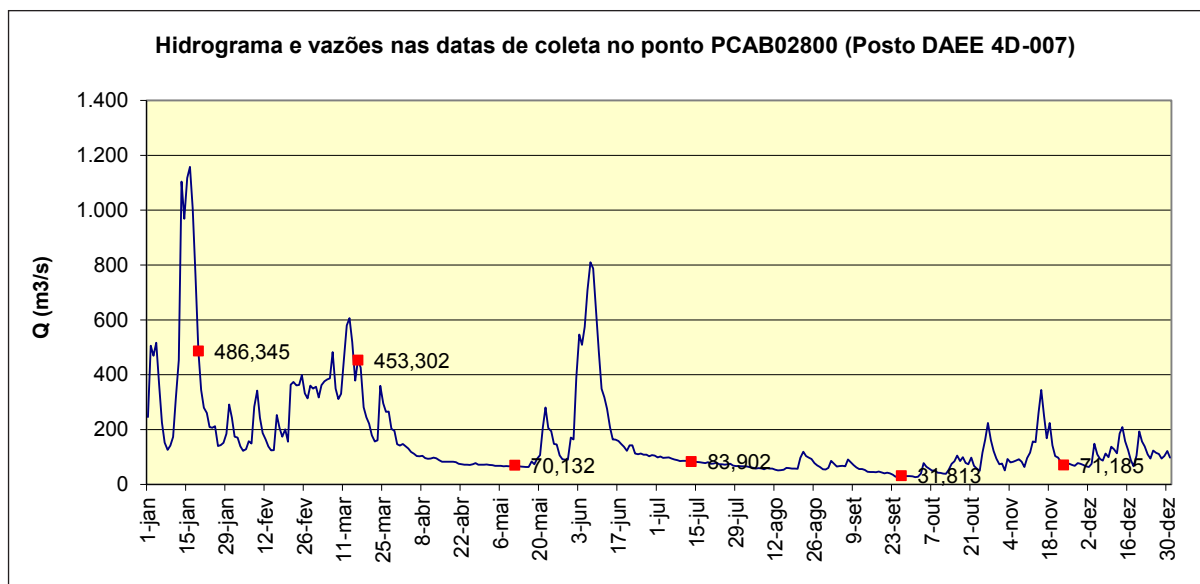
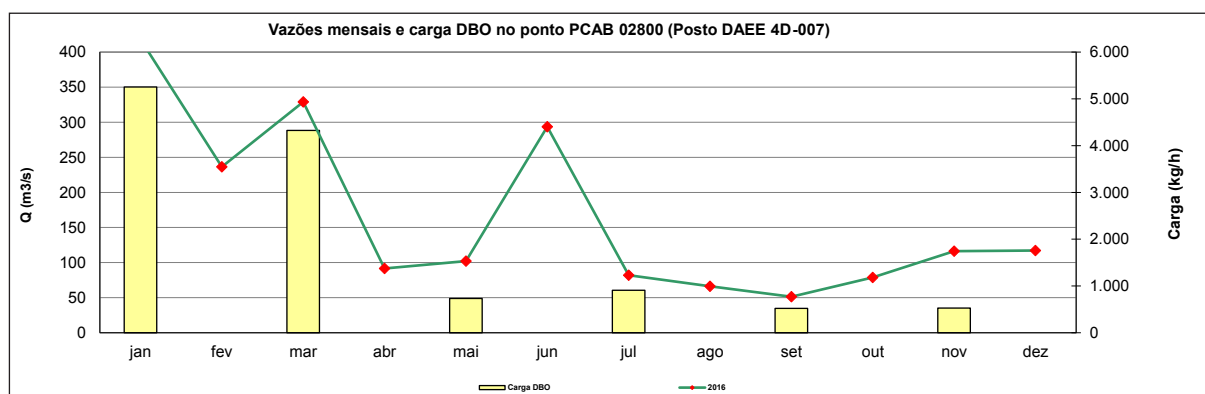
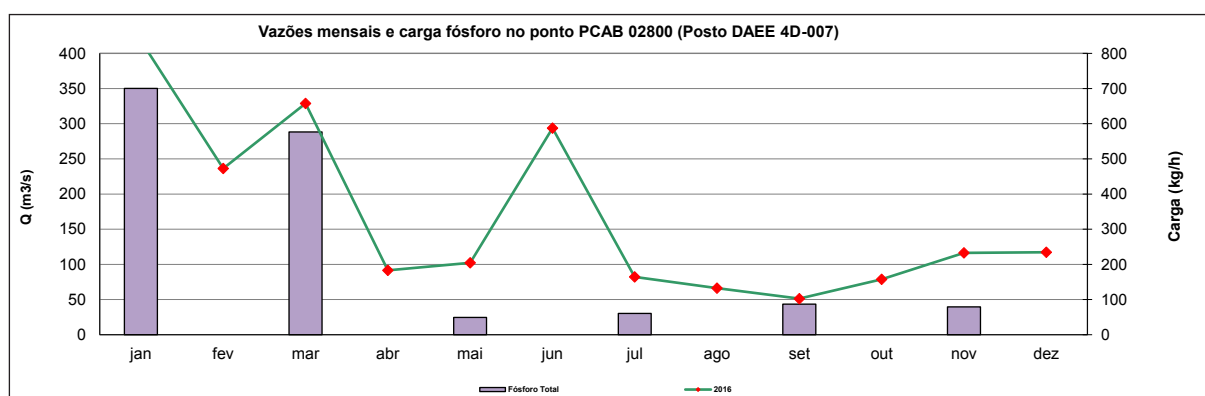


Gráfico 3.56 – Vazões e carga de DBO em 2016 no ponto PCAB02800**Gráfico 3.57** – Vazões e carga de Fósforo em 2016 no ponto PCAB02800

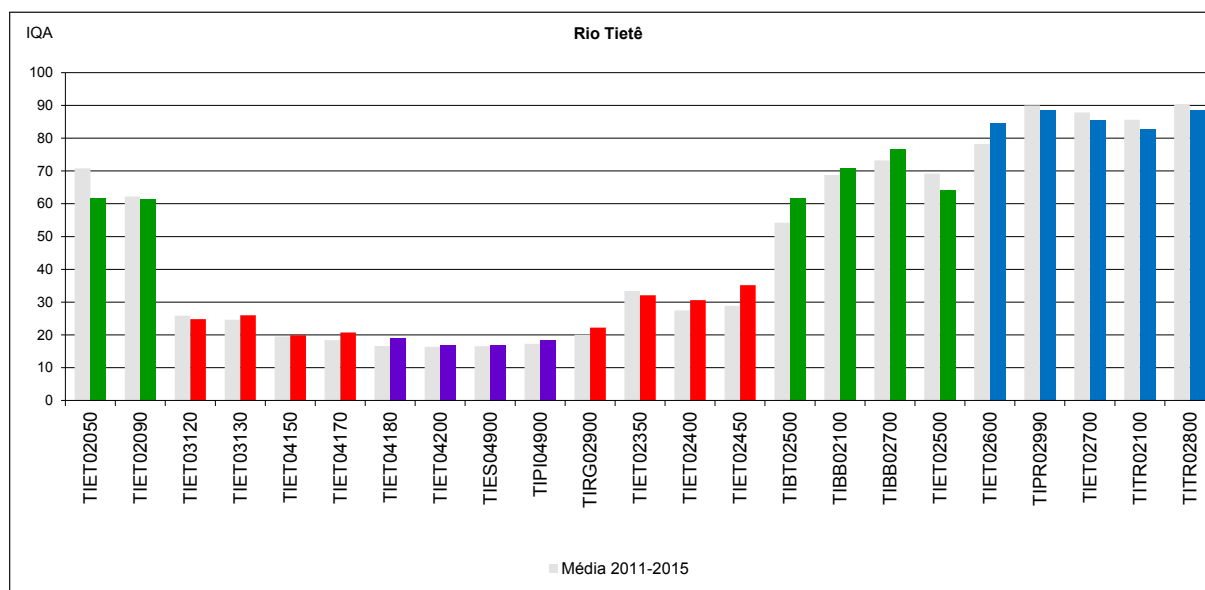
De acordo com Gráfico 3.54, as vazões médias mensais do posto fluviométrico do rio Piracicaba foram ligeiramente superiores às médias históricas na maior parte do ano. Notam-se vazões expressivas nos meses de janeiro, fevereiro, março e junho, ultrapassando as médias históricas.

As maiores cargas de DBO e Fósforo foram obtidas nos meses de janeiro e março, onde se observaram vazões mais elevadas, o que pode ser atribuído ao aporte da carga difusa. Em 2016, a carga média anual de matéria orgânica, que atingiu o Reservatório de Barra Bonita pelo Rio Piracicaba foi de aproximadamente 2.000 kg DBO h⁻¹, sendo ligeiramente maior do que no ano anterior, o que confirma a contribuição advinda da carga difusa.

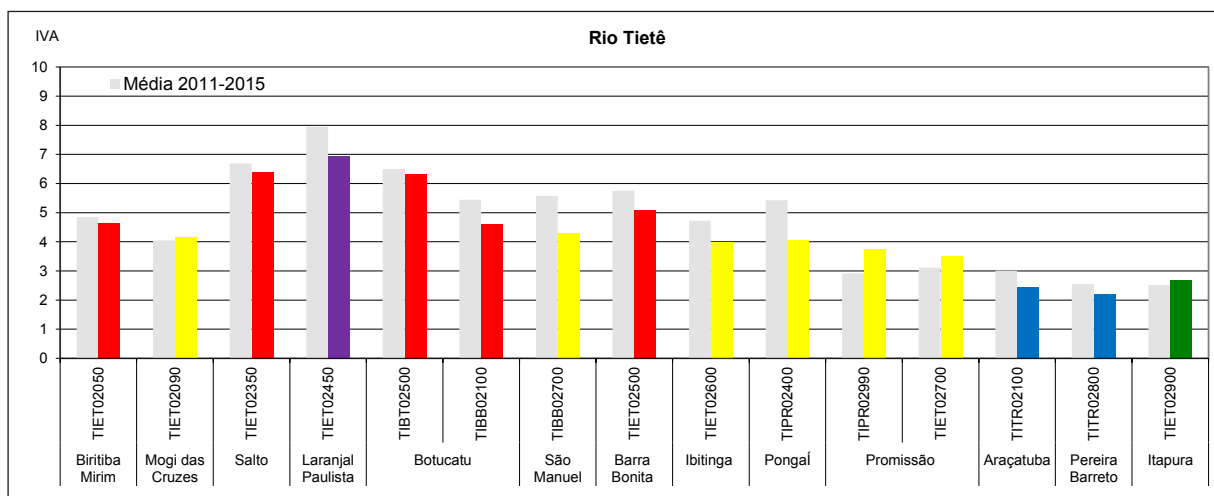
3.2.14.7 Rio Tietê

No Gráfico 3.58, apresenta-se o perfil do IQA ao longo dos 22 pontos de amostragem do Rio Tietê, que percorre todo o Estado de São Paulo e atravessa as UGRHI 6, 10, 13, 16 e 19. Nas proximidades da nascente, o Rio Tietê apresentou qualidade Boa. No trecho de jusante, que atravessa a Região Metropolitana de São Paulo, houve melhora em relação ao ano anterior, porém a classificação continua variando entre Ruim e Péssima. Os pontos de amostragem do rio Tietê, após o Reservatório de Barra Bonita, apresentaram qualidade Boa a partir de Botucatu, atingindo qualidade Ótima a partir de Ibitinga.

Gráfico 3.58 – Perfil do IQA ao longo do Rio Tietê em 2016 e nos últimos 5 anos.



No Gráfico 3.59, é mostrado o perfil do IVA do Rio Tietê que, no ano de 2016, mostrou predominância de classificação Ruim até Barra Bonita em função das contribuições provenientes das regiões metropolitanas que causam aumento da carga orgânica, baixos níveis de OD e eutrofização. A partir de Ibitinga houve melhora da qualidade, que passou para a classificação Regular, em função da melhora no estado trófico. A partir do reservatório de Três Irmãos, a qualidade para fins de proteção da vida aquática varia de Boa a Ótima.

Gráfico 3.59 – Perfil do IVA ao longo do Rio Tietê em 2016 e nos últimos 5 anos.

Com relação ao IVA, como não são monitorados os pontos Classe 4, o trecho mais crítico do Rio Tietê, situa-se a jusante da RMSP. Desta forma, a fim de acompanhar as medidas de saneamento implementadas ao longo dos últimos anos, selecionou-se o ponto do Reservatório de Pirapora (TIPI 04900), que recebe toda a contribuição da bacia hidrográfica do Alto Tietê, para apresentar os gráficos integrando qualidade e quantidade. Construiu-se um gráfico comparando as vazões médias mensais de 2016 com as médias mensais dos últimos cinco anos (Gráfico 3.60). Mostra-se, também, o hidrograma do posto conjuntamente com as datas de amostragem de qualidade (Gráfico 3.61).

O Gráfico 3.62 apresenta a carga de DBO em 2016, calculada pela multiplicação da vazão média diária pela concentração no instante da medição.

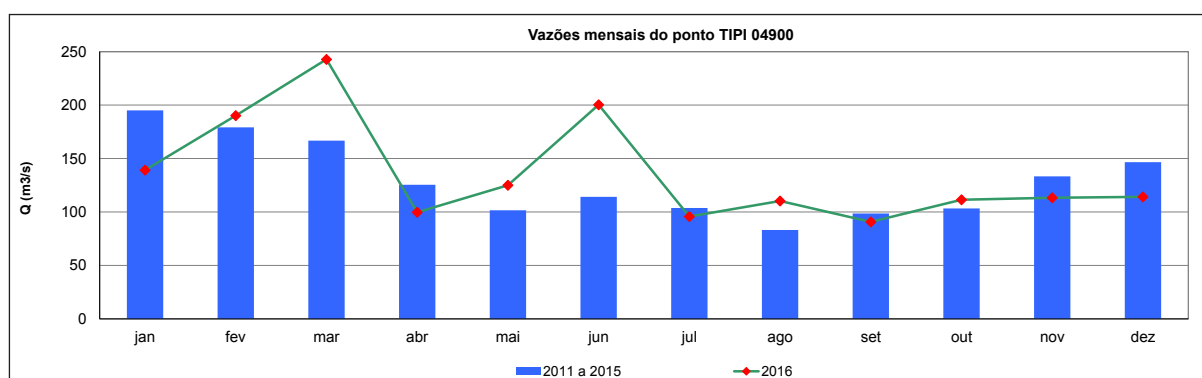
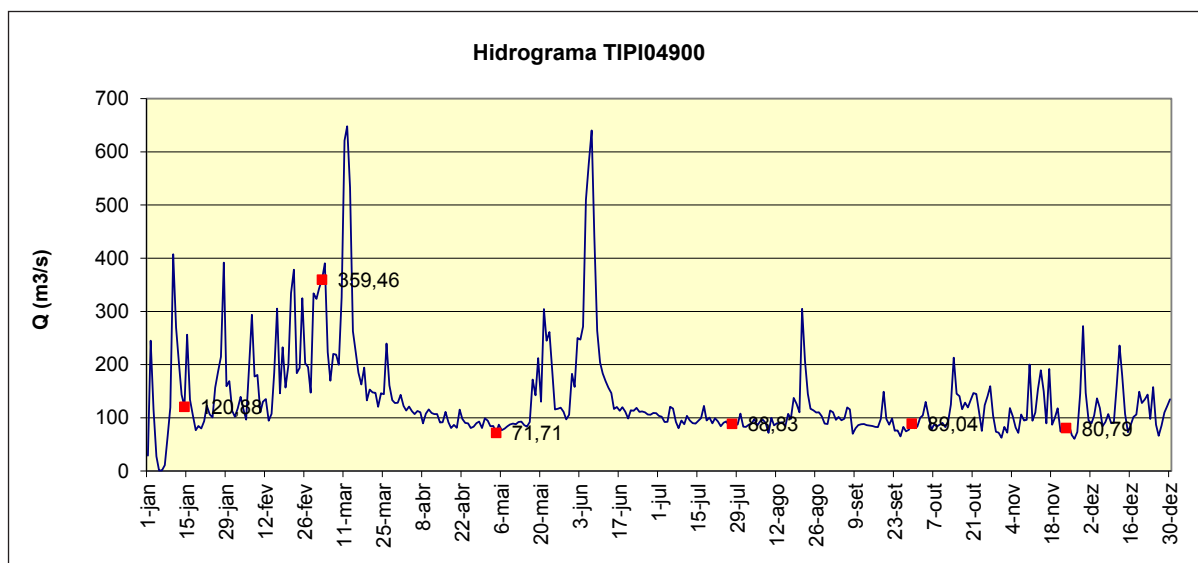
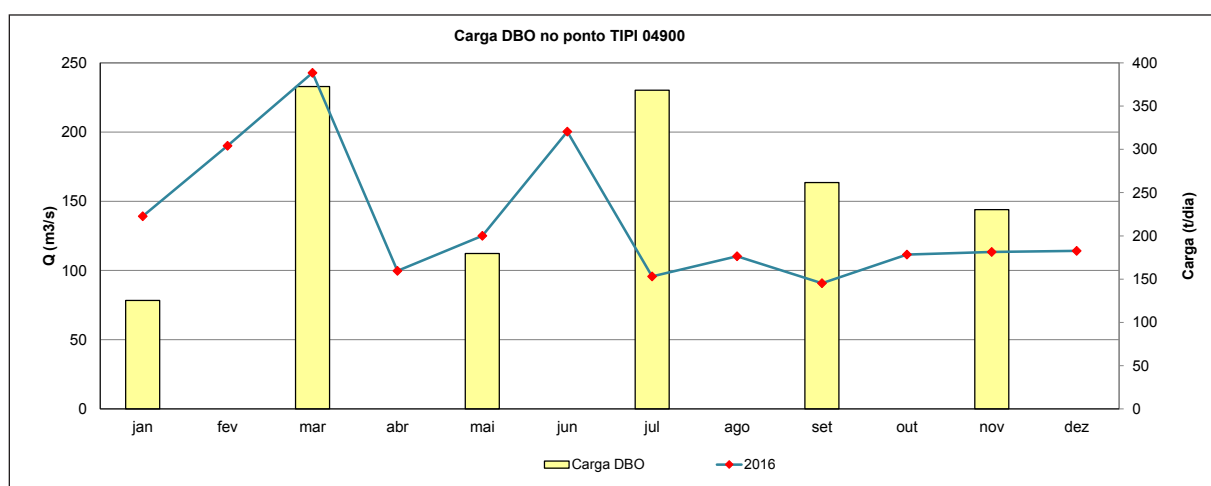
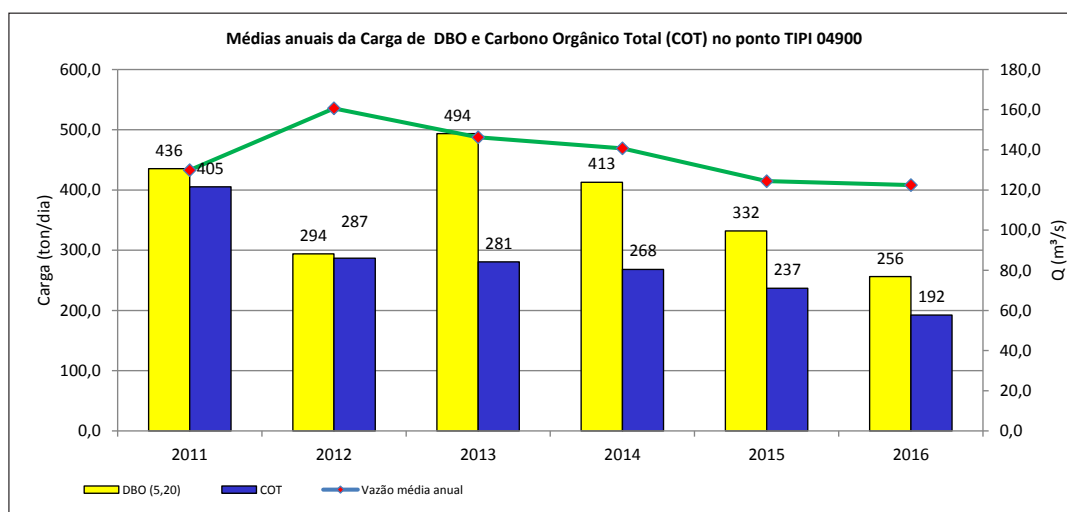
Gráfico 3.60 – Vazões médias mensais de 2016 e dos últimos 5 anos, no Ponto TIPI 04900.

Gráfico 3.61 – Vazões médias diárias e vazões nas datas de coleta em 2016, no Ponto TIPI 04900.**Gráfico 3.62** – Vazões e carga de DBO em 2016, no Ponto TIPI 04900.

Em 2016, as vazões médias mensais do Rio Tietê aproximaram-se das médias históricas em praticamente todos os meses, exceto em março e em junho, quando as vazões superaram suas respectivas médias históricas.

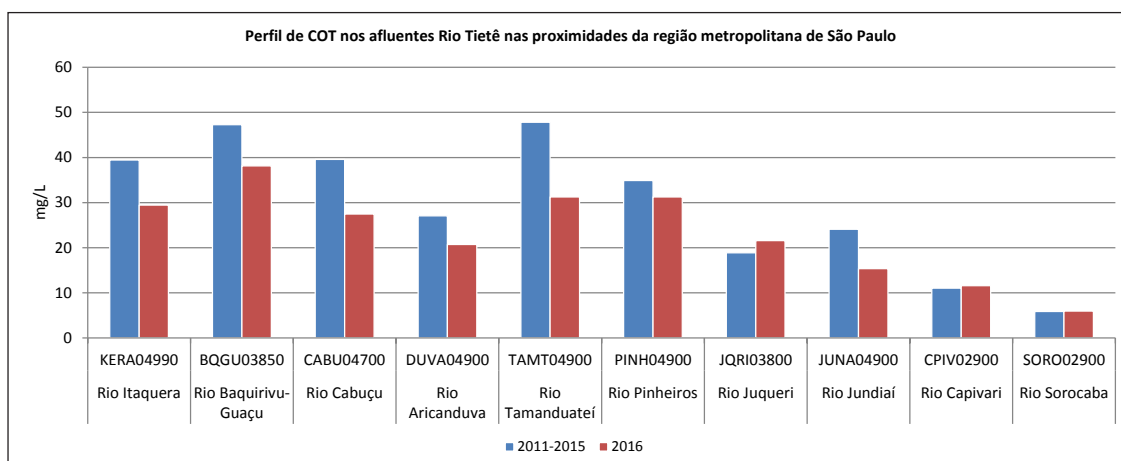
A carga média anual de DBO, em Pirapora, foi de 256 t dia⁻¹ em 2016, apresentando uma variação em torno de 10% entre os meses mais chuvosos (de outubro a março) e os mais secos (de abril a setembro). O resultado da amostragem do mês de março, que coincidiu com o pico do hidrograma, mostrou-se mais elevado do que nos demais meses, em função da contribuição da carga difusa (Gráfico 3.62). No entanto, nesta UGRHI, a carga difusa não causa uma elevação expressiva da carga de DBO em seu exutório, uma vez que a carga orgânica proveniente do esgoto não tratado ainda é elevada.

A fim de visualizar a evolução da carga de matéria orgânica medida no exutório da bacia do Alto Tietê entre 2010 e 2016, foi construído o Gráfico 3.63. Nesse período, verificou-se uma diminuição das cargas médias anuais de COT e de DBO, indicando que as obras de coleta e tratamento de esgoto na Região Metropolitana de São Paulo vêm removendo carga orgânica da calha do Rio Tietê.

Gráfico 3.63 – Vazões médias de descarga e cargas de DBO e Carbono Orgânico Total, no ponto TIPI 04900.

Em sua passagem pela Região Metropolitana de São Paulo (RMSP), o Rio Tietê recebe diversos afluentes que, por sua vez, recebem contribuições significativas advindas de diversos municípios.

O Gráfico 3.64 apresenta as concentrações de COT de cada afluente que a CETESB monitora.

Gráfico 3.64 – Perfil de COT nos Afluentes do Rio Tietê em 2016 e nos últimos 5 anos.

A maior parte das contribuições ocorre na Região Metropolitana de São Paulo, com diferença acentuada em relação aos afluentes do Médio Tietê – Jundiá, Capivari e Sorocaba. Na RMSP, os afluentes com maiores concentrações de COT e respectivos municípios que contribuem com lançamentos de esgoto são:

- Cabuçu e Baquirivu - Guarulhos (ambos) e São Paulo (apenas Cabuçu);
- Tamanduateí - Mauá, Santo André, São Caetano e São Paulo;
- Pinheiros – São Paulo
- Itaquera e Aricanduva – São Paulo (Zona Leste).

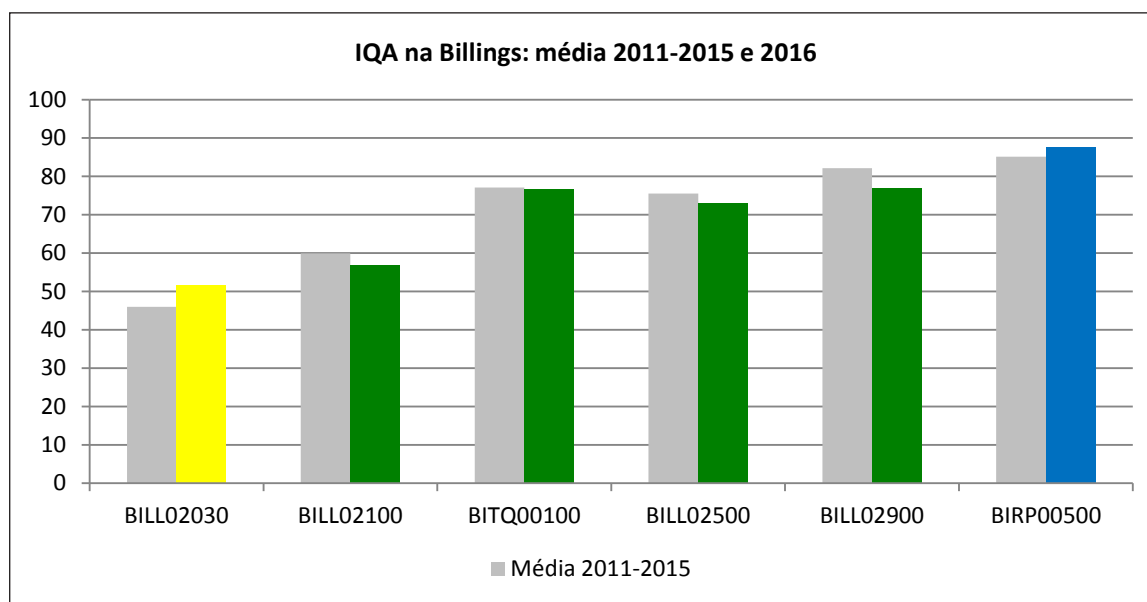
Da mesma forma que observado no exutório da UGRHI do Alto Tietê, onde houve uma diminuição da carga orgânica, os afluentes do Alto Tietê também apresentaram uma concentração de COT menor do que nos anos anteriores. O rio Baquirivu-Guaçu apresentou a maior concentração média de COT em 2016. Os rios Tamanduateí, Pinheiros, Itaquera e Cabuçu também mostraram concentrações elevadas de COT.

3.2.14.8 Reservatório Billings

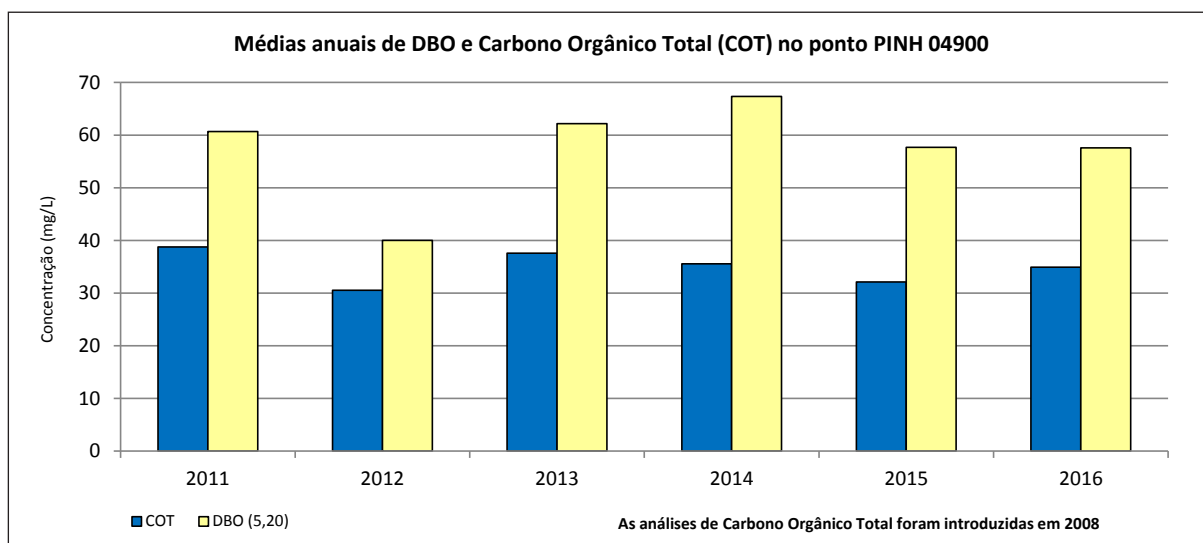
Existem seis pontos de amostragem no reservatório Billings: BILL 02030, BILL 02100; BILL 02500, BITQ 00100, BILL 02900 e BIRP00500. O ponto BILL 02030 indica a condição de qualidade da água na entrada do reservatório; o ponto seguinte BILL 02100, a aproximadamente 7 km da barragem de Pedreira, reflete a diluição da água bombeada do rio Pinheiros para o reservatório. Os pontos BITQ 00100 e BILL 02900 representam a qualidade da água nas saídas do reservatório: reversão do braço do Taquacetuba para o reservatório Guarapiranga e o *Summit Control*, respectivamente. As principais fontes de poluição do reservatório encontram-se em seu trecho inicial e consistem no bombeamento do rio Pinheiros e na ocupação antrópica das bacias de drenagem do ribeirão Cocaia e ribeirão Bororé. O processo de autodepuração dessas cargas sofre influência do afunilamento existente na altura da Rodovia Imigrantes (ponto BILL 02500). O ponto BIRP00500, localizado no braço do rio Pequeno, inserido no ano de 2015, representa a qualidade da água na saída do reservatório Billings para o reservatório do Rio Grande. A partir de abril de 2015, este reservatório passou a ser monitorado mensalmente.

O Gráfico 3.65 apresenta os valores do IQA em 2016, verificando-se que o trecho inicial do reservatório, entre Pedreira e o Braço do Bororé, mostrou qualidade Regular. Em seu percurso ao longo do corpo central, a água do reservatório passa por um processo de recuperação, atingindo a classificação Boa no trecho intermediário - ponte da Rodovia Imigrantes e, no trecho final, em Summit Control. No braço do Rio Pequeno a qualidade da água manteve-se na classificação Ótima, a mesma do ano anterior.

Gráfico 3.65 – IQA – Reservatório Billings em 2016 e nos últimos 5 anos.

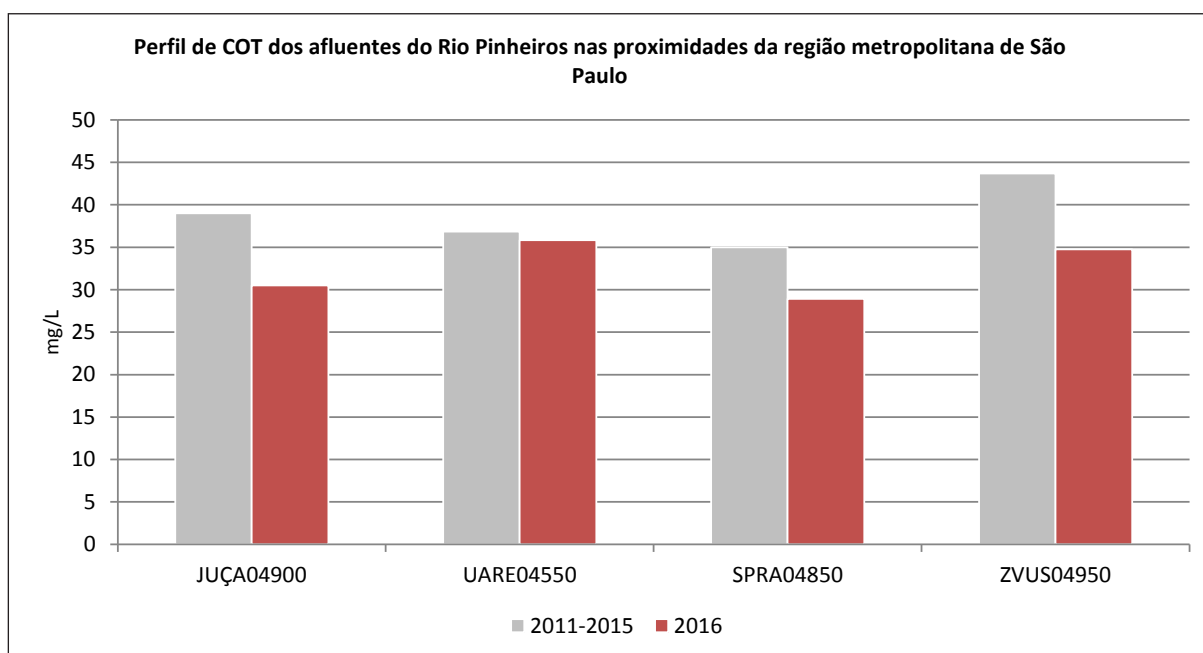


O IQA do Reservatório Billings em 2016 manteve-se próximo à média histórica dos últimos 5 anos. Os bombeamentos em Pedreira, do Rio Pinheiros para o Reservatório Billings, em 2016, indicaram uma vazão média anual de $8,1 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$, semelhante à média do último ano ($8,6 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$). Portanto, esses bombeamentos, que em 2016 concentraram-se nos três primeiros meses do ano e em junho, refletiram no decaimento da qualidade da água no trecho inicial da represa, implicando numa maior concentração dos poluentes.

Gráfico 3.66 – Médias anuais de DBO e Carbono Orgânico Total no ponto PINH 04900.

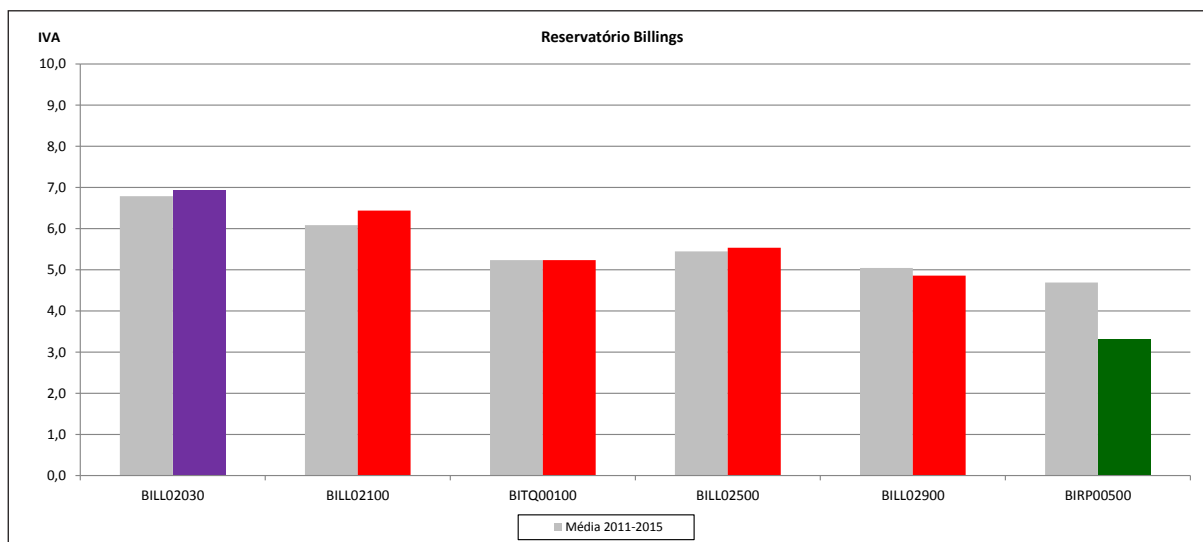
No tocante à qualidade da água bombeada do Rio Pinheiros (PINH 04900), o Gráfico 3.66 apresenta a evolução das concentrações de DBO e COT, as quais não tiveram alterações significativas ao longo dos anos.

No Gráfico 3.67, são apresentadas as concentrações de COT nos principais afluentes do rio Pinheiros. Salienta-se que o Córrego Pirajussara (JUÇA 04900) recebe contribuições dos municípios de Taboão da Serra e Embu das Artes. Embora os afluentes Pirajussara, Água Espraiada e Zavuvus tenham apresentado uma diminuição de suas concentrações de COT em 2016, não se verificou a mesma melhora na calha do Pinheiros.

Gráfico 3.67 – Perfil de COT nos afluentes do Rio Pinheiros em 2016 e nos últimos 5 anos.

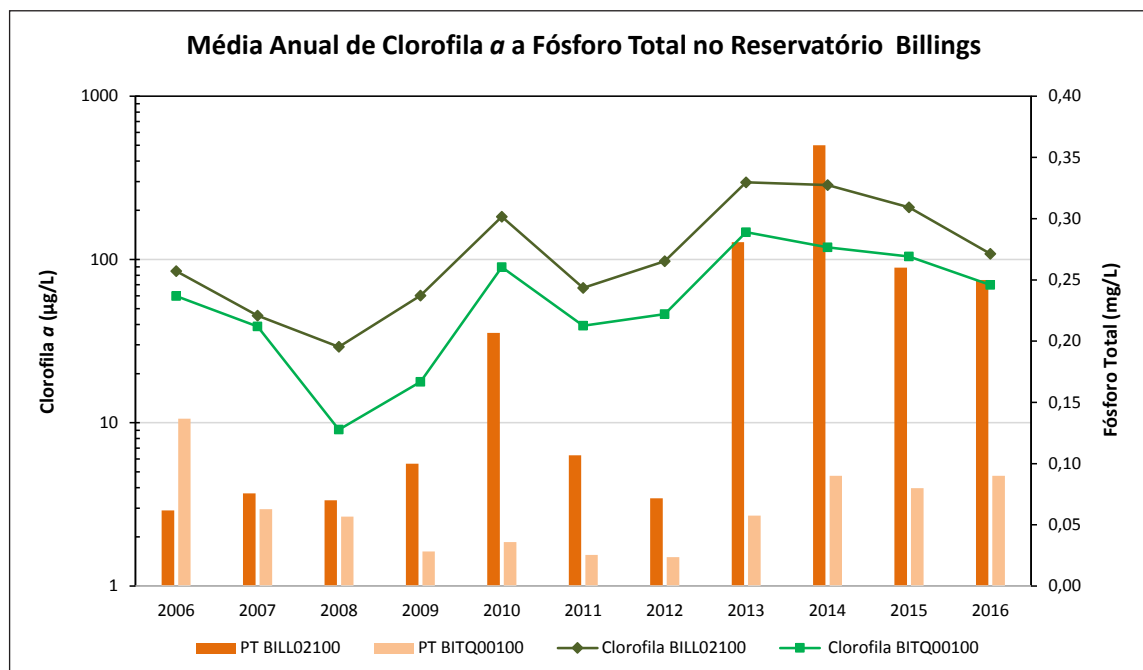
O IVA (Gráfico 3.68) do reservatório Billings manteve a classificação do ano anterior, isto é Péssimo próximo à Estação Elevatória de Pedreira e Ruim nos demais pontos, em função do aporte de fósforo, que influencia negativamente o IVA devido ao processo de eutrofização. O braço do rio Pequeno apresentou qualidade Boa para fins de proteção da vida aquática, indicando que nesse braço ocorre a autodepuração das cargas de fósforo que adentram no reservatório.

Gráfico 3.68 – Perfil do IVA Reservatório Billings em 2016 e nos últimos 5 anos



A fim de avaliar a evolução temporal dos nutrientes no reservatório, são apresentadas, no Gráfico 3.69, as médias anuais de Fósforo Total e Clorofila *a* para os pontos BILL 02100 (corpo central em frente ao braço do Bororé) e BITQ 00100 (braço do Taquacetuba, na captação da SABESP) para os anos de 2006 a 2016.

Gráfico 3.69 – Média anual de Clorofila *a* e Fósforo Total (PT) no reservatório Billings (BILLO2100 e BITQ00100) de 2006 a 2016.



Na análise temporal dos pontos BILL 02100 e BITQ 00100 verificou-se que, no período em que o teste da flotação manteve-se em operação (entre agosto de 2007 e dezembro de 2009), houve redução das concentrações de Fósforo Total na região do reservatório abrangida por esses pontos. Estes testes, autorizados pelo Ministério Público do Estado de São Paulo, foram realizados para tratar $10 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ de água do rio Pinheiros por meio do sistema de flotação e bombear estas águas para o reservatório Billings. A diminuição das concentrações de Fósforo Total, juntamente com o aumento da circulação no reservatório, implicou numa queda da Clorofila *a*, confirmada pela menor presença de florações de algas e cianobactérias (Figura 3.28). A tendência de aumento observada desde 2011 para os valores de Clorofila *a*, assim como as densidades da comunidade fitoplanctônica e o Número de Células de Cianobactérias no reservatório Billings no braço do Bororé (BILL 02100) foi interrompida em 2015 e 2016, com a queda nas concentrações dessas variáveis, no entanto este ponto ainda se encontra extremamente eutrofizado. Já o BITQ00100 exibiu, segundo o IET, tendência a piora devido ao aumento nas concentrações de Fósforo Total nos últimos três anos.

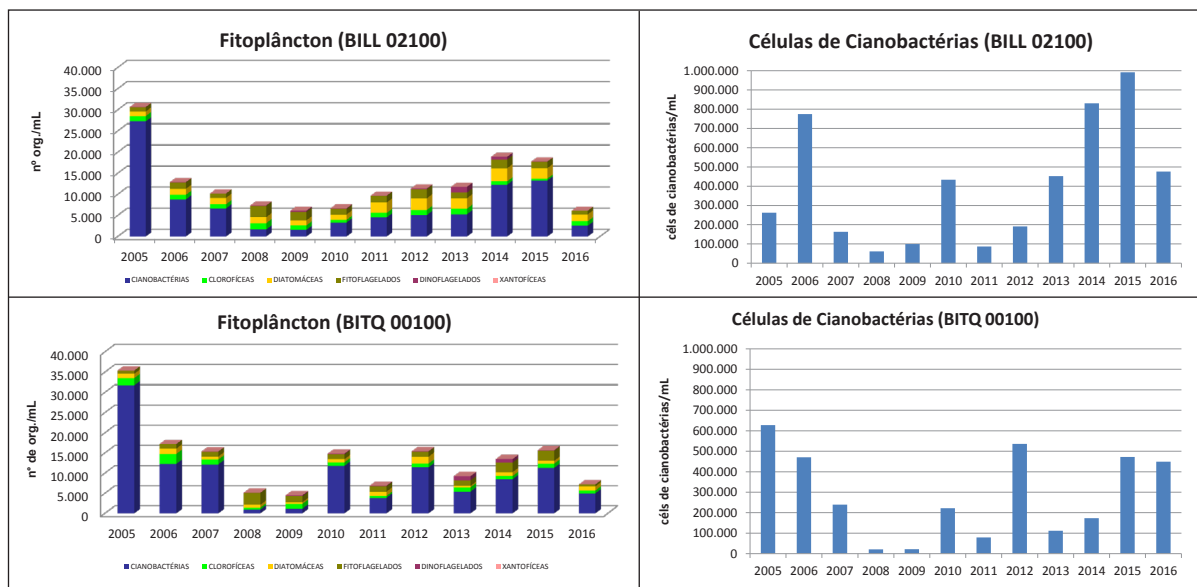
O reservatório Billings, extremamente eutrofizado, manteve, em relação ao ano anterior, sua condição trófica elevada, com exceção do ponto BILL02100 que exibiu uma piora retornando à condição Hipereutrófica. Neste reservatório, em todas, ou na maioria das campanhas, os resultados das variáveis Fósforo Total, Clorofila *a* e o Número de Células de Cianobactérias ultrapassaram os limites estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/05.

Em 2016, a comunidade fitoplanctônica foi monitorada em seis pontos do reservatório Billings. No geral, a densidade média anual de organismos fitoplanctônicos no reservatório variou entre $1.882 \text{ org.mL}^{-1}$ (agosto, BITQ 00100) e $152.264 \text{ org.mL}^{-1}$ (janeiro, BIRP 00500). Houve dominância de cianobactérias em todos os pontos do reservatório em pelo menos uma amostragem, com destaque para os pontos do *Summit Control* (BILL02900) e braço do Taquacetuba (BITQ 00100), que apresentaram dominância praticamente o ano todo. Os maiores valores de células de cianobactérias em 2016 foram registrados em novembro, em frente à barragem de Pedreira ($1.469.590 \text{ céls/mL}$) e no braço do Bororé ($1.478.460 \text{ céls/mL}$), sendo que no primeiro ponto 76% das células pertenciam ao gênero *Microcystis*. No *Summit Control* os maiores valores de células de cianobactérias foram registrados em Julho ($1.005.410 \text{ céls/mL}$) com dominância de *Woronichinia naegeliana*.

A Figura 3.28 apresenta o histórico dos últimos dez anos para os pontos dos braços Taquacetuba e Bororé, e observa-se que para o ano de 2016, nos dois pontos houve queda das densidades médias anuais da comunidade fitoplanctônica. A média do número de células de cianobactérias diminuiu discretamente no braço do Taquacetuba e significativamente no braço do Bororé.

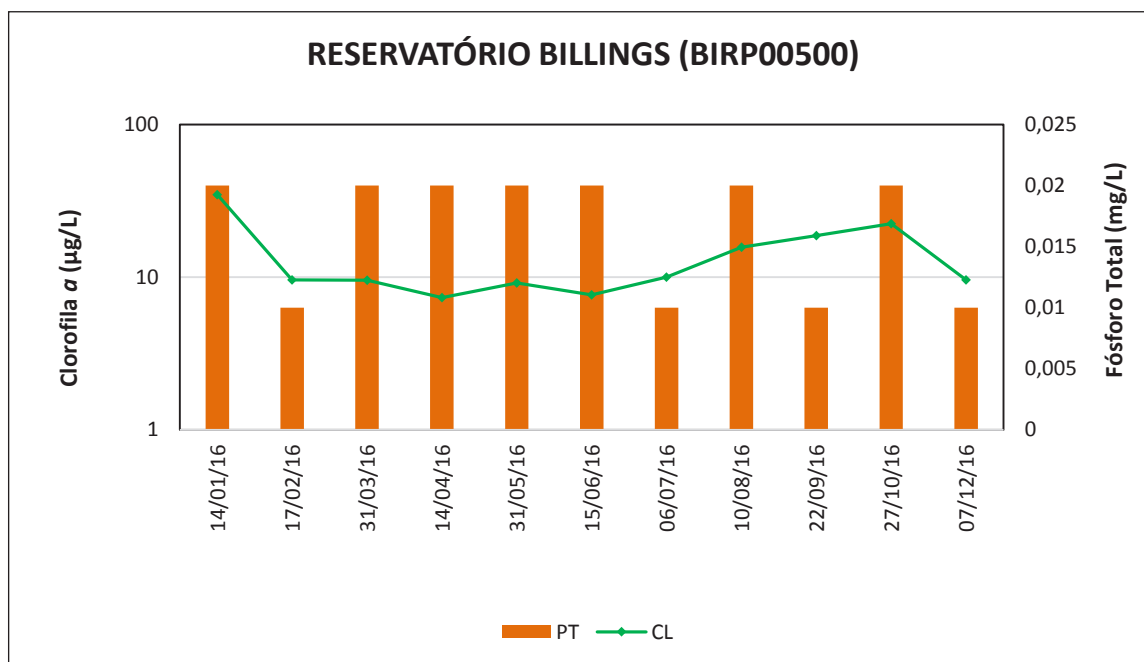
Em 2016, em ambos os pontos as concentrações de células de cianobactérias superaram o preconizado pela Resolução CONAMA 357/05 para classe 1 ($20.000 \text{ céls.mL}^{-1}$) e para classe 2 ($50.000 \text{ céls.mL}^{-1}$) respectivamente, com os maiores valores obtidos em março no ponto BITQ 00100 ($981.030 \text{ céls.mL}^{-1}$) e em novembro no ponto BILL 02100 ($1.478.460 \text{ céls.mL}^{-1}$). O gênero que mais contribuiu em termos de densidades celulares no ponto BITQ 00100 foi o gênero *Woronichinia* (potencialmente produtor de microcistina e anatoxina-a/homoanatoxina), dominante em praticamente todas as amostragens com exceção de janeiro, quando houve abundância de *Planktothrix* (potencialmente produtor de microcistina, saxitoxina e anatoxina-a/homoanatoxina) e *Sphaerocavum* (sem registro de produção de toxina).

Figura 3.28 – Média anual da composição da Comunidade fitoplanctônica e média anual do Número de Células de Cianobactérias – Reservatório Billings – 2005 a 2016.



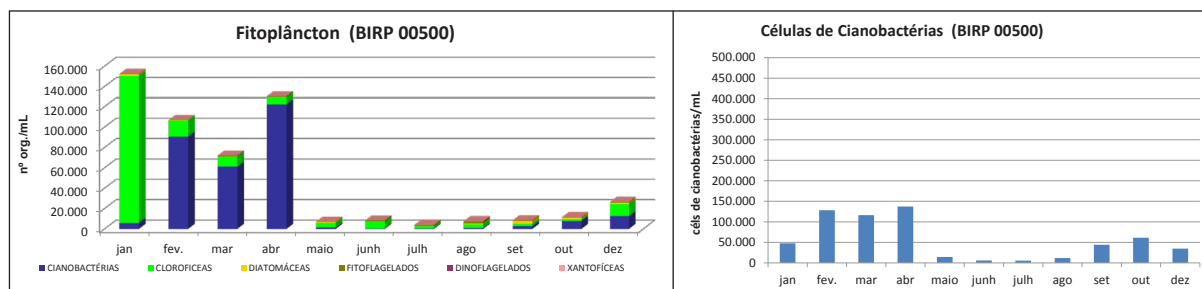
O Gráfico 3.70 apresenta as concentrações de Clorofila *a* e Fósforo Total no reservatório Billings – braço do Rio Pequeno ao longo de 2016. Este ponto foi incluído na Rede de Monitoramento, com amostragens mensais, em abril de 2015, com o objetivo de monitorar a qualidade da água na saída do reservatório Billings a ser transposta para o reservatório do Rio Grande.

Gráfico 3.70 – Concentrações de Clorofila *a* e Fósforo Total (PT) no Reservatório Billings (BIRP00500) – 2016.



No ponto do braço do Rio Pequeno (BIRP00500), quanto às concentrações de Fósforo Total, os valores observados indicaram condições tróficas que variaram de Oligotrófica a Mesotrófica, atendendo ao longo de todo o ano o limite estabelecido pela Resolução CONAMA 357/05. No entanto as concentrações de Clorofila *a* indicaram condição que variaram de Mesotrófica a Supereutrófica superando, a legislação, em 45% dos meses amostrados. A maior concentração de Clorofila *a* observada no mês de janeiro, esteve relacionada a dominância do grupo fitoplanctônico das clorofíceas presente em elevada densidade.

Figura 3.29 – Média mensal da composição da Comunidade fitoplanctônica e do Número de Células de Cianobactérias – Reservatório Billings – Braço Rio Pequeno.



Esse ponto, apresentou elevada densidade fitoplanctônica e número de células de cianobactérias entre janeiro e abril de 2016 (Figura 3.29). Em janeiro foi observada dominância de organismos da família Desmidiaceae, e nos outros três meses dominância de cianobactérias, com predomínio de uma cianobactéria filamentosa ainda não identificada, descrita no “*Atlas de Cianobactérias da Bacia do Alto Tietê*” desenvolvido pela CETESB (Lamparelli *et al.*, 2014). Em outubro e dezembro, nota-se uma nova tendência de aumento da comunidade fitoplanctônica, com dominância de cianobactérias em outubro e abundância da referida filamentosa não identificada.

Quanto às células de cianobactérias, os valores estiveram acima do estipulado pela Resolução CONAMA 357/05 para classe 1 (20.000 céls.mL⁻¹) em aproximadamente 60% das amostragens, com o maior valor obtido em abril (137.360 céls.mL⁻¹). Os gêneros de cianobactérias que mais se destacaram em termos de densidades celulares foram *Woronichinia*, *Planktolyngbya* (sem registro de produção de toxina) e um organismo filamentoso ainda não identificado. O gênero *Cylindrospermopsis* (potencialmente produtor de saxitoxina e cilindrospermopsina) esteve em baixas densidades e não foi quantificado entre os meses de maio e setembro. Essa composição de gêneros foi completamente diferente do observado em 2015, quando houve dominância de células pertencentes ao gênero *Cylindrospermopsis* entre abril e setembro, além de *Cyanogranis* (sem registro de produção de cianotoxinas), *Geitlerinema* e *Pseudanabaena* em meses esparsos.

Quanto às cianotoxinas, microcistinas e saxitoxinas foram monitoradas em dois pontos do reservatório Billings: braço do Taquacetuba (BITQ 00100) e braço do Rio Pequeno (BIRP 00500). Próximo à barragem Pedreira (BILL 02030) foi monitorada apenas microcistina.

De forma geral, as concentrações de microcistina foram baixas, não superando o recomendado pela Portaria do Ministério da Saúde 2914/2011 para água tratada (1,0 µg.L⁻¹). Apenas no ponto do braço do Taquacetuba, em janeiro (2,21 µg.L⁻¹), e no ponto BILL 02030 também em janeiro (1,93 µg.L⁻¹) e em novembro (1,24 µg.L⁻¹) esse valor foi superado. A saxitoxina foi quantificada em diversas amostras analisadas, nos dois pontos, porém, os valores estiveram bem abaixo do recomendado pela Portaria do Ministério da

Saúde 2914/2011 ($3,0 \mu\text{g.L}^{-1}$) para água tratada, sendo os maiores valores encontrados: $0,08 \mu\text{g.L}^{-1}$ (janeiro) no braço do Taquacetuba e $0,12 \mu\text{g.L}^{-1}$ (novembro) no braço do Rio Pequeno.

Cabe destacar, no entanto, que em 2016 houve uma melhora significativa, em termos ecotoxicológicos, nos pontos do corpo central do Reservatório Billings, sendo que dentre as amostras analisadas durante o ano, verificou-se apenas duas ocorrências de toxicidade crônica, uma na região de Pedreira (BILL02030) e outra no Braço do Bororé (BILL02100). Tais efeitos tóxicos podem estar relacionados à presença de cianobactérias, as quais podem causar efeitos adversos aos organismos-teste devido à liberação de toxinas e/ou obstrução de seus aparelhos filtradores. No ponto do Braço do Rio Pequeno (BIRP00500), verificou-se efeito tóxico crônico no mês de junho, o qual pode estar relacionado à concentração de cobre dissolvido detectada na água ($0,04 \text{ mg/L}$).

Pela média anual do IET, dos seis pontos avaliados no reservatório Billings, cinco já indicam um ambiente com elevado grau de eutrofização. Apenas o ponto do braço do Rio Pequeno foi classificado como Mesotrófico, ou seja, ambiente em processo de eutrofização.

A atual condição da qualidade das águas da Billings merece atenção especial uma vez que a sua demanda, como reservatório de água para abastecimento público vem sendo intensificadas.

3.2.14.9 Reservatório Guarapiranga

Existem dois pontos de amostragem no reservatório Guarapiranga: o ponto GUAR 00900 indica a condição de qualidade da água próxima à barragem, local de captação; o outro ponto GUAR 00100, reflete qualidade da água próxima à foz do Rio Parelheiros e a diluição da água bombeada do reservatório Billings (braço do Taquacetuba) para o reservatório.

Em 2016, a qualidade das águas no braço de Parelheiros (GUAR 00100) assim como aquelas localizadas no ponto de captação da SABESP (GUAR 00900) apresentaram IQA na categoria Boa, se mantendo próximo à média histórica dos últimos 05 anos.

Gráfico 3.71 – Perfil do IQA no Reservatório Guarapiranga em 2016

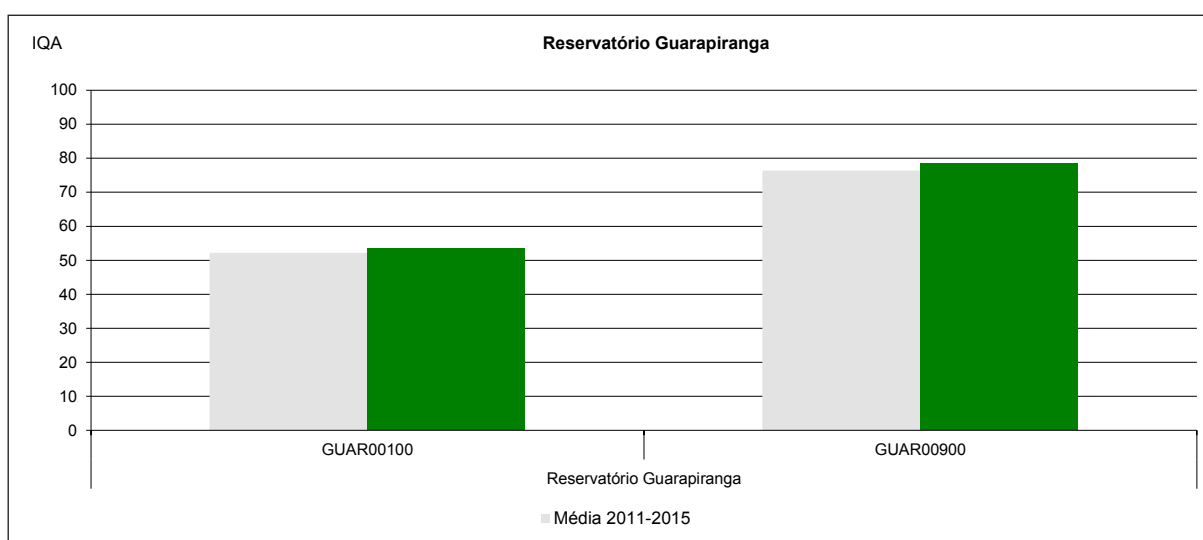
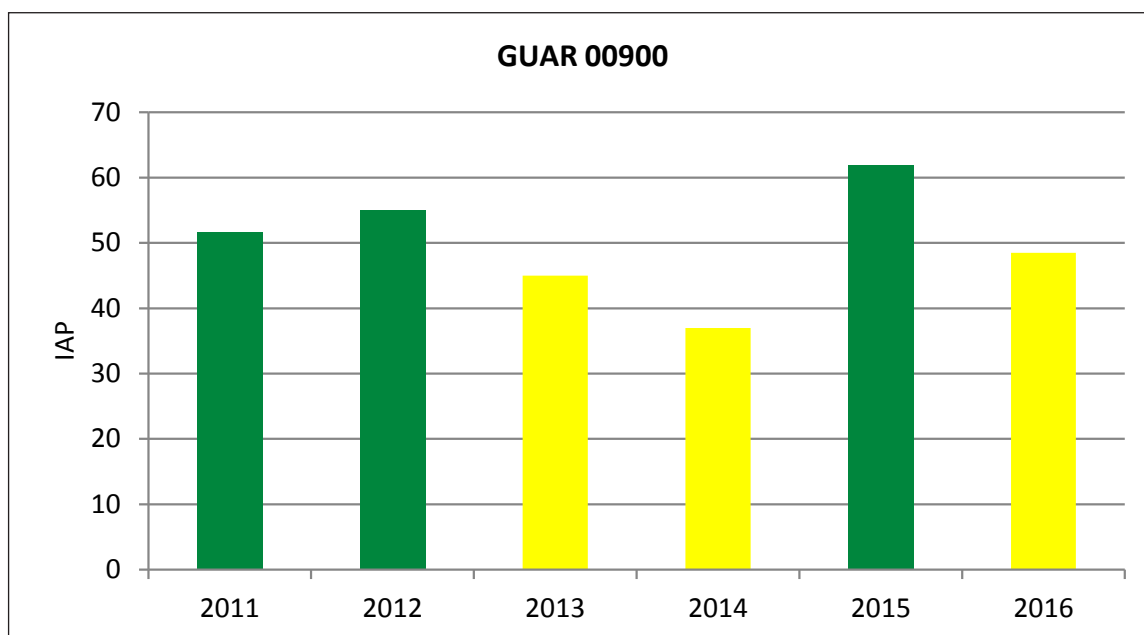
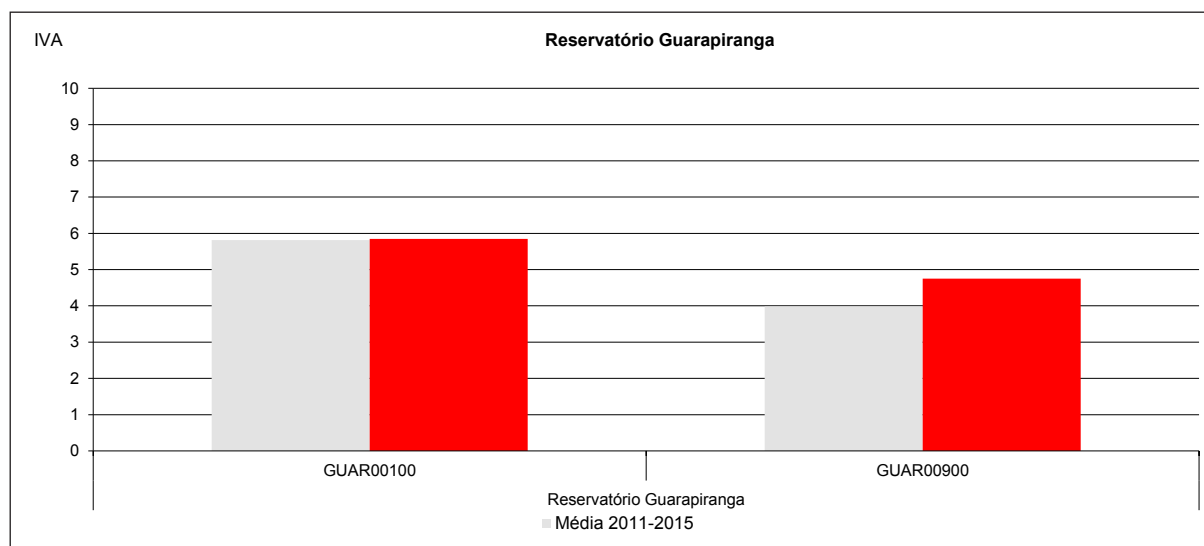


Gráfico 3.72 – Média Anual do IAP no ponto GUAR 00900 – Reservatório Guarapiranga

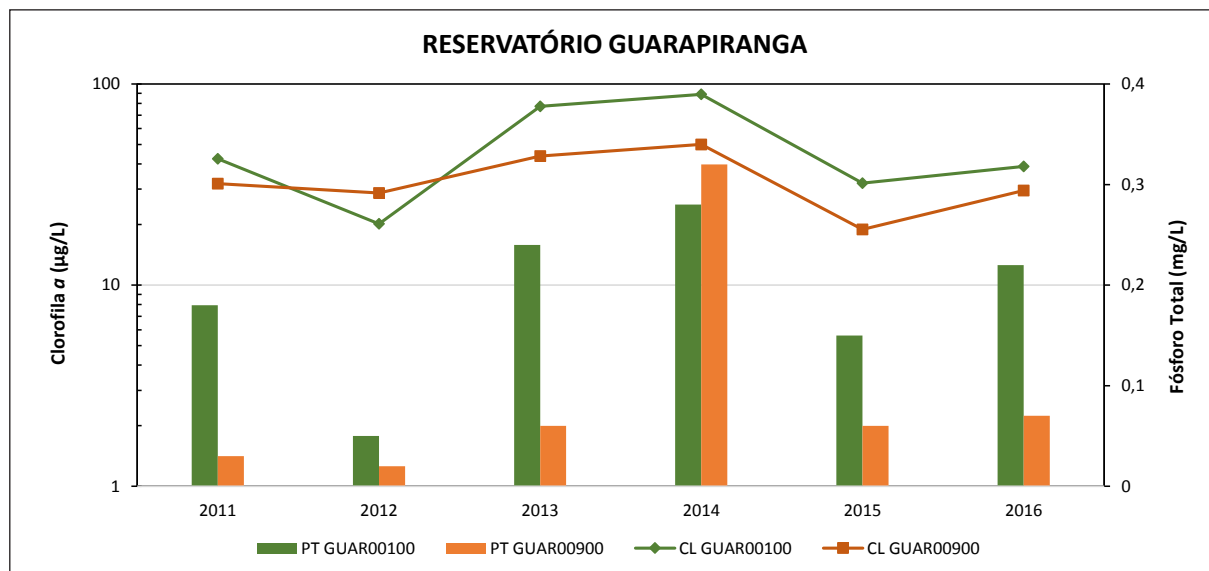
Quanto a qualidade da água utilizada para fins de abastecimento público (IAP), a qualidade em 2016 apresentou-se na categoria Regular, se mantendo na mesma categoria dos anos de 2013 e 2014. Ressalta-se que houve aumento na frequência de resultados desconformes para a densidade de cianobactérias em relação a 2015.

Gráfico 3.73 – Perfil do IVA no Reservatório Guarapiranga em 2016

Quanto ao Índice para fins de Proteção da Vida Aquática (IVA), a qualidade é Ruim em ambos os pontos em função da frequência elevada de resultados desconformes para a Clorofila *a* e para o Fósforo Total, que contribuíram para a eutrofização do reservatório.

O Gráfico 3.74 apresenta o histórico, do período de 2011 a 2016, das médias anuais das concentrações de Clorofila *a* e Fósforo Total em dois pontos no Reservatório Guarapiranga (GUAR00100 e GUAR00900).

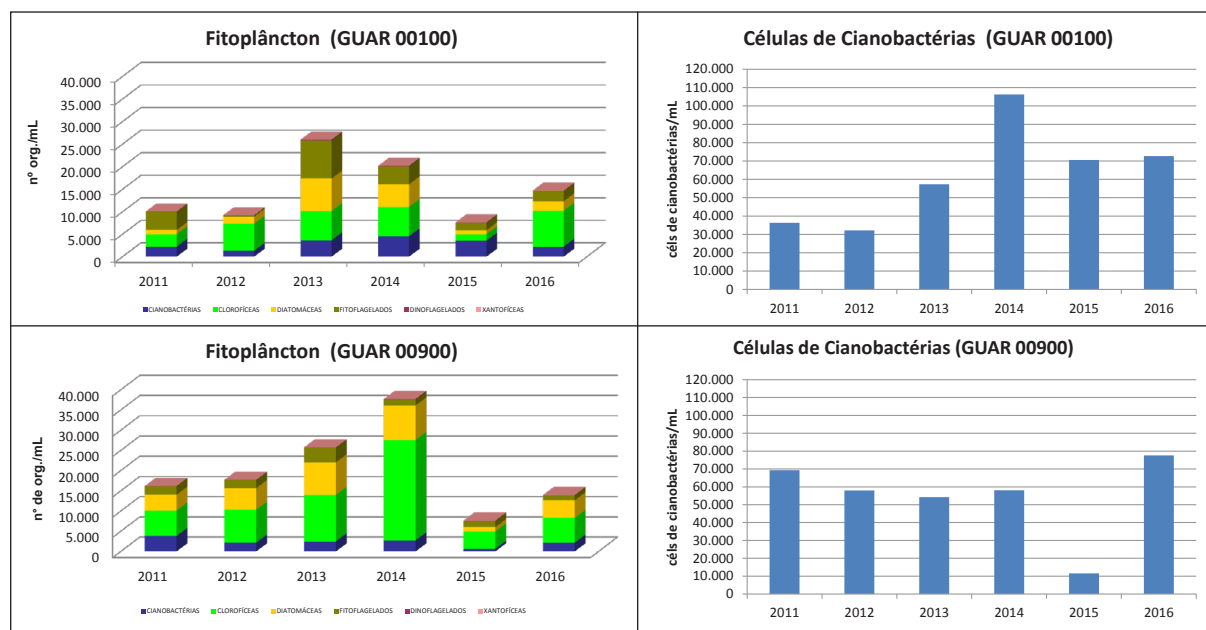
Gráfico 3.74 – Média anual de Clorofila *a* e Fósforo Total (PT) no Reservatório Guarapiranga de 2011 a 2016.



No reservatório Guarapiranga, os dados históricos mostram, que tanto a Clorofila *a* quanto o Fósforo Total vem exibindo variações similares nos seis últimos anos, com os maiores valores encontrados em 2014 (Gráfico 3.74). As concentrações de Clorofila *a* no ponto GUAR00100 foram bastante influenciadas pelo Número de Células de Cianobactérias e em 2016 também pela presença do grupo fitoplanctônico das clorofíceas. Já no ponto GUAR00900, a concentração de Clorofila *a* variou com estreita relação com a densidade total de organismos fitoplanctônicos, influenciado principalmente pelos dois grupos mais abundantes, as clorofíceas e diatomáceas. Essa diferença se deve à distinta composição na estrutura do fitoplâncton exibida em cada ponto.

Em 2016 o reservatório Guarapiranga manteve, nos dois pontos monitorados (GUAR00100 e GUAR00900 condições Supereutrófica e Eutrófica, respectivamente), classificação obtida no ano anterior. No ponto próximo ao braço do Parelheiros (GUAR00100), assim como no ano anterior, foram observadas concentrações de Oxigênio Dissolvido, Fósforo Total, Clorofila *a* e a presença de *E. coli* em não conformidade com os limites estabelecidos pela legislação em todas as campanhas, indicando contribuição de esgotos domésticos. Já no ponto da captação (GUAR00900) o Fósforo Total, Clorofila *a* e Número de Células de Cianobactérias superam a legislação em todos os meses de amostragem. A condição trófica observada provavelmente está relacionada a presença de nutrientes e as condições propícias para o estabelecimento da comunidade fitoplanctônica. No entanto cabe ressaltar que em alguns meses foram observadas concentrações elevadas de Feofitina *a*, produto da degradação da Clorofila *a* e indicativas de uso de algicidas, o que é corroborado pelas concentrações de Cobre Dissolvido, em alguns meses, acima do limite estabelecido em legislação. Este reservatório, desde 2012, já se encontra com elevado grau de eutrofização.

Figura 3.30 – Média anual da Comunidade Fitoplânctônica e Contagem de Células de Cianobactérias no Reservatório Guarapiranga– 2011 a 2016.



Em ambos os pontos do reservatório Guarapiranga, as densidades médias anuais da comunidade fitoplânctônica estiveram em torno de $14.000 \text{ org.mL}^{-1}$. Apesar do valor praticamente ter dobrado em relação a 2015, nota-se que permaneceram abaixo das médias anuais de 2013 e 2014, provavelmente reflexo do controle de algas, por meio de algicidas, pela empresa de saneamento.

No ponto de captação (GUAR 00900) houve significativa contribuição de clorofíceas e diatomáceas. Houve elevada densidade de diatomáceas em janeiro, com destaque para a espécie *Fragilaria capucina*, altamente tolerante à eutrofização, segundo Lobo *et al.* (2004), representando aproximadamente 65% da densidade total, e pela densidade de clorofíceas em julho, com destaque para a espécie *Pseudodidymocystis fina*, que de acordo com Reynolds *et al.* (2002) geralmente é encontrada em ambientes eutróficos. Já próximo à entrada do rio Parelheiros (GUAR 00100) houve dominância de clorofíceas, com alternância de gêneros nos meses em que foram obtidos os maiores valores desse grupo.

No ponto próximo a captação (GUAR 00900) a média anual do número de células de cianobactérias ($78.000 \text{ céls.mL}^{-1}$) foi superior à média dos últimos cinco anos, e sete vezes superior à média obtida em 2015. As concentrações mensais estiveram acima do preconizado na Resolução CONAMA 357/2005 para água de classe 1 ($20.000 \text{ céls.mL}^{-1}$) em todas as amostragens. O elevado valor da média anual deve-se principalmente às concentrações obtidas em janeiro ($118.840 \text{ céls.mL}^{-1}$) e novembro ($116.270 \text{ céls.mL}^{-1}$), coincidentes com os maiores valores de fósforo total do ano ($0,07 \text{ mg.L}^{-1}$). Em ambos os meses houve predomínio do gênero *Aphanocapsa*, organismo picoplânctônico descrito na literatura como potencialmente produtor de microcistina. Em maio a concentração de células foi de $41.455 \text{ céls.mL}^{-1}$, sendo 30% pertencentes ao gênero *Woronichinia*, organismos potencialmente produtores de cianotoxinas como microcistina e anatoxina-a/homoanatoxina (Paerl & Otten, 2013). Em julho a concentração foi de $33.950 \text{ céls.mL}^{-1}$, com aproximadamente 97% de células de *Aphanocapsa*.

No ponto GUAR 00100, com média anual de 73.000 céls.mL⁻¹, o maior valor de células foi obtido em janeiro (206.875 céls.mL⁻¹), com aproximadamente 60% do total de células de cianobactérias pertencentes ao gênero *Geitlerinema*. Em testes realizados com organismos desse gênero, foi detectada toxicidade com a presença de uma substância tóxica ainda desconhecida (Rangel *et al.*, 2012, Rangel *et al.*, 2014).

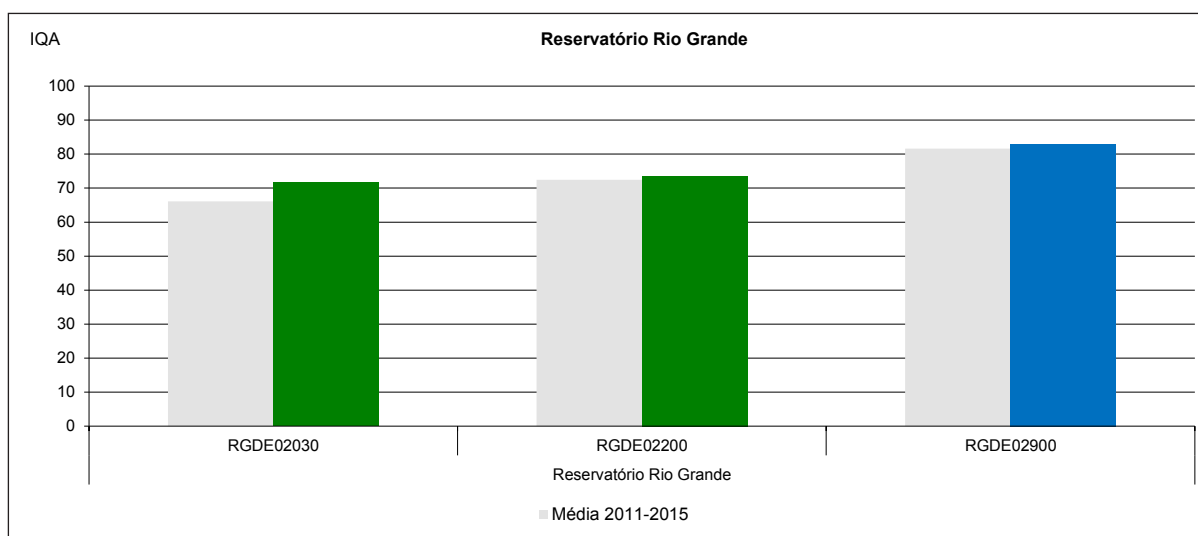
Em maio (43.500 céls.mL⁻¹) e julho (30.755 céls.mL⁻¹), o número de células de cianobactérias foi influenciado pela elevada densidade de organismos do gênero *Woronichinia*, correspondendo a 73% e 44% do total de células, respectivamente. Importante apontar que, embora o maior valor de fósforo tenha sido obtido em novembro (0,59 mg.L⁻¹), não houve elevadas densidades de células de cianobactérias, possivelmente por ter ocorrido degradação dos organismos, uma vez que nesse mesmo mês também foi constatado o maior valor de feofitina *a* do ano (18,02 µg.L⁻¹).

Apenas no ponto GUAR 00900 foi realizada análise de cianotoxinas, apresentando valores de microcistina abaixo do limite de detecção em todos os meses, situação melhor que a de 2015, quando foi quantificada em três das cinco amostragens. A saxitoxina foi quantificada em maio (0,11 µg.L⁻¹) e julho (0,03 µg.L⁻¹), com valores inferiores ao recomendado na Portaria do Ministério da Saúde 2914/2011 (3,0 µg.L⁻¹) para água tratada. Em 2015 essa cianotoxina também foi quantificada em duas das quatro análises realizadas, com maior valor obtido em janeiro (0,15 µg.L⁻¹).

3.2.14.10 Reservatório Rio Grande

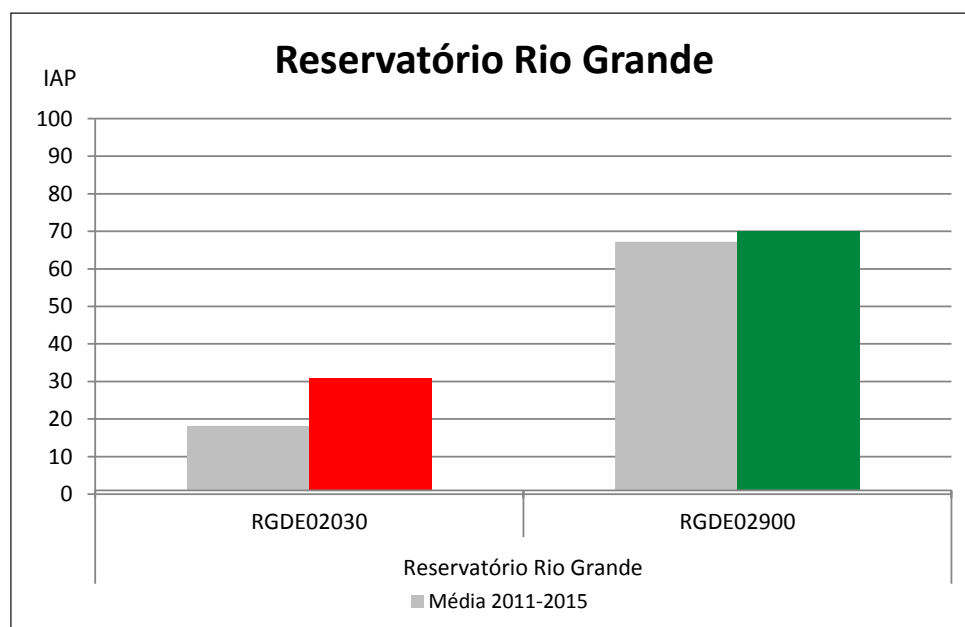
A partir de abril de 2015 o reservatório Rio Grande foi monitorado mensalmente pela CETESB em três pontos: RGDE02030 (Foz do Rio Grande), RGDE02200 (Praia Tahiti) e RGDE02900 (Captação). Salienta-se que o ponto RGDE 02030 foi incluído em 2015, em função da transferência da água para o Sistema Produtor do Alto Tietê. Em 2016, a qualidade da água nesse reservatório, avaliada pelo IQA, manteve a mesma classificação do ano anterior variando entre Boa e Ótima (Gráfico 3.75).

Gráfico 3.75 – Perfil do IQA no Reservatório Rio Grande em 2016 e nos últimos 5 anos.



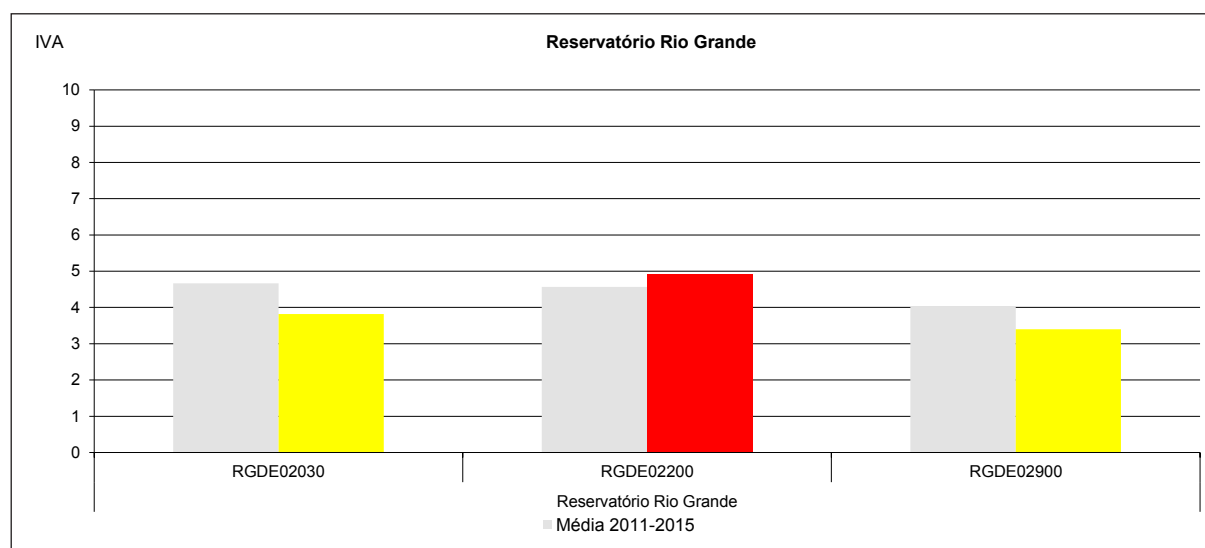
Em relação ao índice que avalia a qualidade da água bruta destinada ao abastecimento público (IAP), destaca-se a classificação Ruim no ponto de transposição para o reservatório Taiaçupeba, situado junto a foz do rio Grande, a qual foi influenciada pelos valores elevados de PFTHM e pelas densidades elevadas de cianobactérias em alguns meses do ano. Já na captação da Sabesp, o IAP obteve classificação Boa (Gráfico 3.76).

Gráfico 3.76 – Perfil do IAP no Reservatório Rio Grande em 2016 e nos últimos 5 anos.



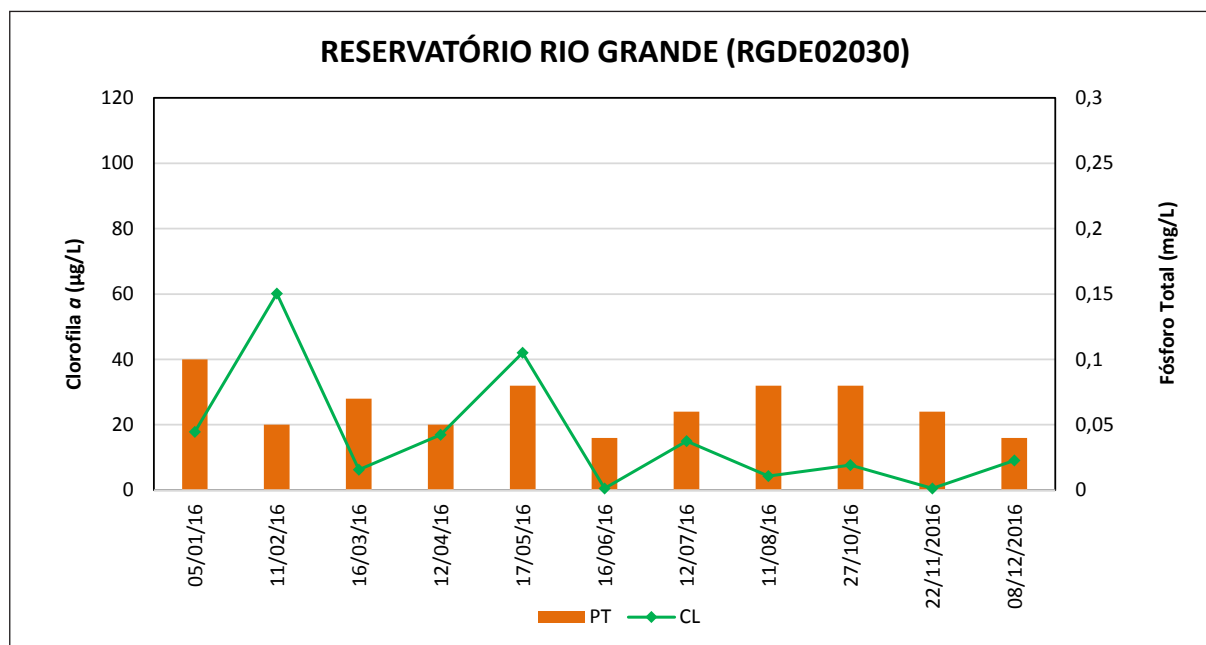
O Gráfico 3.77 apresenta os valores do IVA no reservatório do rio Grande em 2016. A qualidade melhorou no ponto de transposição e no ponto de captação em relação ao ano anterior, passando para a classificação Regular. A prainha Tahiti (RGDE02200) apresentou classificação Ruim, a qual foi influenciada pelo estado eutrófico de suas águas.

Gráfico 3.77 – Perfil do IVA no Reservatório Rio Grande em 2016 e nos últimos 5 anos.



O Gráfico 3.78 apresenta as concentrações de Clorofila *a* e Fósforo Total no reservatório Rio Grande (RGDE02030) ao longo de 2016. Este ponto está localizado próximo a região de transposição das águas do reservatório do Rio Grande para o Reservatório Taiaçupeba, a cerca de 1 Km depois da desembocadura do Rio Grande ou Jurubatuba.

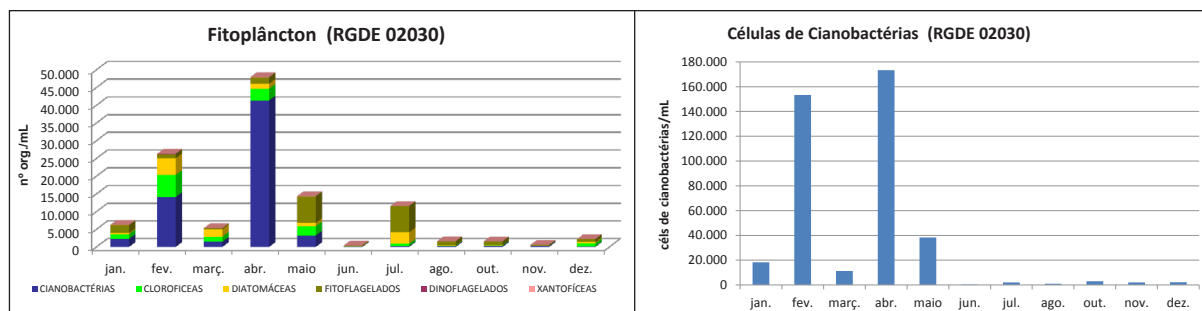
Gráfico 3.78 – Concentrações de Clorofila *a* e Fósforo Total (PT) no reservatório Rio Grande (RGDE02030) – 2016.



No ponto RGDE02030 (Gráfico 3.78), as concentrações de Fósforo Total ultrapassaram os limites estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/05, em todos os meses, indicando um ambiente com condições tróficas que variaram de Mesotrófica a Eutrófica. Já a concentração de Clorofila *a* ultrapassou o limite estabelecido em legislação apenas nos meses de fevereiro e maio, quando indicou condição Supereutrófica. Apesar da conformidade com a legislação, em alguns meses as concentrações de Clorofila *a* foram elevadas, e a flutuação desta variável foi influenciada principalmente pelas alterações na composição da comunidade fitoplanctônica. Ao longo do ano, pelo IET, neste ponto, a condição trófica variou de Oligotrófica a Eutrófica sendo classificado pela média anual como Mesotrófica exibindo uma melhora em relação ao ano anterior.

O ponto do Reservatório Rio Grande situado na foz do Rio Grande registrou alteração tanto na composição quanto na densidade da comunidade fitoplanctônica nos primeiros cinco meses de 2016 (Figura 3.31), quando comparado ao ano anterior. Em 2015 as densidades totais só superaram 5.000 org.mL⁻¹ em julho, atingindo 19.250 org.mL⁻¹ em decorrência de uma floração de diatomáceas (66% do total de organismos), e não foi verificada dominância de cianobactérias em nenhum período.

Figura 3.31 – Média mensal da Comunidade Fitoplânctônica e Contagem de Células de Cianobactérias no Reservatório Rio Grande (RGDE 02030).

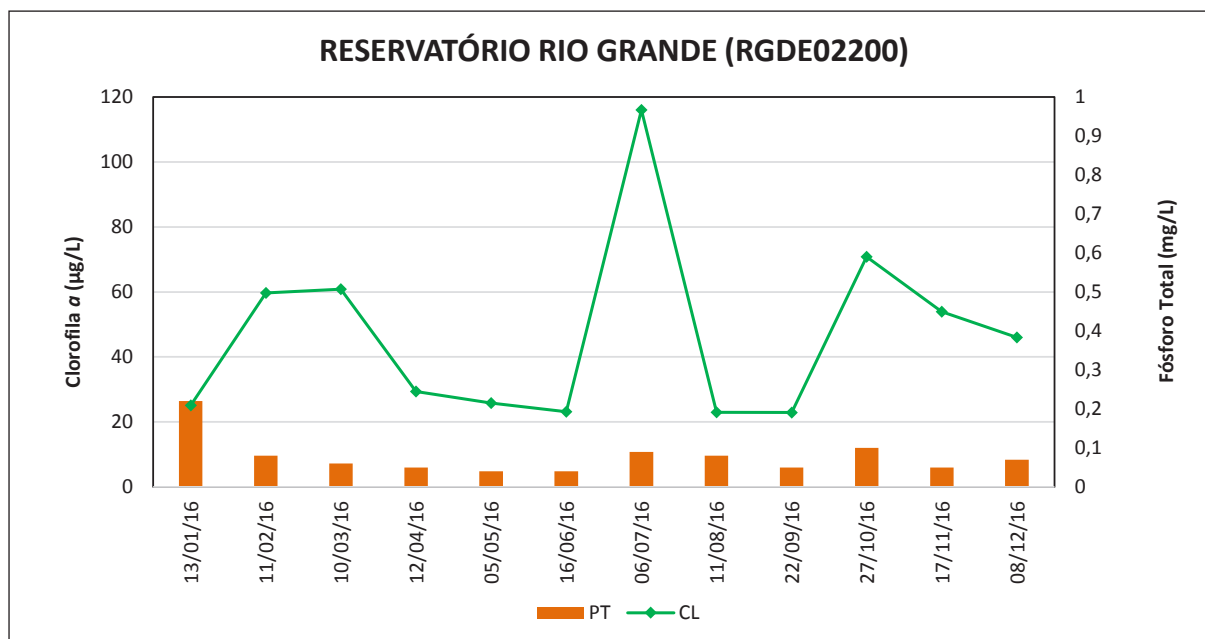


Em 2016, as densidades mais elevadas foram obtidas em abril ($47.950 \text{ org.mL}^{-1}$) e em fevereiro ($26.327 \text{ org.mL}^{-1}$), conforme Figura 3.31, quando é possível notar evidente dominância de cianobactérias, provavelmente favorecidas pelas maiores temperaturas da água registradas nestes meses (aproximadamente 27°).

Quanto as concentrações de células de cianobactérias, com exceção de fevereiro ($153.330 \text{ céls.mL}^{-1}$) e abril ($173.390 \text{ céls.mL}^{-1}$), todas as outras amostragens estiveram com valores abaixo de $50.000 \text{ céls.mL}^{-1}$ (recomendado pela Resolução CONAMA 357/2005 para classe 2). De modo geral as maiores densidades de células pertenceram aos gêneros picoplânctônicos, *Aphanocapsa* (potencialmente produtor de microcistina) e *Cyanogranis* (sem registro de produção de cianotoxinas), e ao gênero *Pseudanabaena* descrito na literatura com presença de toxicidade em bioensaios com ratos (Rangel *et al.*, 2014).

O Gráfico 3.79 apresenta as concentrações de Clorofila *a* e Fósforo Total no reservatório Rio Grande (RGDE02200), localizado no corpo central, ao longo de 2016.

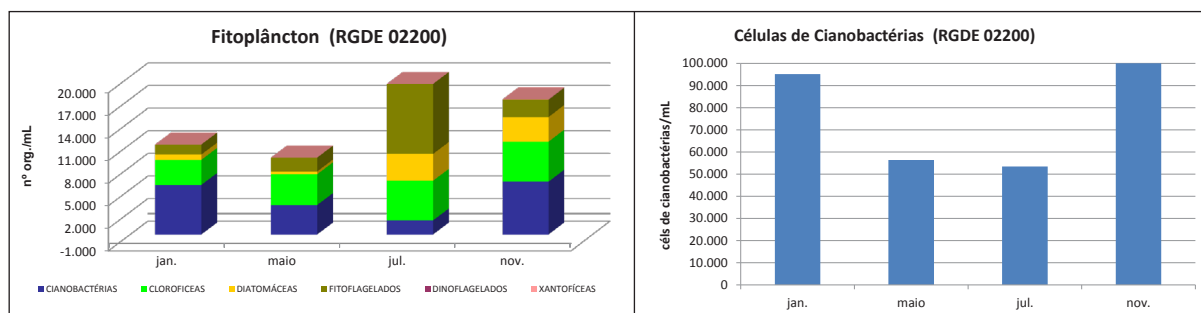
Gráfico 3.79 – Concentrações de Clorofila *a* e Fósforo Total (PT) no reservatório Rio Grande (RGDE02200) – 2016.



No ponto RGDE02200 (Gráfico 3.79), as concentrações de Fósforo Total ultrapassaram os limites estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/05, ao longo de todo ano indicando um ambiente com condições tróficas que variaram de Mesotrófica a Supereutrófica. Já as concentrações de Clorofila *a* exibiram concentrações elevadas ao longo de todo o ano, ultrapassando o limite estabelecido em legislação em 50% das amostragens com condição trófica variando de Eutrófica a Hipereutrófica. Considerando os meses em que houve amostragem da comunidade fitoplanctônica as concentrações de Clorofila *a*, refletiram de forma consistente as flutuações observadas na densidade total de organismos fitoplanctônicos, sendo influenciadas principalmente pela densidade de organismos do grupo dos fitoflagelados. Ao longo do ano, pelo IET, neste ponto, a condição trófica variou de Mesotrófica a Supereutrófica sendo classificado pela média anual como Eutrófica. Este ponto é monitorado em relação à eutrofização com ambas as variáveis desde 2011, com exceção de 2013 quando foi classificado como Supereutrófico, este ponto vem mantendo a sua classificação Eutrófica, sendo, no entanto, a pior classificação deste reservatório.

No reservatório Rio Grande, no ponto do Clube Prainha – Tahiti, as densidades totais da comunidade estiveram abaixo de 20.000 org.mL⁻¹ em praticamente todas as amostragens (Figura 3.32). A exceção foi verificada em julho, quando o valor da densidade foi de aproximadamente 58.000 org.mL⁻¹ com dominância de fitoflagelados do gênero *Chlamydomonas*.

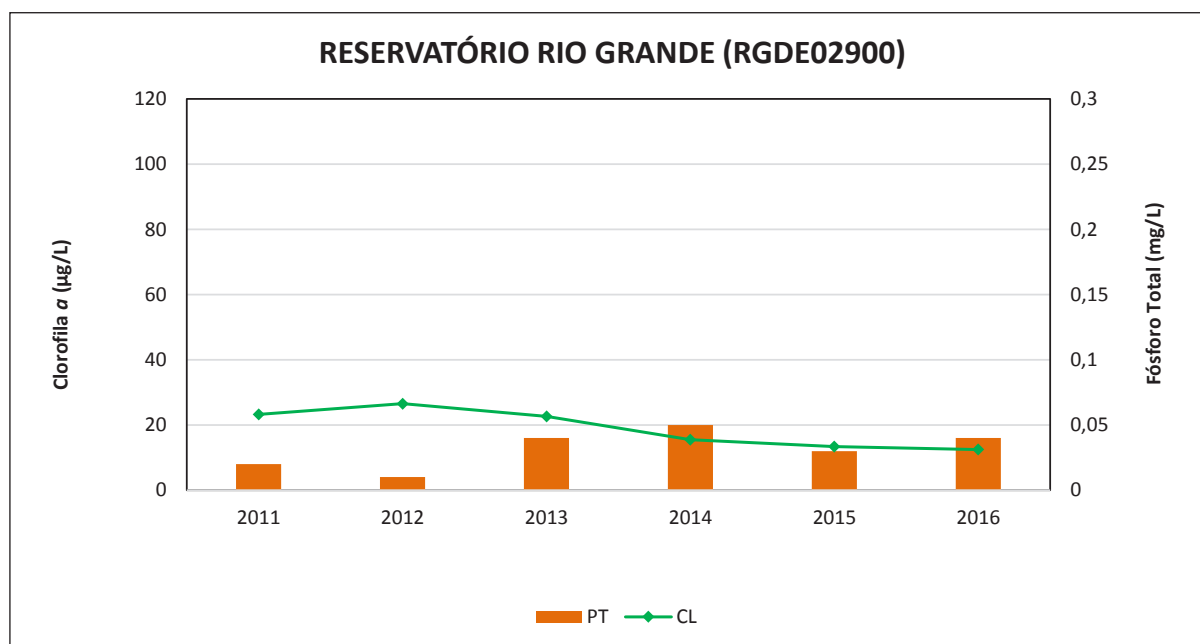
Figura 3.32 – Média mensal da Comunidade Fitoplanctônica e Contagem de Células de Cianobactérias no Reservatório Rio Grande (RGDE 02200)



As concentrações de células de cianobactérias estiveram acima de 50.000 céls.mL⁻¹ (recomendado pela Resolução CONAMA 357/2005 para classe 2) em todas as amostragens, janeiro (95.152 céls.mL⁻¹), maio (56.361 céls.mL⁻¹), julho (53.459 céls.mL⁻¹) e novembro (101.857 céls.mL⁻¹) sendo o gênero *Aphanocapsa* (potencialmente produtor de microcistina) o mais abundante, chegando a ser dominante em janeiro e julho.

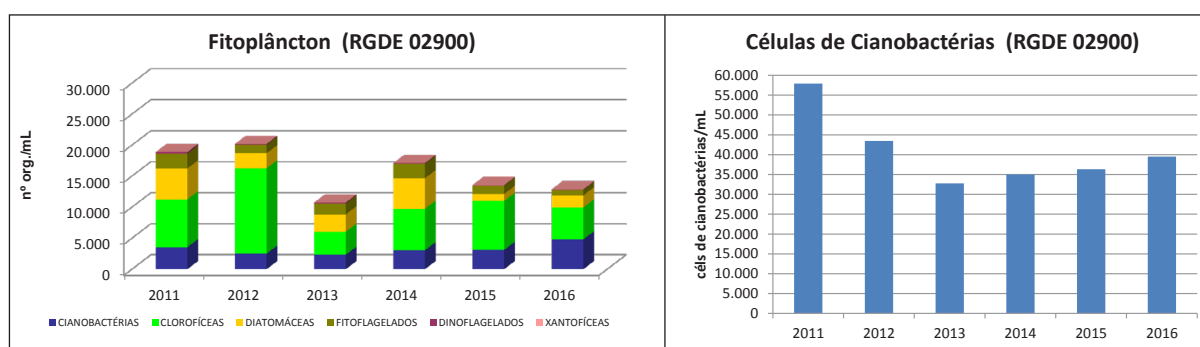
Destaca-se o ponto RGDE02200, que apresentou toxicidade crônica em março e dezembro. Tais efeitos tóxicos podem estar relacionados à presença de cianobactérias, as quais podem causar efeitos adversos aos organismos-teste devido à liberação de toxinas e/ou obstrução de seus aparelhos filtradores. Além disso, no mês de dezembro, neste ponto, também foi detectado cobre dissolvido em concentração capaz de causar o efeito tóxico observado.

O Gráfico 3.80 apresenta o histórico, do período de 2011 a 2016, das médias anuais das concentrações de Clorofila *a* e Fósforo Total no reservatório Rio Grande no ponto junto a captação da Sabesp (RGDE02900).

Gráfico 3.80 – Concentrações de Clorofila *a* e Fósforo Total (PT) no reservatório Rio Grande (RGDE02900) – 2011 a 2016.

No ponto RGDE02900 (Gráfico 3.80), os dados históricos mostram que concentrações de Fósforo Total variaram da condição Oligotrófica a Mesotrófica atingindo os maiores valores em 2013 e 2014 e novamente em 2016. Já as concentrações de Clorofila *a* foram maiores de 2011 a 2014 indicando condição Eutrófica e diminuindo nos últimos dois anos para condição Mesotrófica. A classificação trófica segundo a média anual do IET, neste ponto foi de Mesotrófica, classificação mantida desde 2010. Neste ponto, em 2016, a variável que mais influenciou na classificação trófica, que variou de Oligotrófica a Eutrófica, foi a Clorofila *a*, no entanto cabe ressaltar que assim como no ano anterior, há indícios do uso de algicidas visto que foram observadas concentrações de Cobre Dissolvido ultrapassando o limite estabelecido na resolução CONAMA 357/05 em 50% das amostragens. Cabe mencionar, no entanto, que houve uma melhora, em termos ecotoxicológicos, no ponto próximo à captação deste reservatório (RGDE02900), em relação ao ano anterior.

No reservatório Rio Grande, próximo à captação, as densidades médias anuais do fitoplâncton de 2015 e 2016 permaneceram praticamente inalteradas (Figura 3.33), com 13.567 org.mL⁻¹ e 12.881 org.mL⁻¹, respectivamente.

Figura 3.33 – Média anual da Comunidade Fitoplanctônica e Contagem de Células de Cianobactérias no Reservatório Rio Grande (RGDE 02900) – 2011 a 2016.

Entretanto, em 2016 houve maior contribuição da densidade de cianobactérias, devido ao elevado valor obtido em novembro, chegando a representar aproximadamente 74% do valor da densidade total do mês ($39.169 \text{ org.mL}^{-1}$). O organismo que mais contribuiu para esse valor foi uma cianobactéria filamentosa ainda não identificada, registrada no “*Atlas de Cianobactérias da Bacia do Alto Tietê*” desenvolvido pela CETESB (Lamparelli *et al.*, 2014).

Quanto à densidade de células de cianobactérias, nota-se uma sutil tendência de aumento desde 2013. Esses valores ultrapassaram o preconizado na Resolução CONAMA 357/2005 para classe 1 ($20.000 \text{ céls.mL}^{-1}$) em 50 % das amostragens, sendo o maior valor obtido em novembro ($161.890 \text{ céls.mL}^{-1}$), dos quais aproximadamente 70% pertenciam a cianobactérias picoplanctônicas da família Synechococcaceae. De modo geral as maiores densidades de células pertenceram aos gêneros picoplanctônicos, *Cyanogranis* (sem registro de produção de cianotoxinas até o momento) e *Aphanocapsa* (potencialmente produtor de microcistina). Também foram encontrados outros gêneros potencialmente produtores de cianotoxina como *Cylindrospermopsis*, *Microcystis*, *Raphidiopsis*, *Aphanizomenon* e *Cuspidothrix*.

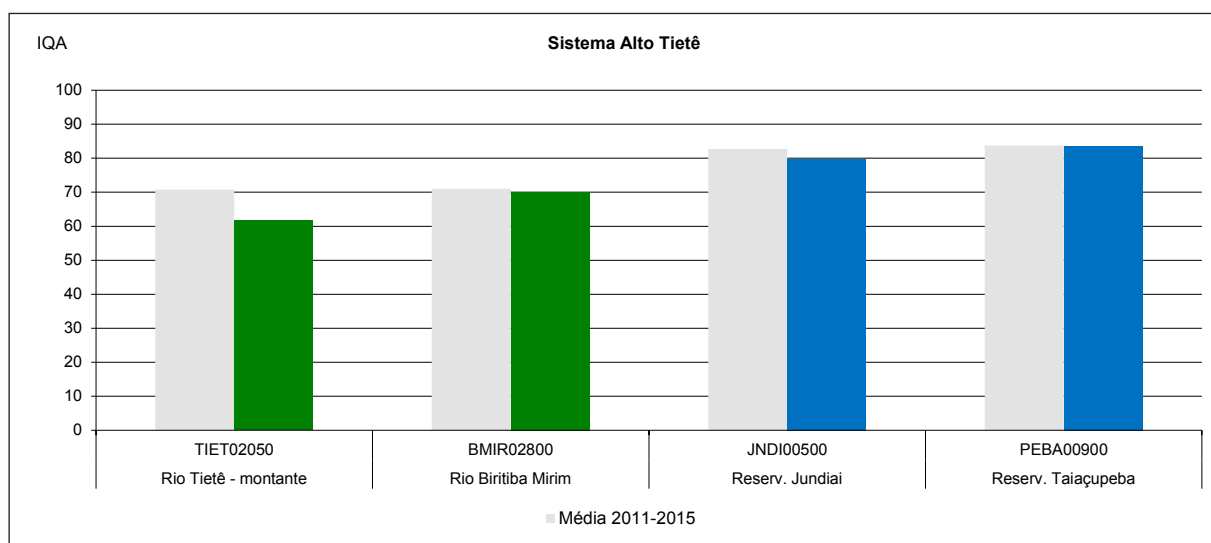
As concentrações de fósforo total estiveram acima do estipulado pela CONAMA 357/2005 em 25% das amostragens, com valores não superiores a $0,03 \text{ mg.L}^{-1}$.

Os valores de microcistina estiveram abaixo do limite de quantificação em todas as amostragens. Já a saxitoxina foi quantificada em praticamente todas as amostragens, com exceção de janeiro, fevereiro, junho e julho, quando estiveram abaixo do limite de quantificação. Os demais valores permaneceram abaixo do determinado pela Portaria do Ministério da Saúde 2914/2011 ($3,0 \text{ } \mu\text{g.L}^{-1}$) para água tratada. Em 2015, as cianotoxinas começaram a ser analisadas a partir de setembro, sendo que a microcistina não foi quantificada durante o período analisado e a saxitoxina só não foi quantificada em dezembro.

3.2.14.11 Sistema Alto Tietê

Na cabeceira do Rio Tietê, existem os Reservatórios de Ponte Nova, Biritiba-Mirim, Jundiaí e Taiapuêba que são utilizados na alimentação do Sistema Produtor do Alto Tietê.

O Gráfico 3.81 apresenta o perfil do IQA para os pontos do Sistema Produtor do Alto Tietê - SPAT, seguindo o caminho das águas desde o Rio Tietê até o Reservatório do Taiapuêba, onde é feita a adução para a ETA do SPAT. Em 2016, a qualidade do reservatório Jundiaí apresentou melhora passando para a categoria Ótima. O reservatório Taiapuêba manteve a qualidade Ótima do ano anterior.

Gráfico 3.81 – Perfil do IQA no Sistema Alto Tietê e rios afluentes em 2016 e nos últimos 5 anos

O IVA (Gráfico 3.82) no Sistema Alto Tietê em 2016 foi classificado como Regular no ponto de captação no reservatório Taiaçupeba devido a condição mesotrófica e ao efeito tóxico em algumas amostragens. Houve melhora da qualidade da água no reservatório Jundiaí que passou da classificação Ruim para a Regular. A qualidade da água aduzida por esse sistema no ponto de montante em Biritiba-Mirim obteve classificação Ruim, principalmente devido aos baixos valores de oxigênio dissolvido registrados na maior parte do ano.

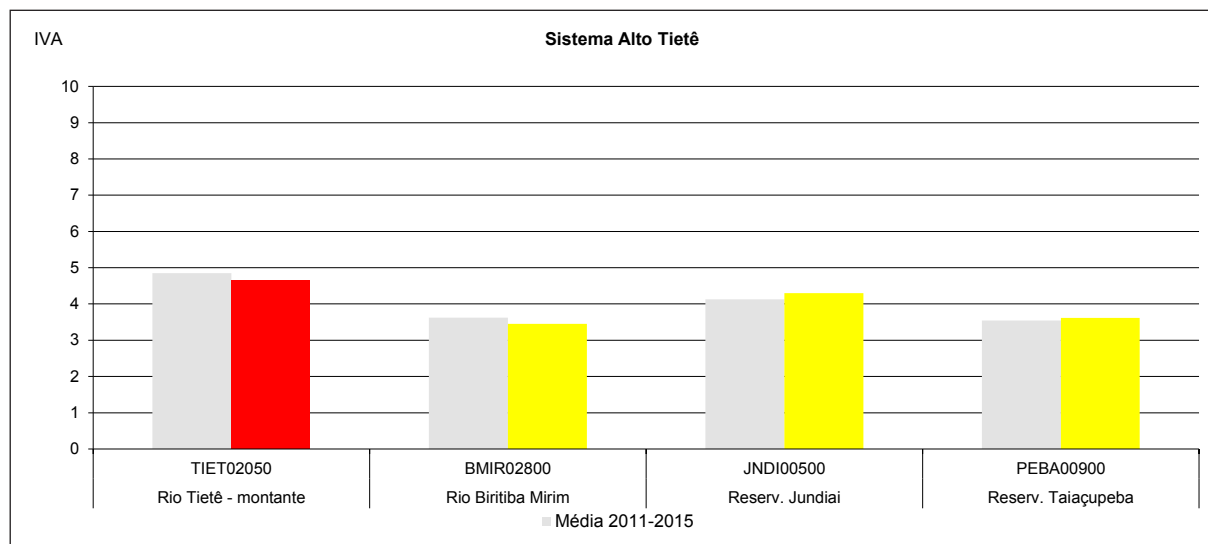
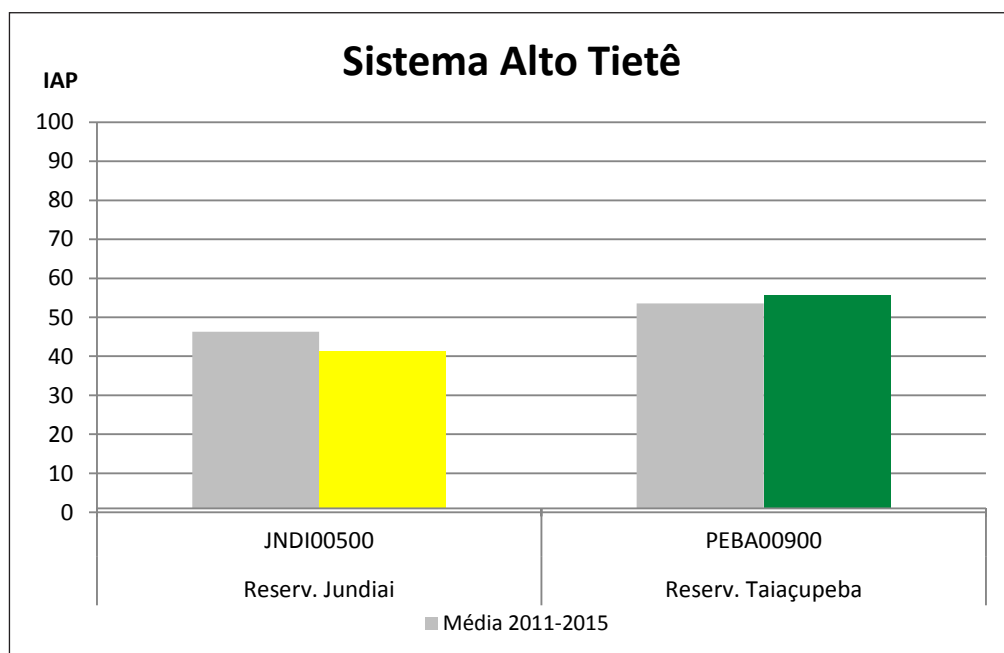
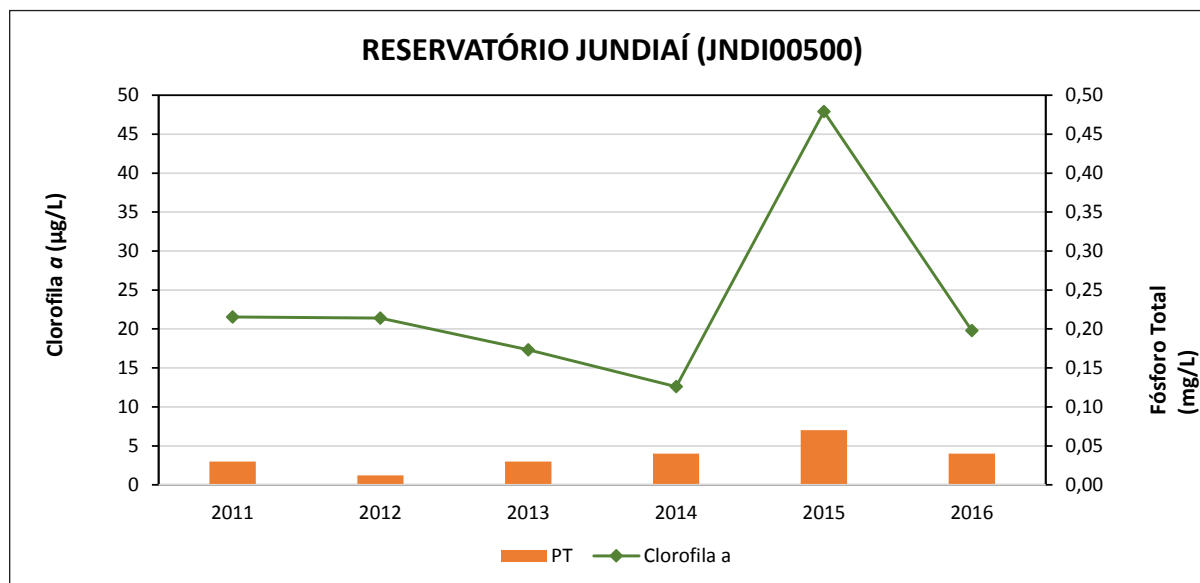
Gráfico 3.82 – Perfil do IVA no Sistema Alto Tietê e rios afluentes e efluentes em 2016 e nos últimos 5 anos

Gráfico 3.83 – Perfil do IAP no Sistema Alto Tietê e rios afluentes e efluentes em 2016 e nos últimos 5 anos

O IAP do Sistema Produtor Alto Tietê em 2016 apresentou melhora de qualidade em relação ao ano anterior com classificação variando de Regular a Boa, voltando a se posicionar próximo à média histórica.

RESERVATÓRIO JUNDIAÍ

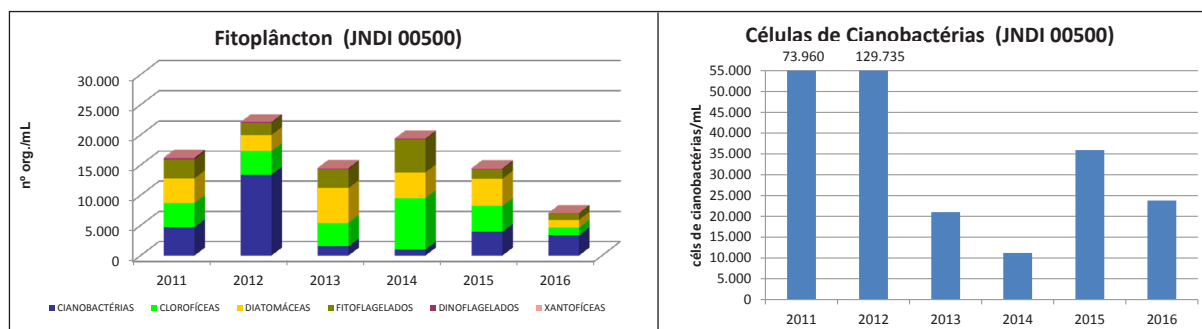
O Gráfico 3.84 apresenta o histórico, do período de 2011 a 2016, das médias anuais das concentrações de Clorofila *a* e Fósforo Total no reservatório Jundiá.

Gráfico 3.84 – Média Anual de Clorofila *a* e Fósforo Total (PT) no Reservatório Jundiá – 2011 a 2016.

Na avaliação dos dados históricos do reservatório Jundiá, pode-se observar que a diminuição gradativa das concentrações Clorofila *a* até 2014 não se manteve, ocorrendo um aumento significativo em 2015 e novamente uma diminuição em 2016. As concentrações médias anuais de Clorofila *a* observadas podem ser consideradas elevadas para um reservatório enquadrado na Classe Especial. Quanto ao Fósforo Total, com exceção de 2012 com o menor valor, as concentrações médias anuais têm se mantido muito próximas, porém, assim como a Clorofila *a*, exibiu um aumento expressivo em 2015. As concentrações de Clorofila *a* variaram, neste período, de forma similar ao Número de Células de Cianobactérias. Pelo IET, as condições tróficas variaram de Mesotrófica a Eutrófica. A classificação Eutrófica observada em 2014 e 2015 esteve relacionada aos anos de menor volume no reservatório.

Em relação à 2016, esse reservatório exibiu concentrações de Fósforo Total superando, em quase todos os meses, os limites estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/05. A Clorofila *a* esteve em não conformidade com a legislação em janeiro e julho, com sua concentração variando de forma similar à densidade total de organismos fitoplanctônicos com forte influência do grupo das diatomáceas. As maiores concentrações tanto de Fósforo Total quanto de Clorofila *a* foram observadas em janeiro, quando foi classificado, pelo IET, como Supereutrófico e na média anual como Mesotrófico, exibindo uma melhora em relação à classificação do ano anterior.

Figura 3.34 – Média anual da Comunidade Fitoplanctônica e Contagem de Células de Cianobactérias no Reservatório Jundiá – 2011 a 2016.



No reservatório Jundiá, a densidade média anual da comunidade fitoplanctônica em 2016 foi a menor dos últimos cinco anos ($7.057 \text{ org.mL}^{-1}$), (Figura 3.34). Os menores valores poderiam estar associados ao controle de algas realizado no reservatório.

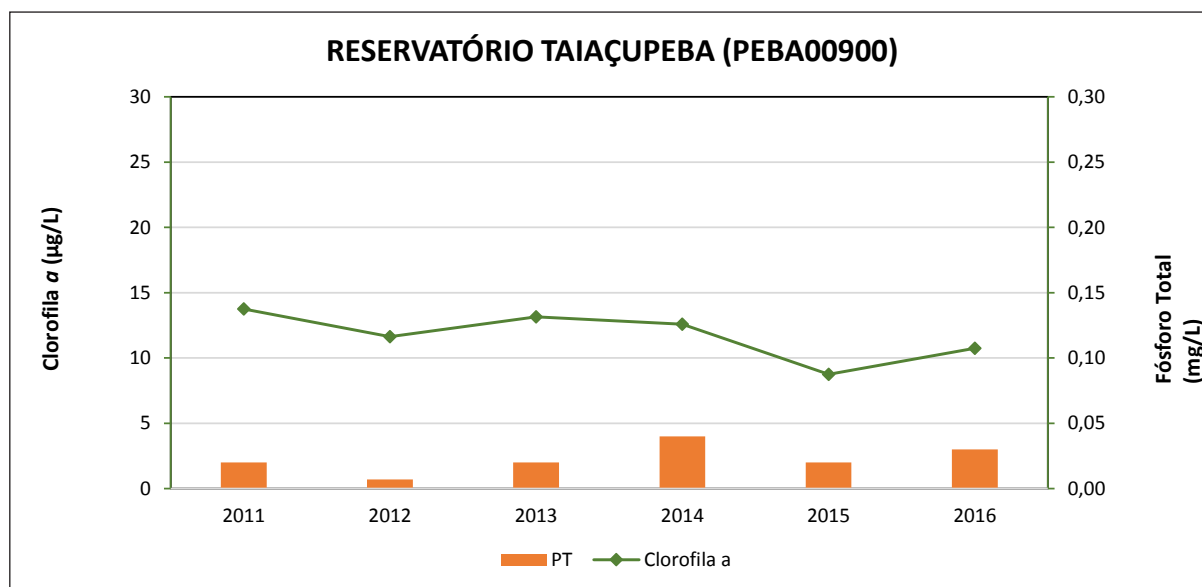
A média anual de células de cianobactérias (aproximadamente $23.800 \text{ céls.mL}^{-1}$) foi inferior à de 2015. O maior valor foi encontrado em novembro ($61.780 \text{ céls.mL}^{-1}$), o único que esteve superior ao estipulado pela Resolução CONAMA 357/2005 para água de classe 1 ($20.000 \text{ céls.mL}^{-1}$). O gênero dominante foi *Cyanogranis ferruginea*, organismos formados por células picoplanctônicas sem registro na literatura de produção de toxina. Entretanto, durante o ano foi registrada a presença de organismos potencialmente produtores de cianotoxinas, como *Dolichospermum*, *Microcystis*, *Aphanizomenon* e *Aphanocapsa*.

A microcistina foi quantificada apenas em janeiro ($1,46 \mu\text{g.L}^{-1}$) com valor superior ao recomendado na Portaria do Ministério da Saúde 2914/2011 ($1,0 \mu\text{g.L}^{-1}$) para água tratada. Em 2015 esse parâmetro não foi quantificado.

RESERVATÓRIO TAIACUPEBA

O Gráfico 3.85 apresenta o histórico, no período de 2011 a 2016, das médias anuais das concentrações de Clorofila *a* e Fósforo Total no reservatório Taiaçupeba. Este reservatório foi incluído no monitoramento mensal em abril de 2015.

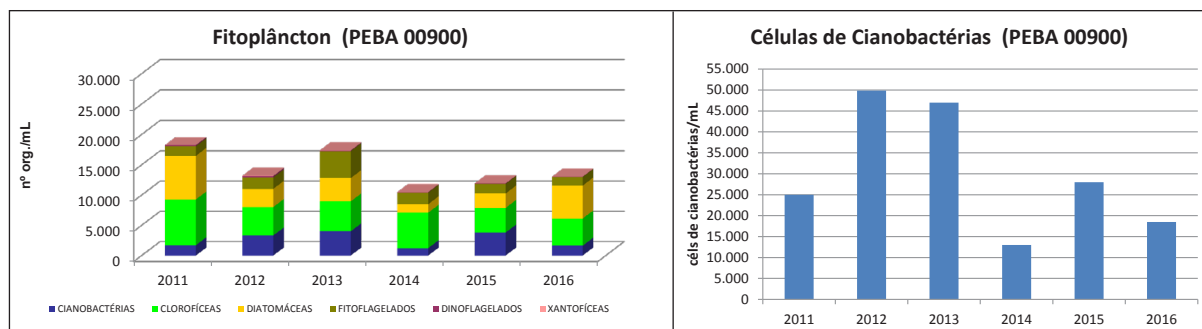
Gráfico 3.85 – Média Anual de Clorofila *a* e Fósforo Total (PT) no Reservatório Taiaçupeba – 2011 a 2016.



No reservatório Taiaçupeba, observa-se pelos dados históricos uma manutenção nas concentrações de Clorofila *a* de 2010 a 2016, com exceção à 2015 com a menor concentração, no entanto esses valores ainda são considerados elevados para um manancial enquadrado na Classe Especial. As variações nas concentrações de Clorofila *a* foram similares às da densidade de organismos fitoplanctônicos, influenciadas principalmente pela presença do grupo das clorofíceas. Para o Fósforo Total é possível observar, com exceção de 2012, valores similares, tendo esta variável influenciado fortemente no grau de trofia deste manancial que vem se mantendo em processo de eutrofização.

Em 2016, as concentrações de Fósforo Total superaram o limite estabelecido pela Resolução CONAMA 357/05 em oito campanhas, mas mantendo condições Mesotróficas ao longo de todo ano. Quanto a Clorofila *a* essa variável superou os limites da legislação em 50% das campanhas, indicando condições tróficas de Oligotrófica a Eutrófica, com variações similares às da comunidade fitoplanctônica com forte influência do grupo das diatomáceas. Este reservatório, pelo IET, variou de Oligotrófico a Mesotrófico, com a média anual de Mesotrófico, mantendo a classificação observada desde 2013. No entanto cabe ressaltar que foram observadas concentrações de Cobre Dissolvido acima do limite estabelecido em legislação em 50% das campanhas bem como concentrações elevadas de feofitina *a* indicativo do uso de algicida. Destaca-se a ocorrência de toxicidade aguda no Res. Taiaçupeba no mês de janeiro e toxicidade crônica no mês de novembro, efeitos que podem estar relacionados às concentrações de cobre dissolvido detectadas na água.

Figura 3.35 – Média anual da Comunidade Fitoplanctônica e Contagem de Células de Cianobactérias no Reservatório Taiapuêba – 2011 a 2016.



No reservatório Taiapuêba a média anual da densidade de organismos fitoplanctônicos (aproximadamente $13.000 \text{ org.mL}^{-1}$) foi superior à de 2015, com uma leve tendência de elevação observada desde 2014 (Figura 3.35). Houve relevante contribuição de diatomáceas devido aos valores obtidos em maio e junho, quando este grupo representou aproximadamente 93% e 76%, respectivamente, da densidade total, com destaque para o gênero *Urosolenia*, possivelmente em função da mistura da coluna d'água. No entanto, em outubro, apesar de não ter ocorrido dominância de grupos, também foram observados valores elevados desse gênero, com um valor total de densidade aproximado de $29.000 \text{ org.mL}^{-1}$.

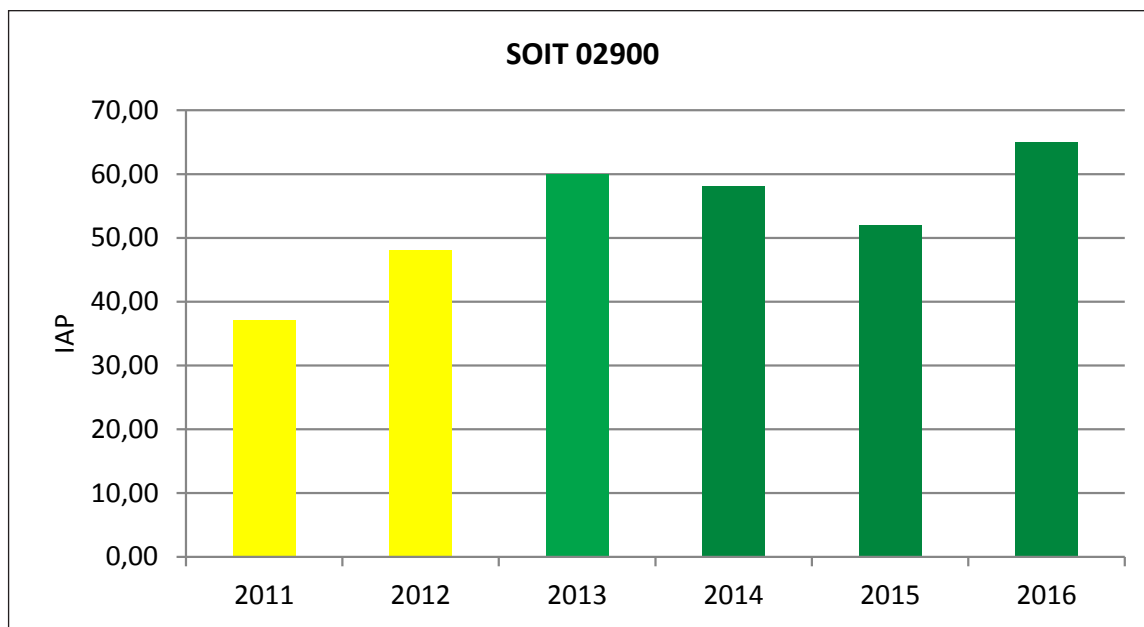
A média anual da densidade de células de cianobactérias foi de $18.500 \text{ céls.mL}^{-1}$ e os meses com valores acima da Resolução CONAMA 357/2005 para classe 1 ($20.000 \text{ céls.mL}^{-1}$) foram: maio ($36.920 \text{ céls.mL}^{-1}$), setembro ($23.160 \text{ céls.mL}^{-1}$) e outubro ($53.670 \text{ céls.mL}^{-1}$). Com exceção de setembro, quando 35% das células de cianobactérias pertenceram ao gênero *Dolichospermum*, potencialmente produtor de microcistina, anatoxina-a/homoanatoxina, cilindrospermopsina e saxitoxina, o restante do ano apresentou alternância entre os gêneros picoplanctônicos *Aphanocapsa* (potencialmente produtor de microcistina) e *Cyanogranis* (sem registro de produção de cianotoxinas até o momento), o que pode estar relacionado à habilidade competitiva de adquirir nutriente (Edwards, 2011). Os valores de fósforo total estiveram acima da Resolução CONAMA 357/2005 para classe 1 em aproximadamente 70% das amostragens, com valores não superiores a $0,04 \text{ mg.L}^{-1}$.

As concentrações de saxitoxina estiveram abaixo do limite de detecção em todas as amostragens. Já a microcistina foi quantificada apenas em novembro ($0,23 \text{ µg.L}^{-1}$), mas o valor esteve abaixo do recomendado na Portaria do Ministério da Saúde 2914/2011 ($1,0 \text{ µg.L}^{-1}$) para água tratada. Salienta-se que em 2015, as determinações de cianotoxinas começaram a ser realizadas em setembro e os valores para ambas variáveis estiveram abaixo do limite de quantificação.

3.2.14.12 Reservatório Itupararanga

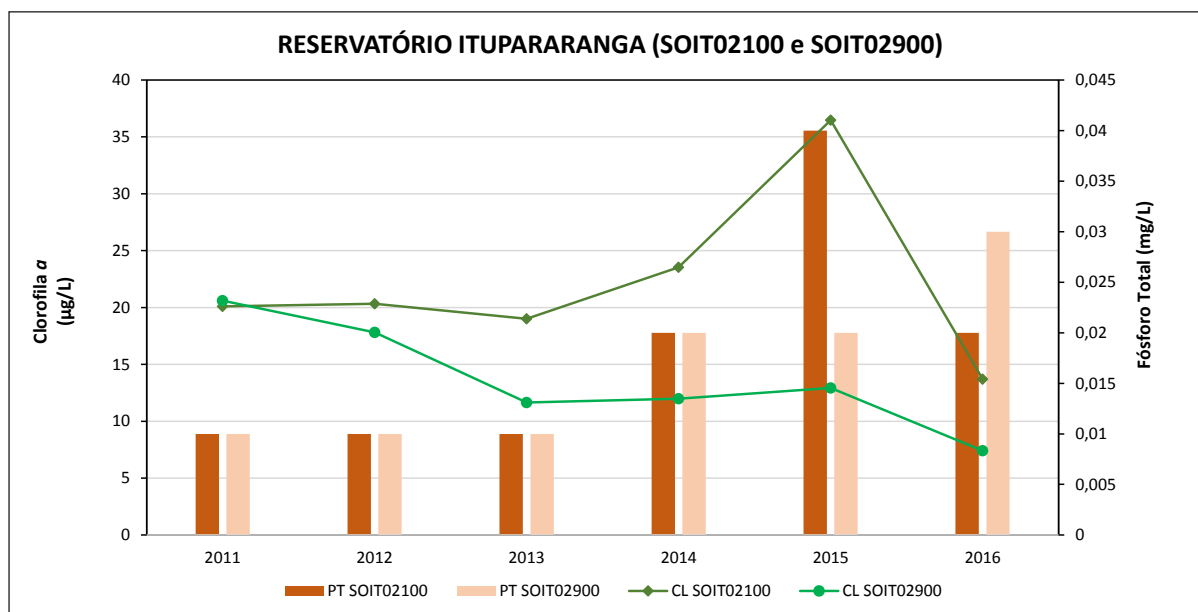
O Gráfico 3.86 apresenta o histórico, do período de 2011 a 2016, das médias anuais do IAP no reservatório Itupararanga, localizado na UGRHI 10, no ponto SOIT 02900. O IAP médio anual de Itupararanga vem mantendo a classificação Boa desde 2013.

Gráfico 3.86 – Classificação do IAP no Reservatório de Itupararanga entre 2011 e 2016.



O Gráfico 3.87 apresenta o histórico, do período de 2011 a 2016, das médias anuais das concentrações de Clorofila *a* e Fósforo Total no reservatório Itupararanga, localizado na UGRHI 10, nos dois pontos avaliados SOIT 02100 e SOIT 02900.

Gráfico 3.87 – Média anual de Clorofila *a* e Fósforo Total (PT) no Reservatório Itupararanga de 2011 a 2016.

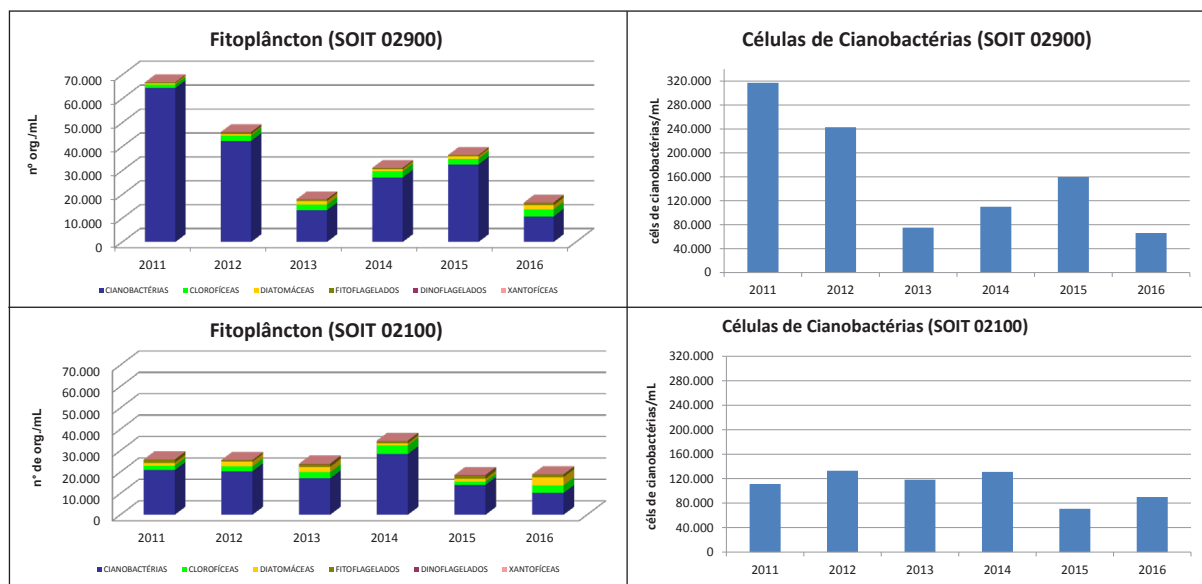


No reservatório Itupararanga, nos dois pontos (SOIT02100 E SOIT02900), verificou-se uma maior concentração de Fósforo Total nos três últimos anos. Em relação à concentração de Clorofila *a* os dois pontos variaram, ao longo dos anos, em concentrações indicativas de condição Mesotrófica a Supereutrófica com estreita relação com a densidade total de organismos fitoplanctônicos e principalmente com o Número de Células de Cianobactérias. O ponto SOIT02100 exibiu concentrações de Clorofila *a* ligeiramente maiores, contudo apresentou melhora, na condição trófica, em relação à 2015. Pela média anual do IET, este reservatório vem mantendo a classificação Mesotrófica desde 2011.

Ao longo de 2016, os dois pontos exibiram condições tróficas similares, com concentrações de Fósforo Total que ultrapassaram em apenas um mês o limite estabelecido pela Resolução CONAMA 357/05. O ponto SOIT02100 foi classificado, segundo o IET, ao longo do ano e pela média anual, como Mesotrófico indicando uma melhora em relação ao ano anterior. O ponto SOIT02900 foi classificado, segundo o IET, de Oligotrófico a Eutrófico, com média anual Mesotrófica, mantendo a classificação observada desde 2010. Neste reservatório a Clorofila *a*, foi a variável que mais influenciou na condição trófica observada.

Os dois pontos apresentaram média anual da densidade de organismos fitoplanctônicos semelhantes, com valores de 16.640 org.mL⁻¹ no ponto SOIT 02900 e 18.840 org.mL⁻¹ no SOIT 02100 (Figura 3.36). Porém, destaca-se que no ponto localizado próximo à entrada dos rios formadores do reservatório (SOIT 02100) a densidade de organismos foi sutilmente superior a 2015, com evidente dominância de cianobactérias, mas com densidades de clorófitas e diatomáceas mais perceptíveis.

Figura 3.36 – Média anual da Comunidade Fitoplanctônica e Contagem de Células de Cianobactérias no Reservatório Itupararanga. – 2011 a 2016.



Já no ponto próximo da barragem (SOIT 02900), que estava apresentando uma tendência de aumento da densidade total da comunidade desde 2013, teve uma queda expressiva, passando de aproximadamente 36.500 org.mL⁻¹ para 16.640 org.mL⁻¹, principalmente em função do baixo valor obtido em julho (aproximadamente 3.000 org.mL⁻¹), quando também constatou-se o maior valor de turbidez do ano, que pode ter interferido no crescimento da comunidade pela interferência no processo de fotossíntese devido à diminuição da penetração de luz na coluna d'água.

As concentrações de células de cianobactérias no ponto SOIT 02100 ultrapassaram o estabelecido na Resolução CONAMA 357/2005 para classe 1 (20.000 céls.mL⁻¹) em todas as amostragens: janeiro (139.550 céls.mL⁻¹), maio (53.385 céls.mL⁻¹), julho (38.270 céls.mL⁻¹) e novembro (128.990 céls.mL⁻¹). Já no ponto SOIT 02900, as concentrações de células de cianobactérias foram superiores à referida legislação em janeiro (124.560 céls.mL⁻¹), maio (21.180 céls.mL⁻¹) e novembro (115.920 céls.mL⁻¹).

De modo geral, o gênero mais abundante em termos de porcentagem de células em ambos os pontos foi *Cylindrospermopsis* (potencialmente produtor de saxitoxina e cylindrospermopsina), com exceção da amostragem realizada em junho no ponto SOIT 02900, quando se obteve aproximadamente 50 % da concentração de células pertencentes ao gênero *Aphanocapsa* (potencialmente produtor de microcistina) e em janeiro e junho, no ponto SOIT 02100, com aproximadamente 43% de células dos gêneros *Microcystis* (potencialmente produtor de microcistina e anatoxina-a/homoanatoxina-a) e 34% de *Aphanocapsa*, respectivamente.

Os valores de microcistina permaneceram abaixo do limite de quantificação em todas as amostragens e em ambos os pontos, cenário melhor do que o observado em 2015, quando a referida toxina foi quantificada em 50% das amostragens. A saxitoxina, analisada apenas no ponto SOIT 02900, foi quantificada em todas as amostragens, com valores abaixo do proposto na Portaria do Ministério da Saúde 2914/2011 (1,0 µg.L⁻¹), sendo que o maior valor foi obtido em janeiro, 0,34 µg.L⁻¹, situação semelhante à encontrada em 2015.

Cabe mencionar a ocorrência de toxicidade crônica nas águas do ponto SOIT02900 no mês de novembro, e em julho e novembro no ponto SOIT02100. Tais efeitos tóxicos podem estar relacionados à presença de cianobactérias, as quais podem causar efeitos adversos aos organismos-teste devido à liberação de toxinas e/ou obstrução de seus aparelhos filtradores.

3.3 Qualidade dos sedimentos

Em 2016, a avaliação química da qualidade dos sedimentos foi realizada em 37 pontos distribuídos em UGRHI de diferentes tipos de uso do solo:

- Urbano: Rio Atibaia (ATIB 02800), Rio Jundiá (JUNA 03600), Rio Piracicaba (PCAB 02130 e 02195), Reservatório de Salto Grande (ATSG 02800), Reservatório do Rio Cachoeira (CACH 00500), na UGRHI 5; braço do Rio Pequeno (BIRP 00500), braço do Ribeirão Taquacetuba (BITQ 00100), Reservatórios Juqueri/Paiva Castro (JQUJ 00900), Reservatório da Ponte Nova (NOVA 00800), Reservatório Taiaçupeba (PEBA 00200 e 00900), Reservatório do Rio Grande (RGDE 02030 e 02900), Reservatório Pirapora (TIPI 04850), Ribeirão Santa Rita (RYTA 00800) na UGRHI 6; Rio Itapanhaú (IPAU 02600), na UGRHI 7; Rio Sorocaba (SORO 02700) e Reservatório Itupararanga (SOIT 02850), na UGRHI 10.

- Predominantemente Rural: Represa de Graminha (GRAM 02800), Ribeirão Preto (RIPE 04250), na UGRHI 4, Rio Jaguari-Mirim (JAMI 02310), Córrego Rico (RICO 02600), Ribeirão das Onças (RONC 02030 e 02400), Ribeirão do Sertãozinho (SETA 04600), na UGRHI 9; Ribeirão das Pitangueiras (PITA 04850) na UGRHI 12; e Braço do rio Jaú (BJAU 03500), na UGRHI 13; Braço do Ribeirão do Marinheiro (BMAR 02200), Ribeirão do Marinheirinho (MARI 04250), Reservatório do Córrego Marinheirinho (RMAR 02900), Córrego Tomazinho (TOMZ 02990), na UGRHI 15; Rio Batalha (BATA 02222, 02300 e 02800), Rio Dourado (DADO 02850), na UGRHI 16; e Rio Tibiriçá (TBIR 03300), na UGRHI 20.

A análise dos resultados do monitoramento do sedimento é realizada com base em três linhas de evidência: química (concentração), ecológica (comunidade bentônica) e ecotoxicológica, (*Hyallela azteca* e *Chironomus sancticarioli*), além de ensaios de mutação reversa (Teste de Ames) e testes de toxicidade aguda com *Vibrio fischeri* (Microtox®). Para avaliar a carga interna de nutrientes e a condição de eutrofização dos corpos d'água, foram realizadas análises de carbono orgânico total, nitrogênio Kjeldahl total e fósforo total e variáveis microbiológicas para identificar uma possível fonte.

A tabela com os dados brutos das análises do sedimento e os comentários relacionados aos perfis de sedimento, utilizados para avaliar se um elemento tem origem natural ou antrópica, estão nos anexos I e Y, respectivamente.

As variações observadas nas variáveis biológicas (comunidade bentônica, ensaios ecotoxicológicos, de genotoxicidade e ensaios com *Vibrio fischeri*) podem estar associadas às alterações ambientais a que os organismos foram expostos e refletem diferentes sensibilidades, de acordo com a complexidade e especificidades desses indicadores.

Ressalta-se que as concentrações das substâncias químicas (contaminantes) são determinadas na fração total dos sedimentos e, em muitos casos, essas não refletem diretamente os efeitos observados em bioensaios e as alterações na estrutura da comunidade bentônica.

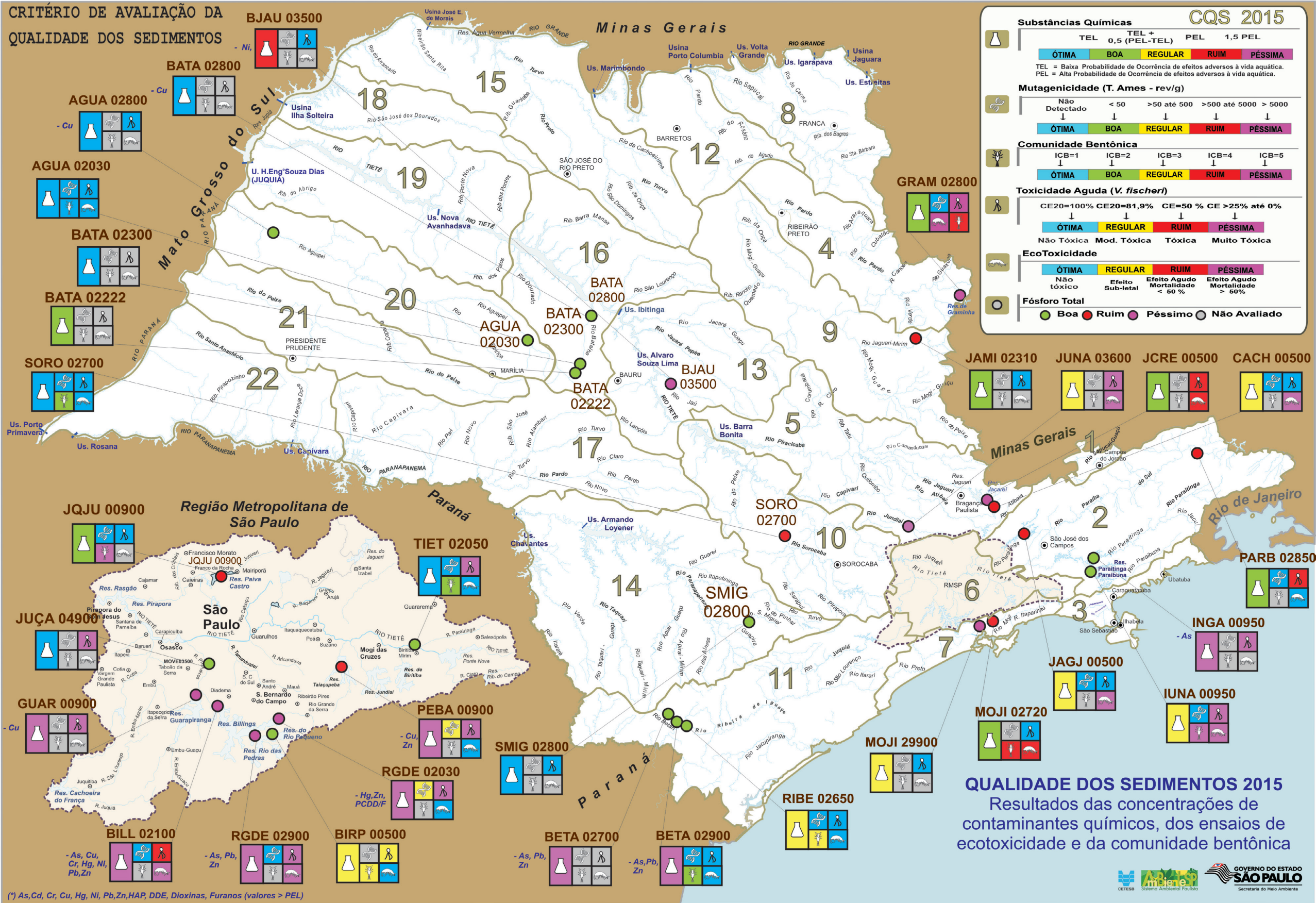
Em sedimentos cuja concentração de contaminantes permita que sejam classificados como de qualidade Ruim ou Péssima, em decorrência da verificação de substâncias que excedem os limites de referência, a observação da estrutura da comunidade bentônica pouco alterada e a ausência de efeitos tóxicos aos organismos expostos nos bioensaios podem indicar a indisponibilidade dos contaminantes.

Efeitos tóxicos aos organismos teste e/ou a degradação da comunidade bentônica, mesmo em sedimentos com qualidade química Ótima ou Boa, podem ser observados em locais onde há a disponibilidade de contaminantes à biota, sugerindo a ocorrência de interações químicas que potencializem a ação tóxica aos organismos ou ainda, a presença de substâncias químicas não determinadas.

Como já mencionado na avaliação da toxicidade aguda com *Vibrio fischeri*, a água intersticial contida no sedimento não caracterizada quimicamente nesta avaliação, é submetida ao ensaio, sendo determinada a presença de substâncias químicas potencialmente tóxicas, responsáveis pela inibição da luminescência produzida pela bactéria com consequente identificação do nível de toxicidade dessa matriz de análise. Neste caso, as substâncias podem estar em concentrações diferentes quando comparadas àquelas obtidas na fração total do sedimento e a caracterização do efeito pode indicar a disponibilidade desses contaminantes à bactéria.

O Mapa 3.6 apresenta a distribuição espacial da qualidade dos sedimentos, por meio das concentrações de contaminantes, toxicidade e comunidade bentônica, para os pontos de monitoramento de 2016.

Mapa 3.6 – Distribuição espacial da qualidade dos sedimentos 2016.



Com relação às variáveis químicas, em todos os pontos foram feitas análises de metais, arsênio, fósforo total, granulometria e sólidos voláteis totais. De acordo com as atividades antrópicas nas bacias e uso do solo há uma variação na determinação dos contaminantes orgânicos nos diferentes pontos de amostragem. Assim, as análises de PCB, HPA, pesticidas organoclorados e dioxinas e furanos não foram realizadas nos pontos RIPE 04250, RICO 02600, RONC 02030 e 02400, SETA 04600, MARI 04250, BATA 02800 e TBIR 03300. As análises de PCB, HPA e dioxinas e furanos também não foram realizadas no ponto BATA 02300. Foram incluídas análises de organofosforados nos pontos BATA 02222 e 02300.

As concentrações dos contaminantes orgânicos e inorgânicos foram comparadas com os limites em que há baixa probabilidade de ocorrência de efeitos adversos à biota aquática (TEL) e com os limites em que há alta probabilidade de ocorrência de efeitos adversos à biota aquática (PEL), e classificados em cinco categorias (Apêndice D). Alguns elementos químicos podem ter origem natural, podendo mesmo assim causar efeito em ensaios de laboratório, mas não na biota local, que estará adaptada.

Os elementos que ocorreram com maior frequência em concentrações acima de TEL foram o chumbo, o arsênio e o cromo, mas na maioria dos locais suas ocorrências foram consideradas naturais. Cobre, zinco e mercúrio foram os metais com maior incidência de contaminação por origem antrópica (Tabela 3.10). A quase totalidade das ocorrências que superaram PEL era de origem antrópica, destacando-se o cobre, o zinco e o mercúrio. Problemas com metais foram observados nas UGRHI 4, 5, 6, 9, 12, 13, 15 e 16, enquanto que com dioxinas e furanos ocorreram em 43% dos locais de amostragem, nas UGRHI 5, 6 e 15. Pesticidas e seus subprodutos foram registrados nas UGRHI agrícolas (15 e 16) e na UGRHI 6, associados principalmente ao cinturão verde de São Paulo. Valores elevados de HPAs foram registrados nas UGRHI 5, 6, 13 e 15 e de PCBs restringiram-se à UGRHI 6.

Tabela 3.10 – Porcentagem (%) de pontos em que cada contaminante encontrava-se entre TEL e PEL e excedeu o limite PEL e quando a origem foi antrópica.

(%)	≥TEL<PEL		≥PEL	
	total	antrópico	total	antrópico
Cobre	27,0	18,9	13,5	13,5
Zinco	13,5	13,5	8,1	8,1
Mercúrio	10,8	10,8	5,4	5,4
Crômio	37,8	5,4	13,5	5,4
Cádmio	2,7	2,7	2,7	2,7
Níquel	21,6	2,7	16,2	5,4
Arsênio	40,5	2,7	5,4	0,0
Chumbo	45,9	2,7	0,0	0,0
HPA	25,0	*	0,0	*
DDD	3,4	3,4	0,0	0,0
DDE	10,3	10,3	6,9	6,9
DDT	3,4	3,4	0,0	0,0
PCDD/F	35,7	*	7,1	*
PCB	10,7	*	0,0	*

* não foi possível determinar a origem

A Tabela 3.11 resume os diagnósticos e históricos de cada ponto. Em onze (30%) dos 37 ambientes em que se avaliaram a qualidade dos sedimentos foram observadas concentrações de contaminantes químicos superiores a PEL. Destes, em apenas três foram realizadas análises para avaliar efeitos potenciais em organismos aquáticos mantidos em laboratório e na biota local, tendo-se constatado que no res. Taiáçupeba (Cu e Zn acima de PEL e outros contaminantes acima de TEL) os contaminantes observados de fato podem estar biodisponíveis e causando o dano observado na comunidade bentônica e, conseqüentemente, no restante de sua fauna aquática. No reservatório do Rio Grande (RGDE 02030), apesar das altas concentrações de dioxinas e furanos e de mercúrio, que ultrapassaram 10 e 100 vezes, respectivamente, o valor de PEL, não foi observado efeito nos ensaios ecotoxicológicos em laboratório. Segundo o estudo de Franklin (2010), nesta região ocorre metilação com formação do metil-mercúrio, forma biodisponível deste metal, que assim como as dioxinas e furanos, pode bioacumular nos organismos aquáticos, aspecto não avaliado neste monitoramento.

Em outros 16 ambientes (43%) foram observadas concentrações superiores a TEL. Nos quatro locais onde se utilizaram também medidas de efeito (res. Cachoeira, res. Juqueri, braço do rio Pequeno no res. Billings e rio Jundiá) verificou-se, por meio de resultados positivos nos ensaios ecotoxicológicos, que os contaminantes podem estar de fato biodisponíveis e causando alterações nas comunidades aquáticas.

Em 24 localidades (65%), distribuídas nas UGRHI 4, 5, 6, 9, 10, 12, 13, 15 e 16, foi constatado, pela elevada concentração de fósforo total de seus sedimentos, enriquecimento orgânico, que pode decorrer tanto do uso agrícola quanto de despejos domésticos. Na metade destas (rio Jaguari-mirim, rio Piracicaba, a jusante do rio Tatu, ribeirão das Pitangueiras, res. do cór. Marinheirinho, o braço do rio Jaú no res. de Bariri, o res. de Pirapora, o rio Dourado, o braço do cór. do Tomazinho no res. Água Vermelha, rio Sorocaba, o res. de Cachoeira, o res. Juqueri e o res. do Rio Grande, próximo à desembocadura do rio Grande) os dados microbiológicos indicam efluentes domésticos próximos como sendo, pelo menos, uma das fontes deste nutriente. De fato, a maioria destes locais recebem lançamentos de esgotos municipais e/ou de efluentes de ETEs. Outros dois (braço do rio Taquacetuba no res. Billings e res. Salto Grande – Americana) também teriam como principal fonte de fósforo efluentes domésticos provenientes da bacia, mas, devido à distância da fonte, já não exibem valores elevados nos marcadores microbiológicos. No ribeirão Preto e no ribeirão do Sertãozinho, embora não tenham sido realizadas análises microbiológicas que corroborem a natureza do fósforo acumulado em seus sedimentos, sabe-se que ambos recebem esgotos domésticos municipais. Nos reservatórios de Ponte Nova, Taiáçupeba e Graminha, o aporte oriundo da agricultura deve ser considerado, embora nos dois primeiros também ocorram contribuições por esgoto doméstico e, no último, mineração de rochas com concentrações significativas de fósforo.

Aproximadamente 50% dos ambientes avaliados apresentaram comprometimento, tanto com relação a presença de contaminantes potencialmente tóxicos como por enriquecimento orgânico. Cabe destacar que em todos os ambientes em que foi registrado cobre acima de TEL o ambiente também sofria enriquecimento orgânico. Na metade destes há captação de água para o abastecimento e/ou problema com floração de algas.

A característica arenosa da maioria (89%) dos pontos de coleta localizados em rios pode ser resultado das chuvas mais intensas de 2016, que teriam lavado o leito e, conseqüentemente conduzido contaminantes observados em outros anos, rio abaixo.

Destaca-se a ocorrência, ainda que em baixa densidade, do molusco bioinvasor *Limnoperna fortunei* no reservatório do Juqueri. Este organismo, popularmente conhecido como mexilhão dourado, é extremamente danoso tanto do ponto de vista ecológico quanto econômico, podendo ameaçar as tubulações do sistema Cantareira. É importante ressaltar que, na dinâmica populacional de espécies invasoras é comum a ocorrência de um período inicial de espera (ou repouso), onde se observam densidades baixas, seguido de uma explosão populacional (pânico) até que se atinge um equilíbrio, após diminuição das densidades (freio) (Darrigran e Damborenea, 2009). Embora a erradicação de espécies exóticas invasoras seja quase impossível de ser realizada em ambientes aquáticos, a estratégia nacional para espécies exóticas invasoras (Brasil, 2009), indica que a melhor oportunidade para realizá-la é nos primeiros estágios da invasão, quando as populações ainda são pequenas e localizadas.

Figura 3.37 – Foto. Mexilhão dourado (*Limnoperna fortunei*) coletado no reservatório Juqueri (ou Paiva Castro).



Tabela 3.11 – Histórico da Avaliação de Sedimento (continua)

UGRHI	Ponto	Análise		histórico					2016		
				2011	2012	2013	2014	2015		Principais problemas	Comentário
5	ATIB 02800 Rio Atibaia	Substâncias químicas		■	■	■	■	■	Esgoto de Paulínia e Campinas; presença de HPA.	Baixa capacidade de retenção de contaminantes (>80% de areia); mutagenicidade presente na água.	
		Fósforo total		■	■	■	■	■			
		Toxicidade <i>Vibrio fischeri</i>		■	■	■	■	■			
		Mutagenicidade		■	■	■	■	■			
		Microbiológico	<i>Escherichia coli</i>	■	■	■	■	■			
			<i>Clostridium perfringens</i>	■	■	■	■	■			
	ATSG 02800 Res. Salto Grande	Substâncias químicas		■	■	■	■	■	Enriquecimento orgânico.	Ambiente historicamente eutrofizado; elementos acima de TEL aparentemente de origem natural.	
		Fósforo total		■	■	■	■	■			
		Toxicidade <i>Vibrio fischeri</i>		■	■	■	■	■			
		Microbiológico	<i>Escherichia coli</i>	■	■	■	■	■			
			<i>Clostridium perfringens</i>	■	■	■	■	■			
		CACH 00500 Res. Rio Cachoeira	Substâncias químicas		■	■	■	■			■
	Fósforo total		■	■	■	■	■				
	Toxicidade <i>Vibrio fischeri</i>		■	■	■	■	■				
	Mutagenicidade		■	■	■	■	■				
	Microbiológico		<i>Escherichia coli</i>	■	■	■	■	■			
			<i>Clostridium perfringens</i>	■	■	■	■	■			
	Ecotoxicidade		<i>Hyalella azteca</i>	■	■	■	■	■			
<i>Chironomus sancticaroli</i>			■	■	■	■	■				
Bentos			■	■	■	■	■				

Tabela 3.11 – Histórico da Avaliação de Sedimento (continua)

UGRHI	Ponto	Análise		histórico					2016		
				2011	2012	2013	2014	2015		Principais problemas	Comentário
5	JUNA 03600 Rio Jundiá	Substâncias químicas								Efluentes doméstico e industrial; toxicidade e empobrecimento da fauna bentônica; presença de espécie exótica invasora (<i>Corbicula fluminea</i>).	Baixa capacidade de retenção de contaminantes (arenoso); resultados ecotoxicológicos e ecológico indicam biodisponibilidade. A ocorrência de espécies invasoras também é um risco à biota local.
		Fósforo total									
		Toxicidade <i>Vibrio fischeri</i>									
		Mutagenicidade									
		Microbiológico	<i>Escherichia coli</i>								
			<i>Clostridium perfringens</i>								
		Ecotoxicidade	<i>Hyalella azteca</i>								
			<i>Chironomus sancticarioli</i>								
	Bentos										
	PCAB 02130 Rio Piracicaba	Substâncias químicas								Enriquecimento orgânico por esgoto doméstico; presença de fonte de Cu, Zn e HPA; elevada frequência de deformidade em larvas de <i>Chironomus</i> .	As fontes de Cu, Zn e HPA devem ser investigadas.
		Fósforo total									
		Toxicidade <i>Vibrio fischeri</i>									
		Mutagenicidade									
		Deformidade em <i>Chironomus</i>									
		Microbiológico	<i>Escherichia coli</i>								
			<i>Clostridium perfringens</i>								
	PCAB 02195 Rio Piracicaba	Substâncias químicas								Esgoto doméstico; toxicidade para <i>Vibrio fischeri</i> .	Baixa capacidade de retenção de contaminantes (arenoso); indícios da presença de contaminante não detectado na análise química.
		Fósforo total									
		Toxicidade <i>Vibrio fischeri</i>									
		Microbiológico	<i>Escherichia coli</i>								
			<i>Clostridium perfringens</i>								
6	BIRP 00500 Braço do Rio Pequeno	Substâncias químicas								Pequena alteração na comunidade bentônica e toxicidade crônica para <i>Hyalella</i> .	Embora As e Ni tenham origem natural, foi observado efeito em laboratório, mas a alteração da comunidade local parece estar mais relacionada ao grau de trofia do reservatório.
		Fósforo total									
		Toxicidade <i>Vibrio fischeri</i>									
		Mutagenicidade									
		Microbiológico	<i>Escherichia coli</i>								
			<i>Clostridium perfringens</i>								
		Ecotoxicidade	<i>Hyalella azteca</i>								
			<i>Chironomus sancticarioli</i>								
	Bentos										
	BITQ 00100 Braço do Taquacetuba	Substâncias químicas								Enriquecimento orgânico; Cu, Cr, Hg, Ni, PCB, DDE e HPA de origem antópica; comunidade bentônica empobrecida.	Pb e As de origem natural; contaminantes observados não causaram efeito e, portanto não estariam biodisponíveis; a alteração na biota deve estar associada ao grau de trofia do reservatório.
		Fósforo total									
		Toxicidade <i>Vibrio fischeri</i>									
		Mutagenicidade									
		Microbiológico	<i>Escherichia coli</i>								
			<i>Clostridium perfringens</i>								
		Ecotoxicidade	<i>Hyalella azteca</i>								
			<i>Chironomus sancticarioli</i>								
	Bentos										

Tabela 3.11 – Histórico da Avaliação de Sedimento (continua)

UGRHI	Ponto	Análise		histórico					2016		
				2011	2012	2013	2014	2015		Principais problemas	Comentário
6	JQU 00900 Res. Juqueri	Substâncias químicas								Leve enriquecimento orgânico; Cu de origem antrópica; efeito agudo para <i>Hyalella</i> , comunidade bentônica alterada, com presença de espécies exóticas invasoras (<i>Corbicula fluminea</i> e <i>Limnoperna fortunei</i>).	Contaminantes tóxicos estão biodisponíveis e podem estar restringindo o bentos; As e Pb de origem natural; primeiro registro do mexilhão dourado na bacia do Alto Tietê que pode ser um risco à biota local; investigar a fonte de Cu.
		Fósforo total									
		Toxicidade <i>Vibrio fischeri</i>									
		Mutagenicidade									
		Microbiológico	<i>Escherichia coli</i>								
			<i>Clostridium perfringens</i>								
		Ecotoxicidade	<i>Hyalella azteca</i>								
			<i>Chironomus sancticaroli</i>								
	Bentos										
	NOVA 00800 Res. Ponte Nova	Substâncias químicas								Leve enriquecimento orgânico; As de origem antrópica.	Cr e Pb de origem natural; As acima de TEL.
		Fósforo total									
		Toxicidade <i>Vibrio fischeri</i>									
		Microbiológico	<i>Escherichia coli</i>								
			<i>Clostridium perfringens</i>								
	PEBA 00200 Res. Taiáçupeba	Substâncias químicas								Leve enriquecimento orgânico; Cu, Zn, DDD e DDE de origem antrópica.	Esgotos domésticos e agricultura são as prováveis fontes de P; investigar fontes dos contaminantes de origem antrópica.
		Fósforo total									
		Toxicidade <i>Vibrio fischeri</i>									
		Microbiológico	<i>Escherichia coli</i>								
			<i>Clostridium perfringens</i>								
	PEBA 00900 Res. Taiáçupeba	Substâncias químicas								Leve enriquecimento orgânico; Cu, Cd, Ni, Zn, Hg e DDE de origem antrópica; efeito agudo sobre <i>Hyalella</i> e comunidade bentônica alterada.	Esgotos domésticos e agricultura são as prováveis fontes de P; contaminantes tóxicos estão biodisponíveis e podem estar restringindo o bentos; Cr, As e Pb de origem natural; investigar fontes dos contaminantes de origem antrópica.
		Fósforo total									
		Toxicidade <i>Vibrio fischeri</i>									
		Mutagenicidade									
		Microbiológico	<i>Escherichia coli</i>								
			<i>Clostridium perfringens</i>								
		Ecotoxicidade	<i>Hyalella azteca</i>								
			<i>Chironomus sancticaroli</i>								
		Bentos									
	RGDE 02030 Res. do Rio Grande	Substâncias químicas								Leve enriquecimento orgânico; Hg, Zn, PCB e HPA de origem antrópica.	Pb, As, Ni e Cr de origem natural; contaminantes não estão biodisponíveis, mas as concentrações de dioxinas/ furanos e de mercúrio ultrapassaram 10 e 100 vezes, respectivamente, o PEL.
		Fósforo total									
		Toxicidade <i>Vibrio fischeri</i>									
		Mutagenicidade									
		Microbiológico	<i>Escherichia coli</i>								
			<i>Clostridium perfringens</i>								
		Ecotoxicidade	<i>Hyalella azteca</i>								
			<i>Chironomus sancticaroli</i>								
		Bentos									
	RGDE 02900 Res. do Rio Grande	Substâncias químicas								Leve enriquecimento orgânico; Cu, Hg e HPA de origem antrópica.	Pb, As, Ni e Cr de origem natural; Cu e Hg acima de PEL; o Cu está associado ao controle de algas e o Hg a fonte industrial.
		Fósforo total									
		Toxicidade <i>Vibrio fischeri</i>									
		Microbiológico	<i>Escherichia coli</i>								
<i>Clostridium perfringens</i>											

Tabela 3.11 – Histórico da Avaliação de Sedimento (continua)

UGRHI	Ponto	Análise	histórico					2016	
			2011	2012	2013	2014	2015	Principais problemas	Comentário
6	RYTA 00800 Rib. Santa Rita	Substâncias químicas						Esgoto doméstico; mutagenicidade.	Investigar presença de mutagenicidade na coluna d'água.
		Fósforo total							
		Toxicidade <i>Vibrio fischeri</i>							
		Mutagenicidade							
		Microbiológico	<i>Escherichia coli</i>						
			<i>Clostridium perfringens</i>						
		Ecotoxicidade	<i>Hyalella azteca</i>						
			<i>Chironomus sancticarioli</i>						
	TIPI 04850 Res. Pirapora	Substâncias químicas						Enriquecimento orgânico; presença de esgoto doméstico; elementos químicos, como Cd, Cu, Cr, Hg, Ni, Pb, Zn e PCB de origem antrópica.	Investigar fontes de poluentes; Cd, Cu, Cr, Ni e Zn acima de PEL.
		Fósforo total							
		Toxicidade <i>Vibrio fischeri</i>							
		Microbiológico	<i>Escherichia coli</i>						
			<i>Clostridium perfringens</i>						
7	IPAU 02600 Rio Itapanhaú	Substâncias químicas							Baixa capacidade de retenção de contaminantes (> 90% de areia).
		Fósforo total							
		Toxicidade <i>Vibrio fischeri</i>							
		Microbiológico	<i>Escherichia coli</i>						
			<i>Clostridium perfringens</i>						
10	SOIT 02850 Res. Itupararanga	Substâncias químicas						Toxicidade para <i>V. fischeri</i> .	Cr, As e Pb de origem natural; pode haver algum outro contaminante causando a toxicidade observada.
		Fósforo total							
		Toxicidade <i>Vibrio fischeri</i>							
		Microbiológico	<i>Escherichia coli</i>						
			<i>Clostridium perfringens</i>						
	SORO 02700 Rio Sorocaba	Substâncias químicas						Leve enriquecimento orgânico; presença de esgoto doméstico; alteração no bentos e presença de espécies exóticas invasoras (<i>Corbicula fluminea</i> e <i>Melanoides tuberculatus</i>).	O P tem como fonte o esgoto e talvez também o vinhoto; alteração no bentos devido ao esgoto. A ocorrência de espécies invasoras é um risco à biota local.
		Fósforo total							
		Toxicidade <i>Vibrio fischeri</i>							
		Mutagenicidade							
		Microbiológico	<i>Escherichia coli</i>						
			<i>Clostridium perfringens</i>						
		Ecotoxicidade	<i>Hyalella azteca</i>						
			<i>Chironomus sancticarioli</i>						
		Bentos							
4	GRAM 02800 Represa Graminha	Substâncias químicas						Leve enriquecimento orgânico; melhoria na comunidade bentônica.	Pb, As e P de origem natural; a melhora na comunidade decorreu do deslocamento da região de coleta para um local fora do leito encaixado do rio, onde há maior oxigenação.
		Fósforo total							
		Toxicidade <i>Vibrio fischeri</i>							
		Mutagenicidade							
		Microbiológico	<i>Escherichia coli</i>						
			<i>Clostridium perfringens</i>						
		Ecotoxicidade	<i>Hyalella azteca</i>						
			<i>Chironomus sancticarioli</i>						
		Bentos							
	RIPE 04250 Ribeirão Preto	Substâncias químicas						Enriquecimento orgânico; efl. doméstico e industrial.	Investigar fontes de Cu e Zn.
		Fósforo total							

Tabela 3.11 – Histórico da Avaliação de Sedimento (continua)

UGRHI	Ponto	Análise	histórico					2016	
			2011	2012	2013	2014	2015	Principais problemas	Comentário
9	JAMI 02310 Rio Jaguari-Mirim	Substâncias químicas							
		Fósforo total							
		Toxicidade <i>Vibrio fischeri</i>							
		Mutagenicidade							
		Microbiológico	<i>Escherichia coli</i>						
			<i>Clostridium perfringens</i>						
	RICO 02600 Córrego Rico	Substâncias químicas							
		Fósforo total							
	RONC 02030 Rib. Onças	Substâncias químicas							
		Fósforo total							
	RONC 02400 Rib. Onças	Substâncias químicas							
		Fósforo total							
12	PITA 04850 Ribeirão das Pitangueiras	Substâncias químicas							
		Fósforo total							
		Toxicidade <i>Vibrio fischeri</i>							
		Microbiológico	<i>Escherichia coli</i>						
			<i>Clostridium perfringens</i>						
	BJAU 03500 Braço Rio Jaú	Substâncias químicas							
		Fósforo total							
		Toxicidade <i>Vibrio fischeri</i>							
		Microbiológico	<i>Escherichia coli</i>						
			<i>Clostridium perfringens</i>						
15	BMAR 02200 Braço Ribeirão Marinheiro	Substâncias químicas							
		Fósforo total							
		Toxicidade <i>Vibrio fischeri</i>							
		Microbiológico	<i>Escherichia coli</i>						
			<i>Clostridium perfringens</i>						
	MARI 004250 Rib. Marinheirinho	Substâncias químicas							
		Fósforo total							
		Toxicidade <i>V. fischeri</i>							
	RMAR 02900 Res. Córrego Marinheirinho	Substâncias químicas							
		Fósforo total							
		Toxicidade <i>Vibrio fischeri</i>							
		Microbiológico	<i>Escherichia coli</i>						
			<i>Clostridium perfringens</i>						
	TOMZ 02990 Córrego Tomazinho	Substâncias químicas							
		Fósforo total							
		Toxicidade <i>Vibrio fischeri</i>							
		Microbiológico	<i>Escherichia coli</i>						
			<i>Clostridium perfringens</i>						

Tabela 3.11 – Histórico da Avaliação de Sedimento (conclusão)

UGRHI	Ponto	Análise	histórico					2016	
			2011	2012	2013	2014	2015	Principais problemas	Comentário
16	BATA 02222 Rio Batalha	Substâncias químicas						Presença de espécie exótica invasora (<i>Corbicula fluminea</i>).	Baixa capacidade de retenção de contaminantes (areia > 90%). A ocorrência de espécies invasoras é um risco à biota local.
		Fósforo total							
		Toxicidade <i>Vibrio fischeri</i>							
		Mutagenicidade							
		Microbiológico	<i>Escherichia coli</i>						
			<i>Clostridium perfringens</i>						
		Ecotoxicidade	<i>Hyalella azteca</i>						
			<i>Chironomus sancticarloi</i>						
		Bentos							
	BATA 02300 Rio Batalha	Substâncias químicas							Baixa capacidade de retenção de contaminantes (arenoso).
		Fósforo total							
	BATA 02800 Rio Batalha	Substâncias químicas							Baixa capacidade de retenção de contaminantes (arenoso).
		Fósforo total							
	DADO 02850 Rio Dourado	Substâncias químicas						Enriquecimento orgânico; efluente agrícola.	Metais e As de origem natural; investigar uso ilegal de DDT; fonte de esgoto a montante.
		Fósforo total							
		Toxicidade <i>Vibrio fischeri</i>							
		Microbiológico	<i>Escherichia coli</i>						
			<i>Clostridium perfringens</i>						
20	TBIR 03300 Rio Tibiriçá	Substâncias químicas							Baixa capacidade de retenção de contaminantes (arenoso).
		Fósforo total							

TEL: Concentração acima da qual há baixa probabilidade de efeito deletério para a biota.

PEL: Concentração acima da qual há alta probabilidade de efeito deletério para a biota.

3.3.1.1 Análise dos perfis sedimentares

No ano de 2014 a CETESB iniciou a coleta de perfis sedimentares em alguns reservatórios no estado de São Paulo, sendo coletados, na ocasião, cinco perfis, e em 2015 foram coletados mais cinco perfis, em diferentes ambiente (rios e reservatórios). Os perfis sedimentares fornecem informações que possibilitam comparar as concentrações dos elementos presentes nos sedimentos superficiais, mais recentes, com suas concentrações em sedimentos mais antigos, o que permite distinguir entre as concentrações geogênicas (ou naturais) e as antrópicas de forma a viabilizar o estabelecimento de valores basais ou de referência para esse compartimento. O fator de enriquecimento (ou "Enrichment Factor" – EF, Apêndice P) permite classificar o grau de enriquecimento de um elemento através da normalização por outro elemento considerado mais estável e imóvel no ambiente. A CETESB optou por adotar o escândio como elemento normalizador para o cálculo do Fe em seus perfis sedimentares.

Em 2016 foram coletados quatro perfis de sedimento, nos reservatórios Taiaçupeba e Billings (braço do Taquacetuba), ambos na região metropolitana de São Paulo; no reservatório do córrego do Marinheirinho, em Votuporanga e no reservatório de Salto Grande, em Americana. Os resultados obtidos em 2106 e a discussão do seu significado constam do ANEXO P.

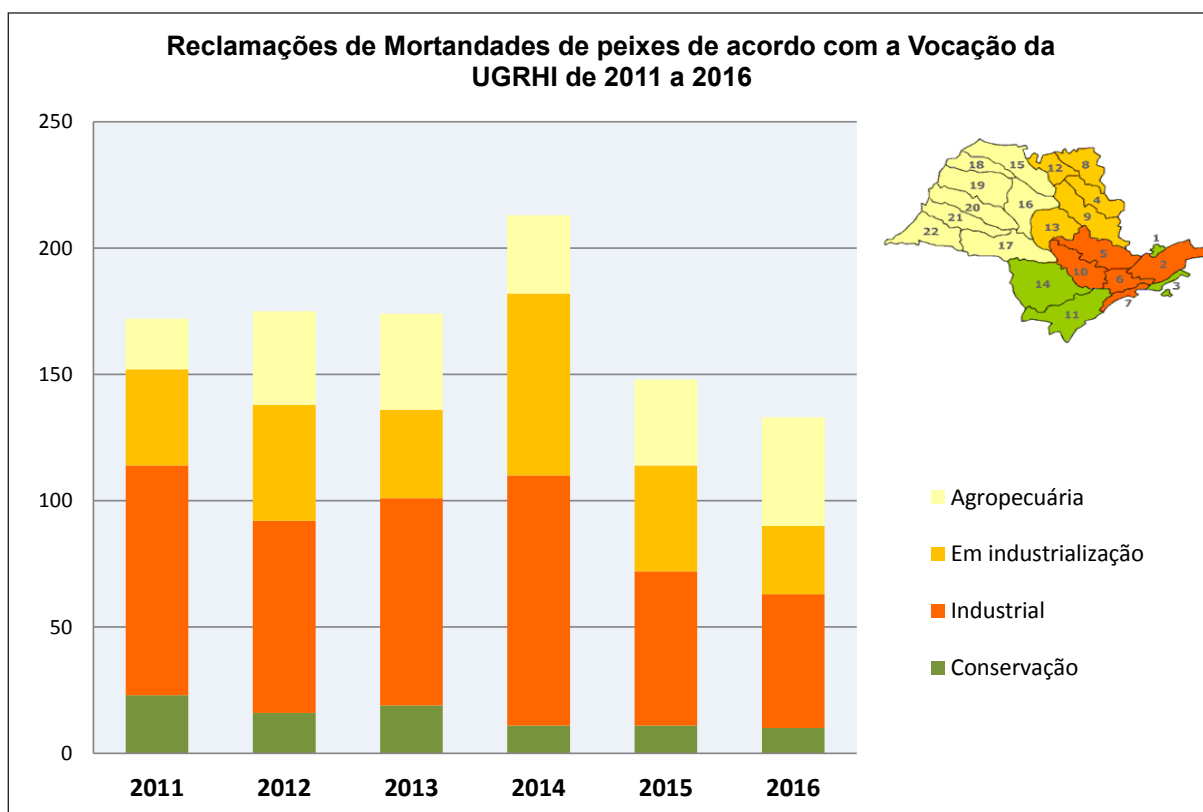
3.4 Mortandades de Peixes

Um evento de mortandade de peixes indica um ponto extremo de pressão no ambiente aquático, podendo incluir a morte de diversas espécies deste grupo, além de outros organismos. As mortandades estão normalmente associadas às alterações da qualidade da água e, embora nem sempre seja possível identificar suas causas, o seu registro consiste em um bom indicador da suscetibilidade do corpo hídrico em relação a fontes de poluição ou outros agentes estressores, nas respectivas UGRHI. A CETESB realiza atendimento a ocorrências de mortandades de peixes por meio da ação das Agências Ambientais e do Setor de Comunidades Aquáticas.

Dentre os acidentes ambientais relacionados à qualidade dos corpos d'água, foram registradas 133 ocorrências de mortandade de peixes e/ou outros organismos aquáticos em 2016 no Estado de São Paulo, atendidas pela CETESB, Sede e Agências Ambientais. Houve uma diminuição de 37,5% em relação ao número de ocorrências de 2014, quando ocorreu um pico no número de ocorrências. Em 2015 foi registrada queda nos registros, tendência foi mantida no ano de 2016

A evolução no número de atendimentos às reclamações de ocorrências de mortandades de peixes no período de 2011 a 2016 segundo a vocação da UGRHI, pode ser vista no Gráfico 3.88.

Gráfico 3.88 – Evolução dos registros de Mortandades de 2011 a 2016 no Estado de São Paulo de acordo com a vocação da UGRHI.



A Tabela 3.12 apresenta o número de casos de mortandade de peixes atendidas pela CETESB por UGRHI, segundo dados dos Relatórios das Atividades Desenvolvidas, da Diretoria de Controle de Poluição Ambiental da CETESB, pelo “Disque Meio Ambiente” da Secretaria do Meio Ambiente e pelo acionamento do Setor de Emergências da CETESB. Como algumas ocorrências geram mais de um registro, as reclamações foram revistas sendo excluídos, na medida do possível, os registros relativos ao mesmo evento.

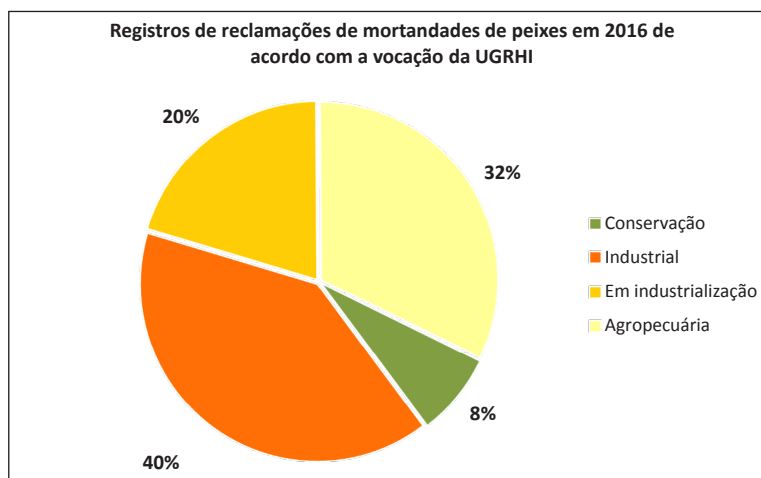
Tabela 3.12 – Número de registros de reclamações de mortandade de peixes por UGRHI, no Estado de São Paulo em 2016.

UGRHI	Vocação	Registros
UGRHI 01 – Mantiqueira	Conservação	1
UGRHI 02 – Paraíba do Sul	Industrial	6
UGRHI 03 – Litoral norte	Conservação	2
UGRHI 04 – Pardo	Em industrialização	1
UGRHI 05 – Piracicaba, Capivari e Jundiá	Industrial	25
UGRHI 06 – Alto Tietê	Industrial	9
UGRHI 07 – Baixada Santista	Industrial	4
UGRHI 08 – Sapucaí/Grande	Em industrialização	1
UGRHI 09 – Mogi-Guaçu	Em industrialização	18
UGRHI 10 – Sorocaba/Médio Tietê	Industrial	9
UGRHI 11 – Ribeira do Iguape/Litoral Sul	Conservação	1
UGRHI 12 – Baixo Pardo/Grande	Em industrialização	0
UGRHI 13 – Tietê/Jacaré	Em industrialização	7
UGRHI 14 – Alto Paranapanema	Conservação	6
UGRHI 15 – Turvo/Grande	Agropecuária	14
UGRHI 16 – Tietê/Batalha	Agropecuária	5
UGRHI 17 – Médio Paranapanema	Agropecuária	3
UGRHI 18 – São José dos Dourados	Agropecuária	4
UGRHI 19 – Baixo Tietê	Agropecuária	15
UGRHI 20 – Aguapeí	Agropecuária	1
UGRHI 21 – Peixe	Agropecuária	0
UGRHI 22 – Pontal do Paranapanema	Agropecuária	2

Uma avaliação dos eventos, considerando a vocação das UGRHI, indica que, em 2016 a maior parte das ocorrências de mortandade de peixes foram novamente registradas nas bacias industriais (40%), semelhante ao registrado em 2015. As UGRHI Em industrialização, apresentaram novamente tendência de queda nos registros de ocorrências em relação ao ano de 2015. A participação das UGRHI Agropecuárias, que já havia mostrado tendência de aumento no total de ocorrências em 2015, manteve a tendência em 2016, registrando 32% dos atendimentos do estado. Em relação às UGRHI de Conservação, a parcela de registros foi a mesma do ano anterior (8%). A representação esquemática da distribuição do número de registros de reclamações de mortandades de peixes no Estado de São Paulo em 2016 de acordo com a vocação da UGRHI pode ser vista no Gráfico 3.89.

O registro dos atendimentos feitos pelas Agências Ambientais e/ou Setor de Comunidades Aquáticas (ELH) estão registrados no Apêndice Q.

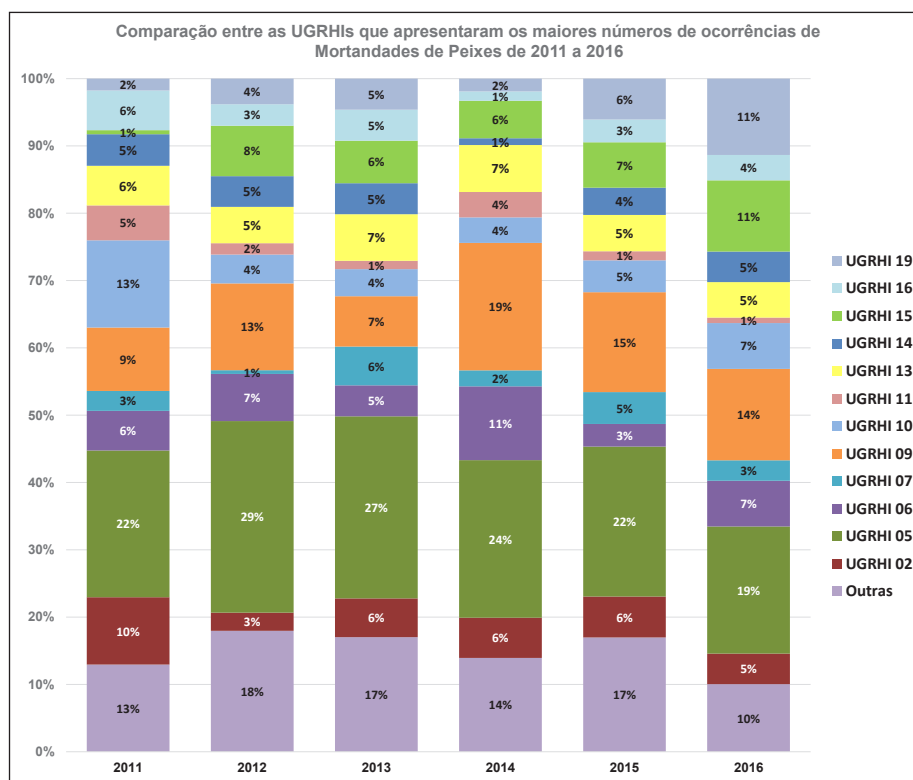
Gráfico 3.89 – Registros de reclamações de mortandades de peixes de acordo com a vocação das UGRHI em 2016 no Estado de São Paulo.



Entre os atendimentos realizados pela CETESB em 2016, metade das UGRHI concentraram 89% dos registros, enquanto que as outras onze UGRHI foram responsáveis pelas demais ocorrências reportadas. A UGRHI 5 (Piracicaba/Capivari/Jundiaí) apresentou o maior número de registros de ocorrências, como tem ocorrido há alguns anos. No entanto, desde 2012 pode ser observada uma tendência estatística significativa de queda no número de registros relativos à UGRHI 5.

O Gráfico 3.90 apresenta uma comparação entre as UGRHI que apresentaram os maiores números de reclamações de mortandades de peixes entre os anos de 2011 e 2016.

Gráfico 3.90 – Comparação entre as UGRHI que apresentaram os maiores números de reclamações de mortandades de peixes entre os anos de 2011 e 2016.



O Figura 3.37 a seguir apresenta esquematicamente a tendência de melhora ou piora em relação a ao número de registros de mortandades de peixes no estado apresentada por UGRHI, considerando o período entre 2013 e 2016.

Figura 3.38 – Tendência de melhora ou piora no número de registros de mortandades de peixes no Estado de São Paulo

UGRHI	Classificação	Tendência
UGRHI 01 – Mantiqueira	Conservação	
UGRHI 02 – Paraíba do Sul	Industrial	↑
UGRHI 03 – Litoral norte	Conservação	→
UGRHI 04 – Pardo	Em industrialização	↑
UGRHI 05 – Piracicaba, Capivari e Jundiá	Industrial	↑
UGRHI 06 – Alto Tietê	Industrial	→
UGRHI 07 – Baixada Santista	Industrial	↑
UGRHI 08 – Sapucaí/Grande	Em industrialização	→
UGRHI 09 – Mogi-Guaçu	Em industrialização	→
UGRHI 10 – Sorocaba/Médio Tietê	Industrial	→
UGRHI 11 – Ribeira do Iguape/Litoral Sul	Conservação	↑
UGRHI 12 – Baixo Pardo/Grande	Em industrialização	
UGRHI 13 – Tietê/Jacaré	Em industrialização	↑
UGRHI 14 – Alto Paranapanema	Conservação	→
UGRHI 15 – Turvo/Grande	Agropecuária	→
UGRHI 16 – Tietê/Batalha	Agropecuária	↑
UGRHI 17 – Médio Paranapanema	Agropecuária	↑
UGRHI 18 – São José dos Dourados	Agropecuária	
UGRHI 19 – Baixo Tietê	Agropecuária	↓
UGRHI 20 – Aguapeí	Agropecuária	
UGRHI 21 – Peixe	Agropecuária	
UGRHI 22 – Pontal do Paranapanema	Agropecuária	

 - piora – tendência de aumento no número de ocorrências
 - melhora – tendência de diminuição no número de ocorrências
 - estável – não há alteração sensível
 - UGRHI com poucas ocorrências

Dentro do grupo das UGRHI de vocação industrial, as UGRHI 2 (Paraíba do Sul), 7 (Baixada Santista) e 2 (Paraíba do Sul) tem apresentado tendência de melhora. A UGRHI 6 (Alto Tietê) tem apresentado pouca variação nos registros, apesar do aumento verificado em 2014 devido à seca que atingiu a região.

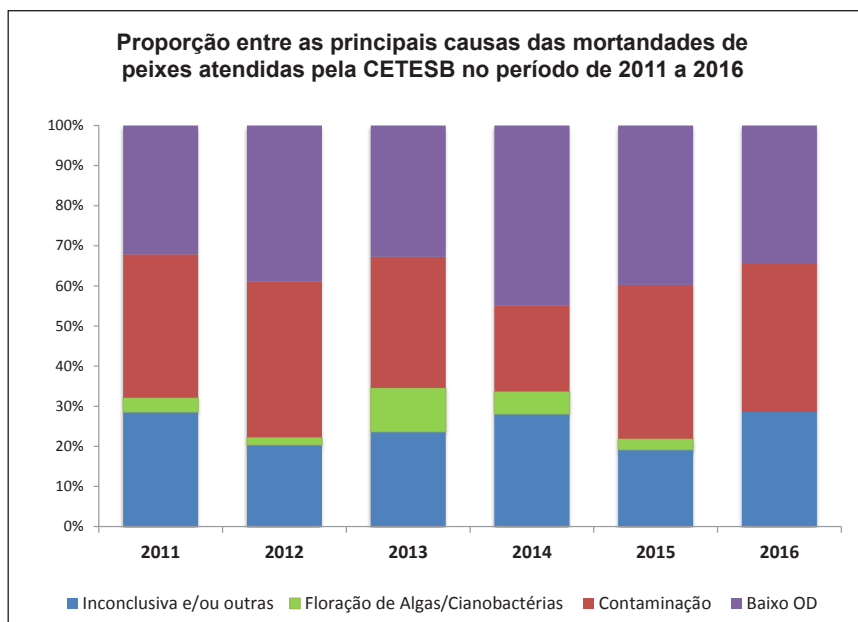
No grupo das UGRHI em industrialização, a UGRHI 9 (Mogi-Guaçu) se destaca por ter o segundo maior número de registros no estado, sendo que nos últimos quatro anos os registros se mantiveram estáveis, mas ainda em um patamar elevado.

Ao contrário de anos anteriores, como 2014 e 2015 as UGRHI Agropecuárias apresentaram maior número de registros que o das UGRHI em industrialização. Das 8 UGRHI que formam esse grupo, destaca-se a UGRHI 19 (Baixo Tietê) tem apresentado tendência de aumento significativa nos registros de ocorrências.

Entre as UGRHI de Conservação, a UGRHI 14 (Alto Paranapanema) é a bacia que mais apresentou registros de mortandade tanto em 2016 como no histórico dessa vocação, embora não exista uma tendência de aumento no número de registros na bacia.

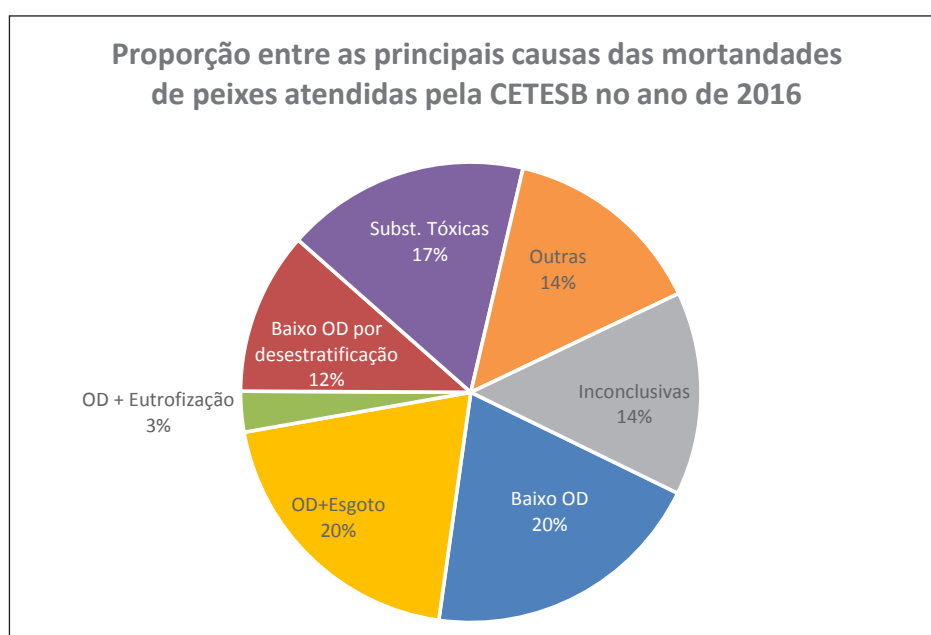
Aproximadamente 71% das ocorrências atendidas pela CETESB em 2016 puderam ser esclarecidas, porcentagem um pouco abaixo da de 2015. Os registros decorrentes de baixa concentração de oxigênio dissolvido e contaminação foram as causas mais frequentes em 2016. A proporção entre as principais causas de mortandades no período de 2011 a 2016 pode ser observada no Gráfico 3.91.

Gráfico 3.91 – Proporção entre as principais causas das ocorrências de mortandade de peixes atendidas pelo ELHC no período de 2010 a 2015.



Mortandades devidas à contaminação dos corpos d'água ocorreram tanto por esgoto doméstico como por substâncias tóxicas. A contaminação por esgoto doméstico foi estimada em 20% dos casos de mortandade, sendo geralmente em decorrência de rompimento de tubulação ou problemas em ETEs. As mortandades decorrentes de contaminações por substâncias tóxicas foram responsáveis por 17% dos casos e geralmente estiveram ligadas a acidentes rodoviários, vazamentos devido a rompimento de tubulação e carreamento de pesticidas após chuvas intensas. Um detalhamento das causas das mortandades de peixes em 2016 pode ser observado no Gráfico 3.92 abaixo.

Gráfico 3.92 – Detalhamento das causas das mortandades de peixes no Estado de São Paulo em 2016.



4 • Conclusões

Em 2016, a chuva no Estado de São Paulo mostrou-se próxima à média histórica que considera os dados dos últimos 20 anos, atingindo um acumulado de 1.384 mm. Em relação ao ano crítico de 2014, quando foram registrados somente 1.066 mm de chuvas, 2016 foi 30% mais chuvoso. As precipitações apresentaram-se bastante irregulares no período de estiagem em 2016, com os meses de abril, julho e setembro muito mais secos que o esperado e maio, junho e agosto bem mais chuvosos. Com relação a variação na intensidade das chuvas nas UGRHI destacam-se os déficits pluviométricos observados nas regiões litorâneas, sendo de 49% na UGRHI 3 e de 25% na UGRHI 7, com relação ao esperado.

O aperfeiçoamento realizado pela CETESB na base de dados de coleta de esgoto sanitário dos municípios operados pela SABESP, fez com que o índice de coleta e de afastamento de esgoto tivesse uma correção de seu percentual, reduzindo de 91% em 2015, para 87% em 2016. Essa alteração teve reflexo no índice global de tratamento de esgoto doméstico calculado para 2016, que apresentou a marca de 62%. Em 2016, houve a implantação de novas Estações de Tratamento de Esgotos no Estado de São Paulo, nos municípios de Vargem Grande Paulista, Águas de São Pedro, Barra do Chapéu, Ribeira, Eldorado, Miracatu, Presidente Prudente, São Roque, São João das Duas Pontes, Aparecida, Morro Agudo, Presidente Venceslau e Borebi. Para atingir a universalização do tratamento de esgotos no Estado, é importante a continuidade nos investimentos.

Os índices pluviométricos próximos à média histórica, associados às ações de controle das fontes poluidoras, refletiram em um retorno da classificação do IQA aos mesmos patamares dos anos anteriores à crise hídrica, uma vez que as categorias Ótima, Boa e Regular em 2016 contabilizaram 86% dos pontos monitorados. Nas UGRHI 5 (Piracicaba/Capivari/Jundiaí) e 6 (Alto Tietê), os esgotos domésticos ainda representam uma contribuição significativa para a degradação dos corpos hídricos, sendo responsáveis por cerca de 71% de toda a carga orgânica remanescente lançada nos rios e reservatórios do Estado. De acordo com os resultados apresentados, a carga remanescente da UGRHI 7 - Baixada Santista é elevada, uma vez que os critérios da CETESB não consideram os sistemas de disposição oceânica como tratamento. Um total de treze UGRHI que englobam um terço da população do Estado, apresentaram ICTEM (Índice de Coleta e Tratabilidade de Esgotos da População Urbana de Municípios) com classificação boa, isto é, notas superiores a 7.

As cinco variáveis que apresentaram as maiores desconformidades com os padrões de qualidade da Classe 2 foram Ferro Dissolvido, *Escherichia coli*, Fósforo Total, Alumínio Dissolvido e Manganês Total. Embora *Escherichia coli* e Fósforo Total estejam associadas ao lançamento de esgotos domésticos, outras variáveis tais como DBO, surfactantes e Nitrogênio Amônia, que são removidas prioritariamente no tratamento secundário, além do Oxigênio Dissolvido, apresentaram uma diminuição das desconformidades, com relação aos últimos cinco anos. As elevadas porcentagens de desconformidades para os metais Ferro, Alumínio e Manganês, que estão naturalmente presentes no solo, indicam que a proteção e a restauração da mata ciliar, alvo do Programa Nascentes da Secretaria de Meio Ambiente do Estado de São Paulo, são medidas essenciais para reduzir o aporte de partículas devido aos processos erosivos.

Além disso, merece atenção a carga difusa relacionada à expansão das atividades agrícolas, que contribui para o processo de eutrofização, reforçando assim a importância da recomposição da vegetação ripária para a manutenção da qualidade das águas.

No tocante aos metais tóxicos, que estão associados com o lançamento de efluentes industriais, existe uma baixa porcentagem (inferior ou igual a 6%) de valores em desacordo com os padrões de qualidade da Classe 2, indicando o controle dessas fontes. As concentrações mais elevadas ocorreram principalmente nas UGRHI mais urbanizadas - 5 (Piracicaba/Capivari/Jundiaí) e 6 (Alto Tietê), destacando-se o Cobre Dissolvido que também é utilizado como algicida em alguns mananciais.

Dentre os parâmetros não conformes, o Fósforo Total se destaca por ser nutriente limitante para o processo de eutrofização dos corpos hídricos, principalmente em ambientes lênticos. Nos últimos três anos, a qualidade das águas dos reservatórios monitorados no Estado de São Paulo encontra-se comprometida com relação ao estado trófico, com destaque para os reservatórios Billings, Rio Grande e, Guarapiranga e Barra Bonita. Desta forma, em função da escassez de mananciais com Boa qualidade para abastecimento público em regiões mais urbanizadas, recomenda-se a ampliação de investimentos em unidades de tratamento terciário, com remoção de nutrientes, nas estações de tratamento de esgotos existentes destas regiões, além da ampliação de ações integradas de prevenção e controle da poluição dos mananciais.

O Índice de Abastecimento Público (IAP), que avalia a qualidade da água bruta de mananciais, não mostra uma tendência definida ao longo dos últimos seis anos, mantendo em torno de 80% dos pontos nas categorias Boa e Regular. Como verificado em anos anteriores, os resultados de 2016 indicaram o papel negativo da carga difusa na qualidade da água para o abastecimento público, refletido pelos valores elevados do Potencial de Formação dos Trihalometanos na estação chuvosa. O Número de Células de Cianobactérias também influenciou negativamente os resultados do IAP. Foi encontrada atividade mutagênica em aproximadamente metade das amostras coletadas de 23 mananciais, destacando-se as captações de Sumaré, no rio Atibaia, de Cerquilha, no rio Sorocaba e de Marília, no córrego Águas do Norte, onde a mutagenicidade foi observada de forma recorrente. Nestes locais estão sendo investigadas as fontes potenciais e levantadas informações adicionais para a avaliação de possíveis efeitos adversos.

Ainda em relação a qualidade dos mananciais superficiais, avaliou-se a presença dos protozoários *Giardia* spp. e *Cryptosporidium* spp., em 10 pontos de captação, onde as médias geométricas anuais de *Escherichia coli* foram superiores ou iguais a 1.000 UFC/100mL, no ano anterior. Cabe destacar que a água bruta captada pela ETA do Baixo Cotia (Rio Cotia) apresentou média anual de *Cryptosporidium* spp. acima do padrão estabelecido pela Portaria nº 2914/11. Neste ponto, assim como nas captações de Campo Limpo Paulista (Rio Jundiaí), Salto de Pirapora (Rio Pirapora) e Aparecida (Rio Paraíba do Sul) também foram observadas elevadas concentrações de *Giardia* spp., o que reforça a importância de ações integradas de prevenção e controle que minimizem o impacto das cargas poluidoras de esgotos domésticos nessas bacias hidrográficas.

Em função da escassez hídrica dos anos 2013/2014 e das medidas adotadas para reforço dos Sistemas de Abastecimento do Cantareira e Alto Tietê, foi ampliada a malha amostral e a frequência de monitoramento da CETESB. Os dados do IQA deste monitoramento indicaram, na maioria dos pontos, qualidade variando entre Boa e Ótima, havendo uma recuperação dos respectivos volumes úteis ao longo de 2016. Alguns reservatórios apresentaram elevado grau de eutrofização e altas densidades de cianobactérias, com presença de gêneros potencialmente produtores de cianotoxina, o que tornou alguns desses corpos hídricos elegíveis

para a aplicação de algicidas. Em relação à eutrofização dos reservatórios do Sistema Cantareira, o Jaguari, o Jacaré e o Cachoeira apresentaram uma piora, influenciada pelos maiores valores de densidade de cianobactérias, o que não foi observado nos reservatórios Atibainha e Águas Claras que se mantiveram com baixa trofia. A presença dos gêneros *Aphanizomenon* e *Cylindrospermopsis*, potencialmente produtores de cianotoxinas, foi registrada em todo o Sistema, no entanto as concentrações de microcistinas e saxitoxinas encontradas foram muito inferiores aos limites da Portaria nº 2914/2011, estabelecidos para a água tratada. O efeito tóxico aos organismos aquáticos verificado nos reservatórios do Sistema Cantareira (Jaguari, Jacaré e Atibainha), pode estar relacionado à presença das cianobactérias.

O Índice de Proteção da Vida Aquática – IVA, que leva em consideração a influência das variáveis químicas e ecotoxicológicas na qualidade dos ambientes para os organismos aquáticos, apresentou uma melhora em 2016, com 80% dos pontos classificados nas categorias Ótima, Boa e Regular. Houve também uma pequena melhora, em termos ecotoxicológicos, com relação ao ano anterior, o que pode estar relacionado ao fato de ter sido um ano com chuvas dentro da média histórica. Ações de controle, também podem ter contribuído para a diminuição de efeitos adversos à vida aquática (toxicidade), como foi verificado na UGRHI 7. As classificações Ruim e Péssima do IVA foram influenciadas principalmente pelo grau de trofia. O efeito tóxico e as baixas concentrações de Oxigênio Dissolvido também contribuíram significativamente para tais classificações.

Embora o grau de trofia tenha influenciado negativamente o IVA, em 2016 verificou-se uma melhora da eutrofização com relação ao ano anterior. As UGRHI 5, 6, 7 e 10, que historicamente apresentavam porcentagem expressiva de pontos eutrofizados, exibiram melhora significativa em alguns pontos. O rio Tietê, principal corpo hídrico do Estado, exibiu melhora em metade dos pontos monitorados em 2016, enquanto os demais mantiveram a classificação obtida no ano anterior. Cabe destacar que o trecho que se estende entre os municípios de Suzano e Laranjal Paulista, abrangendo as UGRHI 6 e 10, ainda apresenta grau de trofia elevado em virtude, principalmente, do lançamento de esgotos domésticos. O Índice da Comunidade Fitoplanctônica-ICF, associado à eutrofização, também apresentou uma leve melhora, uma vez que 66% dos 61 pontos avaliados foram classificados nas categorias Boa e Ótima. No entanto, aproximadamente metade desses pontos apresentaram, em ao menos uma amostragem, concentração de células de cianobactérias superior ao estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/05. A classificação anual Ruim do ICF só foi encontrada nos pontos localizados no Complexo Billings.

A presença de interferentes endócrinos, tem sido avaliada em dez pontos da rede básica por meio da atividade estrogênica. Ao longo desse período, verificou-se uma redução dessa atividade, possivelmente devido à recuperação dos índices pluviométricos nos dois últimos anos. Essa atividade estrogênica, que reflete a presença de hormônios naturais ou sintéticos, foi associada à presença de esgotos domésticos.

O principal problema encontrado nos 37 pontos da rede de qualidade dos sedimentos em 2016 foi o enriquecimento orgânico, em sua maioria causado por efluentes domésticos. Em 19% dos pontos constatou-se qualidade Péssima, decorrente da presença significativa de contaminantes. Entre os metais de origem antrópica destaca-se a incidência de cobre, zinco e mercúrio, este último em alta concentração na desembocadura do Rio Grande (UGRHI 6), onde também foram registradas altas concentrações de Furanos e PCBs. Pesticidas organoclorados (DDT) e seus subprodutos (DDD e DDE) foram detectados em regiões de uso agrícola (UGRHI 6, 15 e 16), em alguns pontos em concentrações capazes de ocasionar efeitos deletérios à biota

aquática (acima de PEL). Em metade dos nove pontos com avaliação da biota local foram observados efeitos em ensaios ecotoxicológicos, indicando risco potencial de efeito deletério à comunidade aquática pela presença de contaminantes. Pela primeira vez foi registrada a ocorrência de mexilhão dourado (*Limnoperna fortunei*) na Bacia do Alto Tietê (reservatório do Juqueri). Este organismo invasor causa danos ecológicos e econômicos significativos, podendo vir a comprometer, por exemplo, as tubulações do Sistema Cantareira.

Em 2016 verificou-se o menor número de registros de mortandades de peixes no Estado de São Paulo, desde 2011. A falta de oxigênio dissolvido na água continua sendo a principal causa dessas ocorrências, embora a contaminação dos corpos d'água, por substâncias tóxicas e por esgoto, em decorrência de acidentes e vazamentos, também seja causa frequente de mortandades de peixes. As bacias dos rios Piracicaba-Jundiá-Capivari – PCJ (UGRHI 5), Mogi-Guaçu (UGRHI 9), Turvo-Grande (UGRHI 15) e do Baixo Tietê (UGRHI 19) concentraram 45% das ocorrências registradas. No entanto, a UGRHI 5 (PCJ) tem apresentado tendência de melhora, com redução desses episódios, assim como as UGRHI 2, 4, 7, 11, 13, 16 e 17. Apenas a bacia do Baixo Tietê (UGRHI 19) apresentou uma tendência de piora, considerando os últimos 4 anos.

Embora o Estado de São Paulo contemple corpos d'água enquadrados na classe 4, para os quais são previstos usos menos exigentes, buscou-se avaliar variáveis relacionadas à proteção da vida aquática em pontos no Ribeirão Vermelho, no Córrego Piedade e no Ribeirão dos Bagres, enquadrados nesta classe, pois em alguns trechos estes corpos d'água vem mantendo classificação do IQA nas categorias Regular e Boa. A avaliação da ecotoxicidade nesses pontos não mostrou efeito tóxico adverso à vida aquática, ressaltando que o Ribeirão dos Bagres vem mantendo classificação oligotrófica, ou seja, boa qualidade. Neste sentido entende-se que os Comitês de Bacia poderiam promover uma discussão sobre a possibilidade de reenquadramentos desses rios para classes de qualidade mais exigentes.

5 • Referências

- AB'SABER, A.N. et al. **Glossário de ecologia**. São Paulo: ACIESP: CNPq: FAPESP, 1987. 271 p. (ACIESP, 57)
- ABNT. **NBR 10664**: águas - determinação de resíduos (sólidos) - método gravimétrico – método de ensaio. Rio de Janeiro, 1989.
- ABNT. **NBR 9896**: glossário de poluição das águas - terminologia. Rio de Janeiro, 1993.
- ABNT **NBR 15638**: qualidade da água - determinação da toxicidade aguda de sedimentos marinhos ou estuarino com anfípodos. Rio de Janeiro, 2008. 19 p.
- ALMEIDA, F. V. **Bases técnico-científicas para o desenvolvimento de critérios de qualidade de sedimentos referentes a compostos orgânicos persistentes**. 2003. 149 f. Tese (Doutorado em Ciências) - Instituto de Química, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2003. Disponível em: <<http://www.bibliotecadigital.unicamp.br/document/?code=vtls000297161&opt=4>>. Acesso em: abr. 2014.
- ALMEIDA, K. C. S. **Avaliação da contaminação da água do mar por benzeno, tolueno e xileno na região de Ubatuba, Litoral Norte (SP) e estudo de degradação destes compostos por radiação ionizante**. 2006. 84 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Nuclear) - Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, São Paulo, 2006. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/85/85131/tde-22052007-143631/pt-br.php>>. Acesso em: abr. 2014.
- AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION - APHA; AWWA; WEF. **Standard methods for the examination of water and wastewater**, 22 ed. Washington, DC, 2012. 1360p. ISBN 978-087553-013-0
- _____. Method 9221: multiple tube fermentation technique for members of the coliform group. In:_____ **Standard Methods for the Examination of Water and**
- Wastewater**: online. Washington, DC, c2006. Approved by SM Committee 2006.
- _____. Section 9213.3b. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. Standard Methods on line, 2007. Washington. APHA, AWWA, WEF.
- ARTY, H. W. (Ed.). **Dicionário de ecologia e ciências ambientais**. São Paulo: Melhoramentos, 2001. 584 p.
- AZEVEDO, F. A.; CHASIN, A. A. M. (Ed.). **Metais: gerenciamento da toxicidade**. São Paulo: Atheneu, 2003.
- BATALHA, B. L. **Glossário de engenharia ambiental**. Brasília: DNPM, 1988. 119 p.
- BÉRGAMO, A. L. **Características da hidrografia, circulação e transporte de sal: Barra de Cananéia, sul do Mar de Cananéia e Baía de Trapandé**. 2000. 254 f. Dissertação (Mestrado em Oceanografia Física) - Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/21/21132/tde-27052004-190010/pt-br.php>>. Acesso em: abr. 2014.

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**, Ottawa, v. 29, n. 12, p. 1691-1700, 1972.

BOTTA-PASCOAL, C. M. R.; ROCHA, O.; ESPÍNDOLA, E. L. G. Avaliação e identificação da toxicidade do sedimento no Reservatório de Salto Grande, SP. In: ESPÍNDOLA, E. L. G.; LEITE, M. A.; DORNFELD, C. B. (Org.). **Reservatório de Salto Grande (Americana, SP): caracterização, impactos e propostas de manejo**. São Carlos: RiMa, 2004. Cap. 18, p. 339-357.

BRAILE, P. M.; CAVALCANTI, J. E. **Manual de Tratamento de Águas Residuárias Industriais**. São Paulo: CETESB, 1993.

BRASIL. Ministério da Agricultura. **Portaria nº 329, de 02 de setembro de 1985**. Proíbe, em todo território nacional, a comercialização, o uso e a distribuição dos produtos agrotóxicos organoclorados, destinados à agropecuária, dentre outros Disponível em: <<http://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=gravarAtoPDF&tipo=POR&numeroAto=00000329&seqAto=000&valorAto=1985&orgao=MAPA&codTipo=&desItem=&desItemFim=>>>. Acesso em: abr. 2014.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. DNAEE. **Inventário das estações fluviométricas**. Brasília, 1995

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº 2914, de 12 de dezembro de 2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. **Diário Oficial da União**: República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, v. 148, n. 239, 14 dez. 2011. Seção 1, p. 39-46. Disponível em: <<http://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?jornal=1&pagina=39&data=14/12/2011>>. Acesso em: abr. 2014.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. CONAMA. **Resolução nº 357, de 17 de março de 2005**. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>>. Acesso em: abr. 2014.

BRASIL. **Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007**. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as leis 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a lei 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2007/Lei/L11445.htm>. Acesso em: abr. 2014.

BRASIL. Lei nº 11.936 de 14 de maio de 2009. Proíbe a fabricação, a importação, a exportação, a manutenção em estoque, a comercialização e o uso de diclorodifeniltricloroetano (DDT) e dá outras providências. **Diário Oficial da União**: República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, v. 146, n. 91, 15 maio 2009. Seção 1, p. 1. Disponível em: <<http://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?jornal=1&pagina=1&data=15/05/2009>>. Acesso em: abr. 2014.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente. CONAMA. **Resolução nº 454, de 01 de novembro de 2012**. Estabelece as diretrizes gerais e os procedimentos referenciais para o gerenciamento do material a ser dragado em águas sob jurisdição nacional." - Publicação DOU, de 08/11/2012, Seção 1, pág. 66. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=693>. Acesso em: fev. 2015.

BRASIL. Resolução CONABIO nº 5 de 21 de outubro de 2009. CONABIO/MMA. 27p. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/biodiversidade/biosseguranca/especies-exoticas-invasoras/estrategia-nacional>>. Acesso em: fev. 2017.

BRIGAGÃO, C. **Dicionário de ecologia**. Rio de Janeiro: TopBooks, 1992. 340 p.

BURATINI-MENDES, S. V. **Efeitos do meio de cultivo sobre a sobrevivência, reprodução e sensibilidade de *Ceriodaphnia dubia***. 2002. 90 f. Dissertação (Mestrado em Ciências da Engenharia Ambiental) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 2002.

BURGESS, R. M.; SCOTT, K. J. The significance of in-place contaminated marine sediments on the water column: processes and effects. In: BURTON JR., G.A. (Ed.). **Sediment toxicity assessment**. Boca Raton: Lewis, 1992. p. 129-163.

CARR, R. S.; NIPPER, M. (Ed.). **Summary of a SETAC technical workshop porewater toxicity testing**: biological, chemical and ecological considerations with a review of methods and applications, and recommendations for future areas of research. Pesacola, FL: SETAC, 2001. 38 p.

CARVALHO, B. A. **Glossário de saneamento e ecologia**. Rio de Janeiro: ABES, 1981.

CARVALHO, M. C., AGUIJARO, L. F.; PIRES, D. A.; PICOLI, C. **Manual de cianobactérias planctônicas**: legislação, orientações para o monitoramento e aspectos ambientais. São Paulo: CETESB, 2013. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/userfiles/file/agua/aguas-superficiais/manual-cianobacterias-2013.pdf>>. Acesso em: abr. 2014.

CASARINI, D. C. P. et al. **Relatório de estabelecimento de valores orientadores para solos e águas subterrâneas**. São Paulo: CETESB, 2001. 73 p. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/solo/publicações-e-Relatórios/1-Publicações/-Relatórios>>. Acesso em: abr. 2014.

CASTRO FILHO, B. M. Wind Driven Currents in the Channel of São Sebastião: winter, 1979. **Boletim do Instituto Oceanográfico**, São Paulo, v. 38, n. 2, p.111-132, 1990. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/bioce/v38n2/v38n2a02.pdf>>. Acesso em: abr. 2014.

CAVENAGHI, A. L.; VELINI, E. D.; NEGRISOLI, E.; CARVALHO, F. T.; GALO, M. L. B. T.; TRINDADE, M. L. B.; CORRÊA, M. R.; SANTOS, S. C. A. Monitoramento de problemas com plantas aquáticas e caracterização da qualidade de água e sedimento na UHE Mogi-guaçu. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 23, n. 2, p. 225-231, 2005. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/pd/v23n2/24948.pdf>>. Acesso em: abr. 2014.

CCME. Canadian Council of Ministers of the Environment. **Canadian Sediment Quality Guidelines for the Protection of Aquatic Life – Polychlorinated dibenzo-p-dioxins and polychlorinated dibenzofurans (PCDD/Fs)**. Ottawa: CCME, 2001. Disponível em: <http://ceqg-rcqe.ccme.ca/download/en/245>. Acesso em: Fev. 2015.

CCME. **Canadian sediment quality guidelines for the protection of aquatic life**: summary tables. Winnipeg, 2001. 5 p. Disponível em: <https://www.elaw.org/system/files/sediment_summary_table.pdf>. Acesso em: abr. 2014.

_____. **Canadian water quality guidelines for the protection of aquatic life**: CCME Water Quality Index 1.0: technical report. Winnipeg, 2001. 13 p. Disponível em: <http://www.ccme.ca/assets/pdf/wqi_techrprtftsht_e.pdf>. Acesso em: abr. 2014.

CETESB (São Paulo). **Operação Bertiooga**. São Paulo, 1984.

_____. **Dicionário de termos técnicos de saneamento ambiental**: português-ínglês. São Paulo, 1985. 389 p.

_____. Determinação do número mais provável de clostrídios sulfito redutores (*Clostridium perfringens*): Método de ensaio. Norma CETESB L5.213. 1993. 28p.

_____. **L5.201**: contagem de bactérias heterotróficas: método de ensaio. São Paulo, 2006. 14 p. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/servicos/normas---cetesb/43-normas-tecnicas---cetesb>>. Acesso em: abr. 2014.

_____. **L5.241**: teste de Kado: ensaio de microssuspensão com *Salmonella* Typhimurium – método de ensaio. São Paulo, 1991. 43 p. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/servicos/normas---cetesb/43-normas-tecnicas---cetesb>>. Acesso em: abr. 2014.

_____. **L5.306**: determinação de pigmentos fotossintetizantes, clorofila - A, B e C e feofitina-A – método de ensaio. São Paulo, 1990. 22 p. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/servicos/normas---cetesb/43-normas-tecnicas---cetesb>>. Acesso em: abr. 2014.

_____. **L5.620**: mutação gênica reversa em *Salmonella* Typhimurium - teste de Ames - método de ensaio. São Paulo, 1993. 40 p. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/servicos/normas---cetesb/43-normas-tecnicas---cetesb>>. Acesso em: abr. 2014.

_____. **Eutrofização e contaminação por metais no Reservatório do Guarapiranga**: dados preliminares. São Paulo, 1992. 131 p.

_____. **Alguns aspectos da recuperação da qualidade das águas do Reservatório Billings na vigência do Artigo 46**. São Paulo, 1995.

CETESB (São Paulo). **Avaliação ecotoxicológica do Reservatório do Guarapiranga, com ênfase ao problema de algas tóxicas e algicidas**. São Paulo, 1995. 115 p.

_____. **L6.160**: sedimentos: determinação da distribuição granulométrica - método de ensaio. São Paulo, 1995. 15 p. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/servicos/normas---cetesb/43-normas-tecnicas---cetesb>>. Acesso em: abr. 2014.

_____. **Relatório de qualidade das águas interiores do estado de São Paulo 1994**. São Paulo, 1995. 270 p. (Série Relatórios). Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/aguas-superficiais/35-publicacoes/-relatorios>>. Acesso em: abr. 2014.

_____. **Avaliação do complexo Billings**: comunidades aquáticas, água e sedimento (out/92 a out/93). São Paulo, 1996. 146 p.

_____. **Comunidade planctônica e Clorofila - A do complexo Billings**: (out/92 a out/93). São Paulo, 1996. 2 v. 61 p.

_____. **Serviços de coleta de amostras, análises e estudos de avaliação das características biológicas, físico-químicas e microbiológicas das águas e sedimentos do rio Juquiá: 7º relatório parcial.** São Paulo, 1998. 36 p. Contrato de prestação de serviços 010/97 – SABESP/CETESB.

_____. **Qualidade ambiental do rio Ribeira de Iguape com relação à presença de metais pesados e arsênio.** São Paulo, 2000. 70 p.

_____. **Levantamento da contaminação ambiental do Sistema Estuarino de Santos e São Vicente.** São Paulo, 2001.

_____. **Relatório de qualidade das águas: consolidação dos dados do sistema produtor Billings / Taquacetuba e Guarapiranga – agosto/2000 a março/2002.** São Paulo, 2002. Contrato SABESP 3000/02.

_____. **Relatório de qualidade das águas interiores no estado de São Paulo 2002.** São Paulo, 2003. (Série Relatórios). Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/aguas-superficiais/35-publicacoes/-relatorios>>. Acesso em: abr. 2014.

_____. **Relatório de qualidade das águas interiores no estado de São Paulo 2003.** São Paulo, 2004. (Série Relatórios). Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/aguas-superficiais/35-publicacoes/-relatorios>>. Acesso em: abr. 2014.

CETESB (São Paulo). **Relatório de qualidade das águas interiores no estado de São Paulo 2004.** São Paulo, 2005. (Série Relatórios). Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/aguas-superficiais/35-publicacoes/-relatorios>>. Acesso em: abr. 2014.

_____. **Diagnóstico ecológico da bacia do Ribeirão dos Cristais.** São Paulo, 2005. 42 p. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/aguas-superficiais/35-publicacoes/-relatorios>>. Acesso em: abr. 2014.

_____. **Avaliação e identificação da toxicidade no Rio Baquirivu-Guaçu.** São Paulo, 2005. 20 p. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/aguas-superficiais/35-publicacoes/-relatorios>>. Acesso em: abr. 2014.

_____. **Relatório de qualidade das águas interiores no estado de São Paulo 2005.** São Paulo, 2006. (Série Relatórios). Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/aguas-superficiais/35-publicacoes/-relatorios>>. Acesso em: fev. 2015.

_____. **Relatório de qualidade das águas interiores no estado de São Paulo 2006.** São Paulo, 2007. (Série Relatórios). Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/aguas-superficiais/35-publicacoes/-relatorios>>. Acesso em: abr. 2014.

_____. **Monitoramento de *Escherichia coli* e coliformes termotolerantes em pontos da rede de avaliação da qualidade de águas interiores do Estado de São Paulo.** São Paulo, 2008. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/aguas-superficiais/35-publicacoes/-relatorios>>. Acesso em: abr. 2014.

_____. **Relatório de qualidade das águas interiores no estado de São Paulo 2007.** São Paulo, 2008. (Série Relatórios). Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/aguas-superficiais/35-publicacoes/-relatorios>>. Acesso em: fev. 2015.

_____. **Relatório de qualidade das águas interiores no estado de São Paulo 2008**. São Paulo, 2009. (Série Relatórios). Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/aguas-superficiais/35-publicacoes/-relatorios>>. Acesso em: fev. 2015.

_____. **Valores da condição de qualidade dos solos da bacia hidrográfica do Alto Tietê – UGRHI 6 e da Região Metropolitana de São Paulo – RMSP**. São Paulo, 2008. 70 p.

_____. **Relatório de qualidade das águas interiores no estado de São Paulo 2009**. São Paulo, 2010. (Série Relatórios). Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/aguas-superficiais/35-publicacoes/-relatorios>>. Acesso em: fev. 2015.

CETESB, ANA. **Guia nacional de coleta e preservação de amostras: água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos**. Organizadores: Brandão, C. J., Botelho, M. J. C., Sato, M. I. Z., Lamparelli, M.C. São Paulo: CETESB, Brasília, DF: ANA. 2011. 325 p.

_____. **L5.221: coliformes termotolerantes - determinação pela técnica de membrana filtrante: método de ensaio**. 2.ed. São Paulo, 2012. 18 p. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/servicos/normas---cetesb/43-normas-tecnicas---cetesb>>. Acesso em: abr. 2014.

_____. **L5.303: fitoplâncton de água doce: métodos qualitativo e quantitativo**. 4.ed. São Paulo, 2012. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/servicos/normas---cetesb/43-normas-tecnicas---cetesb>>. Acesso em: abr. 2014.

_____. **L5.304: zooplâncton de água doce: métodos qualitativo e quantitativo**. 2.ed. São Paulo, 2012. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/servicos/normas---cetesb/43-normas-tecnicas---cetesb>>. Acesso em: abr. 2014.

_____. **SQ PR/LB 018: teste de toxicidade aguda com *Vibrio fischeri* - Microtox®**. Versão 12. São Paulo, 2013. 12 p.

_____. **SQ PR/LB 085: ensaio ecotoxicológico com *Hyalella azteca* - sedimento**. Versão 16. São Paulo, 2015. 7 p.

_____. **SQ PR/LB 088: ensaio ecotoxicológico com *Ceriodaphnia dubia* - águas superficiais**. Versão 15. São Paulo, 2015. 7 p.

_____. **SQ PR/LB 095: ensaio ecotoxicológico com *Lytechinus variegatus* - águas superficiais e sedimentos**. Versão 15. São Paulo, 2015. 13 p.

_____. **SQ PR/LB 153: ensaio ecotoxicológico com *Chironomus sancticarloi* - sedimento**. Versão 9. São Paulo, 2015. 7 p.

_____. **SQ PR/LB 177: ensaio ecotoxicológico com *Leptocheirus plumulosus* - sedimento**. Versão 9. São Paulo: CETESB, 2015. 6 p.

CETESB (São Paulo); DAEE (São Paulo). **Vazões mínimas de referência para a bacia do rio Piracicaba**. São Paulo, 1992.

CETESB (São Paulo); SABESP (São Paulo). **Monitoramento integrado das bacias do Alto e Médio Tietê: avaliação da qualidade da água, sedimento e peixes - relatório final.** São Paulo, 1999. 312 p. Contrato de prestação de serviços 020/97 SABESP/CETESB.

_____. **Monitoramento integrado das Bacias do Alto e Médio Tietê: avaliação da qualidade da água, sedimento e peixes.** São Paulo, 1999. 138 p. Aditamento ao contrato de prestação de serviços 020/97 SABESP/CETESB.

_____. **Relatório de qualidade das águas: consolidação dos dados do Sistema Produtor Billings/Taquacetuba e Guarapiranga (ago/2000 a mar/2003).** São Paulo, 2002. Contrato SABESP/CETESB 3000/02.

_____. Caracterização das águas do Alto Tietê em relação à presença de cianobactérias e toxicidade nos organismos aquáticos. Estudos de Avaliação e Identificação da Toxicidade. FEHIDRO- Contrato 193/2010. São Paulo, 2014. 52p.

CHAPMAN, P. M.; FEYIUE WANG. Appropriate applications of sediment quality values for metals and metalloids. **Environmental Science and Technology**, v. 33, n. 22, p. 3937-3941, 1999.

CHORUS, I.; BARTRAM, J. (Ed.). **Toxic cyanobacteria in water: a guide to their public health consequences, monitoring and management.** London: E&FN Spon: WHO, 1999. 416 p. Disponível em: <http://www.who.int/water_sanitation_health/resourcesquality/toxcyanbegin.pdf>. Acesso em: abr. 2014.

CHRISTOFOLETTI, A.; TEIXEIRA, A. L. A. **Sistema de informação geográfica: dicionário ilustrado.** São Paulo: Hucitec, 1997. 244 p. (Geografia: teoria e realidade, 38)

CIIAGRO (São Paulo). Informações agrometeorológicas. Disponível em: <<http://www.ciiagro.sp.gov.br>>. Acesso em: fev. 2008.

CNEC; JNS ENGENHARIA, CONSULTORIA E GERENCIAMENTO. **Plano de desenvolvimento e proteção ambiental da bacia do Guarapiranga: projeto Guarapiranga.** São Paulo, 1997.

COELHO-BOTELHO, M. J. C. et al. **Desenvolvimento de índices biológicos para o biomonitoramento em reservatórios do estado de São Paulo.** São Paulo: CETESB, 2006. 146 p. + anexos. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/aguas-superficiais/35-publicacoes/-relatorios>>. Acesso em: fev. 2015.

COLEMAN, R. N.; QURESHI, A. A. Microtox® and *Spirillum volutans* tests for assessing toxicity of environmental samples. **Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology**, New York, v. 35, n. 1, p. 443-451, july-dec. 1985,

CONCURSO DAS ÁGUAS 2: concurso público nacional de idéias para melhor aproveitamento das águas da região metropolitana de São Paulo. São Paulo: Prefeitura do Município de São Paulo: Consórcio Intermunicipal das Bacias do Alto Tamanduateí e Billings: SBPC, 1992. 144 p.

CONSELHO NACIONAL DA RESERVA DA BIOSFERA DA MATA ATLÂNTICA. **SNUC: Sistema Nacional de Unidades de Conservação: texto da Lei Federal 9985, de 18/07/2000 e vetos...** 2.ed. ampl. São Paulo, 2000. (Cadernos da Reserva da Biosfera. Série Conservação e Áreas Protegidas, 18). Disponível em: <http://www.rbma.org.br/rbma/pdf/Caderno_18_2ed.pdf>. Acesso em: abr. 2014.

CONSÓRCIO DOS MUNICÍPIOS DO ABC. **Plano emergencial de recuperação 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 regularização e curvas de permanência no Estado de São Paulo**. São Paulo, 1988.

DARRIGRAN, G.; DAMBORENEA, C. **Introdução à Biologia das Invasões**. O mexilhão dourado na América do Sul: biologia, dispersão, impacto, prevenção e controle. Cubo Multimídia, São Carlos, 2009. 260 p.

DAVIES, C. M. LONG, J. K. H.; DONALD, M; ASHBOLT, N. J. Survival of fecal microorganisms in marine and fresh water sediments. **Appl. Environm. Microbiol.**, v. 61, n. 5, p.1888-1896, may 1995. Disponível em: <<http://aem.asm.org/content/61/5/1888.full.pdf+html>>. Acesso em: abr. 2014.

DeGRAEVE, G. M. ; GEIGER, D. L.; MEYER, J. S.; BERGMAN, H. L. Acute and embryo-larval toxicity of phenolic compounds to aquatic biota. **Arch. Environm. Contam. Toxicol.**, v. 9, n. 5, p. 557-568, 1980.

EDWARDS, K. F.; KLAUSMEIER, C. A.; LITCHMAN, E. Evidence for a three-way trade-off between nitrogen and phosphorus competitive abilities and cell size in phytoplankton. **Ecology**, v. 92 n. 11, p. 2085-2095. 2011.

ELJARRAT, E.; BARCELÓ, D. Chlorinated and Brominated Organic Pollutants in Contaminated River Sediments **Hdb. Env. Chem.** v.5, Part T, p.21-56, 2009.

EMPLASA (São Paulo). **Por dentro das regiões metropolitanas do Brasil: metrópoles em dados**. São Paulo, [2014?]. Disponível em: <<http://www.emplasa.sp.gov.br/rmsbrasil/inicio.html>>. Acesso em: abr. 2014.

ENVIROLOGIX. **QuantiPlate™ kit for microcystins**. Rev. 07/01/10. Portland, ME, 2010. 7 p. (Catalog Number EP 022). Disponível em: <<http://www.envirologix.com/library/ep022insert.pdf>>. Acesso em: abr. 2014.

ERCHRIQUE, S. A. **Estudo do balanço biogeoquímico dos nutrientes dissolvidos principais como indicador da influência antrópica em sistemas estuarinos do nordeste e sudeste do Brasil**. 2001. 229 f. Tese (Doutorado em Oceanografia Química e Geológica) – Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2011. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/21/21133/tde-19042012-151614/pt-br.php>>. Acesso em: abr. 2014.

ESPÍNDOLA, E. L. G.; LEITE, M. A.; DORNFELD, C. B. (Org.). **Reservatório de Salto Grande (Americana, SP): caracterização, impactos e propostas de manejo**. São Carlos: RiMa, 2004. 484 p.

FEAM (Minas Gerais). **Monitoramento da qualidade das águas superficiais do Estado de Minas Gerais – 2000**. Belo Horizonte, 2000.

FENG, P. WEAGANT, S.D., GRANT, M.A. BURKHARDT, W. Enumeration of *Escherichia coli* and the coliform bacteria. In: UNITED STATES. Food and Drug Administration. **BAM - Bacteriological Analytical Manual on line**. Spring, MD, 2013. Chap. 4. Disponível em: <<http://www.fda.gov/Food/FoodScienceResearch/LaboratoryMethods/ucm064948.htm>>. Acesso em: abr. 2013.

FERNICOLA, N. A. G. G.; OLIVEIRA, S. S. (Coord.). **Poluentes Orgânicos Persistentes: POPs**. Salvador: CREA, 2002.

FRANKLIN, R. L. **Determinação de Mercúrio total e orgânico e avaliação dos processos de metilação e desmetilação em sedimentos do reservatório Rio Grande, Estado de São Paulo**. Dissertação (mestrado). Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, São Paulo. 2010. 158p.

GIDDINGS, E.M.; HORNBERGER, M.I.; HADLEY, H.K. Trace-metal concentrations in sediment and water and health of aquatic macroinvertebrate communities of streams near Park city, Summit county, Utah. USGS - National Water-quality Assessment Program, Water-Resources Investigations Report 01-4213. 22p.

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, n. 2, p. 175-184, mar.-apr. 1990.

HALLER H.; AMEDEGNATO E.; POTÉ, J; WILDI, W. Influence of freshwater sediment characteristics on persistence of fecal indicator bacteria. **Water, Air, Soil Pollution**, v. 203, p. 217- 227, 1978.

HAAS, C.N.; ROSE, J.B.; GERBA, C.P (ed.). Quantitative Microbial Risk Assessment. 2nd. ed. John Wiley & Sons, inc., New York, 2014.

HER MAJESTY STATIONERY OFFICE. **The bacteriological examination of water supplies**. Department of Health and Social Security Welsh Office. Ministry of Housing and local government. Reports on Public Health and Medical Subjects. London, n.71,1969.

HOLCOMBE, G. W.; PHIPPS, G. L.; FIANDT, J. T. Effects of phenol, 2,4-dimethylphenol, 2,4-dichlorophenol, and pentachlorophenol on embryo, larval, and early-juvenile fathead minnow (*Pimephales promelas*). **Arch. Environm. Contam. Toxicol.**, v.11, p. 73-78, 1982.

IBGE. Estudos & Pesquisas. **Indicadores de desenvolvimento sustentável**. Brasil, 2004. 395 p. (Informação Geográfica, 4).

INSTITUTO DE PESQUISAS CANANÉIA. **Cidade natureza**. Cananéia, [2000?]. Disponível em: <http://www.ipecpesquisas.org.br/usuario/GerenciaNavegacao.php?caderno_id=225&nivel=1> Acesso em: abr. 2009.

IPT (São Paulo). **Estudos geológicos e sedimentológicos no estuário santista e na baía de Santos, estado de São Paulo**. São Paulo, 1974. 2 v.

_____. **Estudo da disposição de metais pesados nos sedimentos de fundo da Represa Billings, região metropolitana de São Paulo (RMSP)**. São Paulo, 2005. 105 p. (Relatório Técnico n. 78 563-205).

ISO. **14911:1998** - water quality - determination of dissolved Li⁺, Na⁺, NH₄⁺, K⁺, Mn²⁺, Ca²⁺, Mg²⁺, Sr²⁺ and Ba²⁺ using ion chromatography - method for water and waste water. 1. ed. Switzerland: ISO, oct. 1998. 18p.

JESUS, M. F. S. DDT. In: _____. **Poluentes orgânicos persistentes: POPs**. Salvador: CRA, 2002. 500 p. (Série Cadernos de Referência Ambiental, v. 13).

KADO, N. Y.; LANGLEY, D.; EISENSTADT, E. A simple modification of the *Salmonella* liquid incubation assay. **Mutation Research**, v. 121, p. 25-32, 1983.

KLEMM, D. J. et al. **Macroinvertebrate field and laboratory method for evaluating the biological integrity of surface waters**. Cincinnati: EPA, 1990.

LAGOS, N. et al. (1999). **The first evidence of paralytic shellfish toxins in the freshwater *Cyanobacterium Cyndrospermopsis raciborskii*, isolated from Brazil**. *Toxicon*, Oxford, v.37, n.10, p.1359-1373.

LAMPARELLI, M.C.; TUCCI, A.; SANT'ANNA, C. L.; PIRES, D. A.; LERCHE, L. H. M.; CARVALHO, M. do C.; ROSAL, C. Atlas de Cianobactérias da Bacia do Alto Tietê, São Paulo, CETESB. 2014.

LAMPARELLI, M. C. **Grau de trofia em corpos d'água do Estado de São Paulo: avaliação dos métodos de monitoramento**. São Paulo (BR). 2004. Tese (Doutorado) – Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

LAMPERT, W. Inhibitory and toxic effects of blue-green algae on *Daphnia*. **Int. Revue Ges. Hydrobiol.**, v. 66, n. 3, p. 285-298, 1981.

LEMO, M. M. G.; MODESTO, R. P.; RUBY, E. C.; TOFFOLI, F.; CASARINE, D. P. **Condição da qualidade para substâncias orgânicas persistentes na Unidade de Gerenciamento de Recurso Hídrico – UGRHI 6 – Bacia do Alto Tietê/Região Metropolitana de São Paulo, RMSP**. Anais do I Congresso Internacional de Meio Ambiente Subterrâneo. São Paulo, 2009.

LILIANTIS, T. B. **Avaliação da adição de nitrato de amônio para redução de odor nos esgotos de Pereira Barreto - SP: reflexos na qualidade da água do reservatório de Três Irmãos, após dez anos de aplicação**. 2007. 147 f.. Tese (Doutorado) - Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

LOBO, E.A.; CALLEGARO, V.L.M.; HERMANY, G.; BES, D.; WETZEL, C.A.; OLIVEIRA, M.A. Use of epilithic diatoms as bioindicators from lotic systems in southern Brazil, with special emphasis on eutrophication. *Acta Limnologica Brasileira*. v.16, n. 1, p.25-40, 2004.

MAGLIOCCA, A. **Glossário de oceanografia**. São Paulo: Nova Stella Editorial/EDUSP, 1987. 355 p.

MARCONDES, D. A. S. et al. Eficiência de fluridone no controle de plantas aquáticas submersas no reservatório de Jupia. **Planta Daninha**, v. 21, p.69-77, 2003. Número especial.

MARCHEGGIANI, S. et al. Microbiological and 16S rRNA analysis of sulphite reducing clostridia from river sediments in central Italy. **BMC Microbiology**, v.8, 2008. [doi:10.1186/1471-2180-8-171]

MARON, D. M.; AMES, B. N. Revised methods for the *Salmonella* mutagenicity test. **Mutat. Res.**, v. 113, p. 173-215, 1983.

MEIRE, R. O.; AZEREDO, A.; TORRES, J. P. M. Aspectos Ecotoxicológicos de Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos. **Oecol. Bras.**, v.11, n.2 188-201, 2007.

- MIDAGLIA, C. L. V. **Proposta de implantação do índice de abrangência espacial de monitoramento - IAEM por meio da análise da evolução da rede de qualidade das águas superficiais do estado de São Paulo**. 2009. Tese (Doutorado em Geografia Humana) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/8/8136/tde-03022010-165719/>>. Acesso em: 15 mar. 2012.
- MIRANDA, L.; CASTRO, B.; KJERFVE, B. Circulation and mixing due to tidal forcing in the Bertioga Channel, São Paulo, Brazil. **Estuaries**, v. 21, p. 204-214, 1998.
- MORTELMANS, K.; ZEIGER, E. The Ames *Salmonella*/microsome mutagenicity assay. **Mutation Research**, v. 455, p. 29-60, 2000.
- 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. 465 p.
- OGA, S.; CAMARGO, M. A.; BASTITUZZO, J. A. O. (Ed.). **Fundamentos de toxicologia**, 3. ed. São Paulo: Atheneu Editora, 2008.
- PAERL, H. W.; OTTEN, T. G. Harmful Cyanobacterial Blooms: Causes, Consequences, and Controls. **Microbial Ecology**. 2013. Disponível em <<http://www.unc.edu/ims/paerllab/research/cyanohabs/me2013.pdf>> Acesso em 21.12.2016.
- PARESCI, D. C. et al. First occurrence of *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857) in the rio Tietê watershed (SP). **Braz. J. Biol.**, v. 68, n. 4 (supl.), pp. 1107-1114, 2008.
- PENTEADO, J. C. P.; VAZ, J. M. O legado das bifenilas policloradas (PCBs). **Química Nova**, v.24, n.3, p.390-398, 2001.
- PÉREZ, S.; REIFFERSCHIED, G.; EICHHORN, P.; BARCELÓ, D. Assessment of the mutagenic potency of sewage sludges contaminated with polycyclic aromatic hydrocarbons by an Ames sludges for fluctuation assay. **Environmental Toxicology and Chemistry**, v. 22, p. 2576-2584, 2003.
- PINTO, N. L. S.; HOLTZ, A. C. T.; MARTINS, J. A. **Hidrologia básica**. São Paulo: Edgard Blucher, 1976.
- PIVELI, R. P. **Qualidade e poluição das águas: aspectos físico-químicos**. São Paulo: CETESB, 2000 (Curso Via INTRANET - CETESB).
- POFFO, I. R. F. **Gerenciamento de riscos socioambientais no complexo portuário de Santos na ótica ecossistêmica**. 2008. Tese (Doutorado)- PROCAM – Programa de pós-graduação em Ciência Ambiental da USP. (revisado). 2008.
- RAND, G. M.; PETROCELLI, S. R. (Ed.). **Fundamentals of aquatic toxicology: methods and applications**. Washington, DC: Hemisphere, 1985. 666 p.
- RANGEL, M.; R. L. BRUNETTI; A. N. GARCIA; C. C. N. CAMBUI; G. A. A. CONSERVA; A. C. NEVES; C. L. SANT'ANNA; L. R. CARVALHO. Acute effects of three *Geitlerinema* spp. (Cyanobacteria) extracts administrated in mice: symptoms and histopathological aspects. **Phytochemistry Reviews**, v. 12 p. 543–553, 2013.

REYNOLDS, C. S.; HUSZAR V.; KRUK C.;, NASELLI-FLORES L.; MELO S. Towards a functional classification of the freshwater phytoplankton. *Journal of Plankton Research*. V.24, p 417-428, 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.

SANSEVERINO, J.; GUPTA, R.K.; LAYTON, A.C.; PATTERSON, S.S.; RIPP, S.A.; SAIDAK, L.; SIMPSON, M.L.; SCHULTZ, T.W.; SAYLER, G.S. Use of *Saccharomyces cerevisiae* BLYES expressing bacterial bioluminescence for rapid, sensitive detection of estrogenic compounds. **Appl. and Environ. Microbiology**, 71, p. 4455-4460, 2005.

SÃO PAULO (Cidade). Prefeitura Municipal. **Diagnóstico cartográfico ambiental do município de São Paulo**. São Paulo, 1992. 33 p.

SÃO PAULO (Estado). **Lei Estadual nº 118, de 29 de junho de 1973**. Autoriza a Constituição de uma sociedade por ações, sob denominação de CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Básico e de Controle da Poluição das Águas, e dá providências correlatas. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/licenciamentoo/legislacao/estadual/leis/1973_Lei_Est_118.pdf>. Acesso em: abr. 2008.

SÃO PAULO (Estado). CETESB. **Decisão de Diretoria, n.363, de 7 de dezembro de 2011**. Dispõe sobre a adoção do parâmetro E. coli para avaliação dos corpos d'água do território do Estado de São Paulo. São Paulo: CETESB, 2011. Diário Oficial [do] Estado de São Paulo, Poder Executivo, São Paulo, SP, 13 de dezembro de 2011.

_____. **Decreto Estadual nº 8.468, de 8 de setembro de 1976**. Aprova o Regulamento da Lei nº 997, de 31 de maio de 1976, que dispõe sobre a Prevenção e o Controle da Poluição do Meio Ambiente. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/licenciamentoo/legislacao/estadual/decretos/1976_Dec_Est_8468.pdf>. Acesso em: abr. 2007.

_____. Dos municípios e regiões: da organização regional: das entidades regionais. In: _____. **Constituição do Estado de São Paulo**. São Paulo: IMESP, 1989. Título 4, Cap.2, Seção 2, artigo 153, parágrafo 1º, p. 24.

_____. **Lei Estadual nº 9.034, de 27 de dezembro de 1994**. Dispõe sobre o Plano Estadual de Recursos Hídricos - PERH, a ser implantado no período 1994 e 1995, em conformidade com a Lei nº 7.663, de 30 de dezembro de 1991, que instituiu normas de orientação à Política Estadual de Recursos Hídricos. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/licenciamentoo/legislacao/estadual/leis/1994_Lei_Est_9034.pdf>. Acesso em: abr. 2008.

_____. 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. 24 p.

_____. Secretaria do Meio Ambiente; SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Recursos Hídricos, Saneamento e Obras. **Gestão das águas**: 6 anos de percurso. São Paulo: SMA, 1997. 2 v.

_____. Secretaria do Meio Ambiente; CETESB (São Paulo); PRIME ENGENHARIA. **Avaliação da poluição por fontes difusas afluentes ao Reservatório Guarapiranga**: relatório síntese. São Paulo: SMA, 1998. 96 p.

_____. Secretaria do Meio Ambiente. Resolução nº 65, de 13 de agosto de 1998. **Diário Oficial do Estado de São Paulo**, Poder Executivo, São Paulo, 14 ago. 1998. Seção 1, p. 27.

_____. Secretaria de Recursos Hídricos, Saneamento e Obras. DAEE. **Relatório de situação dos recursos hídricos do estado de São Paulo**. São Paulo, 1999. 119 p.

_____. Secretaria do Meio Ambiente. **Informações Básicas para o planejamento ambiental**. São Paulo: SMA, 2002. 84 p.

_____. Secretaria de Energia, Recursos Hídricos e Saneamento. DAEE. Conselho Estadual de Recursos Hídricos. **Plano estadual de recursos hídricos 2004-2007**. São Paulo, 2005.

_____. Secretaria de Agricultura e Abastecimento. CATI. IEA. **Projeto LUPA**. Campinas, 2005.

SATO, M.I.Z.; GALVANI, A.T.; PADULA, J.A.; NARDOCCI, A.C.; LAURETTO, M.S.; RAZZOLINI, M.T.P.; HACHICH, E.M. Assessing the infection risk of *Giardia* and *Cryptosporidium* in public drinking water delivered by surface water systems in São Paulo, Brazil. **Science of Total Environment**, v. 442, p. 389-396. Jan. 2013.

SEADE (São Paulo). **Pesquisa da atividade econômica paulista**. Disponível em: <<http://www.seade.gov.br/produtos/paep>>. Acesso em: mar. 2008.

SEMINÁRIO USO MÚLTIPLO DA REPRESA BILLINGS. São Paulo: Comitê da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê, 1997. 155 p.

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.

SCHLOESSER, D.W.; REYNOLDSON, T.B.; MANNY, B.A. Oligochaete fauna of Western Lake Erie 1961 and 1982: Signs of sediment quality recovery. **J. Great Lakes Res.**, v. 2, n. 3, p. 294-306, 1995.

SHEPPARD, S. C. et al. Derivation of ecotoxicity thresholds for uranium. **Journal of Environmental Radioactivity**, v. 79, n. 1, p. 55-83, 2005.

SILVA L. C.; LEONE I. C.; SANTOS-WISNIEWSKI M. J.; PERET A. C.; ROCHA O. Invasion of the dinoflagellate *Ceratium furcoides* (Levander) Langhans 1925 at tropical reservoir and its relation to environmental variables. **Biota Neotropica**, v.12, n.2, p.1-8, 2012.

SILVÉRIO, P. F. **Bases técnico-científicas para a derivação de valores-guias de qualidade de sedimentos para metais**: experimentos de campo e laboratório. 2003. 145 p. Tese (Doutorado em Ciências da Engenharia Ambiental) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2003. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18139/tde-04042005-234116/pt-br.php>>. Acesso em: abr. 2014.

SMITH, V. H.; TILMAN, G. D.; NEKOLA, J. C. Eutrophication: impacts of excess nutrient inputs on freshwater, marine and terrestrial ecosystems. **Environmental Pollution**, v.100, n. 1-3, p. 179-196, 1999.

SODRÉ, F.F., LOCATELLI, M.A.F., JARDIM, W.F. Occurrence of emerging contaminants in Brazilian drinking waters: a sewage-to-tap issue. **Water Air and Soil Pollution**, n. 206, p. 57-67, 2010.

SPERLING, E. **Morfologia de lagos e represas**. Belo Horizonte: DESA: UFMG, 1999. 137 p.

SUGUIO, K.; TESSLER M. G. Depósitos quaternários da planície costeira de Cananéia-Iguape (SP). **Pub. Esp. Inst. Oceanogr.**, São Paulo, v. 9, p. 1-33, 1992.

TAKEDA, A. M.; FUJITA, D. S.; FONTES Jr, H. M. Perspectivas de proliferação de Bivalvia exóticas na planície aluvial do alto rio Paraná. In: AGOSTINHO, A.A. et al. (Coord.). **A planície de inundação do alto rio Paraná: relatório anual 2002**. Maringá, PR: UEM, 2002. Parte 3 Componente biótico. Disponível em: <http://www.peld.uem.br/Relat2002/pdf/comp_biotico_perspectiva.pdf>. Acesso em: abr. 2014.

TESSLER, M. G. **Dinâmica sedimentar quaternária no litoral sul paulista**. 1988. 277 f. Tese (Doutorado) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1988.

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: CETESB, 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. 34 p. Apresentado ao 12º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, Camboriú, 1983.

TOLEDO JR., A. P. et al. **A aplicação de modelos simplificados para a avaliação de processo da eutrofização em lagos e reservatórios tropicais**. São Paulo: CETESB, 1984. 56 p. Apresentado ao 19º Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária Ambiental, Santiago do Chile, 1984.

TREMARIN, P.I., FREIRE, E.G., ALGARTE, V.M., LUDWIG, T. *Acanthoceras* and *Urosolenia* species (Diatomeae) in subtropical reservoirs from South Brazil: Ultrastructure, distribution and autoecology. *Biota Neotropica* 15(1): e20140043, 2015

TUCCI, C. E. M. (Org.). **Hidrologia: ciência e aplicação**. 3. ed. Porto Alegre: UFRGS: ABRH, 2004.

TUNDISI, J. G. & STRAŠKRABA, M. Theoretical reservoir ecology and its applications. São Carlos. International Institute of Ecology, Brazilian Academy of Sciences and Backhuys Publishers. 592 p. 1999.

UNEP. State of the science of endocrine disrupting chemicals 2012. Genebra, Suíça. 2013. 289 p.

UNITED STATES. Environmental Protection Agency (USEPA). **Common environmental terms: a glossary**. Washington, D.C., 1974. 32 p. Disponível em: <<http://nepis.epa.gov/EPA/html/DLwait.htm?url=/Exe/ZyPDF.cgi/2000UQTW.PDF?Dockey=2000UQTW.PDF>>. Acesso em: abr. 2014.

_____. **Update of ambient water quality criteria for ammonia**. Washington, DC, 1999. (EPA 882-R-99-014). Disponível em: <<http://water.epa.gov/scitech/swguidance/standards/criteria/aqlife/ammonia/upload/99update.pdf>>. Acesso em: abr. 2014.

_____. **Methods for measuring the toxicity and bioaccumulation of sediment-associated contaminants with freshwater invertebrates**. 2nd. Washington, D.C., 2000. 202 p. (EPA 600/R-99/064). Disponível em: <<http://water.epa.gov/polwaste/sediments/cs/freshfact.cfm>>. Acesso em: abr. 2014.

_____. **SW 846 online**: test methods for evaluating solid waste: physical/chemical methods. 3rd. Washington, DC, 2013. Disponível em: <<http://www.epa.gov/waste/hazard/testmethods/sw846/online/index.htm>>. Acesso em: abr. 2014.

_____. Long Term 2 Enhanced Surface Water Treatment Rule LT2ESWTR. 40 CFR, Parts 9, 141 e 142. 2006.

_____. Physical chemical and microbiological – Methods of solid waste testing. Cincinnati: USEPA, 1973. EPA-6700-73-01.

WHO (World Health Organization).. **Guidelines for drinking water quality**: recommendations. 3.ed. Geneva, 2008. v. 1. Disponível em: <http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq3rev/en/>. Acesso em: abr. 2014.

_____. **Guidelines for drinking water quality**: health criteria and other supporting information. 2.ed. Geneva, 1996. v. 2. Disponível em: <http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq2v1/en/index1.html>. Acesso em: abr. 2014.

_____. **Guidelines for drinking water quality**. 4.ed. Geneva, 2011. Disponível em: <http://www.who.int/water_sanitation_health/publications/2011/dwq_guidelines/en/>. Acesso em: abr. 2014.

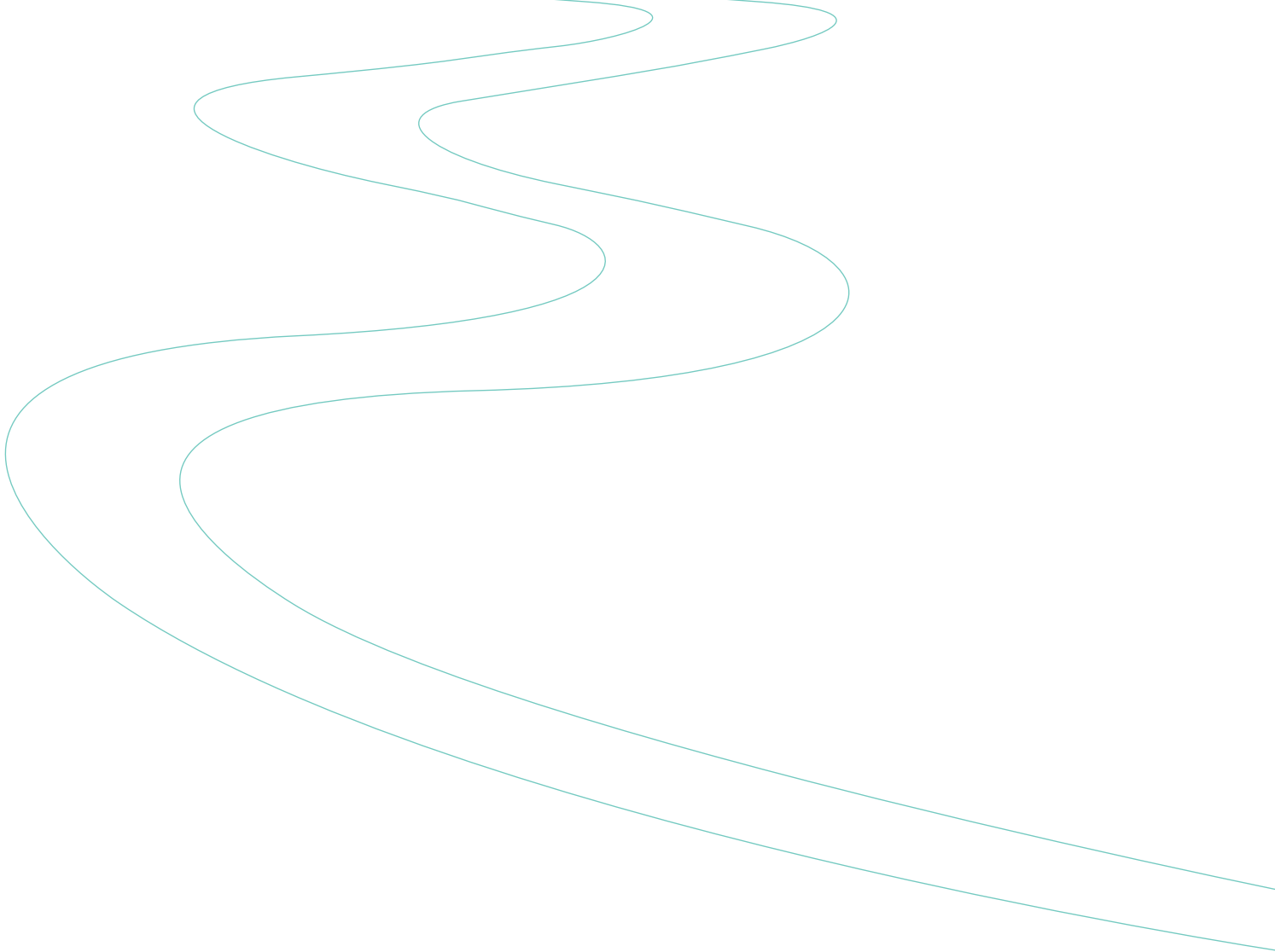
_____. **Boron in drinking water**: background document for development of WHO Guidelines for Drinking-water Quality. Geneva, c2003. (WHO/SDE/WSH/03.04/54). Disponível em: <http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/boron.pdf>. Acesso em: abr. 2014.

_____. **Chemical hazards in drinking-water**. Geneva, c2014. Disponível em: <http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/chemicals/en/>. Acesso em: abr. 2014

_____. **Microbial Aspects**. In: Guidelines for Drinking water. 3rd Edition. Vol. 1. Recommendations. p. 121-144. 2011.

XAVIER, A. F. et al. **Informações básicas para o planejamento ambiental**. São Paulo: SMA/CPLEA, 2002. 1 atlas temático (84 p.): color.; 35 X 54 cm.

ZAGATTO, P. A.; BERTOLETTI, E. (Ed.). **Ecotoxicologia aquática**: princípios e aplicações. São Carlos: Rima, 2006. 478 p



GOVERNO DO ESTADO
SÃO PAULO
Secretaria do Meio Ambiente