



foto Miguel Schincariol

SÉRIE RELATÓRIOS

QUALIDADE DAS ÁGUAS INTERIORES NO ESTADO DE SÃO PAULO

2 0 1 7

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 7

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

São Paulo
2018

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

C418q CETESB (São Paulo)

Qualidade das águas interiores no estado de São Paulo 2017
[recurso eletrônico] / CETESB ; Coordenação geral Maria Helena R.B. Martins ;
Coordenação técnica Nelson Menegon Jr., Marta Condé Lamparelli, Fábio Netto
Moreno ; Coordenação cartográfica Carmen Lúcia V. Midaglia ; Equipe técnica
Cláudio Roberto Palombo ... [et al.] ; Colaboradores Gisela de Assis Martini ...
[et al.]. – São Paulo : CETESB, 2018.

1 arquivo de texto (301 p.) : il. color., PDF ; 37 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 978-85-9467-062-5

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)



**GOVERNO DO ESTADO
DE SÃO PAULO**

Governador Márcio França

SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE

Secretário Maurício Brusadin

CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo

Diretor Presidente Carlos Roberto dos Santos

Diretor de Gestão Corporativa Waldir Agnello

Diretor de Engenharia e Qualidade Ambiental Eduardo Luís Serpa

Diretor de Controle e Licenciamento Ambiental Geraldo Amaral

Diretora de Avaliação de Impacto Ambiental Ana Cristina Pasini da Costa

São Paulo
2018

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 Omino Nayme

Setor de Programas e Ações Institucionais

Téc. Adm. João Bosco Ferraz

Departamento de Análises Ambientais

Farm. Bioq. Maria Inês Zanolli 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

Apresentação

Em 2018, a CETESB completa 50 anos de existência repletos de conquistas, desafios e dificuldades que exigem trabalho sério, motivação, inovação, investimento e compromisso por parte do governo estadual e de todo o corpo funcional da Companhia. Durante este tempo a CETESB cresceu de maneira estruturada, ampliou e modernizou suas atividades e formas de atuação visando à melhoria do meio ambiente e da qualidade de vida, com vistas a atender às expectativas da sociedade no Estado de São Paulo.

Hoje a CETESB é a maior agência ambiental do país e instituição de referência para organismos internacionais, como a Organização das Nações Unidas – ONU e Organização Mundial de Saúde - OMS, para diversas questões ambientais.

Durante todo este período a CETESB contribuiu de maneira efetiva para a melhoria da qualidade ambiental e da proteção à saúde da população no Estado de São Paulo, por meio de uma série de ações e programas. Porém, em que pese o avanço ocorrido, é necessário continuar evoluindo e muitos desafios estão lançados na tarefa de conciliar a sustentabilidade com o desenvolvimento do maior estado brasileiro em termos econômicos e populacionais. Ressalta-se que o uso sustentável dos recursos naturais é preocupação global e permeia todas as políticas públicas.

Nesse contexto, o monitoramento ambiental tem um papel importante para a elaboração e balizamento dessas políticas que são desenvolvidas pela empresa. Reconhecendo esta importância, as redes de monitoramento da qualidade ambiental da CETESB foram ampliadas, ao longo do tempo, tanto na sua abrangência territorial quanto em relação aos parâmetros avaliados.

Em 2017, a rede de monitoramento da qualidade do ar contou com 62 estações automáticas e 27 pontos de monitoramento manual no Estado de São Paulo.

Já a rede básica de água doce contou com 461 pontos de amostragem distribuídos pelos principais rios e reservatórios e com 12 estações de monitoramento automático.

A rede de avaliação da qualidade das águas subterrâneas contou com 313 pontos e a rede de monitoramento integrado de qualidade e quantidade foi expandida para 38 pontos, instalados nos principais aquíferos do Estado.

Em 2017 foram emitidos boletins semanais informando a população sobre as condições de balneabilidade das 150 praias do litoral paulista monitoradas em 167 pontos distribuídos pelos 15 municípios que constituem a costa do litoral paulista. A rede de águas costeiras foi constituída por 66 pontos de monitoramento em estuários e no Oceano Atlântico.

Com objetivo de apresentar à sociedade de forma transparente os resultados deste monitoramento, a CETESB publica periodicamente 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. Também estamos lançando o Boletim Anual de Qualidade das Águas Subterrâneas, com os principais resultados obtidos na rede de monitoramento. Este Boletim complementa o Relatório trianual de Qualidade das Águas Subterrâneas.

Com certeza novos desafios e oportunidades virão e a CETESB, com a competência técnica acumulada ao longo destes 50 anos, dará continuidade ao seu trabalho de proteção permanente ao meio ambiente.

Carlos Roberto dos Santos

Diretor Presidente da CETESB

Listas

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.1 – Redes de monitoramento de água doce – 2017	18
Tabela 1.2 – Variáveis de qualidade da Rede Básica (água doce)	20
Tabela 1.3 – Variáveis de qualidade da Rede de Sedimento.	21
Tabela 1.4 – Categorias e faixas de classificação dos Índices de Qualidade de Água.....	24
Tabela 1.5 – Critérios para o diagnóstico da qualidade dos sedimentos.....	25
Tabela 1.6 – Índices de Qualidade, sua finalidade, composição, redes de monitoramento e pontos da rede	26
Tabela 3.1 – Alterações de Pontos de Amostragem na Rede Básica em 2017.....	35
Tabela 3.2 – Registros Fotográficos dos novos pontos da CETESB e da Rede ANA/CETESB	41
Tabela 3.3 – Pontos de amostragem da rede de sedimento em 2017.....	43
Tabela 3.4 – Percentual de Tempo de operação com geração/transmissão de dados 2017.....	46
Tabela 3.5 – Descrição dos pontos de amostragem das redes de monitoramento – 2017.	47
Tabela 3.6 – Resumo de pontos monitorados por UGRHI, tipo de projeto e densidade da rede em 2017.....	64
Tabela 3.7 – Composição da Matriz de análise dos fatores da Análise Multi-critério.	65
Tabela 3.8 – Dados originais para geração do Índice de Abrangência Espacial do Monitoramento 2007 e 2017	66
Tabela 3.9 – Classes do Índice de Abrangência Espacial do Monitoramento (IAEM).....	67
Tabela 4.1 – Porcentagem da população atendida pela coleta e pelo tratamento de esgotos e ICTEM nas áreas urbanas das 22 UGRHIs.	80
Tabela 4.2 – Frequência de quantificação e faixa de concentração dos agrotóxicos quantificados nos pontos de amostragem.....	97
Tabela 5.1 – Pontos de Amostragem com tendência de melhora ou piora do IQA, para o período de 2012 a 2017.....	105
Tabela 5.2 – Vazões captadas e médias anuais do IAP em 2017.....	106
Tabela 5.3 – Índice de Balneabilidade	135
Tabela 6.1 – 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 2017.	142
Tabela 6.2 – Descrição dos pontos com resultados de mutagenicidade dos ensaios de <i>Salmonella</i> microsome e Micronúcleo de amostras de água avaliadas em 2017.....	147
Tabela 6.3 – Descrição dos pontos de Classes Especial, 2 e 3 que apresentaram Toxicidade Aguda para o <i>Vibrio fischeri</i>	150
Tabela 6.4 – Evolução da classificação segundo o ICZRES médio anual entre 2012 e 2017.....	161
Tabela 8.1 – Porcentagem (%) de pontos em que cada contaminante encontrava-se entre os limites de TEL e PEL ou superior ao limite de PEL.....	264
Tabela 8.2 – Avaliação dos sedimentos.	265
Tabela 9.1 – Número de registros de reclamações de mortalidade de peixes por UGRHI, no Estado de São Paulo em 2017.....	274

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1.1 – Evolução dos pontos de amostragem por programa de monitoramento de água doce.	19
Gráfico 2.1 – Intensidades de chuva mensais e anuais no Estado de São Paulo em 2017.	29
Gráfico 2.2 – Chuvas de 2017 nas UGRHs em relação à média histórica do Estado de São Paulo.	30
Gráfico 3.1 – Distribuição dos pontos de amostragem por tipo de monitoramento 2017	63
Gráfico 4.1 – Evolução do tratamento de esgotos domésticos no Estado de São Paulo – 2012 a 2017.	78
Gráfico 4.2 – Evolução da carga remanescente no Estado de São Paulo – 2012 a 2017.	79
Gráfico 4.3 – Carga remanescente de DBO por UGRHI – 2017	82
Gráfico 4.4 – Porcentagens de resultados não conformes na Rede Básica com relação aos padrões estabelecidos para a Classe 2, em 2017 e no período de 2012 a 2016.	85
Gráfico 4.5 – Porcentagem de não conformidade de <i>Escherichia coli</i> por UGRHI e no Estado em 2017	87
Gráfico 4.6 – Porcentagem de não conformidade dos metais Ferro Dissolvido, Alumínio Dissolvido e Manganês Total por UGRHI e no Estado em 2017.	88
Gráfico 4.7 – Porcentagem de não conformidade de Fósforo Total por UGRHI e no Estado em 2017	89
Gráfico 4.8 – Porcentagem de não conformidade de Oxigênio Dissolvido por UGRHI e no Estado em 2017	90
Gráfico 4.9 – Porcentagem de não conformidade de DBO _(5,20) por UGRHI e no Estado em 2017.	91
Gráfico 4.10 – Porcentagem de não conformidade de Nitrogênio Amoniacal por UGRHI e no Estado em 2017.	92
Gráfico 4.11 – Regressão linear para concentração da cafeína em função da concentração da DBO.	96
Gráfico 5.1 – Distribuição percentual das categorias do IQA por UGRHI em 2017.	100
Gráfico 5.2 – Evolução da Distribuição do IQA, no período de 2012 a 2017.	104
Gráfico 5.3 – Influência das variáveis no resultado do IAP em 2017.	113
Gráfico 5.4 – Evolução da Distribuição do IAP, no período de 2012 a 2017	115
Gráfico 5.5 – Distribuição percentual das categorias do IVA por UGRHI em 2017	117
Gráfico 5.6 – Influência das variáveis no resultado do IVA em 2017.	121
Gráfico 5.7 – Distribuição percentual do IET por UGRHI em 2017.	122
Gráfico 5.8 – Distribuição percentual de efeito tóxico observado por UGRHI em 2017	125
Gráfico 5.9 – Distribuição percentual dos níveis de Oxigênio Dissolvido por UGRHI em 2017	126
Gráfico 5.10 – Evolução da Distribuição do IVA, no período de 2012 a 2017.	130
Gráfico 5.11 – Evolução da Distribuição do IET, no período de 2012 a 2017.	131
Gráfico 5.12 – Porcentagem de ocorrência de efeitos tóxicos, no período de 2012 a 2017.	132
Gráfico 5.13 – Evolução da distribuição dos níveis de Oxigênio Dissolvido no período de 2012 a 2017	132
Gráfico 6.1 – 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 em 2017 (N=89).	140
Gráfico 6.2 – Concentrações médias de <i>E. coli</i> , cistos de <i>Giardia</i> spp. e oocistos de <i>Cryptosporidium</i> spp. em pontos de captação no ano de 2017	141
Gráfico 6.3 – Concentrações médias de cistos de <i>Giardia</i> spp. em pontos de captação em amostragens realizadas nos anos de 2014 a 2017.	143
Gráfico 6.4 – Concentrações médias de oocistos de <i>Cryptosporidium</i> spp. em pontos de captação em amostragens realizadas nos anos de 2014 a 2017.	144
Gráfico 6.5 – Porcentagem dos resultados de Toxicidade Aguda com <i>Vibrio fischeri</i> nas amostras de água, por UGRHI, distribuídos em cada categoria.	149
Gráfico 6.6 – Porcentagem dos resultados de Toxicidade Aguda com <i>Vibrio fischeri</i> nas amostras de água Classe 4, distribuídos em cada categoria, por UGRHI.	151
Gráfico 6.7 – Porcentagem dos resultados de Toxicidade aguda com <i>Vibrio fischeri</i> nos pontos coincidentes nos anos de 2012 a 2017.	151
Gráfico 6.8 – Pontos que apresentam tendência de melhora para Toxicidade aguda com <i>Vibrio fischeri</i> nos anos de 2012 a 2017.	152
Gráfico 6.9 – Evolução da classificação segundo o ICF médio anual dos 41 pontos analisados entre 2012 e 2017.	160
Gráfico 6.10 – Densidade média anual e distribuição dos grupos da comunidade zooplânctônica dos reservatórios Jaguari (JARI 00800), Jacaré (JCRC 00500), Juqueri (JQUJ 00900), Billings (BILL 02100 e BITQ 00100), Guarapiranga (GUAR 00100 e GUAR 00900), e Barra Bonita (TIBB 02700) em 2017.	162
Gráfico 6.11 – Histórico da atividade estrogênica média nos locais avaliados em 2017.	173
Gráfico 7.1 – Perfil do IQA ao longo do rio Paraíba do Sul em 2017 e nos últimos 5 anos.	176
Gráfico 7.2 – Perfil do IVA ao longo do rio Paraíba do Sul em 2017 e nos últimos 5 anos.	177
Gráfico 7.3 – Perfil do IQA ao longo do rio Jaguari – UGRHI 02 em 2017 e nos últimos 5 anos.	177
Gráfico 7.4 – Perfil do IVA ao longo do rio Jaguari – UGRHI 02 em 2017 e nos últimos 5 anos.	178
Gráfico 7.5 – Perfil do IQA ao longo dos cursos d'água do Litoral Norte em 2017 e nos últimos 5 anos	180
Gráfico 7.6 – Perfil do IQA ao longo do rio Pardo – UGRHs 04 e 12 em 2017 e nos últimos 5 anos.	181
Gráfico 7.7 – Perfil do IVA ao longo do rio Pardo – UGRHs 04 e 12 em 2017 e nos últimos 5 anos.	181

Gráfico 7.8 – Perfil do IQA ao longo do rio Atibaia em 2017 e nos últimos 5 anos.	182
Gráfico 7.9 – Perfil do IVA ao longo do rio Atibaia em 2017 e nos últimos 5 anos.	183
Gráfico 7.10 – Carga de DBO em 2017 no ponto ATIB02300.	183
Gráfico 7.11 – Carga de Fósforo em 2017 no ponto ATIB02300.	184
Gráfico 7.12 – Perfil do IQA ao longo do rio Jaguari em 2017 e nos últimos 5 anos.	184
Gráfico 7.13 – Perfil do IVA ao longo do rio Jaguari em 2017 e nos últimos 5 anos.	185
Gráfico 7.14 – Vazões e Carga de DBO em 2017, no Ponto JAGR 02800.	185
Gráfico 7.15 – Vazões e carga de Fósforo em 2017, no Ponto JAGR 02800.	186
Gráfico 7.16 – Perfil do IQA ao longo do rio Piracicaba em 2017 e nos últimos 5 anos.	186
Gráfico 7.17 – Perfil do IVA ao longo do rio Piracicaba em 2017 e nos últimos 5 anos.	187
Gráfico 7.18 – Vazões e carga de DBO em 2017 no ponto PCAB02800.	187
Gráfico 7.19 – Vazões e carga de Fósforo em 2017 no ponto PCAB02800.	188
Gráfico 7.20 – Perfil do IQA ao longo do rio Capivari em 2017 e nos últimos 5 anos.	190
Gráfico 7.21 – Perfil do IVA ao longo do rio Capivari em 2017 e nos últimos 5 anos.	190
Gráfico 7.22 – Perfil do IQA ao longo do rio Jundiá – UGRHI 05 em 2017 e nos últimos 5 anos.	191
Gráfico 7.23 – Perfil do IVA ao longo do rio Jundiá – UGRHI 05 em 2017 e nos últimos 5 anos.	191
Gráfico 7.24 – Evolução do volume do Sistema Equivalente ao longo de 2017.	192
Gráfico 7.25 – Perfil do IQA nos reservatórios do Sistema Cantareira em 2017 e nos últimos 5 anos.	193
Gráfico 7.26 – Perfil do IAP nos reservatórios do Sistema Cantareira em 2017 e nos últimos 5 anos.	193
Gráfico 7.27 – Perfil do IVA nos reservatórios do Sistema Cantareira em 2017 e nos últimos 5 anos.	194
Gráfico 7.28 – Média Anual de Clorofila <i>a</i> e Fósforo Total no reservatório Jaguari – 2012 a 2017.	195
Gráfico 7.29 – Concentrações de Clorofila <i>a</i> e Fósforo Total (PT) no reservatório Jaguari – 2017.	196
Gráfico 7.30 – Concentrações de Clorofila <i>a</i> e Fósforo Total (PT) no reservatório Jacaréi 2017.	198
Gráfico 7.31 – Concentrações de Clorofila <i>a</i> e Fósforo Total (PT) no reservatório Cachoeira – 2017.	199
Gráfico 7.32 – Concentrações mensais de Clorofila <i>a</i> e Fósforo Total (PT) no reservatório Atibainha.	201
Gráfico 7.33 – Média Anual de Clorofila <i>a</i> e Fósforo Total no reservatório Juqueri – 2012 a 2017.	202
Gráfico 7.34 – Concentrações mensais de Clorofila <i>a</i> e Fósforo Total no reservatório Juqueri em 2017.	203
Gráfico 7.35 – Concentrações de Clorofila <i>a</i> e Fósforo Total (PT) no reservatório Águas Claras – 2017.	206
Gráfico 7.36 – Perfil do IQA ao longo do rio Tietê em 2017 e nos últimos 5 anos.	208
Gráfico 7.37 – Perfil do IVA ao longo do rio Tietê em 2017 e nos últimos 5 anos.	209
Gráfico 7.38 – Vazões e carga de DBO em 2017, no Ponto TIPI 04900.	211
Gráfico 7.39 – Vazões e carga de Fósforo em 2017, no Ponto TIPI 04900.	211
Gráfico 7.40 – Vazões médias de descarga e cargas de DBO e Carbono Orgânico Total, no ponto TIPI 04900.	212
Gráfico 7.41 – Perfil de COT nos Afluentes do rio Tietê em 2017 e nos últimos 5 anos.	213
Gráfico 7.42 – Perfil do IQA ao longo do rio Tamanduatei em 2017 e nos últimos 5 anos.	217
Gráfico 7.43 – Perfil do IQA ao longo do rio Pinheiros em 2017 e nos últimos 5 anos.	217
Gráfico 7.44 – Médias anuais de DBO e Carbono Orgânico Total no ponto PINH 04900.	219
Gráfico 7.45 – Perfil de COT nos afluentes do rio Pinheiros em 2017 e nos últimos 5 anos.	219
Gráfico 7.46 – IQA – reservatório Billings em 2017 e nos últimos 5 anos.	220
Gráfico 7.47 – Perfil do IAP reservatório Billings em 2017 e nos últimos 5 anos.	221
Gráfico 7.48 – Perfil do IVA reservatório Billings em 2017 e nos últimos 5 anos.	222
Gráfico 7.49 – Média anual de Clorofila <i>a</i> e Fósforo Total (PT) no reservatório Billings (BIL02100 e BITQ00100) de 2006 a 2017.	222
Gráfico 7.50 – Tempo de residência (dias) do reservatório Billings em 2017.	224
Gráfico 7.51 – Concentrações de Clorofila <i>a</i> e Fósforo Total (PT) no reservatório Billings (BIRP00500) – 2017.	226
Gráfico 7.52 – Perfil do IQA no reservatório Guarapiranga em 2017 e nos últimos 5 anos.	229
Gráfico 7.53 – Média Anual do IAP no ponto GUAR 00900 – reservatório Guarapiranga.	229
Gráfico 7.54 – Perfil do IVA no reservatório Guarapiranga em 2017 e nos últimos 5 anos.	230
Gráfico 7.55 – Média anual de Clorofila <i>a</i> e Fósforo Total (PT) no reservatório Guarapiranga de 2011 a 2017.	230
Gráfico 7.56 – Tempo de residência médio mensal e anual em dias do reservatório Guarapiranga. 2017.	233
Gráfico 7.57 – Perfil do IQA no reservatório rio Grande em 2017 e nos últimos 5 anos.	234
Gráfico 7.58 – Perfil do IAP no reservatório rio Grande em 2017 e nos últimos 5 anos.	235
Gráfico 7.59 – Perfil do IVA no reservatório rio Grande em 2017 e nos últimos 5 anos.	235

Gráfico 7.60 – Concentrações de Clorofila <i>a</i> e Fósforo Total (PT) no reservatório rio Grande (RGDE 02030) – 2017.	236
Gráfico 7.61 – Concentrações de Clorofila <i>a</i> e Fósforo Total (PT) no reservatório rio Grande (RGDE02200) – 2017.	237
Gráfico 7.62 – Concentrações de Clorofila <i>a</i> e Fósforo Total (PT) no reservatório rio Grande (RGDE 02900) de 2012 a 2017.	239
Gráfico 7.63 – Tempo de residência (dias) do reservatório rio Grande, 2017.	240
Gráfico 7.64 – Perfil do IQA no Sistema Alto Tietê e rios afluentes em 2017 e nos últimos 5 anos.	242
Gráfico 7.65 – Perfil do IAP no Sistema Alto Tietê e rios afluentes e efluentes em 2017 e nos últimos 5 anos.	242
Gráfico 7.66 – Perfil do IVA no Sistema Alto Tietê e rios afluentes e efluentes em 2017 e nos últimos 5 anos.	243
Gráfico 7.67 – Média Anual de Clorofila <i>a</i> e Fósforo Total (PT) no reservatório Jundiá – 2012 a 2017.	244
Gráfico 7.68 – Média Anual de Clorofila <i>a</i> e Fósforo Total (PT) no reservatório Taiaçupeba – 2012 a 2017.	245
Gráfico 7.69 – Perfil do IQA no rio Sapucaí – UGHRI 08 em 2017 e nos últimos 5 anos.	247
Gráfico 7.70 – Perfil do IVA no rio Sapucaí – UGHRI 08 em 2017 e nos últimos 5 anos.	247
Gráfico 7.71 – Perfil do IQA no ribeirão dos Bagres – UGHRI 08 em 2017 e nos últimos 5 anos.	248
Gráfico 7.72 – Perfil do IVA no ribeirão dos Bagres – UGHRI 08 em 2017 e nos últimos 5 anos.	248
Gráfico 7.73 – Perfil do IQA no rio Mogi-Guaçu em 2017 e nos últimos 5 anos.	249
Gráfico 7.74 – Perfil do IVA no rio Mogi-Guaçu em 2017 e nos últimos 5 anos.	250
Gráfico 7.75 – Perfil do IQA no rio Sorocaba em 2017 e nos últimos 5 anos.	250
Gráfico 7.76 – Perfil do IVA no rio Sorocaba em 2017 e nos últimos 5 anos.	251
Gráfico 7.77 – Classificação do IAP no reservatório de Itupararanga entre 2012 e 2017.	252
Gráfico 7.78 – Média anual de Clorofila <i>a</i> e Fósforo Total (PT) no reservatório Itupararanga de 2012 a 2017.	252
Gráfico 7.79 – Perfil do IQA nos rios Ribeira e Ribeira de Iguape em 2017 e nos últimos 5 anos.	255
Gráfico 7.80 – Perfil do IVA nos rios Ribeira e Ribeira de Iguape em 2017 e nos últimos 5 anos.	255
Gráfico 7.81 – Perfil do IQA no rio Batalha em 2017 e nos últimos 5 anos.	256
Gráfico 7.82 – Perfil do IVA no rio Batalha em 2017 e nos últimos 5 anos.	256
Gráfico 7.83 – Perfil do IQA no rio São José dos Dourados em 2017 e nos últimos 5 anos.	257
Gráfico 7.84 – Perfil do IVA no rio São José dos Dourados em 2017 e nos últimos 5 anos.	257
Gráfico 7.85 – Perfil do IQA no rio Aguapeí em 2017 e nos últimos 5 anos.	258
Gráfico 7.86 – Perfil do IVA no rio Aguapeí em 2017 e nos últimos 5 anos.	258
Gráfico 7.87 – Perfil do IQA no rio do Peixe em 2017 e nos últimos 5 anos.	259
Gráfico 7.88 – Perfil do IVA no rio do Peixe em 2017 e nos últimos 5 anos.	259
Gráfico 7.89 – Perfil do IQA no rio Grande em 2017 e nos últimos 5 anos.	260
Gráfico 7.90 – Perfil do IVA no rio Grande em 2017 e nos últimos 5 anos.	260
Gráfico 7.91 – Perfil do IQA no rio Paraná em 2017 e nos últimos 5 anos.	261
Gráfico 7.92 – Perfil do IVA no rio Paraná em 2017 e nos últimos 5 anos.	261
Gráfico 7.93 – Perfil do IQA no rio Paranapanema em 2017 e nos últimos 5 anos.	262
Gráfico 7.94 – Perfil do IVA no rio Paranapanema em 2017 e nos últimos 5 anos.	262
Gráfico 9.1 – Evolução dos registros de Mortandades de Peixes de 2005 a 2017 no Estado de São Paulo.	274
Gráfico 9.2 – Comparação entre as UGRHs que apresentaram as maiores participações relativas (%) ao total de ocorrências de Mortandades de Peixes de 2012 a 2017.	275
Gráfico 9.3 – Proporção entre as principais causas das ocorrências de mortandade de peixes atendidas pela CETESB no período de 2014 a 2017.	280
Gráfico 9.4 – Detalhamento das causas das mortandades de peixes no Estado de São Paulo em 2017.	281

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 – Variação da intensidade de chuva em cada UGRHI em relação às suas respectivas médias históricas.....	31
Figura 3.1 – Processo de codificação e georeferenciamento dos pontos de amostragem.....	33
Figura 3.2 – Exemplo de localização do ponto JPEP 03150, no Rio Jacaré – Pepira, para cadastro no Banco Interáguas.....	34
Figura 3.3 – Pontos ANA propostos inicialmente para o Estado de SP	37
Figura 3.4 – Ex. Medição de vazão realizada pela CETESB no PARB 02400, no Vale do Paraíba. (Foto: R. Rossetti).....	38
Figura 3.5 – Croqui de localização dos Pontos na Praia da Represa do Broa	45
Figura 3.6 – Registro fotográfico da Estação Automática EF. 09–ACLA 00900–AGUAS CLARAS (Foto: C.L. Midaglia).....	46
Figura 5.1 – Distribuição porcentual das categorias do IQA em 2017 em função da época do ano.....	103
Figura 5.2 – Distribuição porcentual das categorias do IAP em função da época do ano em 2017	116
Figura 6.1 – Resultados de mutagenicidade dos ensaios de <i>Salmonella</i> microsome e Micronúcleo nas amostras de água avaliadas em 2017.....	148
Figura 6.2 – Classificação das amostras dos corpos hídricos Classes Especial, 2 e 3 que apresentaram toxicidade aguda para o <i>Vibrio fischeri</i> em 2017.	150
Figura 6.3 – Estruturas das comunidades fitoplanctônicas - 2017.....	157
Figura 6.4 – Estruturas das comunidades bentônicas em 2017.....	167
Figura 7.1 – Evolução dos parâmetros medidos na Estação Automática Queluz de janeiro a dezembro de 2017	178
Figura 7.2 – Evolução dos parâmetros medidos pela Estação Automática Piracicaba de janeiro a dezembro de 2017.....	189
Figura 7.3 – Média anual da Comunidade Fitoplanctônica e Contagem de Células de Cianobactérias no reservatório Jaguari – 2012 a 2017.....	197
Figura 7.4 – Média mensal da Comunidade Fitoplanctônica e Contagem de Células de Cianobactérias no reservatório Jaguari em 2017.....	197
Figura 7.5 – Média mensal da Comunidade Fitoplanctônica, Contagem de Células de Cianobactérias e concentrações de cianotoxinas (microcistina e saxitoxina) no reservatório Jacaré em 2017.....	199
Figura 7.6 – Média mensal da Comunidade Fitoplanctônica e Contagem de Células de Cianobactérias no reservatório Cachoeira. 2017.....	200
Figura 7.7 – Média mensal da Comunidade Fitoplanctônica, Contagem de Células de Cianobactérias e concentração de microcistina no reservatório Atibainha. 2017.....	202
Figura 7.8 – Média anual da Comunidade Fitoplanctônica e Contagem de Células de Cianobactérias no reservatório Juqueri - 2012 a 2017	203
Figura 7.9 – Média mensal da Comunidade Fitoplanctônica, Contagem de Células de Cianobactérias e concentrações de microcistina e saxitoxina no reservatório Juqueri. 2017.....	204
Figura 7.10 – Evolução dos parâmetros medidos pela Estação Automática Águas Claras de janeiro a dezembro de 2017	205
Figura 7.11 – Média mensal da Comunidade Fitoplanctônica e Contagem de Células de Cianobactérias no reservatório Águas Claras. 2017.....	207
Figura 7.12 – Evolução dos parâmetros medidos pela Estação Automática Mogi das Cruzes de janeiro a dezembro de 2017.....	209
Figura 7.13 – Evolução dos parâmetros medidos pela Estação Automática Penha de janeiro a dezembro de 2017.....	210
Figura 7.14 – Evolução dos parâmetros medidos pela Estação Automática Cotia de janeiro a dezembro de 2017	214
Figura 7.15 – Evolução dos parâmetros medidos pela Estação Automática Rasgão de janeiro a dezembro de 2017.....	215
Figura 7.16 – Evolução dos parâmetros medidos pela Estação Automática Laranjal Paulista de janeiro a dezembro de 2017	216
Figura 7.17 – Evolução dos parâmetros medidos pela Estação Automática Pedreira de janeiro a dezembro de 2017.....	218
Figura 7.18 – Média anual da composição da Comunidade fitoplanctônica e média anual do Número de Células de Cianobactérias – reservatório Billings – 2005 a 2017.....	224
Figura 7.19 – Evolução dos parâmetros medidos na Estação Automática Taquacetuba de janeiro a dezembro de 2017	225
Figura 7.20 – Média mensal da Comunidade Fitoplanctônica e Contagem de Células de Cianobactérias no braço do rio Pequeno (BIRP 00500) – reservatório Billings – 2017.....	226
Figura 7.21 – Evolução dos parâmetros medidos pela Estação Automática Summit Control de janeiro a dezembro de 2017	228
Figura 7.22 – Média anual da Comunidade Fitoplanctônica e Contagem de Células de Cianobactérias no reservatório Guarapiranga - 2012 a 2017.	232
Figura 7.23 – Evolução dos parâmetros medidos pela Estação Automática Guarapiranga de janeiro a dezembro de 2017	233
Figura 7.24 – Média mensal da Comunidade Fitoplanctônica e Contagem de Células de Cianobactérias no reservatório rio Grande, corpo central (RGDE 02030). 2017.....	237
Figura 7.25 – Média mensal da Comunidade Fitoplanctônica e Contagem de Células de Cianobactérias no reservatório rio Grande - Clube Tainha (RGDE 02200). 2017.....	238
Figura 7.26 – Média anual da Comunidade Fitoplanctônica e Contagem de Células de Cianobactérias no reservatório rio Grande próximo da Captação da SABESP (RGDE 02900) - 2012 a 2017.....	239
Figura 7.27 – Evolução dos parâmetros medidos pela Estação Automática rio Grande de janeiro a dezembro de 2017.....	241
Figura 7.28 – Média anual da Comunidade Fitoplanctônica e Contagem de Células de Cianobactérias no reservatório Jundiá - 2012 a 2017.	245
Figura 7.29 – Média anual da Comunidade Fitoplanctônica e Contagem de Células de Cianobactérias no reservatório Taiápeba - 2012 a 2017.....	246
Figura 7.30 – Média anual da Comunidade Fitoplanctônica e Contagem de Células de Cianobactérias no reservatório Ituparanga - 2012 a 2017.	253

LISTA DE MAPAS

Mapa 3.1 – Pontos de Monitoramento da Rede Básica CETESB/ Rede Nacional de Monitoramento da Qualidade das Águas 2017	39
Mapa 3.2 – Pontos por projeto 2017	61
Mapa 3.3 – Situação das UGRHIs no Estado de São Paulo em função do IAEM para o ano de 2007.	68
Mapa 3.4 – Situação das UGRHIs no Estado de São Paulo em função do IAEM - 2017.	72
Mapa 4.1 – Porcentagem de tratamento de esgoto doméstico por município – 2017.....	83
Mapa 4.2 – ICTEM por município – 2017.....	84
Mapa 5.1 – Médias anuais do IQA para o ano de 2017.....	101
Mapa 5.2 – Médias anuais do IAP para o ano de 2017.	111
Mapa 5.3 – Médias anuais do IVA para o ano de 2017.....	119
Mapa 5.4 – Médias anuais do IET para o ano de 2017.....	123
Mapa 5.5 – Localização e classificação das praias de rios e reservatórios - 2017.....	137
Mapa 8.1 – Localização dos pontos da rede de sedimento em 2017.....	271

LISTA DE QUADROS

Quadro 6.1 – Relação dos locais de amostragem da comunidade bentônica.	162
Quadro 6.2 – Qualidade ecológica mínima esperada pelo ICB para os corpos d'água, segundo sua classe de enquadramento.....	165
Quadro 6.3 – Qualidade ecológica dos corpos d'água medida pelo ICB com relação ao seu enquadramento.	165
Quadro 6.4 – Avaliação integrada das comunidades biológicas.....	171
Quadro 9.1 – Tendência estatística de melhora ou piora em relação ao número de registros de mortandades de peixes apresentada pelas UGRHI de 2012 a 2017	277
Quadro 9.2 – Atendimento de ocorrências de mortandade de peixes, realizados em 2017 pela CETESB	278

Sumário

1 • Introdução	17
1.1 Objetivos do monitoramento	17
1.2 Qualidade das Águas Doces	17
1.2.1 Redes de Monitoramento	18
1.2.2 Variáveis de Qualidade das Águas e do Sedimento	20
1.2.2.1 Variáveis da Rede Básica	20
1.2.2.2 Variáveis da Rede de Sedimento	21
1.2.2.3 Variáveis da Rede de Balneabilidade	22
1.2.2.4 Variáveis do Monitoramento Automático	22
1.2.3 Índices de Qualidade das Águas e do Sedimento	22
1.2.3.1 IQA – Índice de Qualidade das Águas	22
1.2.3.2 IAP – Índice de Qualidade das Águas Brutas para Fins de Abastecimento Público	23
1.2.3.3 IVA – Índice de Qualidade das Águas para Proteção da Vida Aquática	23
1.2.3.4 IET – Índice do Estado Trófico	24
1.2.3.5 ICF, ICZ e ICB – Índice da Comunidade Fitoplanctônica, Índice da Comunidade Zooplanctônica e Índice da Comunidade Bentônica	24
1.2.3.6 IB – Índice de Balneabilidade	24
1.2.3.7 CQS – Critério de Avaliação da Qualidade dos Sedimentos	25
1.2.4 Perfis de Temperatura e Oxigênio Dissolvido	27
1.2.5 Mortandade de Peixes	27
1.2.6 Indicador de Coleta e Tratabilidade de Esgoto da População Urbana de Município – ICTEM	27
2 • Aspectos hidrológicos	29
3 • Redes de Monitoramento	33
3.1 Caracterização dos pontos de amostragem	33
3.2 Rede de Amostragem Manual	34
3.2.1 A Rede Básica	34
3.2.2 Rede de Sedimentos	43
3.2.3 Rede de Balneabilidade em Rios e Reservatórios	44
3.3 Rede Automática	45
3.4 Distribuição dos pontos de amostragem	47
3.4.1 Distribuição por UGRHI	63
3.5 Índice de Abrangência Espacial do Monitoramento- IAEM	65
3.5.1 Cenário do IAEM para os anos de 2007 e 2017	67
3.5.2 IAEM 2017	71
4 • Saneamento e Aspectos Legais	77
4.1 Coleta e Tratamento de Esgotos no Estado de São Paulo	77
4.1.1 Carga Orgânica Potencial e Remanescente	79
4.1.2 Porcentagens de Coleta e Tratamento por UGRHI e por Município	80
4.2 Atendimento aos Padrões da Classe 2	85
4.2.1 Porcentagem de resultados desconformes das principais variáveis por UGRHI	86
4.2.1.1 <i>Escherichia coli</i>	87
4.2.1.2 Ferro Dissolvido, Alumínio Dissolvido e Manganês	88
4.2.1.3 Fósforo Total	89
4.2.1.4 Oxigênio Dissolvido	90
4.2.1.5 DBO _(5,20)	91
4.2.1.6 Nitrogênio Amoniacal	92
4.2.2 Outras Variáveis	92
4.2.2.1 Variáveis legisladas	93
4.2.2.2 Cafeína	95
4.2.2.3 Agrotóxicos	96

5 • Índices de Qualidade das Águas	99
5.1 IQA – Índice de Qualidade das Águas	99
5.1.1 Distribuição porcentual das categorias do IQA por UGRHI	99
5.1.2 Influência da sazonalidade na distribuição porcentual das categorias do IQA	103
5.1.3 IQA entre 2012 e 2017	104
5.2 IAP – Índice de qualidade de água para fins de abastecimento público	106
5.2.1 IAP entre 2012 e 2017	115
5.2.2 Influência da sazonalidade na distribuição porcentual das categorias do IAP	116
5.3 IVA – Índice de qualidade das águas para a proteção da vida aquática	116
5.3.1 Distribuição porcentual das categorias do IVA por UGRHI	117
5.3.2 IVA entre 2012 e 2017	130
5.4 IB – Índice de Balneabilidade das praias em reservatórios e rios	133
6 • Avaliação Biológica	139
6.1 Microbiologia	139
6.2 Toxicologia	145
6.2.1 Testes de Mutagenicidade	146
6.2.1.1 Teste de <i>Salmonella</i> microssoma – teste de Ames	146
6.2.1.2 Ensaio de Micronúcleo <i>in vitro</i>	148
6.2.2 Toxicidade aguda com <i>Vibrio fischeri</i>	149
6.3 Comunidades Aquáticas	152
6.3.1 Comunidade Fitoplanctônica	153
6.3.2 Comunidade Zooplanctônica	160
6.3.3 Comunidade de Macroinvertebrados Bentônicos	162
6.3.4 Espécies Exóticas Invasoras - EEI	169
6.3.5 Diagnóstico Integrado das Comunidades Aquáticas	169
6.4 Interferentes endócrinos (atividade estrogênica)	173
7 • Avaliação por corpo d'água	175
7.1 UGRHI 02 – RIO PARAIBA DO SUL	176
7.1.1 Rio Paraíba do Sul	176
7.1.2 Rio Jaguari – UGRHI 02	177
7.2 UGRHI 03 – LITORAL NORTE	179
7.2.1 Cursos d'Água do Litoral Norte	179
7.3 UGRHI 04 e 12 – PARDO / BAIXO PARDO	181
7.3.1 Rio Pardo – UGRHIs 04 e 12	181
7.4 UGRHI 05 – PIRACICABA / JUNDIAÍ / CAPIVARI	182
7.4.1 Rio Atibaia	182
7.4.2 Rio Jaguari	184
7.4.3 Rio Piracicaba	186
7.4.4 Rio Capivari	190
7.4.5 Rio Jundiá	191
7.5 SISTEMA CANTAREIRA – UGRHIs 05 e 06	192
7.5.1 Reservatório Jaguari	195
7.5.2 Reservatório Jacarei	198
7.5.3 Reservatório Cachoeira	199
7.5.4 Reservatório Atibainha	201
7.5.5 Reservatório Juqueri (Paiva Castro)	202
7.5.6 Reservatório Águas Claras	205
7.6 Rio Tietê – UGRHIs 06, 10, 13, 16 e 19	208
7.6.1 Rio Tamanduatei	217
7.6.2 Rio Pinheiros	217
7.7 RESERVATÓRIOS DA UGRHI 06 – ALTO TIETÊ	220
7.7.1 Reservatório Billings	220
7.7.2 Reservatório Guarapiranga	229
7.7.3 Reservatório Rio Grande	234
7.7.4 Sistema Alto Tietê	242
7.7.4.1 Reservatório Jundiá	244
7.7.4.2 Reservatório Taiaçupeba	245

7.8 UGRHI 08 – SAPUCAÍ / GRANDE	247
7.8.1 Rio Sapucaí – UGRHI 08	247
7.9 UGRHI 09 – MOGI-GUAÇU	249
7.9.1 Rio Mogi-Guaçu	249
7.10 UGRHI 10 – SOROCABA / MÉDIO TIETÊ	250
7.10.1 Rio Sorocaba	250
7.10.2 Reservatório Itupararanga	252
7.11 UGRHI 11 – RIBEIRA DE IGUAPE / LITORAL SUL	255
7.11.1 Rio Ribeira e Rio Ribeira do Iguaçu	255
7.12 UGRHI 16 – TIETÊ / BATALHA	256
7.12.1 Rio Batalha	256
7.13 UGRHI 18 – SÃO JOSÉ DOS DOURADOS	257
7.13.1 Rio São José dos Dourados	257
7.14 UGRHI 20 – AGUAPEÍ	258
7.14.1 Rio Aguapeí	258
7.15 UGRHI 21 – PEIXE	259
7.15.1 Rio do Peixe – UGRHI 21	259
7.16 DIVISAS DO ESTADO	260
7.16.1 Rio Grande – UGRHIs 08, 12 e 15	260
7.16.2 Rio Paraná – UGRHIs 18, 19, 20, 21 e 22	261
7.16.3 Rio Paranapanema – UGRHIs 14, 17 e 22	262
8 • Qualidade dos sedimentos	263
9 • Mortandades de Peixes	273
9.1 Registros de Mortandades de Peixes	273
9.2 Distribuição nas UGRHIs	275
9.3 Atendimentos pelo Setor de Comunidades Aquáticas	278
9.4 Causas das Mortandades de peixes	280
10 • Conclusões	283
Referências	287
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 – Aspectos Quantitativos da Rede de Monitoramento	CD
Apêndice I – IAEM	CD
Apêndice J – Resultados do monitoramento	CD
Apêndice K – Dados das Variáveis de Qualidade de Água e do Sedimento	CD
Apêndice L – Perfil de Oxigênio Dissolvido e Temperatura em 2017	CD
Apêndice M – Média dos Índices de 2012 a 2017	CD
Apêndice N – Classificação Semanal e Resultados Analíticos de Balneabilidade de Rios e Reservatórios	CD
Apêndice O – Dados de Vazão e Cargas de DBO e de Fósforo	CD
Apêndice P – Perfis Sedimentares Coletados em 2017	CD
Apêndice Q – Atendimento de Ocorrências de Mortandades de Peixes pela CETESB em 2017	CD

1 • Introdução

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.

1.1 Objetivos do monitoramento

A CETESB monitora a qualidade das águas superficiais doces 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 nº 11.445/2007).

1.2 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, salobras e salinas são classificadas, segundo a qualidade requerida para seus usos preponderantes, em treze 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. 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.

1.2.1 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.

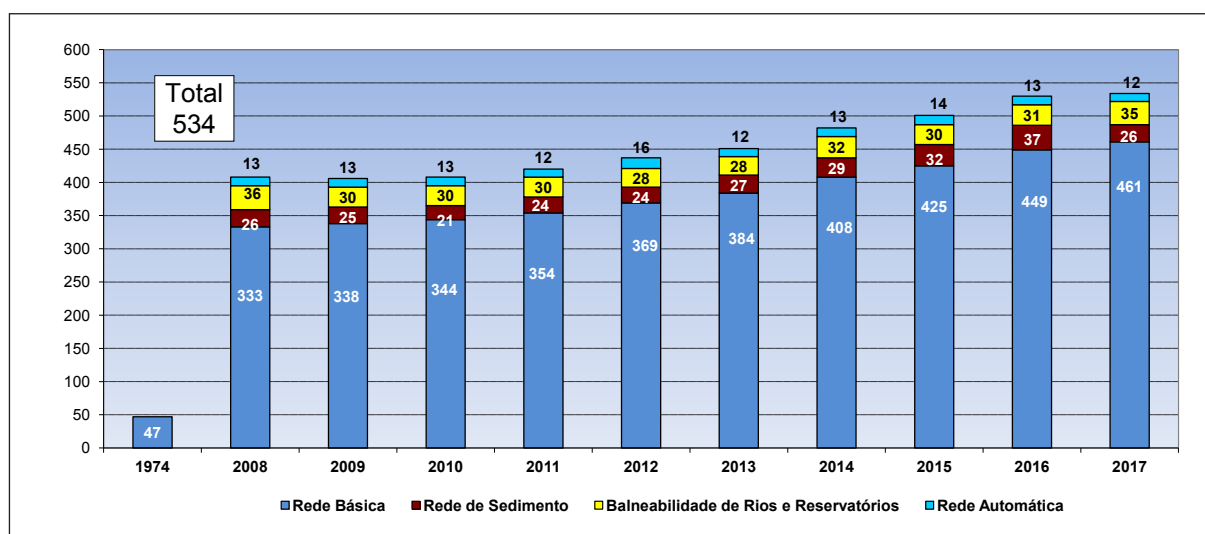
Tabela 1.1 – Redes de monitoramento de água doce – 2017

Monitoramento CETESB	Objetivos	Início de Operação	Pontos	Frequência	Variáveis
Rede Básica	Fornecer um diagnóstico geral dos recursos hídricos no Estado de São Paulo.	1974	461	Bimestral	Físicas Químicas Biológicas
Rede de Sedimento	Complementar o diagnóstico da coluna d'água.	2002	26	Anual	Físicas Químicas Biológicas
Balneabilidade de Rios e reservatórios	Informar as condições da água para recreação de contato primário/banho à população.	1994	35	Semanal/Mensal	Biológicas
Monitoramento Automático	Controle de fontes poluidoras domésticas e industriais, bem como controle da qualidade da água destinada ao abastecimento público.	1998	12	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.

Por exemplo, a seca histórica de 2013/2014, 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 opções para reforço do abastecimento dos Sistemas Alto Tietê e Sistema Guarapiranga. No caso da transposição da água do reservatório Rio Grande para o Sistema Alto Tietê, a rede específica da CETESB monitorou em 2017, 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.

Em 2017, a avaliação química da qualidade do sedimento foi realizada em 26 pontos distribuídos em UGRHs de diferentes tipos de uso e ocupação do solo. Ressalta-se que em 2016 foram incorporados pontos na rede para avaliação da presença de agrotóxicos (Projeto 2011-CORHI-123, Contrato Fehidro nº 054/2012), o que resultou em um incremento do número de pontos nesse ano.

1.2.2 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.

1.2.2.1 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, Cálcio, Carbono Orgânico Dissolvido, Carbono Orgânico Total, Chumbo Total, Cloreto Total, Cobre Dissolvido, Cobre Total, Cromo Total, DBO (5, 20), Dureza, Ferro Dissolvido, Ferro Total, Fluoreto, Fósforo Total, Magnésio, Manganês Total, Mercúrio Total, Níquel Total, Nitrogênio Amoniacal, Nitrogênio Kjeldahl, Nitrogênio-Nitrato, Nitrogênio-Nitrito, Oxigênio Dissolvido, pH, Potássio, Sódio, Subst. Tensoat. reação c/ Azul Metileno, Sulfato, Zinco Total	Agrotóxicos*** (Fungicidas, Herbicidas, Inseticidas, Pesticidas Organoclorados, Pesticidas Organofosforados e Raticidas), Alcalinidade Total, Arsênio Total, Boro Total, Cafeína, Compostos Orgânicos Voláteis (COVs)***, DQO, Fenóis Totais, Fosfato Orto Solúvel, Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPAs)***, Microcistinas, Nitrogênio Total, Óleos e Graxas, Potencial de Formação de THM, Saxitoxina
	Hidrobiológicos	Clorofila-a e Feofitina a	Comunidades Fitoplanctônica e Zooplanctônica
	Microbiológicos	<i>Escherichia coli</i>	<i>Giardia</i> e <i>Cryptosporidium</i>
	Ecotoxicológicos	Ensaio ecotoxicológico 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 da rede

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

*** 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 régua para se determinar a vazão, são utilizadas curvas-chave, as quais devem ser ajustadas periodicamente.

Em 2017, a Rede Básica gerou um volume de dados correspondente aos resultados de aproximadamente 118.000 análises físicas, químicas, biológicas, ecotoxicológicas e bioanalíticas.

O Apêndice F apresenta as variáveis e a quantidade de resultados por ponto de amostragem em 2017.

1.2.2.2 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)
	Químicos	a) Inorgânicas: Alumínio, Arsênio, Cádmio, Chumbo, Cobre, Cromo, Escândio, Ferro, Fósforo, Manganês, Mercúrio, Níquel, Nitrogênio Kjeldahl e Zinco. b) Orgânicas*: Bifenilas Policloradas (PCB's), Carbono Orgânico Total, Compostos Orgânicos Voláteis e Semi-Voláteis, Difenil Éter Polibromados (PBDE), Dioxinas e Furanos, Dioxin-Like PCB's, Fenóis por cromatografia, Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPAs); Pesticidas Organoclorados.
	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>Vibrio fischeri</i> (Sistema Microtox); ensaio de Toxicidade Aguda/Subletal com o anfípodo <i>Hyalella azteca</i> , Ensaio de Toxicidade Aguda/Subletal com <i>Chironomus sanctacarlii</i> e ensaio de Mutação Reversa (Teste de Ames)

* As variáveis que compõem esses grupos estão descritas no Apêndice E

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.

1.2.2.3 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.

1.2.2.4 Variáveis do Monitoramento Automático

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

1.2.3 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.

1.2.3.1 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).

1.2.3.2 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.

1.2.3.3 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 IMPCA 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.

1.2.3.4 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.

1.2.3.5 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.

1.2.3.6 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

1.2.3.7 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 *Hyalella 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 ⁵	≥ 10 ⁵ até < 10 ⁶	≥ 10 ⁶ até < 10 ⁷	≥ 10 ⁷

a) Segundo valores guias estabelecidos pelo CCME (1999)

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 e alguns pontos do Rio Paraíba, tiveram seu monitoramento intensificado executando-se amostragens com frequência mensal.

1.2.4 Perfis de Temperatura e Oxigênio Dissolvido

A determinação dos perfis de Temperatura e Oxigênio Dissolvido ao longo da coluna d'água de corpos hídricos lânticos 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 lânticos (reservatórios), com medição feita com o uso de embarcação.

1.2.5 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.

1.2.6 Indicador de Coleta e Tratabilidade de Esgoto da População Urbana de Município – ICTEM

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.

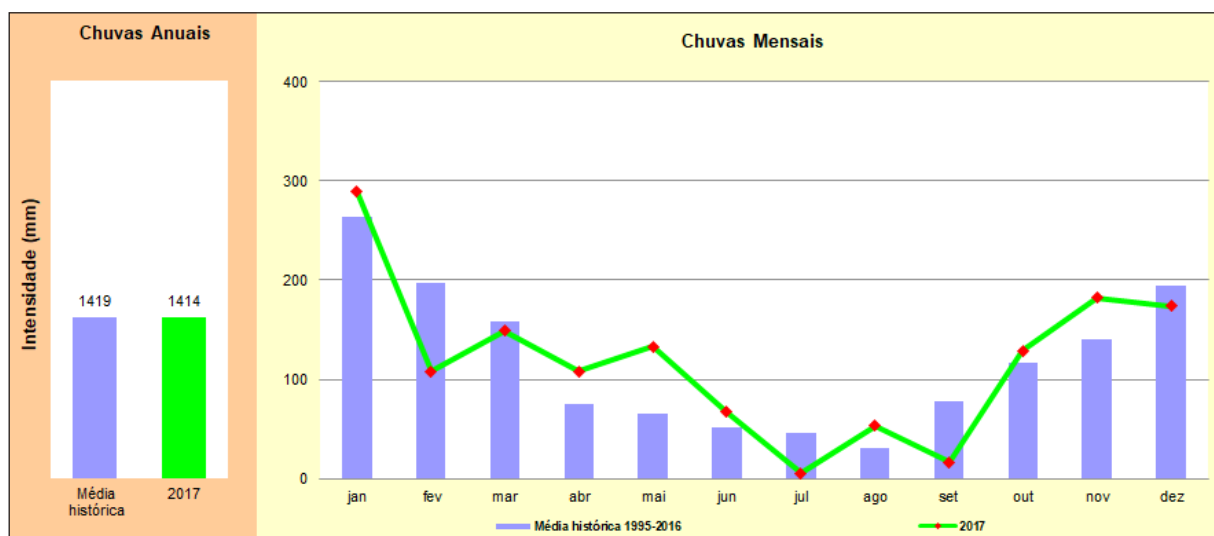
O indicador permite transformar os valores nominais de carga orgânica em valores de comparação entre situações distintas dos vários municípios, refletindo a evolução ou estado de conservação de um sistema público de tratamento de esgotos.

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

2 • Aspectos hidrológicos

Este capítulo tem por objetivo avaliar a disponibilidade hídrica no Estado de São Paulo. Para tanto, foram tomadas as médias mensais dos valores registrados em 319 postos pluviométricos distribuídos pelas 22 UGRHs. O resultado é apresentado no Gráfico 2.1.

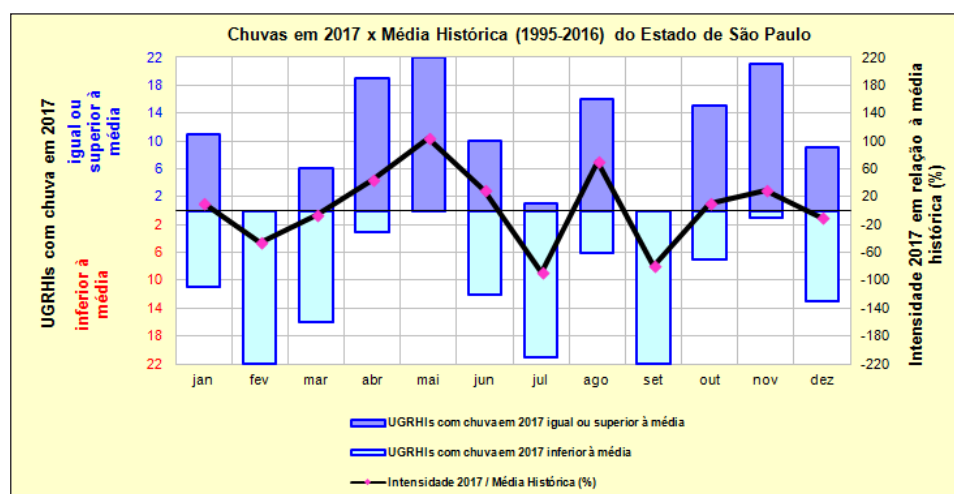
Gráfico 2.1 – Intensidades de chuva mensais e anuais no Estado de São Paulo em 2017.



O Gráfico 2.1 mostra que o Estado de São Paulo apresentou intensidade média de chuva anual de 1.419 mm, no período 1995-2016. Esse intervalo temporal foi selecionado por apresentar dados em todas as UGRHs. O período de estiagem, historicamente considerado de abril a setembro, com precipitações mensais inferiores a 100 mm, apresentou-se bastante irregular em 2017, com os meses de julho e setembro muito mais secos que o esperado e abril e maio 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 fevereiro, quando foi observado volume de chuvas 45% mais baixo, e novembro que apresentou índice 30% maior.

O Gráfico 2.1 informa, ainda, que o Estado de São Paulo apresentou um volume anual de chuvas em 2017 de 1.414 mm, ou seja, valor equivalente à média dos 22 anos anteriores.

Para avaliar as precipitações ocorridas ao longo de 2017 no conjunto das UGRHs, foi elaborado o Gráfico 2.2. Para tanto, foram comparadas as precipitações mensais em cada uma das UGRHs com as médias históricas do Estado, para se obter o número de unidades que registraram chuvas acima e abaixo da média. Calculou-se, também, a variação de intensidade pluviométrica do conjunto das UGRHs em relação à média histórica do Estado.

Gráfico 2.2 – Chuvas de 2017 nas UGRHIs em relação à média histórica do Estado de São Paulo.

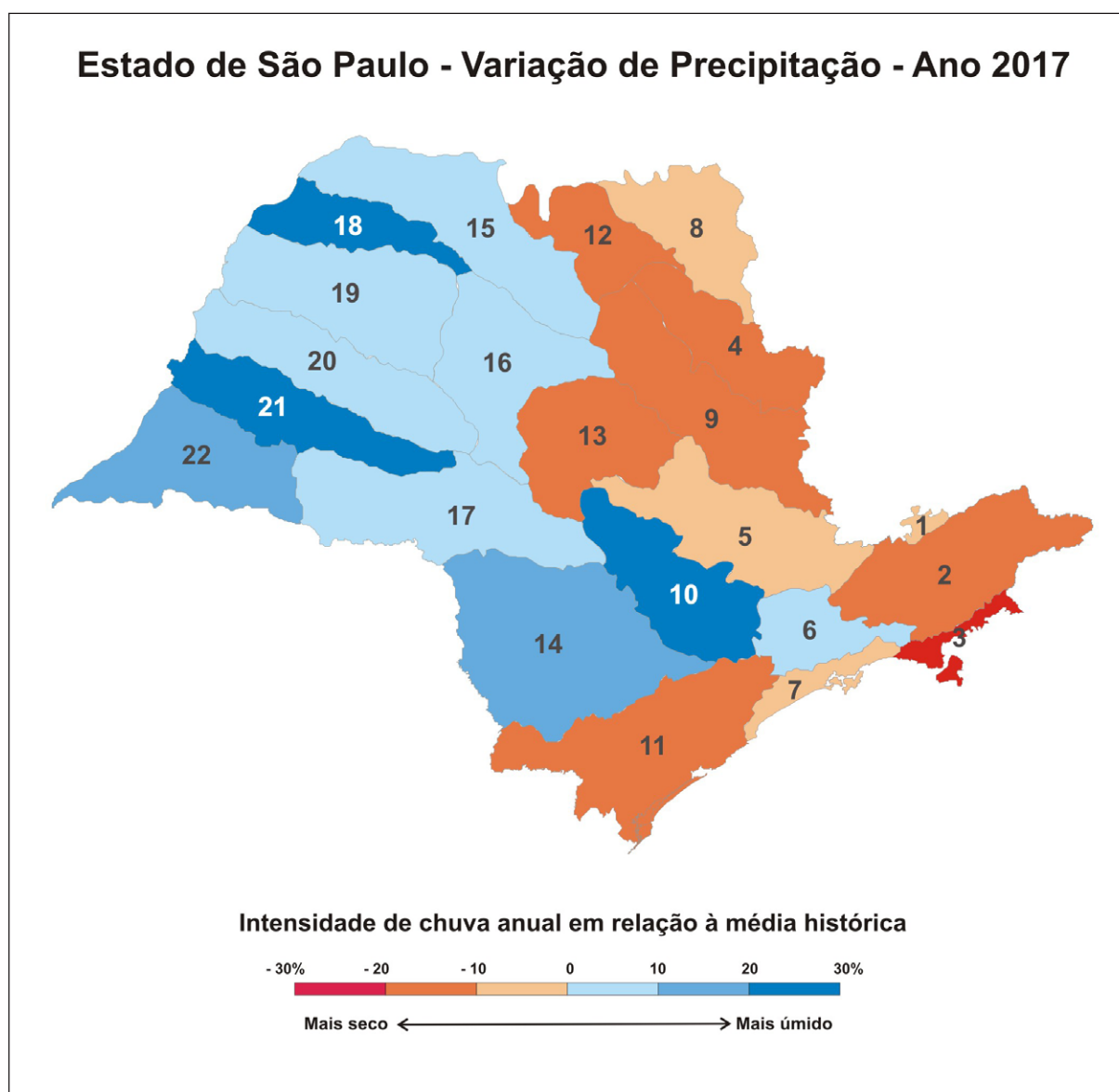
Os resultados mostrados no Gráfico 2.2 corroboram os do Gráfico 2.1. Constata-se no Gráfico 2.2 que os deslocamentos da linha são compatíveis com o posicionamento das barras azuis. Exemplificando, julho de 2017 apresentou intensidade de chuva 89% inferior à média histórica, podendo-se observar a linha no campo negativo (-89%) e a barra azul indicando que 21 das 22 UGRHIs tiveram um mês de julho menos chuvoso do que a média histórica.

Assim, o distanciamento da linha 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 2.1, a evolução dessa linha mostra relativo equilíbrio entre déficits e superávits pluviométricos, o que condiz com o fato de a precipitação de 2017 ter sido praticamente igual à média histórica.

Os volumes mensais e anuais precipitados em cada UGRHI podem ser visualizados no Apêndice B, que traz também um comparativo entre o volume observado em 2017 e a série histórica de cada bacia. Essas informações foram consolidadas na Figura 1.1, onde se visualiza especialmente a ocorrência de chuvas em 2017, nas 22 UGRHIs do Estado, comparativamente às médias históricas de cada uma. Nesse mapa, observa-se equilíbrio entre o número de UGRHIs com volumes anuais de chuva inferiores (11) e superiores (11) às médias históricas, destacando-se o déficit de 29% na UGRHI 3 e o superávit de 38% na UGRHI 18.

Salienta-se que, para a elaboração do mapa da Figura 2.1 foram consideradas as séries históricas de dados pluviométricos completas de cada UGRHI, sendo que cada uma pode apresentar séries mais ou menos longas. A UGRHI 6, por exemplo, tem a série histórica mais extensa, com dados desde 1879. Em função dessas diferenças, o resultado expresso no mapa pode diferir do que foi apresentado nos Gráficos 2.1 e 2.2, cuja elaboração foi baseada apenas em dados desde 1995.

Figura 2.1 – Variação da intensidade de chuva em cada UGRHI em relação às suas respectivas médias históricas.



3 • Redes de Monitoramento

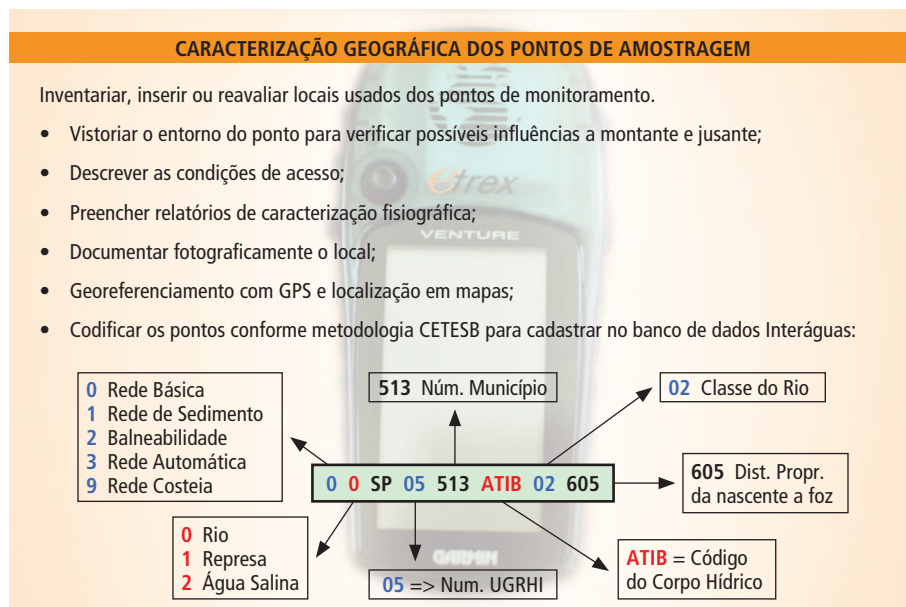
O monitoramento da qualidade das águas superficiais em corpos de água doce, como rios e reservatórios, é constituído pelas redes de amostragem manual e automática, que objetivam um diagnóstico dos usos múltiplos do recurso hídrico. Para o acompanhamento das condições de contato primário das praias de 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.

3.1 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 3.1, 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.

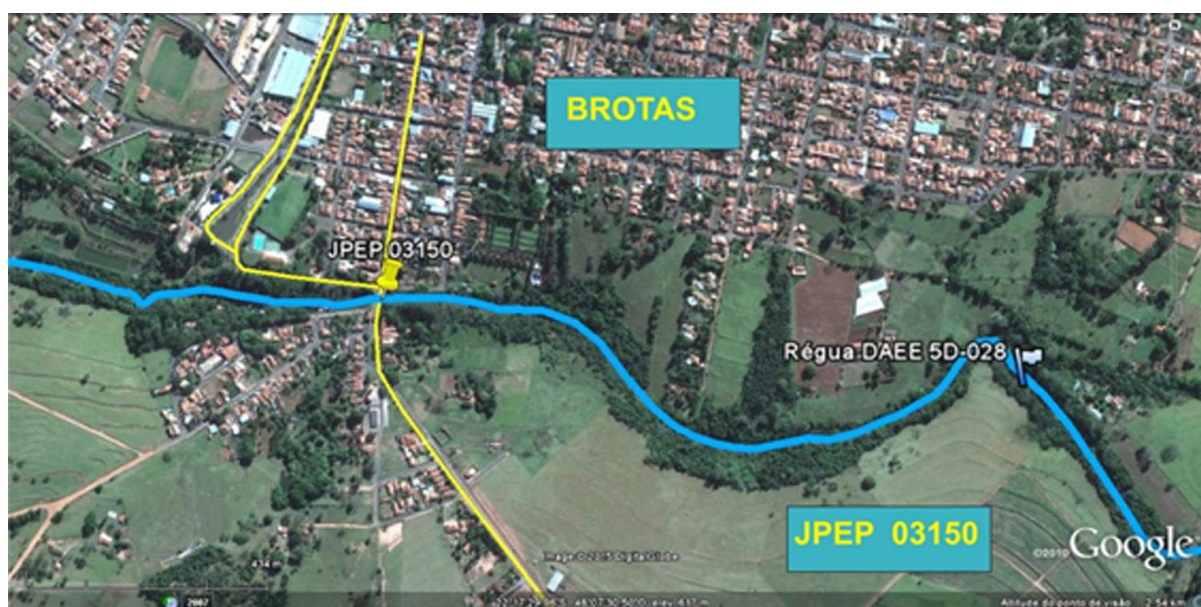
Figura 3.1 – Processo de codificação e georeferenciamento dos pontos de amostragem.



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* e 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 3.2, 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 3.2 – Exemplo de localização do ponto JPEP 03150, no Rio Jacaré – Pepira, para cadastro no Banco Interáguas.



3.2 Rede de Amostragem Manual

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

3.2.1 A Rede Básica

A Rede de água doce superficial, em 2017, foi constituída por 461 pontos de amostragem. Em relação ao ano anterior houve um acréscimo de 12 pontos. Na rede básica da CETESB foram incluídos 18 novos pontos: TKIN 02950 e RIPE 04300 (UGRHI 04), ATSG 02800, CRUM 02850, LAPE 04850 e PIÇA 04850 (UGRHI 05), IPAU 02600 (UGRHI 07), MOGU 02270 (UGRHI 09), AVEC 02800 e LAVP 03055 (UGRHI 10), ABAN 02800 e BROA 02800 (UGRHI 13), APIA 02600 (UGRHI 14). E outros 4 pontos resultantes entre acordo CETESB/ CESP para monitoramento conjunto do Rio Paraná: PARN 02110 (UGRHI 19); PARN 02400 (UGRHI 20), PARN 02740 e PARN 02910 (UGRHI 22).

Também em relação ao ano passado foi feita a exclusão dos seguintes 5 pontos: RIPE 04250 (UGRHI 04); CRUM 02900 e LAPE04900 (UGRHI 05); MOGU 02270 (UGRHI 9) e ANOR 02300 (UGRHI 20), por motivos que podem ser vistos a seguir.

Foram ainda recodificados todos os 6 pontos do rio Jundiá que estavam classificados como classe 4 para alteração para classe 3 em função da deliberação do CRH¹. Os pontos reclassificados são: JUNA 03150, JUNA 03190, JUNA 03200, JUNA 03700 e JUNA 03900. O ponto JUNA 03270 já havia sido reclassificado anteriormente.

Destes 17 novos inseridos em 2017, 5 pontos vão fazer parte da rede conjunta CETESB/ANA:

RIPE 04300 (UGRHI 4), IPAU 02600 (UGRHI 7), AVEC 02800 (UGRHI 10), BROA 02800 (UGRHI 13) e APIA 02600 (UGRHI 14). Com relação à rede integrada com a ANA de 2016, o ponto RIPE 04900 da UGRHI 4 foi desintegrado e o ANOR 02300, como já citado acima, foi excluído de ambas as redes.

Na Tabela 3.1, são discriminadas as alterações ocorridas na Rede Básica CETESB ao longo de 2017.

Tabela 3.1 – Alterações de Pontos de Amostragem na Rede Básica em 2017 (continua)

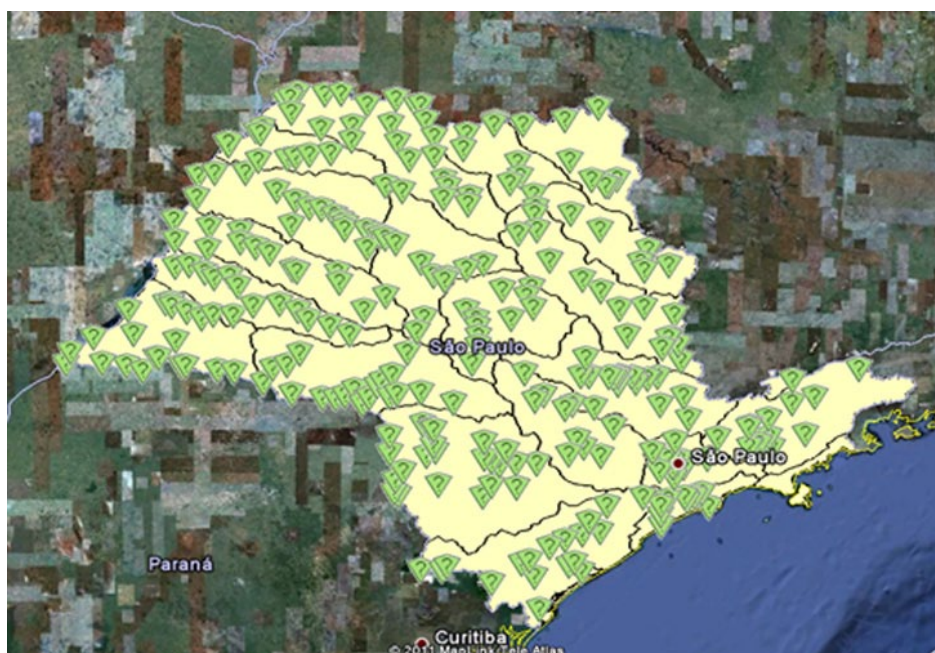
UGRHI	Núm. de Pontos	Situação	Corpo Hídrico / Código CETESB	Motivo
4	1	Inclusão	Córrego Tanquinho TKIN 02950	Ponto Novo. Inserido por solicitação da Agência Ambiental de Ribeirão Preto para avaliar o impacto de efluentes urbanos na Bacia do Ribeirão Preto.
	1	Exclusão/ Inclusão	Ribeirão Preto RIPE 04250 Ribeirão Preto RIPE 04300	O ponto RIPE 04250 foi desativado e foi transferido para cerca de 2 km à jusante para junto da régua do DAEE 4C-018, sendo integrado à rede CETESB/ANA.
5	2	Inclusão	Reservatório de Salto Grande (UGRHI 05) ATSG 02800	Para verificar os aportes da carga difusa e frequentes episódios de floração de algas no reservatório.
			Rio do Piçarrão PIÇA 04850	Ponto Novo. Inserido para avaliar carga urbana difusa de Campinas. Está cerca de 5 km à montante da ETE Capivari da SANASA.
	2	Exclusão/ Realocamento/ Inclusão	Rio Corumbataí CRUM 02900	O ponto CRUM 02900 foi desativado por dificuldade de coleta e foi transferido o CRUM 02850: A 1 km da foz com o Rio Piracicaba. Ponte na R. Virgílio da Silva Fagundes.
			Rio Corumbataí CRUM 02850	
			Ribeirão Lavapés - UGRHI 5 LAPE 04900	O LAPE 04900 foi desativado por falta de acesso. Foi deslocado em cerca de 1300 poucos metros à montante do rio. Está agora na Ponte na Rua Antônio Sabella, cerca de 1 km da Foz com o Rio Jaguari.
			Ribeirão Lavapés - UGRHI 5 LAPE 04850	
	5	Recodificação	JUNA 04150, JUNA 04190, JUNA 04200, JUNA 04700 e JUNA 04900	Enquadramento: Alteração da Classe 4 para Classe 3 nos seguintes pontos: JUNA 03150, JUNA 03190, JUNA 03200, JUNA 03700 e JUNA 03900.
7	1	Inclusão	Rio Itapanhaú IPAU 02600	Possível ponto de transferência de água bruta para a UGRHI 6 – Res. Biritiba-Mirim (reforço do SPAT-Sistema de produção do Alto Tiete) da SABESP.
9	1	Exclusão	Rio Mogi-Guaçu MOGU 02260	O ponto MOGU 02260 foi desativado por falta de acesso. Foi realocado e recodificado para MOGU 02270.
	1	Inclusão	Rio Mogi-Guaçu MOGU 02270	A jusante da confluência do Ribeirão do Meio e do Rib. Itupeva. Fica cerca de 5,5 Km à jusante do antigo MOGU 02260.

1 http://www.sigrh.sp.gov.br/public/uploads/deliberation//CRH/12159/deliberacao_crh_202.pdf

Tabela 3.1 – Alterações de Pontos de Amostragem na Rede Básica em 2017 (conclusão)

UGRHI	Núm. de Pontos	Situação	Corpo Hídrico / Código CETESB	Motivo
10	2	Inclusão	Ribeirão Avecuia AVEC 02800	Avaliar a qualidade do manancial de abastecimento da cidade de Porto Feliz.
		Inclusão	Ribeirão Lavapés - UGRHI 10 LAVP 03055	Este rio foi reenquadrado em 2016. Manancial complementar da SABESP para cidade de Botucatu.
13	2	Inclusão	Cór. da Água Branca ABAN 02800	Cór. da Água Branca que recebe efluentes da ETE de Itirapina/ Pedido do Ministério Público
		Inclusão	Represa do Broa BROA 02800	Represa do Broa/ Pedido do Ministério Público
14	1	Inclusão	Rio Apiaí-Guaçu APIA 02600	Inserção de pontos novos da Rede ANA na Rede Estadual da CETESB
19	1	Inclusão	Rio Paraná PARN 02110	Convênio de Monitoramento CESP / Rede Estadual da CETESB
20	1	Exclusão	Córrego da Água Norte ANOR 02300	Falta de acesso ao local de captação.
	1	Inclusão	Rio Paraná PARN 02400	Convênio de Monitoramento CESP / Rede Estadual da CETESB
22	2	Inclusão	Rio Paraná PARN 02740	Convênio de Monitoramento CESP / Rede Estadual da CETESB
		Inclusão	Rio Paraná PARN 02910	Convênio de Monitoramento CESP / Rede Estadual da CETESB

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 3.3, 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 e integração de muitos pontos em locais já monitorados pela CETESB.

Figura 3.3 – 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.

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 Interaguas. 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 como na Figura 3.4, gerando informação de qualidade e de quantidade com frequência de 4 vezes por ano.

Portanto, com os 5 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 231 pontos operados em 2017. Com isto a CETESB já está atendendo a meta prevista para as duas primeiras fases, pois já tem cerca de 92 % dos pontos dos pontos de qualidade previstos, e cerca de 40% dos de quantidade, que serão medidos por meio 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.

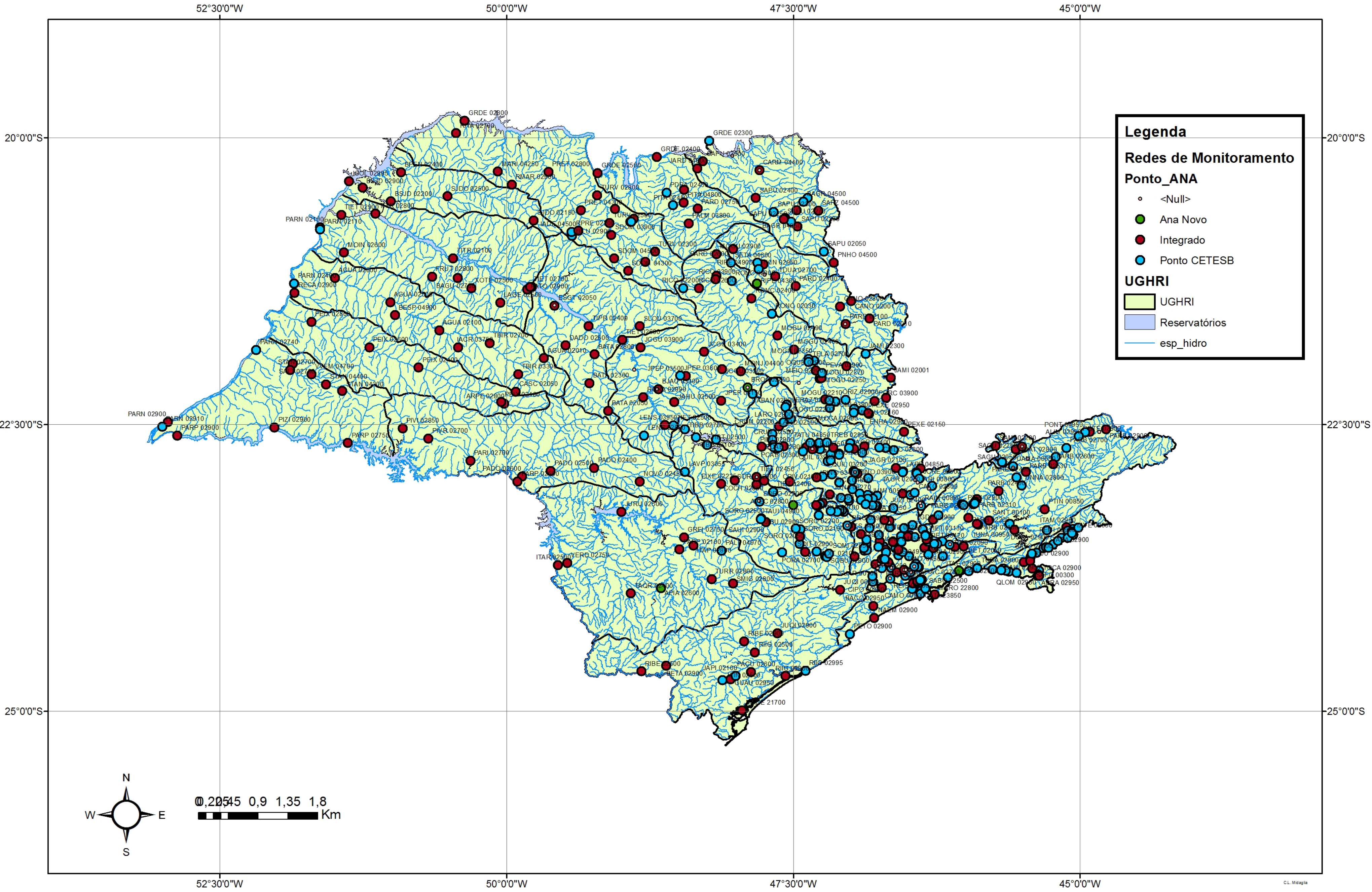
Figura 3.4 – Ex. Medição de vazão realizada pela CETESB no PARB 02400, no Vale do Paraíba. (Foto: R. Rossetti)



O Mapa 3.1, 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 3.1 – Pontos de Monitoramento da Rede Básica CETESB/ Rede Nacional de Monitoramento da Qualidade das Águas 2017

Pontos de Monitoramento da Rede CETESB / Rede Federal ANA - 2017

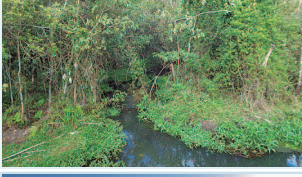
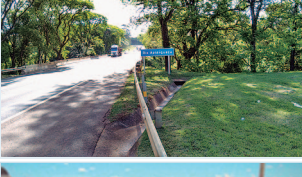
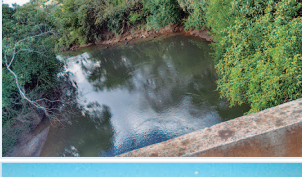
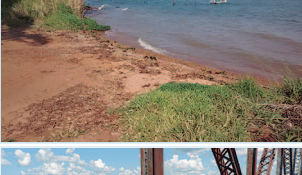
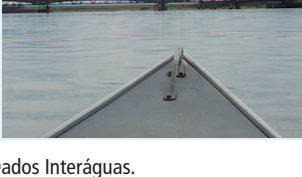


Na Tabela 3.2, são apresentados os registros fotográficos dos pontos novos da CETESB e da rede conjunta CETESB/ANA, que foram inseridos na rede básica em 2017, estando alguns deles, próximos a réguas fluviométricas.

Tabela 3.2 – 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	
4	RIBEIRÃO PRETO RIPE 04300 CETESB/ANA	Ribeirão Preto RIPE 04300		
4	CÓRREGO TANQUINHO TKIN 02950 PONTO CETESB	Córrego Tanquinho TKIN 02950 Ponte na foz do Córrego Tanquinho com o Ribeirão Preto, na Via Expressa Norte altura do nº 2320.		
5	Reservatório de Salto Grande (UGRHI 05) ATSG 02800 PONTO CETESB	ATSG 02800 No corpo central do Reservatório do Salto Grande, em frente ao Yacht Club de Americana.		
5	RIO CORUMBATAÍ CRUM 02850 PONTO CETESB	Rio Corumbataí CRUM 02850 A 1 km da foz com o Rio Piracicaba. Ponte na R. Virgílio da Silva Fagundes		
5	Rib. Lavapés - UGRHI 5 LAPE 04850 PONTO CETESB	Ribeirão Lavapés - UGRHI 5 LAPE 04850 Ponte na Rua Antonio Sabella, cerca de 1 km da Foz com o Rio Jaguari.		
5	Rio do Piçarrão PIÇA 04850 PONTO CETESB	Rio do Piçarrão PIÇA 04850 Ponte na Av. John Boyd Dunlop, Jardim Florence. Cerca de 5 km à montante da ETE Capivari da SANASA.		
7	RIO ITAPANHAÚ IPAU 02600 PONTO CETESB/ANA	IPAU 02600 Na captação da SABESP de Bertioga - ETA Itapanhaú e captação da Riviera de São Lourenço.		
9	RIO MOGI-GUAÇU MOGU 02270 PONTO CETESB	MOGU 02270 À jusante da confluência do ribeirão do Meio e do Rib. Itupeva.		

Tabela 3.2 – 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	
10	Ribeirão Avecuia AVEC 02800 CETESB/ANA	AVEC 02800 Na captação de Porto Feliz.		
13	RIBEIRÃO LAVAPÉS - UGRHI 10 LAVP 03055 PONTO CETESB	Ribeirão Lavapés - UGRHI 10 À jusante da confluência com o Córrego Tijucu Preta		
13	Córrego Água Branca PONTO CETESB	ABAN 02800 Ponte na Rod. Mun. Airton Sena, a jusante da ETE de Itirapina.		
13	REPRESA DO BROA BROA 02800 PONTO CETESB/ANA	BROA 02800 No corpo central, a 1 km do final do Condomínio Santo Antônio.		
14	RIO TURVO - UGRHI 14 APIA 02600 PONTO CETESB/ANA	APIA 02600 Ponte na Rod. SP-258 (Francisco Alves Negrão), na altura do km 358.		
19	RIO PARANÁ PARN 02110 PONTO CETESB/CESP	PARN 02110 Rio Paraná, a jusante da barragem de Jupia.		
20	RIO PARANÁ PARN 02400 PONTO CETESB/CESP	PARN 02400 Rio Paraná - Próximo à ponte que liga Paulicéia a Brasilândia/MS		
22	RIO PARANÁ PARN 02740 PONTO CETESB/CESP	PARN 02740 Margem esquerda do Rio Paraná, à jusante do Rio Santo Anastácio, próximo da Pousada Cururu, em Presidente Epitácio.		
22	RIO PARANÁ PARN 02910 PONTO CETESB/CESP	PARN 02910 A jusante da Usina de Porto Primavera		

Fotos: C.L. Midaglia./ J.Manuel Evandro/ Carmo Sireno/ Sergio Bovolenta (CESP) Fotos do acervo do Banco de Dados Interáguas.

3.2.2 Rede de Sedimentos

Em 2017, a rede de sedimento contou com 26 pontos em 9 diferentes UGRHs. A maioria dos pontos concentrou-se nas UGRHs 2, 5, 6, 7 e 10: 19 pontos; outros 6 pontos nas UGRHs 4, 8 e 13 e 1 na UGRHI 1. Neste ano não houve amostras nas UGRHs agropecuárias.

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 3.3 apresenta a distribuição dos 26 pontos de sedimento por UGRHI, que foram amostrados em 2017, sendo que 8 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 15 últimos anos.

Tabela 3.3 – Pontos de amostragem da rede de sedimento em 2017. (continua)

UGRHI	Núm. Pontos	Cód. CETESB	Corpo Hídrico	Motivo
1- Mantiqueira	1	SAGU 02250	Rio Sapucaí Guaçu	Ponto novo: Aportes de carga difusa à montante.
2-Paraíba do Sul	1	PARB 02850	Rio Paraíba do Sul	Ponto mantido: avaliar a carga de poluentes no final do trecho paulista
4 - Pardo	2	LSAI 02500	Lagoa do Saibro	Ponto novo: Avaliar as reduções de vazões após a crise hídrica de 2015.
		PARD 02100	Rio Pardo - UGRHs 4 e 12	Ponto novo: Investigar valores de toxicidade nos resultados de água
05 - Piracicaba / Jundiá / Capivari	7	ATSG 02800	Reservatório de Salto Grande (UGRHI 05)	Ponto reativado: avaliar episódios de eutrofização no reservatório e mortandade de peixes.
		BAIN 02950	Rio Atibainha	Ponto novo: Investigar valores de toxicidade nos resultados de água
		JUNA 03900	Rio Jundiá - UGRHI 05	Ponto reativado: avaliar a carga de poluentes na foz do Rio Jundiá depois do reenquadramento do Rio Jundiá
		PCAB 02130	Rio Piracicaba	Ponto mantido: Continuar investigando cargas domésticas e industriais
		PINO 03900	Ribeirão Pinheiros	Ponto novo: Avaliar contribuições domésticas e industriais na foz do rio Pinheiros com o Rio Atibaia.
		QUIL 03990	Ribeirão Quilombo	Ponto reativado: comparar com resultados obtidos em 2004.
6- Alto Tietê	9	RAIN 00880	Represa do Rio Atibainha	Ponto reativado: Avaliar o corpo hídrico antes do início da transposição com o Res. Jaguari
		BILL 02100	Reservatório Billings	Ponto consolidado.
		BIRP 00500	Braço do Rio Pequeno	Ponto mantido: Sistema de transposição do Res. Billings-Rio Grande-Taiaçupeba.
		BITQ 00100	Braço do Ribeirão Taquacetuba	Ponto mantido: Transposição para Sistema Guarapiranga
		GUAR 00900	Reservatório do Guarapiranga	Ponto consolidado.

Tabela 3.3 – Pontos de amostragem da rede de sedimento em 2017. (conclusão)

UGRHI	Núm. Pontos	Cód. CETESB	Corpo Hídrico	Motivo
6- Alto Tietê	9	JQJU 00900	Reservatório do Juqueri ou Paiva Castro	Ponto mantido: avaliar a carga de poluentes no Sistema Cantareira.
		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 (área da transposição de água).
		RGDE 02900	Reservatório Rio Grande	Ponto consolidado.
		TIET04160	Reservatório de Pirapora	Ponto reativado: Acompanhar obras do Hidroanel na Barragem da Penha
7- Baixada Santista	1	IPAU 02600	Rio Itapanhaú	Ponto mantido: Avaliar a água bruta da Estação de Tratamento de Água Itapanhaú.
8-Sapucaí-Grande	2	CARM 04400	Rio do Carmo	Ponto novo: Avaliar aportes de cargas domésticas
		SAPU 02290	Rio Sapucaí - UGRHI 8	Ponto novo: Investigar a carga difusa no Rio Sapucaí
10- Sorocaba/ Médio Tietê	1	SORO 02700	Rio Sorocaba	Ponto reavaliado: Para estudar a possível presença de mutagenicidade na água bruta da captação de Cerquilho.
13-Tietê/ Jacaré	1	BJAU 03800	Braço do Rio Jau	Ponto mantido: Avaliar processos de eutrofização e contaminantes no braço do reservatório de Bariri
	1	BROA 02800	Represa do Broa	Ponto novo: Avaliar os aportes de nutrientes na Represa do Broa e presença de algas

3.3.3 Rede de Balneabilidade em Rios e Reservatórios

Em 2017, o programa de balneabilidade de rios e reservatórios foi executado em 35 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 2017, foram:

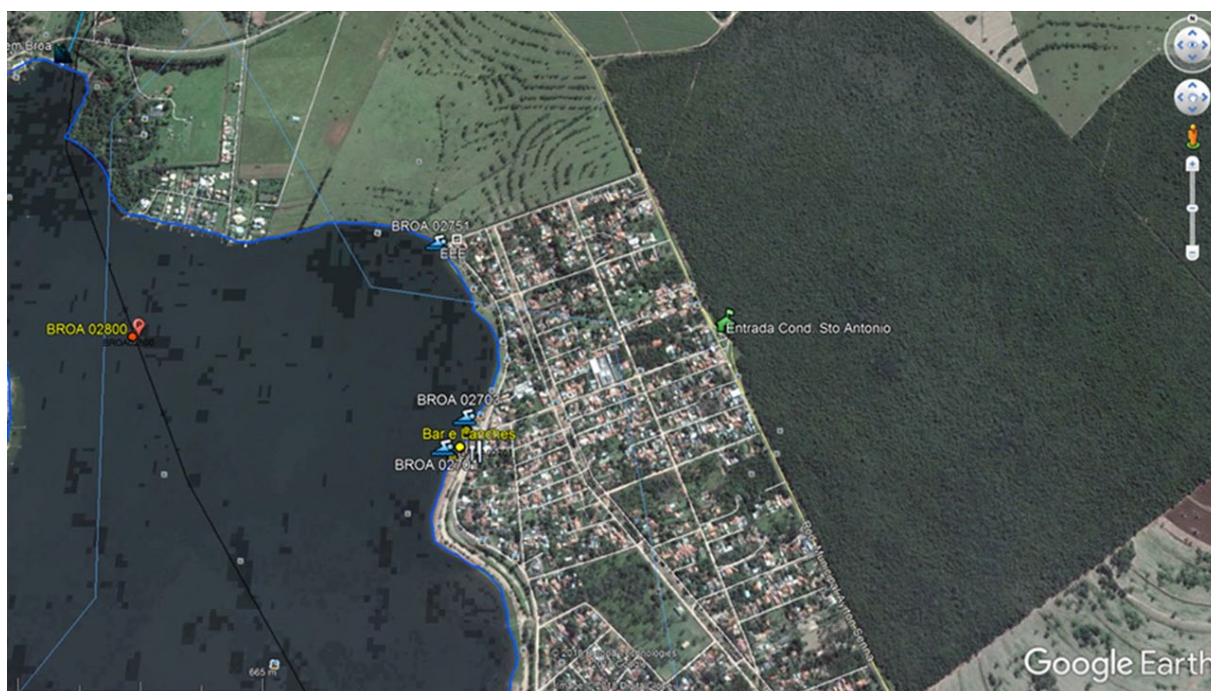
Na UGRHI 6 a descrição do ponto BILL 02801- Prainha em frente a ETE foi alterada para Prainha do Riacho Grande, próxima à barragem do Rio Grande, ao lado da Rodovia Anchieta.

Na UGRHI 13 – Tietê/ Jacaré houve a reativação de dois pontos de monitoramento de balneabilidade no Rio Tietê: O TIET 02491- Na Prainha de Igarazu do Tietê e o ponto TIBI 02451: Na Prainha Municipal de Arealva, no Reservatório de Ibatinga.

Ainda na mesma UGRHI 13 houve a inclusão de dois pontos novos na Represa do Broa:

BROA 02701 - Na praia do condomínio Santo Antônio, em frente a lanchonete e BROA 02703 - Na rampa de barcos da praia do condomínio Santo Antônio. Ambos os pontos estão localizados na margem do Condomínio Santo Antônio, no município de Itirapina, conforme Figura 3.5.

Figura 3.5 – Croqui de localização dos Pontos na Praia da Represa do Broa



3.3 Rede Automática

Em 2017 foi feita a inclusão de uma nova estação na rede, localizada no final do trecho paulista do Rio Paraíba do Sul: EF-26 - Na PCH de Queluz, inaugurada em 27 de dezembro de 2016. Outra nova estação foi instalada no final de 2017 na UGRHI 6 – Alto Tiete, a TIET 04160 - EF- 29, situada no Rio Tietê, na Barragem da Penha a qual só será contabilizada no ano que vem, devido a insuficiência na geração de dados.

Assim, a rede automática operou no ano de 2017 com 12 estações. Outras estações que operaram parcialmente durante o ano, não fizeram parte da rede automática em 2017. São elas:

A estação EF 25 –Santa Branca, à 1,5 Km da barragem da represa de Santa Branca, só funcionou por 15 dias e, portanto, não foi contabilizada no período anual.

Em 2017 a EF-A 15 – São Miguel Paulista foi desativada devido a problemas de furto.

A EF-27 – Res. Jacareí –Sist. Cantareira (sonda) no Reservatório Jacareí que também sofreu furtos de bomba e fios, ficou inoperante, e a EF16 – Retiro (PINH 04100 - Rio Pinheiros), tal como nos anos anteriores, permaneceu desligadaa devido à falta de infra-estrutura para amostragem de água bruta.

Funcionaram por 9 meses as seguintes estações: EF04 – Cotia (Rio Cotia) e EF14 – Pedreira (Rio Pinheiros, PINH 04105).

As demais estações funcionaram por 12 meses. Portanto a rede de monitoramento automática que esteve em operação em 2017 foi composta por 12 estações que geraram dados acima de 50% do ano.

Entre as estações automáticas em operação da CETESB, 6 situam-se em rios, a saber: no Rio Paraíba do Sul, no Rio Tietê, Rio Pinheiros, Rio Cotia, e Rio Piracicaba. As outras 6 estão nos seguintes reservatórios: Billings, Braço do Ribeirão Taquacetuba, Rasgão, Guarapiranga, Águas Claras (Figura 3.6) e Rio Grande, que observam constantemente a condição da qualidade da água bruta utilizada para o abastecimento público de parte da RMSP.

Figura 3.6 – Registro fotográfico da Estação Automática EF. 09–ACLA 00900–AGUAS CLARAS (Foto: C.L. Midaglia)



Entre os atuais pontos do Monitoramento Automático, 9 foram coincidentes com as amostragens manuais de água (ACLA 00500, BILL 02900, BITQ 00100, COTI 03900, GUAR 00900, RGDE 02900, TIET 02090, TIET 02450, e TIRG 02900). O tempo de operação de cada estação está descrito na Tabela 3.4

Tabela 3.4 – Percentual de Tempo de operação com geração/transmissão de dados 2017

UGRHI	Nome da Estação	Código CETESB	% dados válidos / ano					
			2012	2013	2014	2015	2016	2017
2	EF-25 – Santa Branca *	PARB 02040	-	-	-	73,77	-	5
	EF-26 – Queluz	PARB 02870	-	-	-	-	-	93,35
5	EF-06 – Piracicaba (sonda)	PCAB 02600	54	97	86,88	96,68	95,8	91,66
	EF-27 – Res. Jacareí – 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	89,79
	EF-04 – Cotia	COTI 03900	65	81	76,7	73,64	56,74	74,73
	EF-07 – Rio Grande	RGDE 02900	75	90	77,06	93,3	76,71	91,86
	EF-08 – Guarapiranga	GUAR 00900	63	80	71,82	84,82	83,95	83,75
	EF-09 – Águas Claras	ACLA 00500	77	91	87,11	86,72	86,76	73,47
	EF-10 – Taquacetuba (Sonda)	BITQ 00100	76	91	94,68	86,69	91,19	83,50
	EF-11 – Summit Control	BILL 02900	67	77	74,09	60,66	80,34	81,62
	EF-14 – Pedreira	PINH 04105	50	72	84,11	79,33	79,76	68,70
	EF-15 – São Miguel Paulista	TIET 03140	58	43	68,77	77,75	24,23	desativada
10	EF-16 – Retiro *	PINH 04900	0	0	0	0	0	0
	EF-02 – Rasgão	TIRG 02900	81	66	89,22	83,33	88,07	76,19
	EF-03 – Laranjal Paulista	TIET 02450	66	26	77,47	73,9	32,34	75,06

* Estação permaneceu desligada

3.4 Distribuição dos pontos de amostragem

A Tabela 3.5 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 3.5 – Descrição dos pontos de amostragem das redes de monitoramento – 2017. (continua)

Corpo Hídrico	UGRHI	Código CETESB	Projeto	Ponto ANA	Local de amostragem	Município	Latitude S	Longitude W
Rio da Prata	1	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
		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
Rio Sapucaí Guaçu		SAGU 02250	R.B	Integrado	Ponte na estrada de acesso ao Borboletário, à jusante da ETE de Campos do Jordão.	CAMPOS DO JORDÃO	22 41 37	45 30 19
		SAGU 02250	Sed.	Não	Próximo da Ponte na estrada de acesso ao Borboletário. À jusante da ETE de Campos do Jordão.	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
Ribeirão da Água Limpa	2	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	Integrado	Ponte na Rua Alziro Lebrão, no bairro Alto da Ponte.	SÃO JOSÉ DOS CAMPOS	23 09 00	45 53 54
Rio Guaratinguetá		GUAT 02800	R.B	Não	Na captação de Guaratinguetá (SAEG), em frente a ETA.	GUARATINGUETÁ	22 47 00	45 12 46
Braço do Rio Paraitinga		INGA 00850	R.B	Não	Próximo à área de lazer da CESP	PARAIBUNA	23 21 56	45 36 45
Braço do Rio Paraíba		IUNA 00950	R.B	Integrado	Na junção dos braços do Rio Paraíba 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
Rio Jaguari - UGRHI 02		JAGI 00350	R.B	Integrado	Na régua da CESP, à montante da Cachoeira do Jaguaribe.	SANTA ISABEL	23 19 48	46 16 50
		JAGI 02900	R.B	Integrado	Próximo da foz no rio Paraíba, no município de São José dos Campos.	SÃO JOSÉ DOS CAMPOS	23 10 21	45 54 49
		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.	SANTA BRANCA	23 22 05	45 53 59
		PARB 02200	R.B	Integrado	Junto à captação do município de Jacareí	JACAREI	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.	SÃO JOSÉ DOS CAMPOS	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 02850	Sed.	Não	A cerca de 500 m a jusante da foz do rio Claro, na divisa entre os municípios de Lavrinhas e Queluz.	QUELUZ	22 33 42	44 49 56
		PARB 02870	M.Aut.	Não	EF-26. Na PCH de Queluz.	QUELUZ	22 32 42	44 47 46
		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.	SÃO LUIS DO PARAÍTINGA	23 14 20	45 18 23
Rio Paraíba		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

Tabela 3.5 – Descrição dos pontos de amostragem das redes de monitoramento – 2017. (continua)

Corpo Hídrico	UGRHI	Código CETESB	Projeto	Ponto ANA	Local de amostragem	Município	Latitude S	Longitude W
Ribeirão Grande	2	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
Reserv. 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
Rio Piracuama		UAMA 00550	R.B	Não	Ponte sobre o rio Piracuama ao lado da Estação Centenário da Estrada de Ferro.	PINDAMONHANGABA	22 51 55	45 35 05
Rio Piracuama		UAMA 00601	Baln.	Não	No Balneário de Piracuama - Reino das Águas Claras.	PINDAMONHANGABA	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
Ribeirão Água Branca	3	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 SEBASTIAO	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 SEBASTIAO	23 45 28	45 40 24
Rio Boiçucanga		BOIC 02950	R.B	Não	Ponte da Av. Walkir Vergani (SP-055)	SÃO SEBASTIAO	23 47 02	45 37 13
Rio Camburi		BURI 02950	R.B	Não	Estrada do Cambury, na ponte sobre o rio Cambury	SÃO SEBASTIAO	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.	UBATUBA	23 25 32	45 06 19
	GRAN 02900	R.B	Não	No ancoradouro, junto aos barcos.	UBATUBA	23 25 54	45 04 13	
	GUAX 02950	R.B	Não	Próximo a praia Martim de Sá	CARAGUATATUBA	23 37 15	45 22 36	
Rio Itamambuca	4	ITAM 02950	R.B	Não	Próximo ao Condomínio Itamambuca	UBATUBA	23 24 05	45 00 47
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 N 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 - nº 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.	CARAGUATATUBA	23 41 19	45 26 01
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.	SÃO SEBASTIAO	23 45 25	45 25 01
Rio Sai		SAHI 02950	R.B	Não	Na Praia do Sahy.	SÃO SEBASTIAO	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	CARAGUATATUBA	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
Córrego das Tocas	TOCA 02900	R.B	Integrado	Ponte sobre o córrego da Toca, na Rua Coronel Jose Vicente de Faria Lima, no Bairro Costa Bela, Praia de Barra Velha, em Ilhabela.	ILHABELA	23 49 08	45 21 21	
Rio Canoas	4	CANO 02001	R.B	Integrado	Ponte na Rod SP-340 que liga Mocooca e Arceburgo, na divisa SP/MG	MOCOCA	21 25 20	46 59 45
		CANO 02800	R.B	Integrado	Ponte na Rod. SP-338, em direção a Cajuru.	MOCOCA	21 28 14	47 05 38
		LSAI 02500	Sed.	Não	Na Lagoa do Saibro, no corpo central.	RIBEIRÃO PRETO	21 11 29	47 45 05
		PARD 02010	R.B	Integrado	Ponte na rodovia SP-350, no trecho que liga S 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 02100	Sed.	Não	Próximo a ponte da Rod. SP 340, no trecho que liga Casa Branca a Mococa, à jusante da PCH Limeiro.	MOCOCA	21 37 14	47 02 49
Rio Pardo - UGRHIs 4 e 12	4	PARD 02400	R.B	Integrado	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

Tabela 3.5 – Descrição dos pontos de amostragem das redes de monitoramento – 2017. (continua)

Corpo Hídrico	UGRHI	Código CETESB	Projeto	Ponto ANA	Local de amostragem	Município	Latitude S	Longitude W
Ribeirão Preto	4	RIPE 04300	R.B	ANA NOVO	Ponte na Rua Dr. Sarabá em Bonfim Paulista, junto a régua do DAEE 4C-018.	RIBEIRÃO PRETO	21 16 02	47 49 08
		RIPE 04900	R.B	Não	A jusante da ETE de Ribeirão Preto	RIBEIRÃO PRETO	21 05 13	47 48 56
Ribeirão do Tamandua		TDUA 02700	R.B	Integrado	Ponte na SP-333, entre Serrana e Ribeirão Preto.	SERRANA	21 12 24	47 39 26
Córrego Tanquinho		TKIN 02950	R.B	Não	Ponte na foz do Córrego Tanquinho com o Ribeirão Preto, na Via Expressa Norte altura do nº 2320.	RIBEIRÃO PRETO	21 08 34	47 48 09
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
		ATIB02030	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.	PAULÍNIA	22 45 07	47 06 20
		ATIB 02605	R.B	Não	Ponte da Rodovia SP-332 que liga Campinas a Cosmópolis.	PAULÍNIA	22 44 43	47 09 35
		ATIB 02800	R.B	Não	Na captação de Sumaré, perto do Mini-Pantanal de PAULÍNIA.	PAULÍNIA	22 45 41	47 10 24
		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	R.B	Não	No corpo central do Reservatório do Salto Grande, em frente ao Yacht Club de Americana.	AMERICANA	22 42 58	47 16 02
		ATSG 02800	Sed.	Não		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
		BAIN 02950	Sed.	Não	Próximo da Ponte sobre o Rio Atibainha na estrada que liga a Rod. D. Pedro a Piracaia.	BOM JESUS DOS PERDÕES	23 06 46	46 28 43
Reserv. do Rio Cachoeira		CACH 00500	R.B	Não	No meio do corpo central, cerca de 3,5 km da barragem	PIRACAIA	23 02 01	46 17 24
		CACH 00902	Baln.	Não	Na praia da Tulipa.	PIRACAIA	23 03 22	46 19 08
Rio Cachoeira		CAXO 02800	R.B	Não	Ponte sobre o Rio Cachoeira na estrada que liga a Rod. D. Pedro I a Piracaia.	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.	MONTE ALEGRE 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
		CMDC 02400	R.B	Integrado	Ponte a jusante do Córrego do Mosquito na SP-107, Rodovia que liga Pedreira a Santo Antônio da Posse.	AMPARO	22 41 21	46 52 51
Rio Capivari	5	CMDC 02900	R.B	Não	Ponte na rodovia SP-340 no trecho que liga Campinas à Mogi-Mirim.	JAGUARIUNA	22 39 42	47 00 11
		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.	CAMPINAS	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
Rio Corumbataí		CPIV 02900	R.B	Integrado	Ponte no canal, próximo à foz do Rio Tietê.	TIETÊ	22 59 21	47 45 17
		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.	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/Paraíso, em Rio Claro	RIO CLARO	22 30 54	47 37 26
		CRUM02300	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 02850	R.B	Não	A 1 km da foz com o R Piracicaba. Ponte na R. Virgílio da Silva Fagundes.	PIRACICABA	22 40 45	47 40 31
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.	CABREÚVA	23 14 52	47 04 24
		IRIS 02250	R.B	Não	Na segunda ponte de concreto na saída para o Bairro do Pinhal.	CABREÚVA	23 14 48	47 05 44
		IRIS 02400	R.B	Não	Estrada sentido Faz. Santana, após aproximadamente 500m do trevo.	CABREÚVA	23 15 44	47 07 13
		IRIS 02600	R.B	Não	Rod Marechal Rondon, altura do km 91, nos fundos da Olaria Tijolar.	CABREÚVA	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

Tabela 3.5 – Descrição dos pontos de amostragem das redes de monitoramento – 2017. (continua)

Corpo Hídrico	UGRHI	Código CETESB	Projeto	Ponto ANA	Local de amostragem	Município	Latitude S	Longitude W
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 reserv. 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.	BRAGANÇA PAULISTA	22 54 30	46 32 37
		JAGR 02100	R.B	Integrado	Ponte na Rod SP- 95 no trecho que liga Bragança Paulista/Amparo(Km 9)	BRAGANÇA PAULISTA	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.	JAGUARIUNA	22 42 15	47 00 51
		JAGR 02500	R.B	Integrado	Na ponte da rod 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.	VARGEM	22 58 16	46 24 03
		JCRE 00521	Baln.	Não	Praia do Condomínio Novo Horizonte, no reservatório 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
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 Cond. Campo Verde.	JUNDIAÍ	23 08 47	46 48 22
		JUMI 00500	R.B	Não	Ponte a jusante da Cereser.	JUNDIAÍ	23 08 43	46 51 04
		JUMI 00800	R.B	Não	Na captação de Jundiá.	JUNDIAÍ	23 09 30	46 54 34
Rio Jundiá - UGRHI 05	5	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.	CAMPO LIMPO PAULISTA	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 03150	R.B	Não	Na Ponte da Av. Antônio Frederico Ozanan, alt. da Rua Angelo Corradini.	JUNDIAÍ	23 11 37	46 52 10
		JUNA 03190	R.B	Não	Ponte de acesso à Akzo Nobel, em Itupeva.	ITUPEVA	23 08 49	47 01 22
		JUNA 03200	R.B	Não	Ponte sobre o Rio Jundiá, na estrada do Bairro Monte Serrat.	ITUPEVA	23 08 18	47 05 05
		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 03700	R.B	Não	Ponte no Jardim das Nações, em Salto.	SALTO	23 11 42	47 16 07
		JUNA 03900	Sed.	Não	Na área urbana de Salto, a montante da estação do KfW, próximo à foz com o Rio Tietê.	SALTO	23 12 31	47 17 16
		JUNA 03900	R.B	Integrado	Ponte na Praça Álvaro Guião, próximo à foz com o Rio Tietê, na área urbana de Salto.	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
Rib. Lavapés- UGRHI 5		LAPE 04850	R.B	Não	Ponte na Rua Antonio Sabella, cerca de 1 km da Foz com o Rio Jaguari.	BRAGANÇA PAULISTA	22 54 56	46 32 51
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.	RIO CLARO	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.	AMERICANA	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 02220	R.B	Não	Margem esquerda, 2,5 Km a jusante da foz do Rib. Piracicamirim, na captação de Piracicaba.	PIRACICABA	22 42 44	47 38 58
		PCAB 02300	R.B	Não	Na ponte do Caixão.	PIRACICABA	22 41 44	47 40 19
		PCAB 02600	M.Aut.	Não	EF-06. No Sítio Paudalinho, na estrada dos Marins, S/N, em Piracicaba. EF-06 (Piracicaba)	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.	PIRACICABA	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
Rio do Piçarrão		PIÇA 04850	R.B	Não	Ponte na Av. John Boyd Dunlop, Jardim Florence. Cerca de 5 km à montante da ETE Capivari da SANASA.	CAMPINAS	22 56 09	47 09 45

Tabela 3.5 – Descrição dos pontos de amostragem das redes de monitoramento – 2017. (continua)

Corpo Hídrico	UGRHI	Código CETESB	Projeto	Ponto ANA	Local de amostragem	Município	Latitude S	Longitude W
Ribeirão Piracicamirim	5	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.	VALINHOS	22 54 53	46 57 39
		PINO 03900	Sed.	Não	Próximo da foz do Rio Pinheiros com o Rio Atibaia.	VALINHOS	22 54 53	46 57 39
Ribeirão Quilombo		QUIL 03200	R.B	Não	Ponte na estrada que liga a Via Anhanguera a Paulínia.	SUMARÉ	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
		QUIL 03990	Sed.	Não	Na Foz do Rio Quilombo, logo abaixo da ETE de Americana	AMERICANA	22 42 49	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 próx. do Hotel Varanda do Lago (em frente ao bar).	NAZARÉ PAULISTA	23 10 29	46 22 49
		RAIN 00880	Sed.	Não	Em frente as obras de colocação da bomba para captação do volume morto, antes da Ensecadeira. Em frente ao muro da Estrada que liga Nazaré- Guarulhos.	NAZARÉ PAULISTA	23 12 35	46 23 10
		RAIN 00880	R.B	Não		NAZARÉ PAULISTA	23 12 35	46 23 10
		RAIN 00901	Baln.	Não	Praia do Lavapés, em Nazaré Paulista.	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
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
Reservatório Águas Claras		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.	CAIEIRAS	23 23 52	46 39 30
		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
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.	SÃO PAULO	23 44 57	46 38 52
		BILL 02100	Sed.	Não		SÃO PAULO	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	Prainha do Riacho Grande, próxima à barragem do Rio Grande, ao lado da Rodovia Anchieta.	SÃO BERNARDO DO CAMPO	23 46 37	46 32 01
		BILL 02900	R.B	Não	Próximo à barragem reguladora Biliings-Pedras (Summit Control).	SÃO BERNARDO DO CAMPO	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)	SÃO BERNARDO DO CAMPO	23 49 04	46 31 23
		Braço do Rio Pequeno	BIRP 00500	R.B	Não	No braço do rio Pequeno, a aproximadamente 2km à montante da Rodovia Caminhos do Mar.	SÃO BERNARDO DO CAMPO	23 47 28
BIRP 00500	Sed.		Não	SÃO BERNARDO DO CAMPO	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)	SÃO PAULO	23 50 26	46 39 31	
	BITQ 00100	Sed.	Não	Na baía situada no final da rua Tomekichi Inouye (captação da SABESP)	SÃO PAULO	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	

Tabela 3.5 – Descrição dos pontos de amostragem das redes de monitoramento – 2017. (continua)

Corpo Hídrico	UGRHI	Código CETESB	Projeto	Ponto ANA	Local de amostragem	Município	Latitude S	Longitude W
Rio Embu-Guaçu	6	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	Integrado	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.	ITAPECERICA DA SERRA	23 45 34	46 46 12
		GUAR 00100	R.B	Não	No meio do Braço do Rio Parelheiros, no bairro do Balneário São José	SÃO PAULO	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	SÃO PAULO	23 45 12	46 46 01
		GUAR 00301	Baln.	Não	Praia Miami Paulista (Aracati).	SÃO PAULO	23 42 54	46 45 07
		GUAR 00401	Baln.	Não	Na Marina Guaraci.	SÃO PAULO	23 42 41	46 45 20
		GUAR 00452	Baln.	Não	Praia 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	SÃO PAULO	23 42 10	46 42 57
		GUAR 00611	Baln.	Não	No Pier da Escola de Esportes Nauticos Wind Clube.	SÃO PAULO	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	SÃO PAULO	23 41 48	46 43 11
		GUAR 00751	Baln.	Não	Em frente ao Pier do Yacht Club Paulista.	SÃO PAULO	23 41 47	46 44 26
		GUAR 00900	R.B	Integrado	Na Captação da SABESP, junto à casa de Bombas.	SÃO PAULO	23 40 27	46 43 40
		GUAR 00900	Sed.	Não	No corpo central, a 2 Km da barragem. Jusante dos braços dos rios M'Boi-Mirim, Parelheiros, Embu-Guaçu e Itupuí.	SÃO PAULO	23 41 22	46 43 35
		GUAR 00900	M.Aut.	Não	EF-08. Na Captação da SABESP junto à casa de Bombas no Bairro Capela do Socorro (EF-08-Guarapiranga).	SÃO PAULO	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
Rib. Jaguari - UGRHI 06		JGUA 03950	R.B	Não	Na ponte da Estr. 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 Taiacupeba.	MOGI DAS CRUZES	23 38 57	46 11 52
Reservatório do Juqueri ou Paiva Castro		JQUJ 00900	R.B	Integrado	Ponte Santa Inês, na rodovia que liga Mairiporã à Franco da Rocha	MAIRIPORA	23 20 25	46 39 45
		JQUJ 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		JQRI03300	R.B	Integrado	Ponte na entrada da portaria 2 do Parque 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
Córrego do Pirajussara		JUÇA 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 TIETÊ.	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
Reservatório Taiacupeba		PEBA 00900	R.B	Integrado	Na captação da SABESP	SUZANO	23 34 43	46 16 41
		PEBA 00900	Sed.	Não	No Reservatório Taiacupeba, no corpo central a 1 Km da barragem. A jusante dos braços do Taiacupeba-Mirim e Taiacupeba-Guaçu.	SUZANO	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 Jardim 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).	SÃO PAULO	23 42 10	46 40 45
		PINH 04250	R.B	Não	Na Ponte do Socorro.	SÃO PAULO	23 39 53	46 42 35
		PINH 04500	R.B	Integrado	Embaixo da Ponte Ari Torres (Av. Bandeirantes).	SÃO PAULO	23 35 38	46 41 37
		PINH 04900	R.B	Não	Próximo à sua foz no Rio Tietê, na Estrutura de Retiro.	SÃO PAULO	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

Tabela 3.5 – Descrição dos pontos de amostragem das redes de monitoramento – 2017. (continua)

Corpo Hídrico	UGRHI	Código CETESB	Projeto	Ponto ANA	Local de amostragem	Município	Latitude S	Longitude W
Reserv. do Rio Grande	6	RGDE 02030	R.B	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	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 02200	R.B	Não	No Clube Prainha Tahiti Camping Náutica, na altura do Km 42 da rodovia SP-31.	RIBEIRÃO PIRES	23 44 23	46 26 44
		RGDE 02301	Baln.	Não	Prainha do Clube Tahiti.	RIBEIRÃO PIRES	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.	SÃO BERNARDO DO CAMPO	23 46 18	46 30 54
		RGDE 02900	R.B	Integrado	Próximo à rodovia Anchieta, junto à captação da SABESP	SÃO BERNARDO DO CAMPO	23 46 07	46 32 00
		RGDE 02900	Sed.	Não	No corpo central, à 2 km da barragem, em frente ao clube do Banespa.	SÃO BERNARDO DO CAMPO	23 46 40	46 30 42
		RGDE 02900	M.Aut.	Não	EF-07. Próxima à rodovia Anchieta, junto à captação da SABESP. (EF -07-Rio Grande).	SÃO BERNARDO DO CAMPO	23 46 09	46 31 59
		RGDE 02901	Baln.	Não	Praia do Parque Municipal do Estoril.	SÃO BERNARDO DO CAMPO	23 46 11	46 31 10
Córrego São João do Barueri	6	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.	MAUA	23 39 00	46 29 20
		TAMT 04500	R.B	Não	Ponte na Avenida do Estado X Rua do Ouro, na divisa ente São Caetano do Sul e Santo André, em frente à Akzo Nobel.	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	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
Reservatório Edgard de Souza		TIES 04900	R.B	Integrado	Próximo às comportas da barragem do reservatório, após a rede para retenção de agupapés.	SANTANA DO PARNAIBA	23 27 16	46 54 36
Rio Tietê		TIET 02050	R.B	Integrado	Ponte 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).	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 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 04160	Sed.	Não	A 800m a montante da Barragem da Penha, embaixo da rede elétrica.	GUARULHOS	23 29 45	46 32 08
		TIET 04170	R.B	Não	Ponte na Av. Aricanduva	SÃO PAULO	23 31 22	46 33 29
		TIET 04180	R.B	Integrado	Ponte das Bandeiras, na Av. Santos Dumont.	SÃO PAULO	23 31 18	46 37 52
		TIET 04200	R.B	Integrado	Ponte dos Remédios, na Av. Marginal (Rodovia Pres. Castelo Branco).	SÃO PAULO	23 31 11	46 44 47
Reservatório de Pirapora	7	TIPI 04900	R.B	Integrado	Próximo às comportas da barragem do Reservatório de Pirapora	PIRAPORA DO BOM JESUS	23 23 27	46 59 41
Córrego do Jaguaré		UARE 04550	R.B	Não	Ponte na Av. Politecnica 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
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
Reserv. 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

Tabela 3.5 – Descrição dos pontos de amostragem das redes de monitoramento – 2017. (continua)

Corpo Hídrico	UGRHI	Código CETESB	Projeto	Ponto ANA	Local de amostragem	Município	Latitude S	Longitude W
Rio Cubatão	7	CUBA 02700	R.B	Integrado	Na ponte Preta, em frente à antiga Est. de Trat. de Água do Rio Cubatão.	CUBATÃO	23 53 18	46 27 19
		CUBA 03900	R.B	Não	Ponte da estrada de ferro Santos-Jundiaí cerca de 1,5 Km a jusante da confluência com o Rio Perequê.	CUBATÃO	23 52 58	46 24 49
Rio Itapanhaú		IPAU 02600	R.B	ANA NOVO	Na captação da SABESP de Bertioga- ETA Itapanhaú e captação da Riviera de São Lourenço.	BERTIOGA	23 46 37	46 03 12
		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.	BERTIOGA	23 50 08	46 09 07
Rio Itaguaré		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 late Clube.	ITANHAEM	24 11 16	46 47 36
Rio Perequê		PERE 02601	Baln.	Não	Praia 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.	CUBATÃO	23 52 06	46 25 04
Rio Preto - UGRHI 07		PETO 02900	R.B	Não	Na ponte do caminho do Guaraú.	PERUIBE	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
Rio Saboó		SABO 22500	R.B	Não	Ponte na Av. Pres. Getúlio Vargas, ao lado Centro Trein. 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.	FRANCA	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 43	47 34 15
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
		CARM 04400	Sed.	Não	No local de pescaria, cerca de 600 m à jusante da Ponte do Rio do Carmo, na 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.	MIGUELÓPOLIS	20 09 10	48 01 58	
	GRDE 02273	Baln.	Não	Na parte central da praia Municipal de Miguelópolis.	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.	MIGUELÓPOLIS	20 01 27	48 14 04	
Ribeirão do Jardim	JARD 04800	R.B	Integrado	Ponte na area rural de Guaíra, a jusante do lançamento das ETEs Matadouro, Fogão e Santa Quitéria.	GUAIIRA	20 15 51	48 20 19	
Ribeirão Pinheirinho - UGRHI 8	8	PNHO 04500	R.B	Integrado	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
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	
Rio Sapucaí - UGRHI 8	SAPU 02290	Sed.	Não	A 300 m a montante do canal da PCH Dourados	SÃO JOSÉ DA BELA VISTA	20 38 30	47 40 23	
	SAPU 02300	R.B	Não	Ponte na rodovia que liga Nuporanga a São José da Bela Vista, próxima da PCH dos Dourados.	SÃO JOSÉ DA BELA VISTA	20 38 36	47 40 23	
	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 (SB -007).	GUAIIRA	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 Lactícinio Jussara. Junto a régua do DAEE 4B-015.	PATROCÍNIO PAULISTA	20 37 59	47 17 02	
Rio das Araras	9	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, à 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
		ERAZ 02990	R.B	Não	Foz do Ribeirão Ferraz próximo ao Pesqueiro na cidade de Conchal.	CONCHAL	22 17 46	47 10 54
Rio Jaguari-Mirim		JAMI 02001	R.B	Integrado	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.	SÃO JOAO DA BOA VISTA	21 52 59	46 52 10
		JAMI 02500	R.B	Integrado	Ponte na Rod SP-340, no Km 212,9, junto a régua do DAEE 4C-013.	AGUAÍ	21 59 26	47 02 19

Tabela 3.5 – Descrição dos pontos de amostragem das redes de monitoramento – 2017. (continua)

Corpo Hídrico	UGRHI	Código CETESB	Projeto	Ponto ANA	Local de amostragem	Município	Latitude S	Longitude W	
Ribeirão do Meio	9	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 Rodovia 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.	MOGI-GUAÇU	22 17 56	47 07 56	
		MOGU 02210	R.B	Não	À jusante da confluência com o córrego Ferraz ou do Pinhal.	MOGI-GUAÇU	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 02270	R.B	Não	À jusante da confluência do Ribeirão do Meio e do Rib. Itupeva.	PIRASSUNUNGA	22 03 04	47 16 17	
		MOGU 02300	R.B	Não	Junto à captação da ETA da Academia da Força Aérea, em Pirassununga.	PIRASSUNUNGA	21 56 30	47 19 11	
		MOGU 02350	R.B	Não	Na Cachoeira das Emas, depois da barragem em frente ao Restaurante César.	PIRASSUNUNGA	21 55 32	47 22 06	
		MOGU 02351	Baln.	Não	Na prainha de Cachoeira das Emas, em frente ao Restaurante César.	PIRASSUNUNGA	21 55 32	47 22 06	
		MOGU 02450	R.B	Integrado	À 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 à 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 03900	R.B	Integrado	Ponte na estrada de terra Barrinha/Usina São Carlos.	JABOTICABAL	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 02400	R.B	Integrado	Na ponte da SP-255, próximo ao Km 24, antes de Bonfim Paulista.	LUIS ANTONIO	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	SERDAOZINHO	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		
Ribeirão Avecuia	AVEC 02800	R.B	ANA NOVO	Na captação de Porto Feliz	PORTO FELIZ	23 12 09	47 30 08		
Rio Una - UGRHI 10	BUNA 02900	R.B	Não	Ponte na estrada que liga Ibiúna a Mayrink, próximo à Rodoviária de Ibiúna	IBIÚNA	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 Lavapés - UGRHI 10	LAVP 03055	R.B	Não	A jusante da confluência com o Córrego Tijoco Preto.	BOTUCATU	22 54 45	48 26 48		
Ribeirão Pirapitingui	PGUI 02700	R.B	Não	Ao lado da captação Aguas 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/Tatui, próxima à captação da SABESP de Boituva e Iperó.	IPERÓ	23 21 10	47 44 16		
Rio Sorocabuçu	SOBU 02800	R.B	Não	Ponte na estrada Bunjiro Nakao, na captação de Ibiúna	IBIÚNA	23 39 29	47 12 35		

Tabela 3.5 – Descrição dos pontos de amostragem das redes de monitoramento – 2017. (continua)

Corpo Hídrico	UGRHI	Código CETESB	Projeto	Ponto ANA	Local de amostragem	Município	Latitude S	Longitude W
Reservatório Itupararanga	10	SOIT 02100	R.B	Não	No meio do corpo central, lado esquerdo da Praia do Escritório, em frente a uma ilha.	IBIÚNA	23 36 26	47 17 44
		SOIT 02601	Baln.	Não	Na praia do Piratuba, na Represa de Itupararanga, no Cond. Antilhas.	IBIÚNA	23 37 58	47 21 46
		SOIT 02801	Baln.	Não	No Clube ACM, na Represa de Itupararanga.	PIEDADE	23 37 23	47 24 10
		SOIT 02900	R.B	Integrado	Próximo a barragem, na estrada que liga Ibiúna a Votorantim.	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	TATUÍ	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.	CERQUILHO	23 10 00	47 48 00
Rio Tatuí		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
Reserv. de Barra Bonita		TAUI 04900	R.B	Não	Na foz do rio Tatuí, no bairro de Americana Velha, em Tatuí	TATUÍ	23 19 25	47 46 58
	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	
Braço do Rio Tietê	TIBB 02700	R.B	Não	No meio do corpo central, na direção do Córrego Araquazinho.	SÃO MANUEL	22 32 30	48 26 42	
	TIBT 02500	R.B	Não	Ponte na rodovia SP-191 que liga Santa Maria da Serra a S Manoel.	BOTUCATU	22 40 41	48 15 06	
Rio Tietê	TIET 02350	R.B	Integrado	Ponte na Rua Estado de S. Paulo, junto ao medidor de nível, em Salto.	SALTO	23 12 13	47 18 07	
	TIET 02400	R.B	Não	Ponte na rodovia SP-113, que liga Tietê a Capivari, em Tietê.	TIETÊ	23 05 12	47 40 41	
	TIET 02450	R.B	Integrado	Ponte na estrada para a fazenda Sto 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).	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).	PIRAPORA DO BOM JESUS	23 22 55	47 01 47	
Rio Betari	11	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 Juquiá		JUQI 00800	R.B	Integrado	Ponte na rodovia BR-116, em Jucituba.	JUQUITIBA	23 56 29	47 05 33
		JUQI 02900	R.B	Integrado	Após a confluência com o Rio São Lourenço, no município de Juquiá.	JUQUIÁ	24 19 20	47 38 17
Mar de Dentro		MADE 21700	R.B	Integrado	Pier da balsa que liga o continente a Cananéia	CANANÉIA	24 59 38	47 56 48
Rio Pariqueira-Açu		PAÇU 02600	R.B	Integrado	Ponte dentro da Fazenda Ouro Verde, na estrada de terra que leva ao Parque Estadual Campina do Encantado.	PARIQUEIRA-ACÚ	24 39 33	47 52 11
Rio Ribeira		RIBE 02500	R.B	Integrado	No município de Itaóca, na plataforma da balsa, a 3 Km do centro da cidade.	ITAÓCA	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	IGUAPE	24 38 57	47 23 40	
Rio Grande - UGRHI 08, 12 e 15	12	GRDE 02400	R.B	Integrado	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 - UGRHIs 4 e 12		PARD 02750	R.B	Integrado	Ponte na SP- 373, que liga Jaborandi a Morro Agudo, alt. do km 126	JABORANDI	20 36 56	48 20 06
		PARD 02800	R.B	Integrado	Ponte na variante da rod. SP-425, no trecho que liga Guaira a Barretos.	GUAÍRA	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	À jusante da Fazenda do Buracão.	BARRETOS	20 33 39	48 27 27

Tabela 3.5 – Descrição dos pontos de amostragem das redes de monitoramento – 2017. (continua)

Corpo Hídrico	UGRHI	Código CETESB	Projeto	Ponto ANA	Local de amostragem	Município	Latitude S	Longitude W
Córrego Água Branca	13	ABAN 02800	R.B	Não	Ponte na Rod. Mun. Aírton Sena, a jusante da ETE de Itirapina.	ITIRAPINA	22 13 52	47 51 11
Braço do Rio Jaú		BJAU 03300	R.B	Integrado	Braço do Rio Jaú, na ponte da Marambaia na vicinal de Itapuí	ITAPUÍ	22 11 27	48 40 37
		BJAU 03500	Sed.	Não	Braço do Rio Jau, embaixo do linhão, próximo a ponte da Marambaia.	ITAPUÍ	22 11 27	48 41 14
Represa do Broa		BROA 02701	Baln.	Não	Na praia do condomínio Santo Antonio, em frente a lanchonete, na represa do Broa.	ITIRAPINA	22 10 47	47 53 23
		BROA 02703	Baln.	Não	Na rampa de barcos da praia do condomínio Santo Antonio, na represa do Broa.	ITIRAPINA	22 10 44	47 53 24
		BROA 02800	R.B	ANA NOVO	No corpo central, a 1 km do final do Condomínio Santo Antônio.	ITIRAPINA	22 10 36	47 53 58
		BROA 02800	Sed.	Não	No corpo central, cerca de 2 km da Barragem	ITIRAPINA	22 10 36	47 53 58
Rio Jaú		JAHU 02500	R.B	Integrado	Ponte na Av. Galdino do Amaral Carvalho, junto a régua do DAE 5D-029.	JAÚ	22 18 09	48 32 25
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 DAE 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 DAE 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
LENS 03950			R.B	Integrado	Ponte na Rod. Macatuba / Igaraçu do TIETÊ, a 400 metros da sua Foz.	IGARACU DO TIETÊ	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 TIETÊ	PEDERNEIRAS	22 15 39	48 48 35
Reservatório de Ibitinga		TIBI 02451	Baln.	Não	Na Prainha Municipal de Arealva	AREALVA	22 01 16	48 53 15
		TIET 02491	Baln.	Não	Na Prainha de Igaraçu do TIETÊ.	IGARAÇU DO TIETÊ	22 30 51	48 32 29
		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
Rio Apiai-Guaçu	APIA 02600	R.B	ANA NOVO	Ponte na Rod. SP-258 (Francisco Alves Negrão), na altura do km 358.	TAQUARIVAI	23 55 39	48 39 22	
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 estrada 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 Itaí.	AVARÉ	23 15 39	49 00 04	
Ribeirão Ponte Alta	14	PALT 04970	R.B	Não	Na Ponte da E.F.Sorocabana, no Bairro Curuça 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	SÃO 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 DAE 5E-002	ITAPEVA	23 58 27	48 55 02
Rio Turvo - UGRHI 14	TURR 02800	R.B	Integrado	Ponte na Rod. SP-127, na altura do km 192, na divisa de São Miguel Arcanjo e Itapetininga, próximo da Régua do DAE 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	
Córrego da Biluca	15	BILU 02900	R.B	Não	Na entrada da Est. Ecologica da UNESP.	SÃO JOSÉ DO RIO PRETO	20 51 12	49 25 57
Rio da Cachoeirinha		CXEI 02550	R.B	Integrado	Ponte na Antiga Estrada Boadeira.	OLÍMPIA	20 42 11	48 53 39
		CXEI 02900	R.B	Integrado	Ponte na estrada de terra que liga os distritos de Bagaçu a Ribeiro dos Santos.	OLÍMPIA	20 37 01	49 03 18
Rio Grande - UGRHI 08, 12 e 15		GRDE 02500	R.B	Integrado	Ponte na rodovia BR-153, a jusante da Usina Hidrelétrica Marimbondo na divisa com o Estado de Minas Gerais	ICEM	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.	PEDRANÓPOLIS	20 17 33	50 04 47
Córrego Matadouro - UGRHI 15		MATA 04900	R.B	Não	Ponte na Rua Síria, no Jardim Glória, proximo da sua foz no Córrego Olhos D'água.	OLÍMPIA	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	OLÍMPIA	20 43 43	48 54 52

Tabela 3.5 – Descrição dos pontos de amostragem das redes de monitoramento – 2017. (continua)

Corpo Hídrico	UGRHI	Código CETESB	Projeto	Ponto ANA	Local de amostragem	Município	Latitude S	Longitude W	
Ribeirão da Onça - UGRHI15	15	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 Ipiúga 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	
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	CATIGUÁ	21 03 02	49 03 49	
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.	PARAÍSO	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	
Rio Batalha	16	BATA 02050	R.B	Integrado	Na captação de Bauru.	BAURU	22 22 51	49 06 55	
		BATA 02300	R.B	Integrado	Ponte na rodovia Marechal Rondon (SP-300), na altura do km 373, a jusante de Avaí.	AVAÍ	22 08 19	49 16 48	
		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	
Rio Dourado		DADO 02600	R.B	Integrado	Ponte sobre o Rio Dourado na SP 333 entre Guarantã e Pongaí.	GUARANTÃ	21 48 36	49 29 10	
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 à 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. Mauricio 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 rodovia SP-333, no trecho que liga Pongaí a Borborema.	PONGAI	21 38 25	49 17 07	
		TIPR 02990	R.B	Integrado	A montante da barragem de Promissão, próximo do vertedouro.	PROMISSÃO	21 17 50	49 46 57	
Rio Novo		17	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	Integrado	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 Sussuí, 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	
Ribeirão 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	
	PIVR 02700		R.B	Integrado	Na ponte da Rodovia Raposo Tavares, km 473, em Maracá, próximo a régua DAEE 7D-013.	MARACÁ	22 37 19	50 41 02	
Braço do Rib. Ponte Pensa	18	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.	SUZANÁPOLIS	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	
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	19	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	
		PARN 02110	R.B	Não	Rio Paraná, a jusante da barragem de Jupia.	CASTILHO	20 47 50	51 37 39	

Tabela 3.5 – Descrição dos pontos de amostragem das redes de monitoramento – 2017. (conclusão)

Corpo Hídrico	UGRHI	Código CETESB	Projeto	Ponto ANA	Local de amostragem	Município	Latitude S	Longitude W
Ribeirão dos Patos	19	PATO 02900	R.B	Integrado	Ponte na estrada de terra, a 3 km da BR 153 , na altura da UHE de Promissão.	PROMISSÃO	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.	PROMISSÃO	21 17 49	49 47 42
		TIET 02900	R.B	Integrado	Ponte sobre o Rio TIETÊ na SP-595, próximo da sua foz com o Rio Paraná	ITAPURA	20 40 10	51 26 41
Reserv. 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 rod SP-563, no trecho que liga Pereira Barreto a Andradina.	PEREIRA BARRETO	20 39 35	51 08 48
Córrego do Baixote	20	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.	GUARANTÃ	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 Boa Esperança		BESP 04900	R.B	Integrado	Ponte a cerca de 1 km da foz do Córrego da Boa Esperança com o Ribeirão Aguapeí-Mirim.	LUCÉLIA	21 32 45	50 58 28
Reservatório Cascata		CASC 02050	R.B	Integrado	Manancial de captação de Marília, no Bairro Maria Isabel.	MARÍLIA	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.	TUPÃ	21 49 31	50 25 22
Rio Paraná		PARN 02400	R.B	Não	Rio Paraná - Próximo a ponte que liga Paulicéia a Brasilândia/MS	PAULICEIA	21 16 02	51 51 21
Ribeirão das Marrecas		RECA 02900	R.B	Integrado	Ponte na entrada da cidade na Rod. 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.	MARÍLIA	22 03 40	49 54 04	
Reserv. do Arrependido	21	ARPE 02800	R.B	Integrado	No reservatório do Rio Arrependido, na captação de Marília.	MARÍLIA	22 19 09	50 01 21
Rio do Peixe - UGRHI 21		PEIX 02100	R.B	Integrado	Ponte na rodovia que liga Marília a Assis.	MARÍLIA	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.	CAIABÚ	21 49 31	51 11 51
		PEIX 02800	R.B	Integrado	Ponte na rodovia que liga Tupi Paulista à Presidente Venceslau.	DRACENA	21 36 16	51 42 10
Rio Paraná	PARN 02740	R.B	Não	Margem esquerda do Rio Paraná, à jusante do Rio Santo Anastácio, próximo da Pousada Cururu, em Presidente Epitácio.	PRESIDENTE EPITACIO	21 50 52	52 11 09	
	PARN 02900	R.B	Integrado	Na barragem do reservatório de Porto Primavera.	ROSANA	22 28 36	52 57 26	
	PARN 02910	R.B	Não	A jusante da Usina de Porto Primavera	ROSANA	22 31 06	53 00 22	
Rio Paranapanema	PARP 02750	R.B	Integrado	Ponte 800 m à 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 rodovia SP-613.	ROSANA	22 35 50	52 52 28	
Rio Pirapozinho	22	PIZI 02900	R.B	Integrado	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	Integrado	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 Presidente 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:

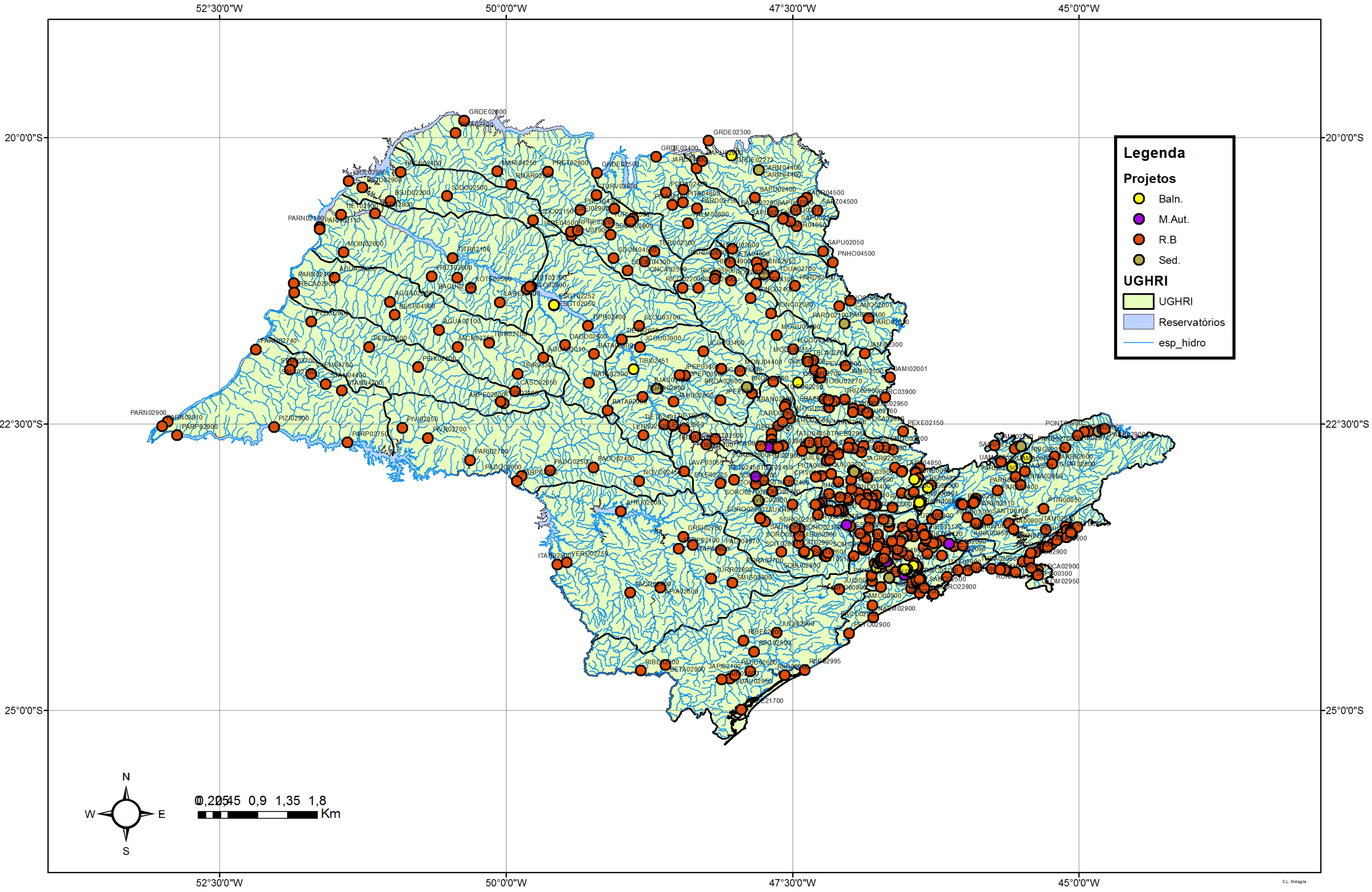
R.B.: Rede Básica **Sed.:** Rede de Sedimentos **Baln.:** Balneabilidade de rios e reservatórios **Monit. Aut.:** Monitoramento Automático

Para visualizar a distribuição espacial dos pontos da rede básica, confeccionou-se o Mapa 3.2 que apresenta os pontos agrupados por projeto (rede básica, monitoramento automático, sedimento e balneabilidade).

Os mapas de todas as UGRHIs foram incluídos no Apêndice F.

Mapa 3.2 – Pontos por projeto 2017

Pontos de Monitoramento da Rede CETESB por tipo de projeto 2017



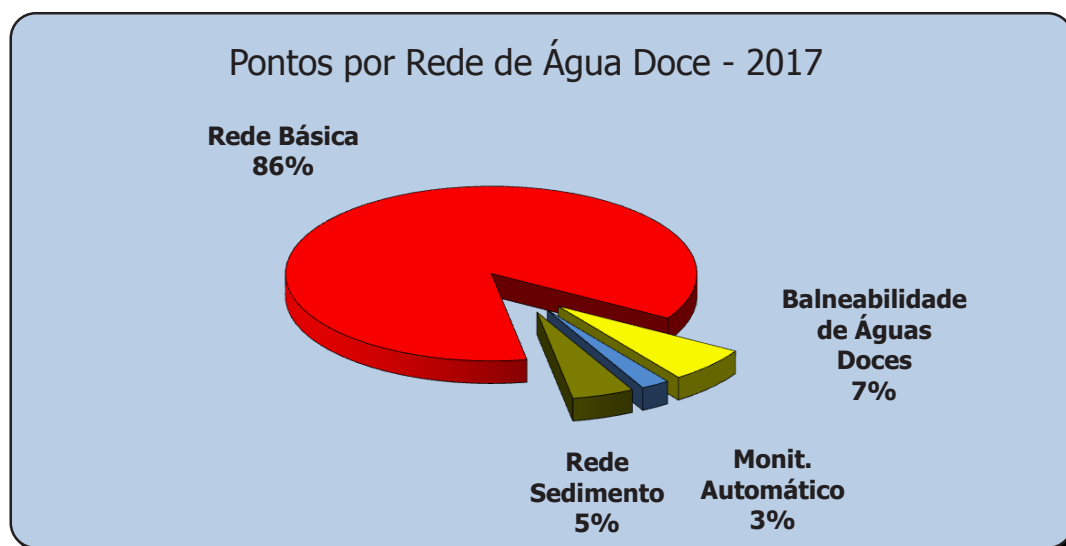
3.4.1 Distribuição por UGRHI

Em 2017, a rede básica da CETESB operou com 461 pontos, perfazendo uma densidade média de 1,86 pontos por 1.000 km². Incluindo-se os 12 pontos do monitoramento automático atingiu-se a densidade média de 1,91. Com os 35 pontos do programa de balneabilidade de rios e reservatórios, alcançou-se uma densidade de 2,05 pontos por 1.000 km². Dentre os 461 pontos da rede básica em atividade, 90 já possuem mais de 30 anos de monitoramento.

Portanto, os monitoramentos de água doce totalizaram 508 pontos. Dentro desse grupo, 101 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 534 pontos de amostragem e uma densidade total de monitoramento (todos os tipos) de 2,1 pontos por 1.000 km². No Gráfico 3.1, apresenta-se a relação com a distribuição dos números de pontos de amostragem por tipo de projeto de monitoramento.

Gráfico 3.1 – Distribuição dos pontos de amostragem por tipo de monitoramento 2017



A Tabela 3.6 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 2017 (IBGE, 2017), assim como a densidade de população por UGRHI, que correlaciona a evolução do monitoramento da rede básica, a média do IQA por UGRHI e o crescimento populacional.

Tabela 3.6 – Resumo de pontos monitorados por UGRHI, tipo de projeto e densidade da rede em 2017

Número da UGRHI	Est. São Paulo 2017 UGRHIs	Área em Km ² (PERH)	Rede Básica 2017	Monit. Autom.	Baln. Águas Doces	Mon. Total Água	Rede Sedim.	Rede ANA em SP	Monit. Total	N. Pontos Água / 1.000 km ²	N. Pontos Total / 1.000 km ²	DENS. Rede Federal
1	Mantiqueira	675	4	0	0	4	1	3	5	5,93	7,41	4,44
2	Paraíba do Sul	14.444	29	1	3	33	1	15	34	2,28	2,35	1,04
3	Litoral Norte	1.948	31	0	0	31	0	5	31	15,91	15,91	2,57
4	Pardo	8.993	11	0	0	11	2	9	13	1,22	1,45	1,00
5	Piracicaba, Capivari e Jundiaí	14.178	88	1	6	95	7	24	102	6,70	7,19	1,69
6	Alto Tietê	5.868	71	8	14	93	9	20	102	15,85	17,38	3,41
7	Baixada Santista	2.818	19	0	1	20	1	8	21	7,10	7,45	2,84
8	Sapucaí / Grande	9.125	16	0	2	18	2	9	20	1,97	2,19	0,99
9	Mogi-Guaçu	15.004	36	0	2	38	0	17	38	2,53	2,53	1,13
10	Sorocaba / Médio Tietê	11.829	27	2	2	31	1	10	32	2,62	2,71	0,85
11	Ribeira de Iguape/Litoral Sul	17.068	13	0	0	13	0	10	13	0,76	0,76	0,59
12	Baixo Pardo / Grande	7.239	7	0	0	7	0	5	7	0,97	0,97	0,69
13	Tietê / Jacaré	11.779	15	0	4	19	2	11	21	1,61	1,78	0,93
14	Alto Paranapanema	22.689	11	0	0	11	0	10	11	0,48	0,48	0,44
15	Turvo / Grande	15.925	21	0	0	21	0	17	21	1,32	1,32	1,07
16	Tietê / Batalha	13.149	9	0	1	10	0	9	10	0,76	0,76	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	12	0	0	12	0	11	12	0,77	0,77	0,71
20	Aguaípe	13.196	11	0	0	11	0	10	11	0,83	0,76	0,76
21	Peixe	10.769	5	0	0	5	0	5	5	0,46	0,46	0,46
22	Pontal do Paranapanema	12.395	11	0	0	11	0	9	11	0,89	0,89	0,73
22 UGRHIs		248.222	461	12	35	508	26	231	534	2,05	2,15	0,93

Obs.: Segundo a Resolução N° 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.

3.5 Índice de Abrangência Espacial do Monitoramento- IAEM

O IAEM, Índice de Abrangência Espacial do Monitoramento, consiste numa análise multi-criterial composta basicamente por dois grupos de variáveis: antrópicas e ambientais e faz a correlação espacial baseado em cinco fatores, abrangendo uma análise integrada, portanto, indo além do critério de referência da densidade de pontos de cada UGRHI, que se baseia apenas na extensão territorial.

Dentro do critério antrópico são analisados fatores tais como a pressão populacional (estimada pela densidade populacional/km² e pelo macro-uso do solo (conforme as vocações das UGRHIs), que fornecem uma ideia da pressão antrópica existente em cada unidade, que correlacionam o critério ambiental com as informações sobre monitoramento superficial (número de pontos com IQA calculado, densidade de pontos e a qualidade média da água (média anual do IQA por UGRHI). 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 UGRHIs para cada ano analisado.

A matriz para geração do índice IAEM compõe-se de dois grupos divididos em custos e benefícios (Tabela 3.7). O grupo de variáveis antrópicas 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 associado à gestão do monitoramento 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 do IAEM.

Tabela 3.7 – 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. Populacional	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 H.

Neste momento, a comparação temporal do índice é de 11 anos. A Tabela 3.8 apresenta os dados originais para os anos de 2007 e 2017 comparados e a somatória do IAEM calculado para as 22 UGRHIs em que se divide o Estado de São Paulo.

Tabela 3.8 – Dados originais para geração do Índice de Abrangência Espacial do Monitoramento 2007 e 2017

Matriz de Análise Multi-criterial para geração do IAEW - Índice de Abrangência Espacial do Monitoramento- Estado de São Paulo: Ano 2017																		
Fatores Analisados				Antropico (Custos)		Monit. Ambiental (Benefícios)			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	Dados Originais		Critérios		Dens. Pop.	Macro Uso-Solo	Valor Médio IQA	Núm. Pontos Calc.	Dens.Red. Básica	Resultado do INDICE (0-1)
UGHRIs	Área Km²	POP. IBGE 2007		hab/km²	fator de pressão 1 a 4	Índice (0-100)	unidade	Ptos./1000 km²	UGHRIs	Área Km²	POP. IBGE 2017		hab/km²	fator de pressão 1 a 4	Índice (0-100)	unidade	Ptos./1000 km²	IAEW 2017
Conservação	1	675	61.763	91,50	1	53,84	1	1,48	1	675	69.149	102,44	1	57,88	4	5,93	0,67	
	3	1.948	255.057	130,93	1	63,62	32	16,43	3	1.948	323.991	166,32	1	63,73	31	15,91	0,81	
	11	17.068	364.572	21,36	1	59,71	7	0,41	11	17.068	380.873	22,32	1	64,53	13	0,76	0,66	
	14	22.689	705.189	31,08	1	65,70	8	0,35	14	22.689	771.242	33,99	1	63,79	11	0,48	0,65	
Agropecuárias	15	15.925	1.189.579	74,70	2	44,95	10	0,63	15	15.925	1.343.066	84,34	2	60,56	21	1,32	0,59	
	16	13.149	490.384	37,29	2	75,88	4	0,30	16	13.149	555.622	42,26	2	71,38	9	0,68	0,60	
	17	16.749	646.476	38,60	2	72,33	3	0,18	17	16.749	715.191	42,70	2	65,78	8	0,48	0,58	
	18	6.783	218.375	32,19	2	71,89	1	0,15	18	6.783	237.248	34,98	2	79,68	6	0,88	0,63	
	19	15.588	723.727	46,43	2	72,34	8	0,51	19	15.588	818.412	52,50	2	77,35	12	0,77	0,63	
	20	13.196	351.715	26,65	2	62,35	6	0,45	20	13.196	386.290	29,27	2	67,22	11	0,83	0,60	
	21	10.769	446.200	41,43	2	61,43	3	0,28	21	10.769	480.326	44,60	2	62,58	5	0,46	0,57	
	22	12.395	467.716	37,73	2	65,50	5	0,40	22	12.395	510.261	41,17	2	71,78	11	0,89	0,61	
Em Industrialização	4	8.993	1.028.497	114,37	3	67,26	4	0,44	4	8.993	1.224.147	136,12	3	59,56	11	1,22	0,50	
	8	9.125	657.969	72,11	3	60,28	8	0,88	8	9.125	728.086	79,79	3	64,40	16	1,75	0,53	
	9	15.004	1.368.748	91,23	3	50,81	39	2,60	9	15.004	1.589.651	105,95	3	59,47	36	2,40	0,55	
	12	7.239	317.860	43,91	3	63,31	2	0,28	12	7.239	356.509	49,25	3	63,36	7	0,97	0,51	
Industrial	13	11.779	1.436.710	121,97	3	64,77	5	0,42	13	11.779	1.619.613	137,50	3	61,00	15	1,27	0,51	
	2	14.444	1908336	132,12	4	62,82	16	1,11	2	14.444	2189709	151,60	4	65,31	29	2,01	0,48	
	5	14.178	4795077	338,21	4	48,09	33	2,33	5	14.178	5686888	401,11	4	54,08	88	6,21	0,54	
	6	5.868	19070161	3249,86	4	44,82	47	8,01	6	5.868	21209794	3614,48	4	41,28	71	12,10	0,32	
	7	2.818	1606863	570,21	4	50,63	14	4,97	7	2.818	1828212	648,76	4	56,10	19	6,74	0,45	
	10	11.829	1716716	145,13	4	52,14	21	1,78	10	11.829	2070586	175,04	4	57,66	27	2,28	0,46	
SP	248.209,4	39.827.690	160,46	3	60,66	277	1,12	SP	248.222,8	45.094.866	181,67	3	63,11	461	1,86	12,46	Σ IAEW 2017	

Na Tabela 3.9 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 3.9 – 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	

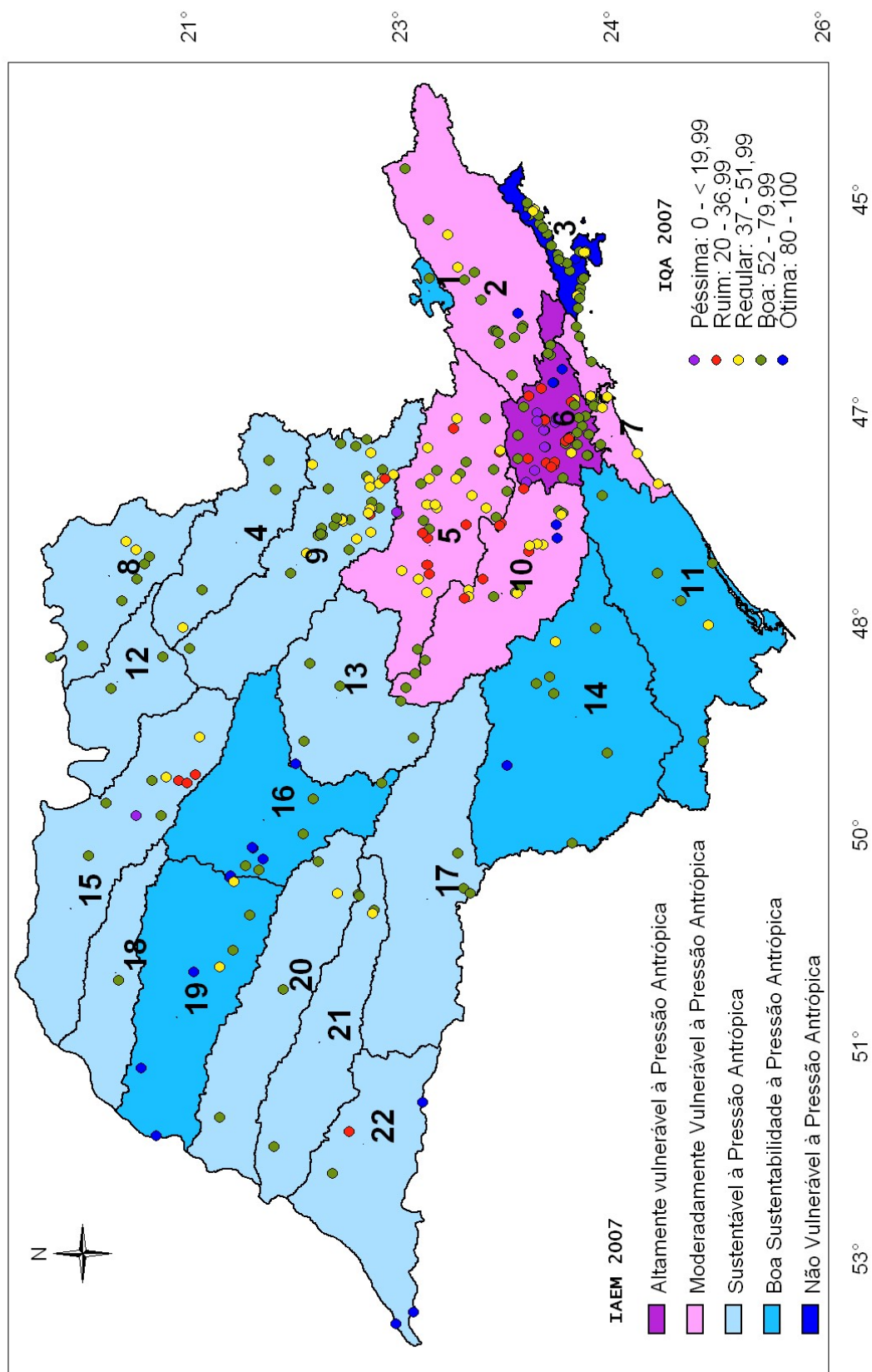
3.5.1 Cenário do IAEM para os anos de 2007 e 2017

Em 2007, considerando os 227 pontos em que foi possível fazer o cálculo do índice IQA, a rede de monitoramento da CETESB apresentava uma densidade de 1,12 (em 2006 esta densidade era de 0,91 pontos/1000 km²). Portanto, 2007 é o ano em que a rede básica da CETESB superou pela primeira vez o critério de densidade de pontos recomendado pela Comunidade Econômica Europeia (CEE). Apesar de continuar havendo bastante desigualdade espacial na distribuição dos pontos dentro do território paulista, este indicador foi atingido para o Estado. As UGRHIs 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 continha apenas 0,15 pontos por 1000 km².

O mesmo ocorria com as UGRHIs em industrialização, que estavam bem abaixo do recomendado, com exceção da UGRHI 9 – Mogi- Guaçu, que a partir de 2005 passou a monitorar 39 pontos, conseguindo assim atingir a densidade de 2,6 pontos/1000 km², portanto mais que o dobro do recomendado.

A população em 2007 do Estado de São Paulo era de 39.838.127 habitantes, conforme <https://ww2.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/contagem2007/default.shtm> e a densidade populacional estadual era de 160,46 habitantes por km².

Mapa 3.3 resume a situação das UGRHIs em relação ao IAEM, em 2007.

Mapa 3.3 – Situação das UGRHIs no Estado de São Paulo em função do IAEM para o ano de 2007.**Mapa do IAEM - Índice de Abrangência Espacial do Monitoramento de Água - 2007 - Estado de São Paulo e suas 22 UGRHIs**

Segundo os resultados do IAEM para 2007, pela primeira vez uma UGRHI tem o seu monitoramento considerado Muito Abrangente/ Não Vulnerável: a UGRHI 3, que obteve o maior IAEM do estado: 0,85 (tal como em 2006, quando também registrou o maior índice do IAEM: 0,73). O motivo foi ter se destacado das demais por ter atingido uma densidade de pontos de 16,43, com 32 pontos, além de uma média do IQA de 63,62, o que é considerado como qualidade Boa da água. Portanto, esta unidade estava com boa sustentabilidade frente as questões antrópicas da época.

As seguintes UGRHIs mostravam-se à época com o índice de monitoramento **abrangente/** com boa sustentabilidade à pressão antrópica:

- Três UGRHIs classificadas com o macro uso do solo de vocação para Conservação: a UGRHI 1 - Mantiqueira, que apesar de ter tido média do IQA 53,84 (Boa) em seu único ponto, com densidade demográfica de 91,50 hab./km², atingiu a densidade de pontos recomendada, ficando com 1,48 pontos/1000 km²; a UGRHI 11- Ribeira do Iguape/Litoral Sul, por ter apresentado a menor densidade populacional estadual em 2007 (21,36 hab./km²), além de uma média do IQA de 59,71 (qualidade Boa); e a UGRHI 14 - Alto Paranapanema, que continuava a apresentar densidade de pontos de apenas 0,35 pontos/1000 km², sendo compensada pela baixa ocupação populacional (31,08 hab./km²) e pela média anual do IQA de 65,70 (qualidade Boa).
- Duas UGRHIs agropecuárias: UGRHI 16- Tiete /Batalha, que mudou para esta categoria em relação a 2006, por ter melhorado sua média anual do IQA, 70,32 em 2006, para 75,88, considerada a maior média do Estado em 2007. Também passou a ter 4 pontos e com isto apresentou 1/3 da densidade recomendada. E a UGRHI 19- Peixe, de vocação agropecuária, que apesar de ter densidade de 0,51 pontos, obteve o IAEM de 0,63, pois em 2007 apresentou qualidade na categoria Boa para a média do IQA por UGRHI (72,34).

Ainda em 2007, 11 UGRHIs foram classificadas como tendo o índice de abrangência espacial do monitoramento **suficiente/ sustentável** e, portanto, não vulnerável:

- 6 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, tal como em 2006 (IQA 47,26), a pior média do IQA (44,95), classificado como Regular, e estando bem abaixo das demais de sua classe; a UGRHI 17-Médio Paranapanema com baixa densidade de pontos (apenas 0,18 pontos/1000 km²), mas cuja média do IQA de seus três pontos foi de 72,33 (qualidade Boa). A UGRHI 18-São José dos Dourados, com média do IQA 71,89, também pela baixíssima densidade de pontos (a menor densidade do ano de 2007), com apenas 0,15 pontos/1000 km² e baixa densidade demográfica 32,19 hab./km²; a UGRHI 20-Aguapeí, com 6 pontos, mas ainda estava abaixo da metade do recomendado (0,45 pontos/1000 km²), e as UGRHIs 21-Peixe e a 22- Pontal do Paranapanema com densidade de pontos de menos da metade do recomendado. 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 41,43 e 37,73 hab./km², não foram enquadradas como em situação vulnerável à época.

- As UGRHIs classificadas como “em industrialização”: 4–Pardo e 8- Sapucaí/ Grande, 9 - Mogi-Guaçu, 12 Baixo Pardo/Grande e UGRHI 13 - Tietê-Jacaré.
- As UGRHIs 4–Pardo com 4 pontos e densidade de 0,44 pontos/1000 km² e 8- Sapucaí/Grande com 8 pontos e densidade de 0,88 obtiveram a mesma nota do IAEM (0,52). Suas médias do IQA indicaram qualidade na categoria Boa: 67,26 e 60,26 respectivamente em 2007. A diferença é que UGRHIs 4–Pardo teve densidade populacional de 114,37 hab./km², e a UGRHI 12 – Baixo Pardo/Grande, estava com densidade populacional mais baixa: 72,11 hab./km².
- A UGRHI 9 apesar da boa densidade de pontos apresentada voltou a esta categoria em relação a 2006 (IAEM 0,63) pois obteve IAEM 0,57 em 2007. O motivo foi a piora na média de IQA, que passou de 56,30 (qualidade Boa) em 2006 para 50,8 em 2007 (qualidade Regular).
- A UGRHI 13 - Tietê-Jacaré, classificada como “em industrialização”, que não sofreu alteração no número de pontos (5 pontos) em relação a 2006 e continuou com média do IQA de 64,77 (qualidade Boa), permanecendo, portanto, na mesma categoria do IAEM.

Foram classificadas com o IAEM **pouco abrangente/ moderadamente vulnerável à pressão antrópica** as seguintes 4 unidades:

- As UGRHIs denominadas industriais: 2- Paraíba do Sul, 5-Piracicaba/Capivari/Jundiaí, 7-Baixada Santista e 10-Sorocaba/Médio Tietê, por terem alta densidade demográfica e macro-uso do solo ponderado pelo maior valor de impacto para o fator de pressão antrópica (4). A UGRHI 7-Baixada Santista, com 14 pontos esteve pior entre estas unidades moderadamente vulneráveis, com IAEM 0,43 principalmente devido à alta densidade populacional, de 570,21 hab./km². Já as UGRHIs 5-Piracicaba/Capivari/Jundiaí, com 33 pontos e média do IQA de 48,09 (qualidade Regular) e 10-Sorocaba/Médio Tietê, com 21 pontos e média do IQA de 52,14 apresentaram IAEM de 0,46. A UGRHI 02 - Paraíba do Sul, ficou com IAEM de 0,47 pois teve a melhor média do IQA desta categoria 62,82 (qualidade Boa).

Em 2007 pela primeira vez, a UGRHI 6 foi considerada altamente vulnerável por apresentar o índice IAEM **insuficiente/altamente vulnerável à pressão antrópica, com IAEM de 0,31**. A UGRHI 6-Alto Tietê, apesar de ter tido 47 pontos (o maior número do ano de 2007) e além de monitorar com a maior densidade de pontos do ano de 2007, com 8,01 pontos/1000 km² apresentou, em contrapartida, densidade populacional muito alta, de 3249,86 hab./km². Além disto, a média anual de 2007 do IQA foi de 44,82 (Regular), mais baixo do que no ano anterior (48,62 – qualidade Regular). Seu pior ponto foi no Córrego Cabuçu (CABU 04700) com IQA de 13,41 (qualidade Péssima).

Portanto, conforme o IAEM 2007, das 22 UGRHIs, 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 UGRHIs 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.

3.5.2 IAEM 2017

Em 2017, segundo a Estimativa do IBGE², a população do Estado de São Paulo atingiu 45 milhões de habitantes, aumentando em cerca de 5,2 milhões durante o período 2007-2017. Somente nas UGRHIs de vocação industrial, notadamente com maior pressão antrópica, houve um incremento de 3,8 milhões de pessoas. A rede de monitoramento básica (na qual o IQA é calculado) aumentou cerca de 40% no período de 2007/2017, passando de 227 pontos em 2007 para 461 em 2017. Com isto, o Estado de São Paulo passou a ter uma densidade de 1,86 pontos/1000 km².

Apesar disso, a amplitude da distribuição espacial da densidade de pontos/1000 km² dentro do conjunto das 22 UGRHIs continua muito grande. Diminuiu para 15,44 em relação a 2016 (15,47), variando ainda entre 0,46, caso da UGRHI 21 – Peixe a 15,91 pontos/1000 km² na UGRHI 03 - Litoral Norte, que obteve a maior densidade de pontos de 2017.

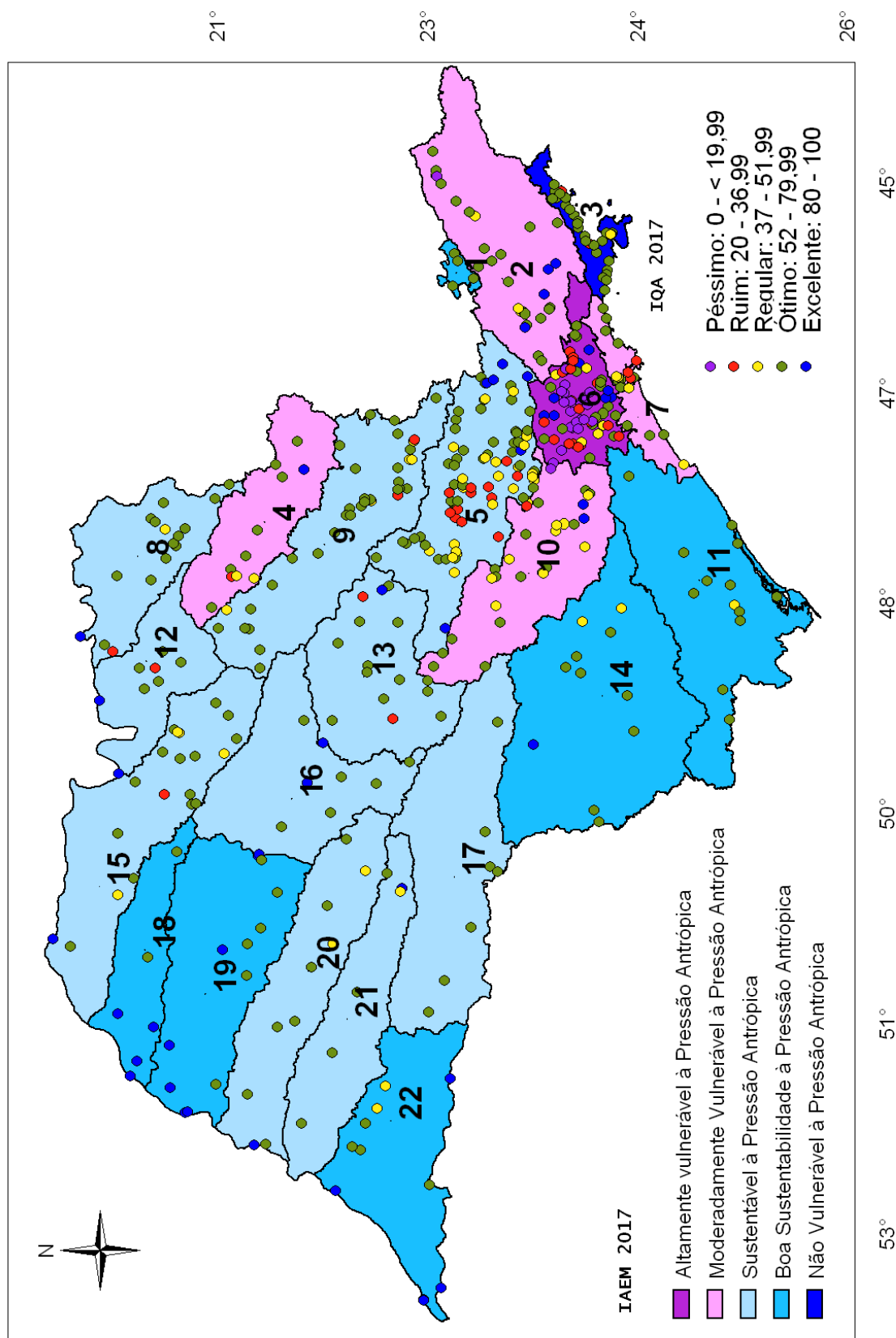
Em 2007 esta amplitude era maior, de 16,28 variando de 0,15 pontos/1000 km² na UGRHI 18 - São Jose dos Dourados à 16,43 pontos/1000 km² na UGRHI 03-Litoral Norte, mostrando que existem, em ambas as comparações, grandes desigualdades espaciais no monitoramento.

Em termos de mudança em relação ao ano de 2016 houve apenas três alterações de classificação: 2 unidades pioraram (UGRHI 4 e 16) e 1 (UGRHI 22) melhorou. O Mapa 3.4 resume a situação das UGRHIs em relação ao IAEM em 2017.

2 <https://www2.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/estimativa2017/default.shtm>

Mapa 3.4 – Situação das UGRHs no Estado de São Paulo em função do IAEM - 2017.

Mapa do IAEM - Índice de Abrangência Espacial do Monitoramento de Água - 2017 - Estado de São Paulo e suas 22 UGRHs



- Segundo os resultados do IAEM para 2017, apenas a UGRHI 6- Alto Tietê apresentou o índice IAEM insuficiente e, por isso, foi considerada **altamente vulnerável à pressão antrópica**. 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 15,85 pontos/1000 km² de monitoramento. Apesar de sua densidade superar em mais de 15 vezes o critério da CEE, esta UGRHI continua classificada com IAEM de 0,32 (insuficiente) obtendo novamente, a pior classificação do ano. Os seguintes fatores explicam o baixo índice obtido em 2017:
 - 1) Altíssima densidade demográfica, cerca de 3614,48 habitantes/km², concentrados no entorno da cidade de São Paulo;
 - 2) Média Regular do IQA (41,28) semelhante ao ano de 2016 (40,76);
 - 3) Alta vulnerabilidade frente à pressão antrópica existente e;
 - 4) Fator 4 de ponderação para macro-uso do uso industrial.
- Em relação ao ano anterior, não houve acréscimo de pontos novos, mas permanece como a segunda rede mais densa do Estado. Entretanto, o IAEM vem evoluindo pois estava em 0,29 em 2013 e passou para 0,32 em 2017. Mas a situação continua de alta vulnerabilidade, devido aos impactos oriundos da grande pressão antrópica existente. A pior nota do IQA do Estado foi registrada nesta UGRHI, no Rio Tamanduateí (ponto TAMT 04250), com média anual de 14,55 (qualidade Péssima).

Em 2017, apenas 4 UGRHIs foram classificadas com o IAEM **pouco abrangente**:

- 3 UGRHIs do grupo industrial: as UGRHI 2- Paraíba do Sul, 7- Baixada Santista e 10- Sorocaba/Médio Tietê, por apresentarem 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 2017, (65,31 - superior ao IQA de 2016 - 63,58), ainda tem a menor densidade de pontos (2,01 pontos por 1000/Km²) dentre as demais do conjunto de UGRHIs industriais. A UGRHI 7- Baixada Santista, que em 2007 já possuía 14 pontos e passou a ter 19 em 2017, quando sua densidade sobe para 6,74 pontos/1000 km². Contudo, sua densidade demográfica também aumentou muito, sendo de 648,76 hab./km², a segunda maior do Estado. A UGRHI 10 - Sorocaba/Médio Tietê que tem mantido situação semelhante aos anos anteriores, sem alterações significativas entre os fatores que compõem o índice, foi classificada com IAEM de 0,46 tanto em 2007 como em 2017, portanto, com vulnerabilidade significativa frente à pressão antrópica, em ambos os anos analisados.
- A UGRHI 04 – Pardo, em industrialização, que esteve classificada como não vulnerável no ano anterior, voltou para a categoria vulnerável apesar de apresentar a densidade territorial mínima da CEE de 1,22 pontos/1000 Km². Mas, sua média anual do IQA (61,94) em 2016 caiu para 59,56 em 2017. Em 2007 sua média era ainda melhor, com IQA de 67,26.

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

- A UGRHI 5 - Piracicaba/Capivari/Jundiaí, de vocação industrial, que é a segunda UGRHI mais populosa do Estado, com 5,6 milhões de habitantes e a que possui o maior número de pontos por UGRHI (88) do Estado. A média do IQA, Regular em 2007 (48,09), passou para Boa em 2017 (54,08). Apesar do macro-uso do solo ser ponderado por 4, e ser bem povoada, é a única da categoria industrial que tem estado classificada como sustentável à pressão antrópica nos últimos anos. Isto se deve principalmente devido a grande quantidade de pontos, gerando uma densidade de pontos 6 vezes acima do recomendado, 6,21/1000 km². O IAEM desta unidade passou de 0,46 em 2007 para 0,54 em 2017, demonstrando uma evolução no monitoramento, além de melhoria no IQA médio, que passou de 48,09 (Regular) em 2007 para 54,08 (Boa Qualidade) em 2017.
- A UGRHI 8- Sapucaí /Grande com 728.086 habitantes em 2017 manteve a densidade populacional estável, passando de 72,11 hab./km² em 2007 para 79,79 hab./km² em 2017. Já em número de pontos monitorados, houve duplicação no período: de 8 em 2007 para 16 em 2017, e com isto obteve a densidade recomendada de 1,75 pontos/1000 Km². Seu IQA médio foi de 64,40 (Boa qualidade) em 2017, semelhante a 63,40 (Boa qualidade) obtido em 2016, demonstrando uma situação de sustentabilidade.
- A UGRHI 9-Mogi-Guaçu em 2007 tinha 1,3 milhões de habitantes e 39 pontos de monitoramento. Atualmente possui cerca de 1,5 milhões e 36 pontos, porém ainda mantém densidade 2,4 vezes acima do recomendado. O seu IAEM de 2007 (0,57), caiu para 0,51 em 2017, sendo que em 2016 era de 0,55. Como tem mantido boa média do IQA 63,36 (2017) encontra-se com o monitoramento sustentável.
- A UGRHI 12 – Baixo Pardo/ Grande, que manteve a variável da pressão antrópica- densidade demográfica praticamente inalterada em 10 anos, com densidade populacional variando de 43,91 hab./km² em 2007 para 49,25 hab./km² em 2017. Além disto, a média do IQA de 63,31 em 2007 para 63,36 em 2017, se manteve estável no período. Apresentou alterações no número de pontos monitorados, passando de 3 em 2007 para 7 pontos em 2017, quase atingindo a densidade de pontos recomendada: 0,97 pontos/1000. Km². Com isto o IAEM foi de 0,51 nos dois anos estudados.
- A UGRHI 13- Tiete/Jacaré, que no período de 2007-2017 passou de 5 pontos para 15 pontos em 2017, e obteve densidade de pontos de 1,27 pontos/1000 Km². O IAEM de 2007 e 2017 foi de 0,51. O IQA médio anual em 2007 foi de 64,77 (Boa qualidade) e em 2017 foi de 61,00 (Boa qualidade), portanto com monitoramento considerado não vulnerável.

Além dessas, foram incluídas 5 UGRHIs agropecuárias:

- A UGRHI 15 - Turvo/Grande, que é a única do grupo das agropecuárias que já atingiu a densidade recomendada, com 1,32 pontos/1000 Km², passando de 10 pontos em 2007 para 21 em 2017. Esta UGRHI manteve a média anual do IQA classificado na categoria Boa (60,13) em 2016 e em 2017 (60,56), resultados bem melhores que em 2007, quando a média anual foi de 44,95 (Regular).

- A UGRHI 16- Tietê/Batalha, que voltou a esta categoria por ter obtido IAEM de 0,60, apesar de ter alterações no número de pontos, mas ligeira queda do IQA de 73,24 (Bom) em 2016 para 71,38 (Boa) em 2017. Essa UGRHI, que ainda possui densidade de pontos abaixo do recomendado, de 0,68 pontos/1000 Km², evoluiu na abrangência espacial, aumentando de 4 pontos em 2007 para 9 em 2017. Uma vez que mantém baixa densidade demográfica e boa média do IQA, 75,88 em 2007 e 71,38 em 2017, demonstra que mantém uma boa qualidade da água e condição de sustentabilidade do monitoramento, não estando vulnerável.
- A UGRHI 17 - Médio Paranapanema, que tinha apenas 3 pontos em 2007 e passou para 8 em 2017, mas que ainda possui densidade de pontos abaixo da metade do recomendado 0,48 pontos/1000 Km². Apresenta baixa densidade demográfica 42,70 hab./km² e médias anuais do IQA de 72,33 (Boa qualidade) em 2007 com queda para 65,78 em 2017, porém ainda dentro da faixa de boa qualidade da água ao longo do período avaliado. O IAEM manteve-se na faixa de 0,60 (2007) a 0,58 (2017), considerado suficiente.
- A UGRHI 20 – Aguapeí, que obteve o IAEM de 0,58 em 2007. Permanece nesta categoria graças à sua baixa densidade populacional, que aumentou cerca de 10% desde 2007 (26,65 hab./km² para 29,27 hab./km²), mas ainda mantendo uma baixa pressão antrópica sobre seus recursos hídricos. Além disto, essa UGRHI quase dobrou seu número de pontos no período 2007-2017 passando de 6 para 11 pontos. Porém ainda está com densidade abaixo do recomendado, com 0,83 ponto/1000 km². O IQA médio foi Regular em ambos os anos estudados.
- A UGRHI 21-Peixe, registrou em 2017, tal como em 2016, a mais baixa densidade do Estado (0,46 pontos/1000 km²). Também manteve densidade populacional baixa e estável no período. Em relação à qualidade de água, apresenta média anual do IQA na categoria Boa (62,58).

Seis UGRHIs, segundo os critérios do IAEM, apresentaram índice de monitoramento abrangente/sustentáveis frente à pressão antrópica:

- 3 unidades de vocação para conservação: As UGRHIs 1 - Mantiqueira, 11-Ribeira do Iguape/Litoral Sul e UGRHI 14 - Alto Paranapanema, as quais têm o macro-uso do solo ponderado no fator 1 (vocação para conservação). A UGRHI 1 manteve a densidade de 5,93 pontos/1000 Km² e seu IAEM evoluiu de 0,62 em 2007 para 0,67 em 2017. A UGRHI 11-Ribeira de Iguape/Litoral Sul, que continua a apresentar a menor pressão antrópica do Estado, com densidade populacional de 21,36 hab./km² em 2007 para 22,32 hab./km² e que passou de 7 pontos em 2007 para 13 em 2017. A UGRHI 14-Alto Paranapanema também apresentou baixa densidade populacional, e aumentou sua densidade de pontos de 0,35 em 2007 para 0,76 pontos/1000 km². O seu IQA médio continua classificado na categoria Boa, subindo de 59,71 em 2007 para 64,53 em 2017.

Além de 3 UGRHIs com vocação agropecuária:

- A UGRHI 18 - São José dos Dourados, que apresentava um único ponto em 2007 e passou de uma densidade de 0,15 para 0,88 pontos/1000 Km² em 2017. A pressão antrópica manteve-se inalterada e sua densidade demográfica permanece baixa em 2017, 34,98 hab./km², contribuindo positivamente para a condição de sustentabilidade. O IAEM variou de 0,60 em 2007 para 0,63 em 2017. A média anual do IQA, que foi a maior dentre todas as outras do estado, aumentou de 79,11 em 2016 para 79,68 (qualidade Ótima) em 2017, a maior do Estado.
- A UGRHI 19 - Baixo Tietê que no período de 2007 a 2017 ampliou sua rede de 8 para 12 pontos mas ainda apresenta densidade de 0,77 pontos/1000 Km² pelo critério da CEE. Este fator é compensado pela baixa densidade demográfica. Quanto a variação do IQA Médio anual vem mantendo a qualidade Boa no período 2007-2017, com média anual de 72,34 em 2007, de 76,60 em 2016, apresentando melhora em 2017, com 77,35. Com isto, essa UGRHI classificou-se como sustentável frente à pressão antrópica, uma vez que o seu IAEM aumentou de 0,62 para 0,63.
- A UGRHI 22 - Pontal do Paranapanema, com IAEM 0,59 em 2007 passa a 0,61 em 2017. Teve acréscimo de dois pontos de monitoramento em 2016. Sua densidade de pontos passou de 0,40 para 0,89, ainda abaixo do recomendado. Entretanto o IQA médio anual desta unidade foi classificado como Bom, passando de 68,87 em 2015, para 69,4 em 2016, e agora 71,78 em 2017.

Finalmente, o IAEM foi só classificado como **muito abrangente** na seguinte UGRHI:

- Na UGRHI 3 – Litoral Norte, onde residem 323.991 mil habitantes. Como esta UGRHI tem muitos rios que nascem na Serra do Mar e drenam diretamente para o mar tem uma altíssima densidade de pontos (15,91 pontos/1000 Km²). Tal como anos anteriores, manteve uma média anual do IQA em 2017, com qualidade boa (63,73).

Resumindo a variação da abrangência do monitoramento, de acordo com o critério da CEE, utilizado para caracterizar a abrangência da rede de monitoramento, 8 das 22 UGRHIs em 2007 estavam dentro do índice de densidade mínima de 1 ponto/1000 km², aumentando em 2017, para 12 das 22 UGRHIs.

Já de acordo com os cenários do IAEM nos anos do intervalo avaliado, verifica-se o número de UGRHIs classificadas como não vulnerável à pressão antrópica passou de 5 em 2007 para 17 em 2017. 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 12,42 para 12,46. No quadro geral do período, a somatória do IAEM em 2007, que era 12,25, passou para 12,46 em 2017.

4 • Saneamento e Aspectos Legais

Neste capítulo, é apresentada uma visão geral do saneamento no Estado de São Paulo, indicando a evolução dos índices de tratamento dos esgotos domésticos ao longo dos últimos seis anos, bem como uma visão detalhada do saneamento dos 645 municípios que formam o nosso Estado.

Apesar do presente capítulo restringir-se à avaliação dos serviços de coleta e tratamento de esgotos, também devem ser consideradas outras fontes potenciais de impactos à qualidade das águas associadas aos sistemas de drenagem urbana e de coleta e disposição de resíduos sólidos, constituindo-se em fontes de poluição difusa de difícil quantificação. Destaca-se ainda que tais fontes são afetadas pelos hábitos da população, entre os quais o descarte inadequado de resíduos no ambiente, o lançamento indevido de esgotos no sistema de drenagem ou ainda de águas pluviais no sistema de esgotamento sanitário.

Complementarmente neste capítulo, avaliam-se, através da porcentagem de resultados desconformes em relação à classe 2 da Resolução CONAMA 357/2005, as principais variáveis que podem estar contribuindo para a degradação dos corpos hídricos no Estado, uma vez que nem todos os rios estão classificados como classe 2.

Para as principais variáveis sanitárias e alguns metais é também apresentada uma visão detalhada das desconformidades em 2017 em relação aos padrões de classe 2, para cada uma das UGRHs, o que não significa necessariamente o não atendimento da legislação vigente.

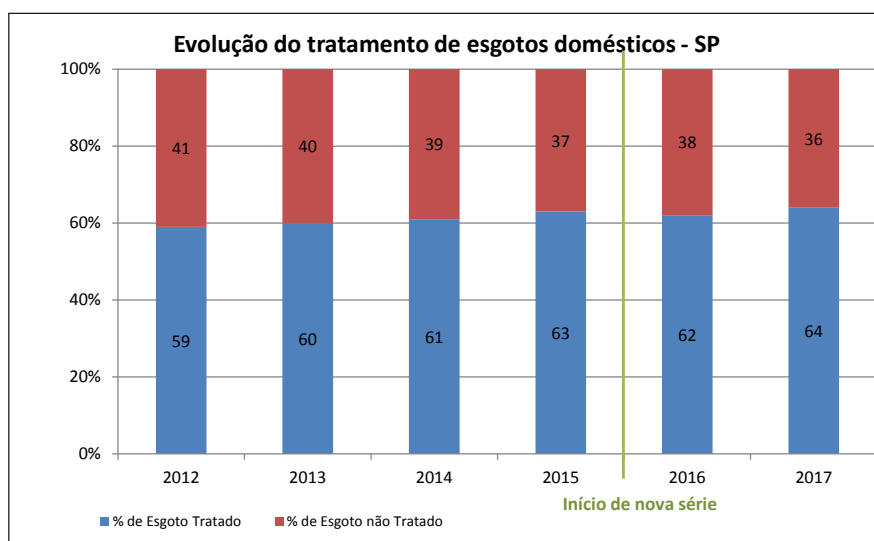
O objetivo desta avaliação ao apresentar o cenário de classe 2, é subsidiar futuras ações dos órgãos competentes, visando o atendimento das metas progressivas de recuperação de qualidade dos corpos d'água previstas na Resolução Conama 357/05.

4.1 Coleta e Tratamento de Esgotos no Estado de São Paulo

As porcentagens da população atendida pelos serviços de coleta e tratamento de esgotos foram cadastrados pela CETESB a partir dos dados, relativos a 2017, fornecidos pelos municípios ou pelas concessionárias.

Ressalta-se que em 2016, a CETESB aperfeiçoou a metodologia das bases disponíveis de dados sobre esgotamento sanitário no Estado de São Paulo, o que teve reflexo no índice global do tratamento de esgotos domésticos, iniciando assim uma nova série histórica a partir de 2016.

Ao longo dos últimos cinco anos, verificou-se um pequeno, mas gradual aumento no índice de tratamento de esgoto doméstico no Estado de São Paulo, atingindo a marca de 64% em 2017, como aponta o **Gráfico 4.1**

Gráfico 4.1 – Evolução do tratamento de esgotos domésticos no Estado de São Paulo – 2012 a 2017.

Observação: A partir de 2016, houve um aperfeiçoamento na base de dados de cálculo do índice de coleta de esgoto.

O ritmo dos investimentos para universalizar o saneamento no Estado de São Paulo deverá ser acelerado para obter uma melhora mais ágil nas questões de saúde pública e de meio ambiente. 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. Para tanto são necessárias ações integradas de uso e ocupação do solo envolvendo municipalidades e estado, de forma a equacionar problemas decorrentes das ocupações irregulares e do crescimento desordenado da população, além de intensificar as ações de educação sanitária e ambiental junto à população para conexão ao sistema público de esgotos e uso correto dos serviços de saneamento disponibilizados.

O lançamento dos esgotos domésticos sem tratamento nas águas dos rios, reservatórios, estuários e regiões costeiras reduz sua qualidade, restringindo seus múltiplos usos e contribuindo para o aumento da ocorrência de doenças de veiculação hídrica, causadas pelo contato primário ou pela ingestão de água contaminada.

Um dos principais parâmetros que indica o lançamento de esgotos domésticos sem tratamento é o aumento na água da presença de *Escherichia coli* do grupo dos coliformes termotolerantes. 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, liberando Fósforo e Nitrogênio. Ambos 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.

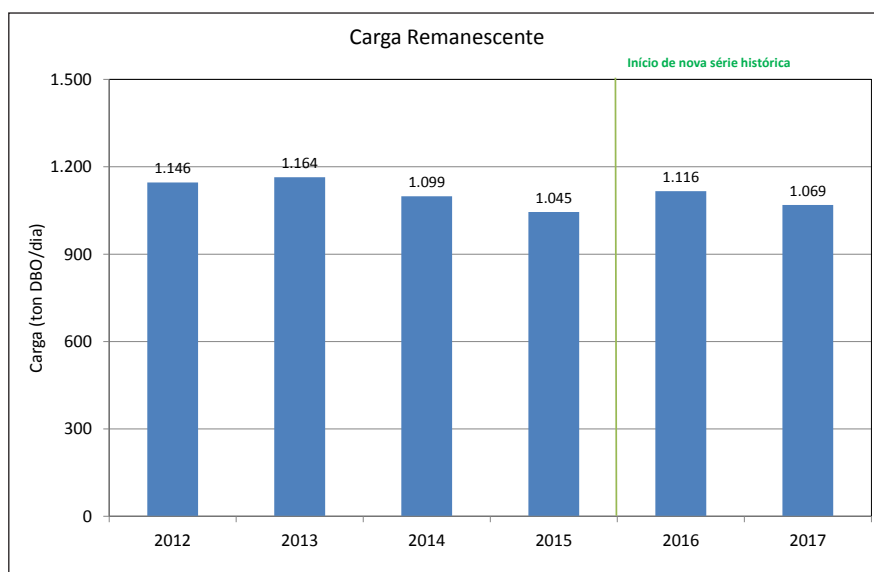
4.1.1 Carga Orgânica Potencial e Remanescente

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 obtido da literatura é de 54 g hab⁻¹ dia. 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 realmente 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 2017 foi de 85%, colaborando para a redução da carga orgânica remanescente.

Em 2017, a somatória da carga remanescente, lançada nos corpos hídricos pelos 645 municípios do Estado, foi de aproximadamente 1.069 t DBO dia⁻¹, indicando uma redução de 47 t DBO dia⁻¹ em relação ao ano de 2016.

Gráfico 4.2 – Evolução da carga remanescente no Estado de São Paulo – 2012 a 2017.



Observação: A partir de 2016, houve um aperfeiçoamento na base de dados de cálculo do índice de coleta de esgoto.

4.1.2 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 4.1 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 4.1 – Porcentagem da população atendida pela coleta e pelo tratamento de esgotos e ICTEM nas áreas urbanas das 22 UGRHIs.

Número	UGRHI Descrição	População Urbana	Atendimento (%)		Carga Remanescente t DBO dia ⁻¹	ICTEM
			Coleta	Tratamento		
1	Mantiqueira	60.410	54	52	1.691	5,61
2	Paraíba do Sul	2.047.230	93	78	36.665	7,23
3	Litoral Norte	316.662	52	43	11.156	4,79*
4	Pardo	1.165.440	98	83	15.541	7,92
5	Piracicaba/Capivari/Jundiaí	5.461.433	92	76	94.818	7,37
6	Alto Tietê	20.968.139	84	53	612.069	5,47
7	Baixada Santista	1.824.303	73	15	86.955	2,57*
8	Sapucaí/Grande	687.111	98	91	7.839	8,43
9	Mogi Guaçu	1.488.315	99	66	41.623	5,92
10	Sorocaba/Médio Tietê	1.833.260	88	76	33.636	7,19
11	Ribeira de Iguape/Litoral Sul	271.943	67	66	7.609	6,09
12	Baixo Pardo/Grande	339.200	99	74	6.361	7,31
13	Tietê/Jacaré	1.555.066	98	69	37.781	6,42
14	Alto Paranapanema	618.499	91	85	12.286	7,15
15	Turvo/Grande	1.249.176	99	93	12.128	9,8
16	Tietê/Batalha	505.778	99	92	6.140	8,24
17	Médio Paranapanema	651.956	96	96	7.757	8,39
18	São José dos Dourados	209.777	98	98	2.502	8,49
19	Baixo Tietê	749.935	98	98	9.630	8,21
20	Aguapeí	343.595	96	95	4.731	7,95
21	Peixe	435.984	89	47	14.664	4,95
22	Pontal de Paranapanema	461.680	96	91	5.166	8,47
Estado de São Paulo		43.244.892	88	64	1.068.749,20	6,27

*: ICTEM foi calculado desconsiderando, como tratamento, os sistemas de disposição oceânica dos municípios.

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.

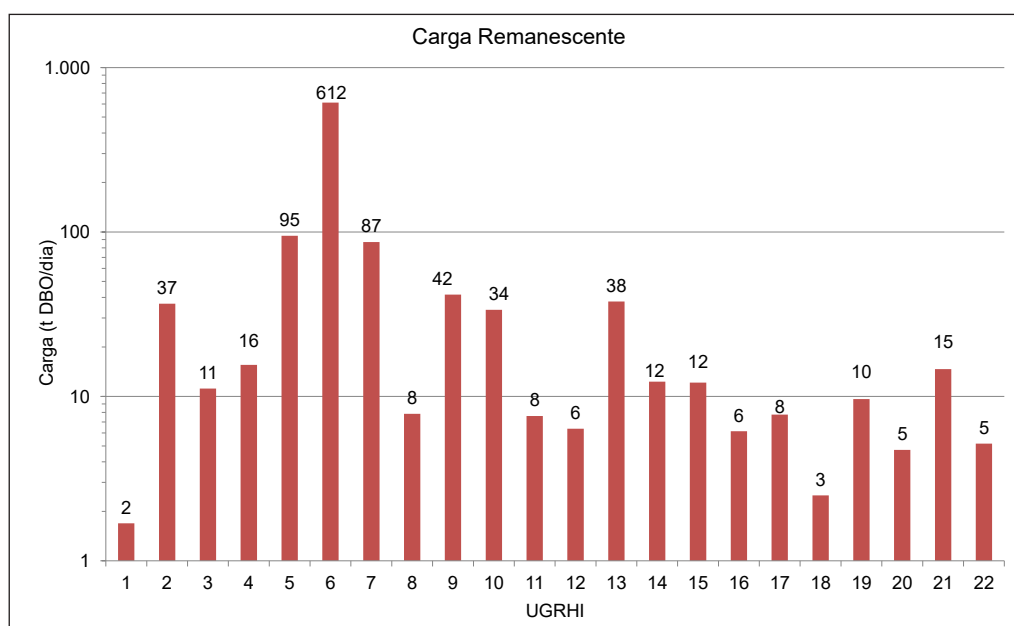
O indicador permite transformar os valores nominais de carga orgânica em valores de comparação entre situações distintas dos vários municípios, refletindo a evolução ou estado de conservação de um sistema público de tratamento de esgotos.

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

Em 2017, catorze UGRHIs mantiveram nota de ICTEM superior a 7, onde vivem aproximadamente 16 milhões de habitantes. As UGRHIs 5 – Piracicaba / Capivari / Jundiá, 9 – Mogi Guaçu, 11 – Ribeira de Iguaçu, 13 – Tietê Jacaré, 15 – Turvo Grande e 16 – Tietê Batalha apresentaram melhora do ICTEM em relação a 2016, em função da implantação de novas ETEs nos municípios de Agudos, Alumínio, Ariranha, Artur Nogueira, Barra do Chapéu, Águas de São Pedro, Onda Verde, Pontal, Reginópolis, Ribeira e São Roque. Além desses, em 2017, também foram concluídas ETEs nos distritos de Pirambóia, em Anhembi, Ameliópolis, em Presidente Prudente, e Socimbra, em Nova Canaã Paulista e nos bairros de Engano e Oliveira Barros, em Miracatu e de Rio Bonito e Mina, em Botucatu. Os municípios de Guaratinguetá, Óleo, Santo Antônio de Posse, Ibaté, Leme, José Bonifácio, Mirassolândia, Anhembi, Ourinhos, Campinas e Álvares Florence também tiveram a ampliação dos índices de tratamento em 2017. Ressalta-se ainda em 2017, a conclusão da primeira fase das obras de ampliação da ETE Barueri, uma das maiores da América Latina, por meio do Projeto Tietê, atualmente em sua terceira etapa. A capacidade dessa ETE passou de $9,5 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ para $12 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, o que corresponde ao tratamento de esgoto de 5,8 milhões de pessoas.

As UGRHIs com piores notas do ICTEM, isto é, inferior a 5, foram as UGRHIs 3 – Litoral Norte e 7 – Baixada Santista. Essas UGRHIs utilizam em alguns municípios sistemas de disposição oceânica composto por EPC constituída em geral por gradeamento, peneiramento, caixa de areia e desinfecção, seguida de emissário submarino (em atendimento à Resolução CONAMA nº 430/11), o que vem prejudicando seus índices de tratamento, uma vez que a CETESB adota, desde 2008, uma eficiência nula para este tipo de tratamento em relação à remoção de DBO, o que reduz a nota do ICTEM dessas UGRHIs.

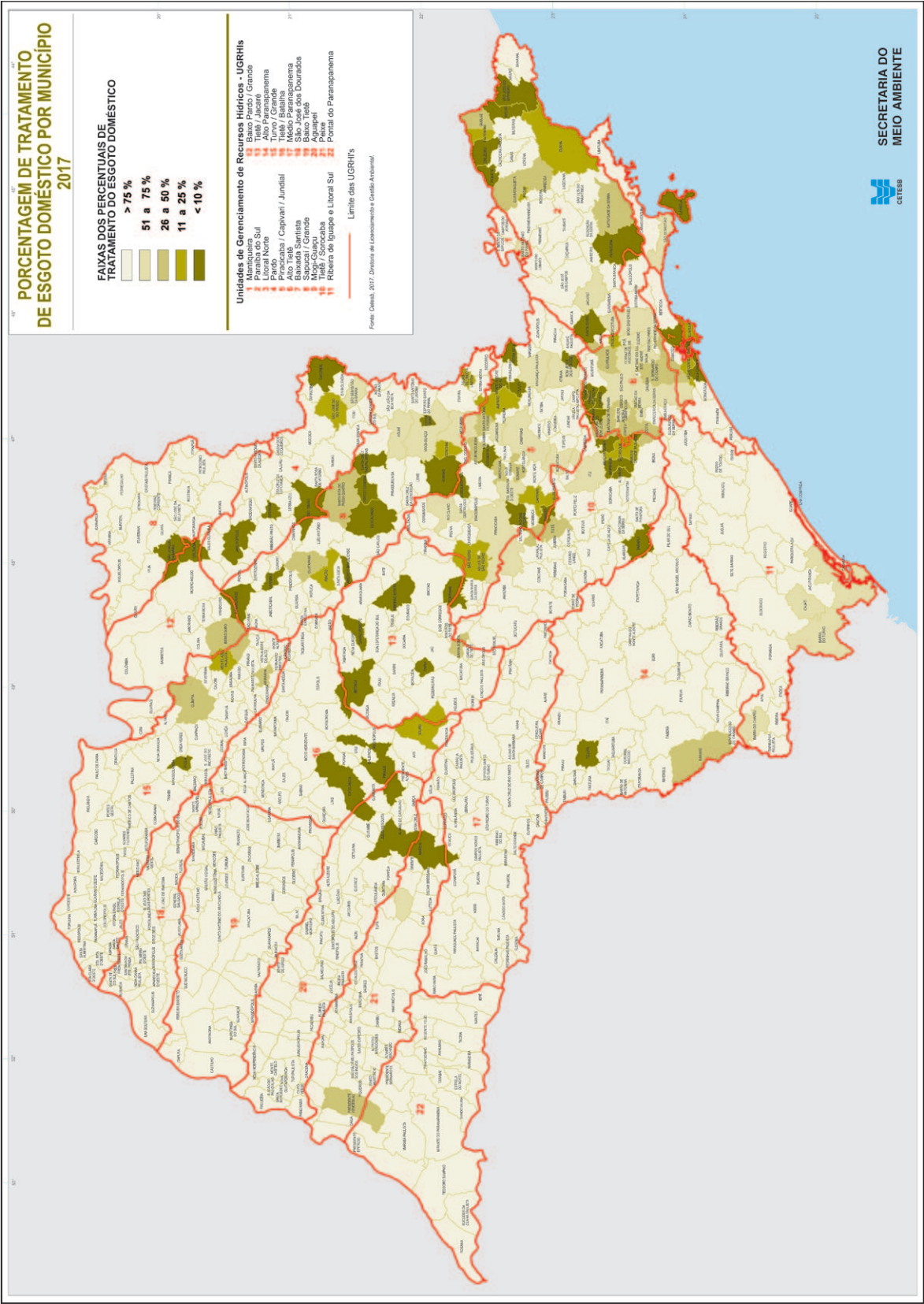
No Gráfico 4.3, são apresentadas as cargas remanescentes de DBO para cada UGRHI em que se divide o Estado de São Paulo. Em função da alta concentração de população na RMSP e dos índices de saneamento, a carga remanescente do Alto Tietê de $612 \text{ t DBO dia}^{-1}$ é responsável por 57% da carga lançada nos corpos hídricos do Estado de São Paulo. Vale destacar que a população desta bacia corresponde a cerca de 48 % da população total do estado, motivo pelo qual 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 Jundiá, com $95 \text{ t DBO dia}^{-1}$, representando uma porcentagem de 9% da carga remanescente gerada no Estado de São Paulo. No entanto, a carga remanescente gerada nesta UGRHI distribui-se pelos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá.

Gráfico 4.3 – Carga remanescente de DBO por UGRHI – 2017

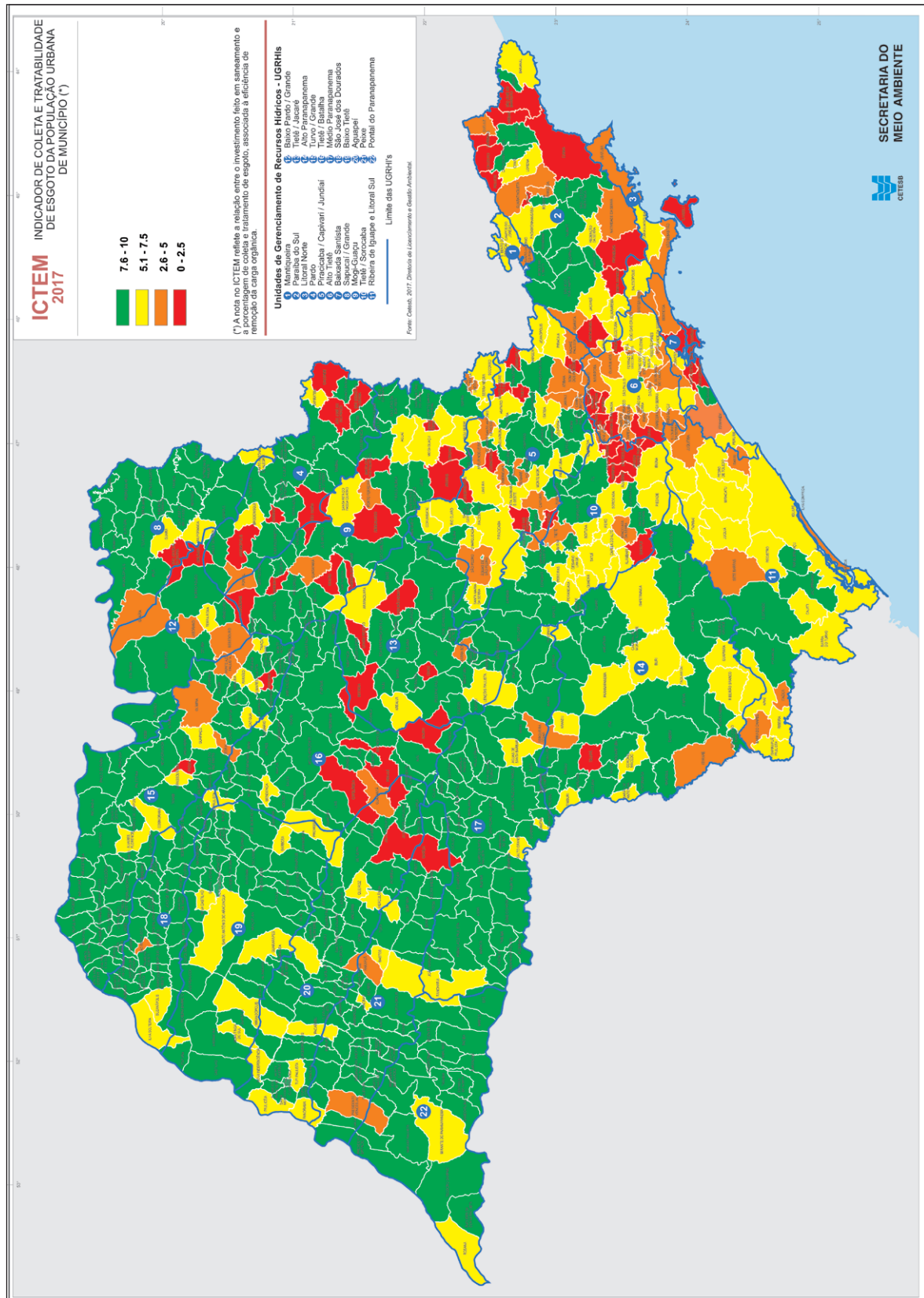
Outros fatores importantes que afetam diretamente o planejamento e disponibilidade dos serviços de saneamento são os problemas associados às ocupações irregulares e ao crescimento desordenado das cidades. Além disso, também deve ser considerado o comportamento do cidadão, que é responsável por ligar 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 no Mapa 4.1 e Mapa 4.2, apresentando-se a situação dos 645 municípios do Estado de São Paulo.

Mapa 4.1 – Porcentagem de tratamento de esgoto doméstico por município – 2017.



Mapa 4.2 – ICTEM por município – 2017



4.2 Atendimento aos Padrões da Classe 2

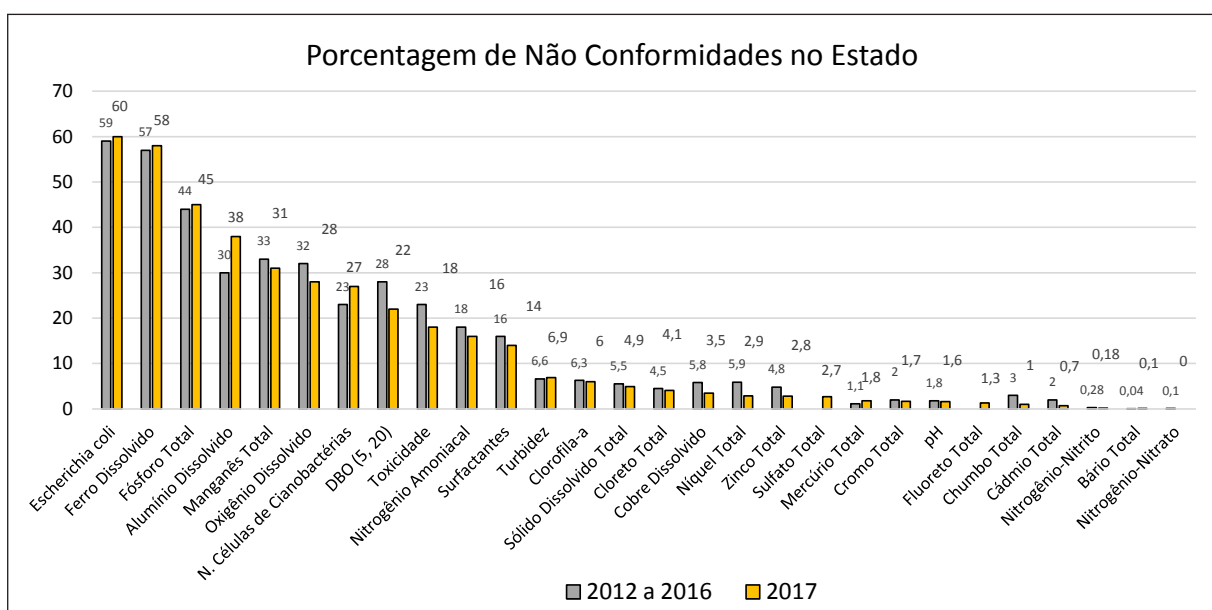
Por meio do Decreto Estadual nº 10.755/77 (SÃO PAULO, 1977), todos os corpos d'água no Estado de São Paulo foram enquadrados segundo classes de uso (1, 2, 3 e 4), definidas no Regulamento da Lei nº 997/76 aprovadas pelo Decreto Estadual nº 8.468/76 (SÃO PAULO, 1976). Quanto menor a classe de enquadramento do corpo d'água melhor a qualidade esperada, ou seja, menor deve ser seu grau de perturbação de origem antrópica. Em 2005, a Resolução CONAMA nº 357/2005 estabeleceu padrões de qualidade esperados para as diferentes classes de qualidade e seus respectivos usos. Eventualmente os corpos d'água não atendem a esses padrões e quanto pior é a qualidade do corpo d'água frente ao uso proposto, maiores devem ser os esforços de gestão do recurso hídrico para que se atinjam as respectivas metas de seu enquadramento.

As porcentagens de resultados não conformes, obtidos em 2017, são comparadas à média do período 2012/2016, com relação ao atendimento aos padrões de qualidade da Resolução CONAMA nº 357/05 (Gráfico 4.4). 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 e cujos usos previstos na Resolução nº CONAMA 357/05 incluem proteção da vida aquática e abastecimento público após tratamento convencional.

Para a elaboração do Gráfico 4.4 foram consideradas as variáveis determinadas em mais de 98% dos pontos da Rede Básica, exceto o Número de Células de Cianobactérias, Toxicidade Crônica (ensaio Ecotoxicológico com *Ceriodaphnia dubia*) e Clorofila *a*, que foram determinadas em 14, 79 e 90 % dos pontos da rede, respectivamente. Ressalta-se que o número de pontos e a frequência anual de monitoramento 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 4.4 – Porcentagens de resultados não conformes na Rede Básica com relação aos padrões estabelecidos para a Classe 2, em 2017 e no período de 2012 a 2016.



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 do Estado (60 %), seguido pelo Fósforo (45%), Oxigênio Dissolvido (28%), DBO (22%), Nitrogênio Amoniacal (16%) e Surfactantes (14%) (Gráfico 4.4). Ressalta-se que as variáveis DBO e Oxigênio Dissolvido obtiveram melhora em relação à média histórica, 6 e 4% respectivamente. As desconformidades das demais variáveis mantiveram-se próximas à média histórica. Para atendimento à legislação, é primordial a continuidade nos investimentos para atingir a universalização do tratamento de esgoto no Estado em nível secundário, em conformidade com as metas progressivas de recuperação de qualidade dos corpos d'água previstas na Resolução Conama nº 357/05. Para redução dos níveis de Fósforo nos corpos hídricos, investimentos em tratamento terciário seriam uma alternativa mais adequada.

Deve ser ressaltado em 2017, a manutenção ou redução da porcentagem de desconformidades em relação à média histórica, com destaque para as variáveis sanitárias (*E. coli*, DBO, Fósforo Total, Nitrogênio Amoniacal e Oxigênio Dissolvido). Já o Alumínio Dissolvido e a variável Número de Células de Cianobactérias registraram desconformidades acima da média dos últimos 5 anos (Gráfico 4.4).

Os solos tropicais do Estado de São Paulo possuem concentrações naturalmente elevadas de Alumínio, Ferro e Manganês. Dessa forma, este compartimento ambiental constitui-se em uma fonte significativa desses metais para os corpos hídricos, através da lixiviação de partículas e de matéria orgânica devido a processos erosivos, intensificados por chuvas e carência/ausência de cobertura vegetal. O Ferro Dissolvido foi a variável que mostrou a segunda maior porcentagem de desconformidade no Estado (58%), seguido pelo Alumínio dissolvido (38%) e o Manganês (31%). Ressalta-se que esses metais também podem estar associados a efluentes de ETAs e a fontes industriais, em áreas mais urbanizadas.

Em relação às desconformidades associadas às variáveis hidrobiológicas, a Clorofila *a* representou 6% dos resultados obtidos permanecendo dentro da média histórica. Já o Número de Células de Cianobactérias apresentou 27% de resultados desconformes, 4% acima da média histórica.

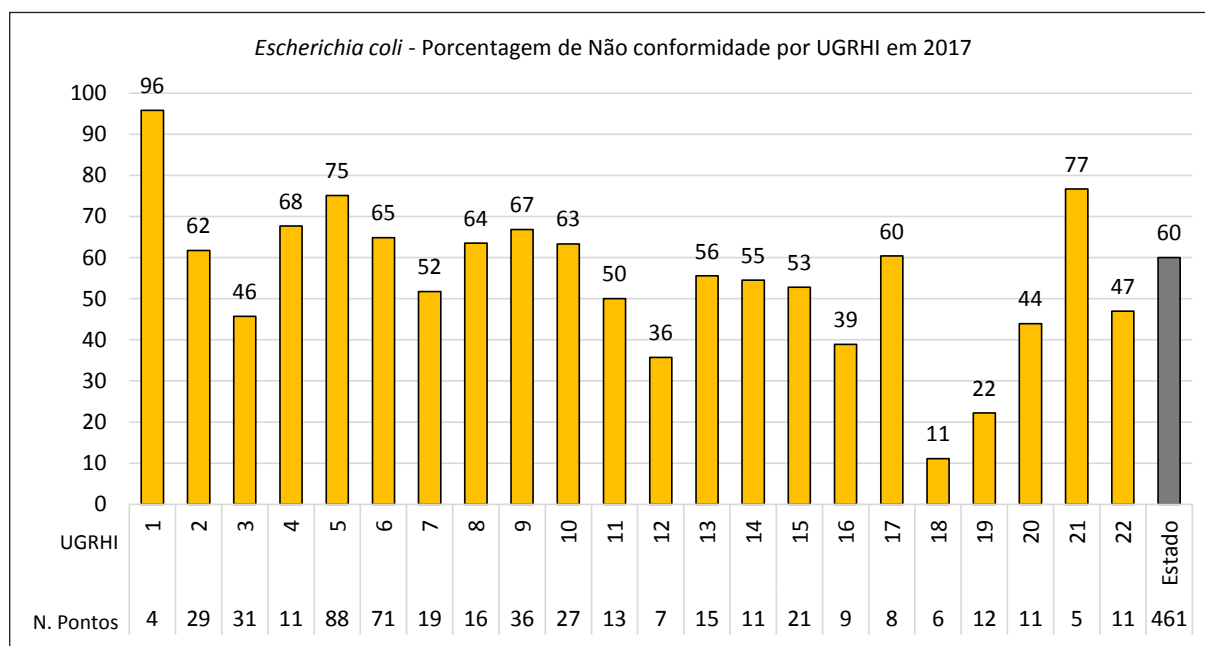
Dentre as variáveis intervenientes na manutenção da vida aquática, a maior porcentagem de resultados desconformes foi constatada para o Oxigênio Dissolvido (28%), seguida pela Toxicidade Crônica (18%), constatando-se uma melhora em comparação com a média histórica. Os resultados desconformes para o pH (acima de 9,0) ocorreram, em sua maioria, em reservatórios, indicando intensa atividade fotossintética do fitoplâncton nesses locais. Semelhante ao constatado nos anos anteriores, os metais Níquel, Zinco, Cádmio, Chumbo e Cromo, 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 foi verificada em pontos localizados na UGRHI 6 – Alto Tietê.

4.2.1 Porcentagem de resultados desconformes das principais variáveis por UGRHI

Para verificação espacial da ocorrência de resultados não conformes no Estado, foram confeccionados gráficos das porcentagens de resultados não conformes em relação ao padrão de qualidade da Classe 2 para as variáveis que apresentaram as maiores porcentagens no Estado, distribuídas por UGRHI (Gráfico 4.5 a Gráfico 4.10).

4.2.1.1 *Escherichia coli*

Gráfico 4.5 – Porcentagem de não conformidade de *Escherichia coli* por UGRHI e no Estado em 2017



A variável *E. coli* (Gráfico 4.5) foi a que apresentou maior desconformidade no Estado (60%).

As UGRHIs 1 e 21 apresentaram as maiores porcentagens de resultados desconformes (96% e 77%). Na UGRHI 01, todos os quatro pontos de monitoramento não atenderam ao padrão de qualidade em quase 100% das campanhas e na UGRHI 21, esses resultados foram constatados ao longo dos quatro pontos de monitoramento no rio do Peixe. A coleta e tratamento de esgoto nessas UGRHIs é de apenas 52 e 47%, respectivamente.

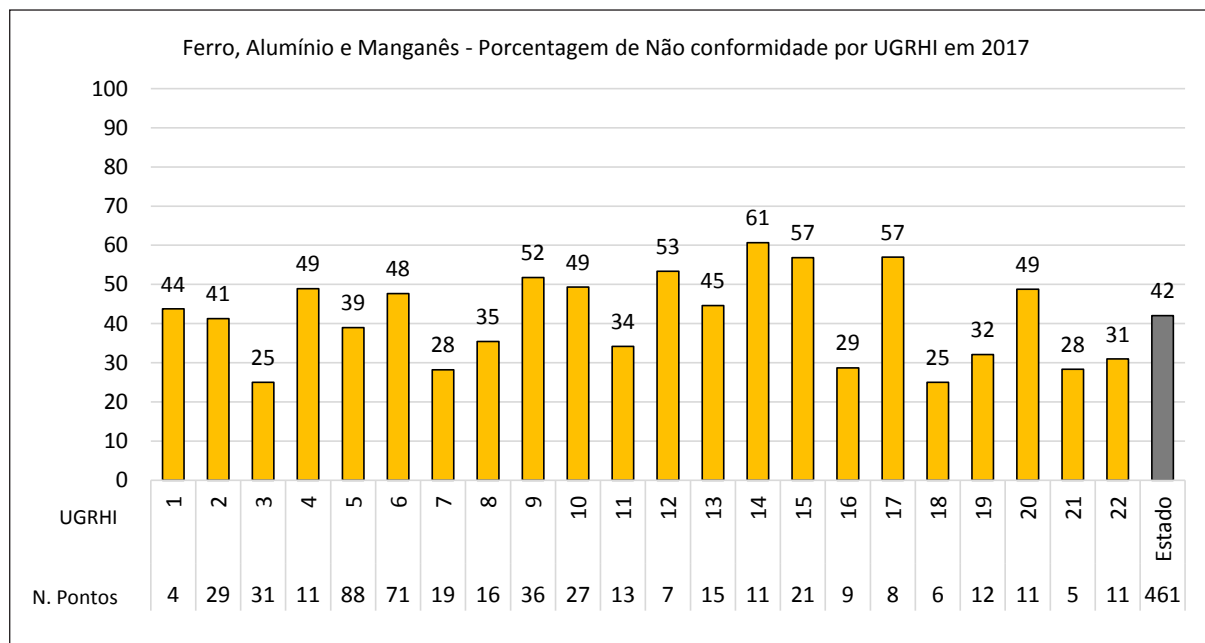
A UGRHI 05 foi a terceira a apresentar maior porcentagem de resultados desconformes (75%) com exceção dos reservatórios do Sistema Cantareira e de alguns outros pontos que atenderam ao padrão de qualidade em 100% das campanhas.

As UGRHIs 2, 4, 6, 8, 9, 10 e 17 apresentaram entre 60 e 70% de resultados não conformes. Destacam-se as maiores porcentagens de não conformidades (em torno de 100%) no rio Tietê, desde a RMSP até a chegada no reservatório Barra Bonita e em seus afluentes; e em alguns pontos críticos nos rios Paraíba do Sul, Sorocaba e Mogi-Guaçu.

As UGRHIs 18 e 19 foram as que apresentaram as menores porcentagens de resultados não conformes (11 e 22%), ambas atendendo em 98% a coleta e o tratamento de esgotos.

4.2.1.2 Ferro Dissolvido, Alumínio Dissolvido e Manganês

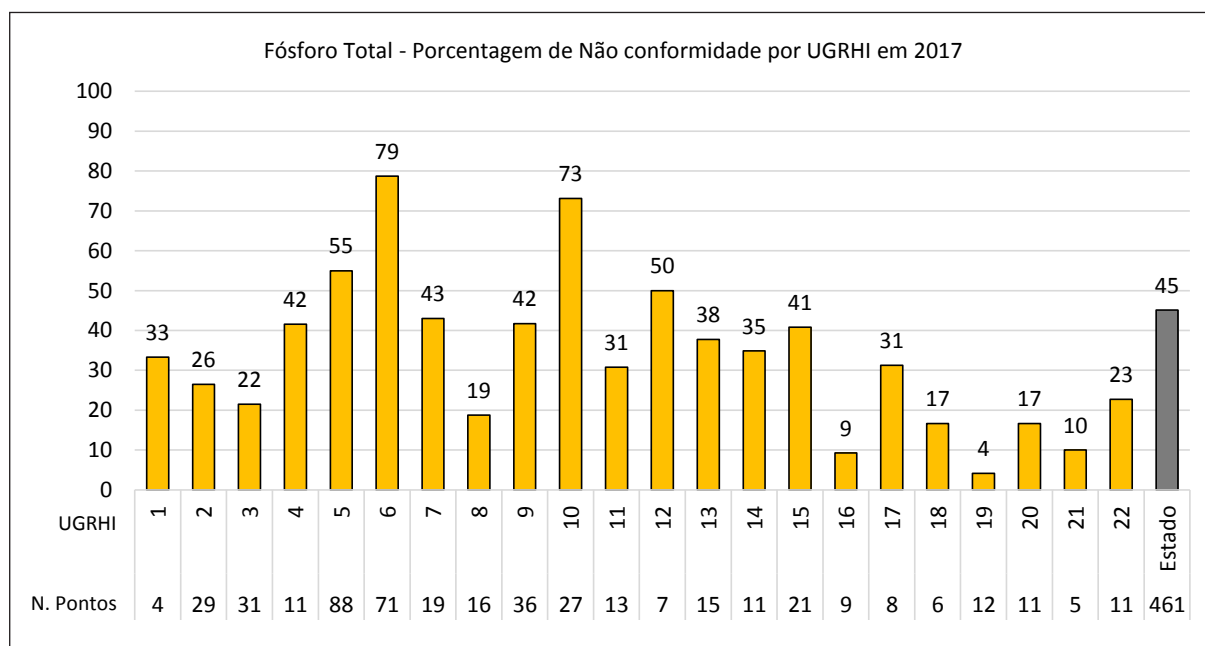
Gráfico 4.6 – Porcentagem de não conformidade dos metais Ferro Dissolvido, Alumínio Dissolvido e Manganês Total por UGRHI e no Estado em 2017



O Gráfico 4.6 mostra a distribuição de resultados não conformes por UGRHI das variáveis Ferro Dissolvido, Alumínio Dissolvido e Manganês. Essas variáveis foram analisadas em conjunto pois indicam o mesmo impacto na qualidade das águas, a partir do carreamento do solo para os corpos hídricos. Em média, o Estado apresentou 42% de resultados desconformes para essas variáveis.

4.2.1.3 Fósforo Total

Gráfico 4.7 – Porcentagem de não conformidade de Fósforo Total por UGRHI e no Estado em 2017



O Gráfico 4.7 mostra a distribuição de resultados não conformes por UGRHI da variável Fósforo Total, a terceira variável de maior porcentagem de resultados não conformes no Estado (45%).

Na UGRHI 06 foi verificada a maior porcentagem de resultados desconformes no Estado (79%). O padrão de qualidade foi atendido nos pontos da sub-bacia Tietê-Cabeceiras e em alguns reservatórios utilizados para abastecimento. O contrário foi verificado nos reservatórios Billings (de Pedreira a Imigrantes) e Guarapiranga e no rio Tietê e seus afluentes na RMSP, que apresentaram cerca de 100% de resultados não conformes.

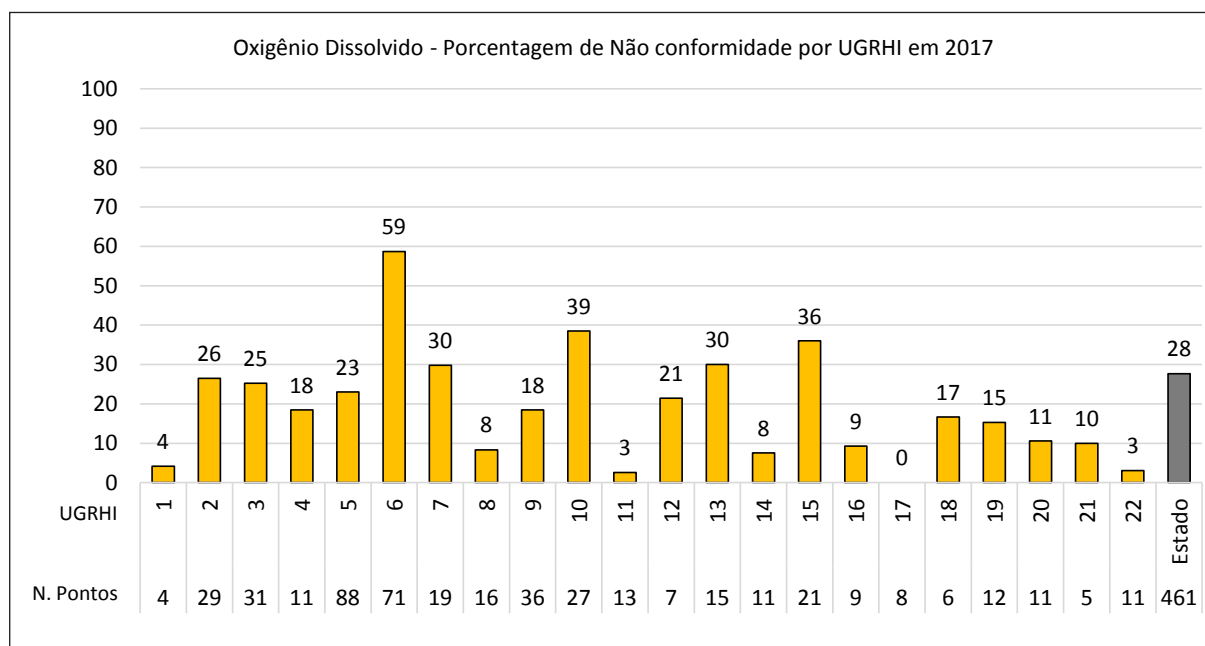
Na UGRHI 10 foi verificada a segunda maior porcentagem de não conformidade do Estado (73%). Os trechos do rio Tietê, incluindo o reservatório de Barra Bonita e o do rio Sorocaba, no município de mesmo nome, apresentaram resultados desconformes em 100% das campanhas.

A terceira maior porcentagem de resultados não conformes foi verificada na UGRHI 05 (55%). A maioria dos pontos que apresentaram quase 100% de resultados não conformes localizam-se nos trechos mais a jusante dos principais rios. Destacam-se assim o rio Atibaia, de Paulínia a Americana, incluindo o reservatório de Salto Grande, e seus afluentes, o rio Camanducaia a partir de Amparo, o rio Capivari a partir de Vinhedo, o rio Corumbataí a partir de rio Claro, o rio Jundiaí a partir de Jundiaí e o rio Piracicaba a partir de Limeira.

As menores porcentagens de não conformidades foram verificadas nas UGRHIs 16, 19 e 21, onde foram verificadas 9, 4 e 10% de não conformidades, destacando-se o atendimento aos padrões de qualidade no trecho do rio Tietê desde jusante de Ibitinga até a foz no rio Paraná.

4.2.1.4 Oxigênio Dissolvido

Gráfico 4.8 – Porcentagem de não conformidade de Oxigênio Dissolvido por UGRHI e no Estado em 2017



O Oxigênio Dissolvido é a sexta variável com maior porcentagem de resultados não conformes (28%).

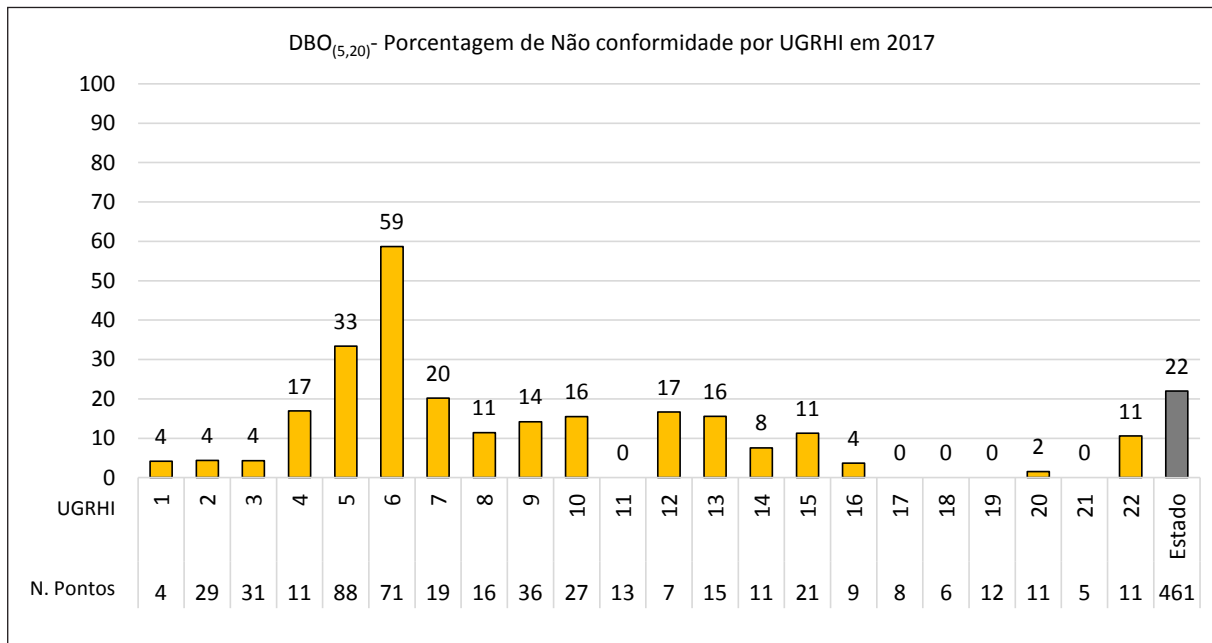
A maior porcentagem de resultados não conformes foi verificada na UGRHI 6 (59%). Destaca-se o rio Tietê e seus afluentes na RMSP, cujos resultados de Oxigênio Dissolvido não atenderam ao padrão de qualidade em praticamente 100% das campanhas.

As UGRHIs 7, 10, 13 e 15, apresentaram entre 30 e 39% de resultados não conformes para essa variável. Quatro pontos localizados em área de grande ocupação na UGRHI 7 mostraram cerca de 100% de resultados desconformes. Na UGRHI 10, os resultados não conformes estão distribuídos pela bacia, com destaque ao trecho do rio Tietê, de Tietê a Laranjal Paulista, com 100% de resultados não conformes. Na UGRHI 13, apenas quatro de 15 pontos, tiveram mais de 20% dos resultados desconformes. Na UGRHI 15, destaca-se o ribeirão Preto, onde os dois pontos de monitoramento estão comprometidos.

Oito UGRHIs apresentaram até 10% de resultados não conformes, destacando-se: a UGRHI 17, na qual todos os pontos atenderam ao padrão de qualidade em todas as campanhas, e as UGRHIs 1, 11 e 22, nas quais mais de 96% dos resultados estiveram em conformidade com o padrão de qualidade.

4.2.1.5 DBO_(5,20)

Gráfico 4.9 – Porcentagem de não conformidade de DBO_(5,20) por UGRHI e no Estado em 2017

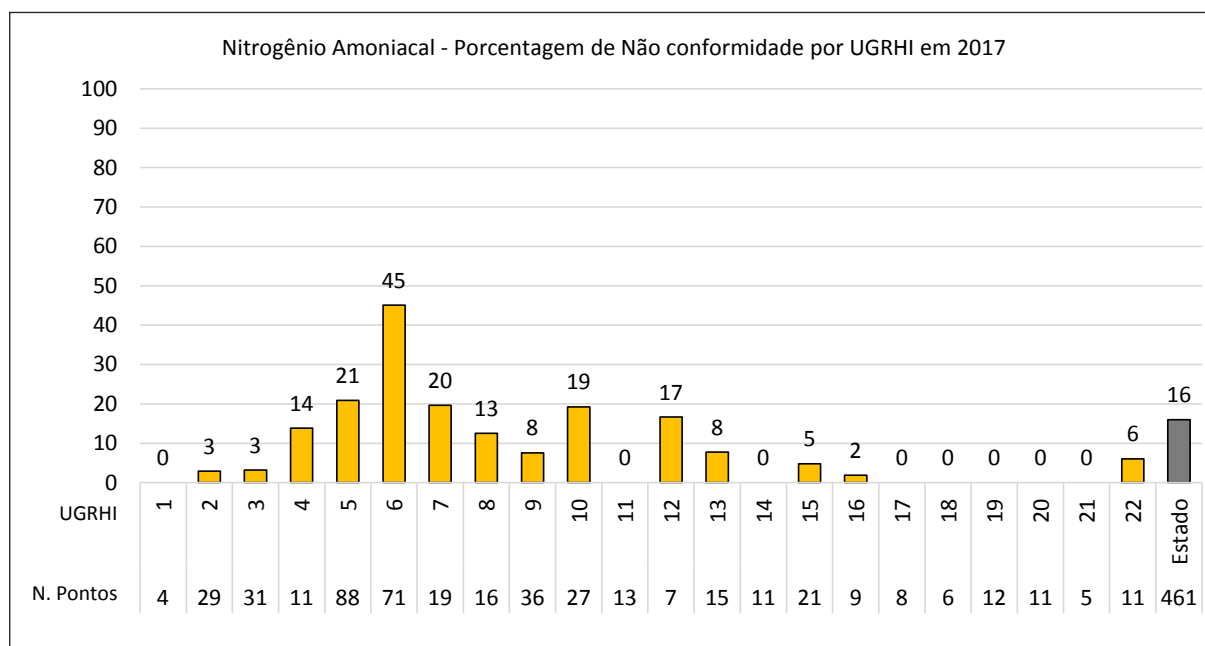


A DBO apresentou 22% de resultados não conformes no Estado em 2017, com destaque para a UGRHI 6 com 59 % de resultados desconformes. Considerando o Estado inteiro, cerca de metade de resultados desconformes para a DBO foi obtido nessa UGRHI. A UGRHI 5 foi a segunda UGRHI com maior porcentagem de resultados desconformes (33%). As demais UGRHIs tiveram menos da média do Estado de resultados desconformes.

As UGRHIs 11, 17, 18, 19 e 21 não apresentaram resultados desconformes para a variável DBO e as UGRHIs 1, 2, 3 e 16 apresentaram menos de 5% dos resultados desconformes para esta variável.

4.2.1.6 Nitrogênio Amoniacal

Gráfico 4.10 – Porcentagem de não conformidade de Nitrogênio Amoniacal por UGRHI e no Estado em 2017



Foram verificados resultados desconformes para a variável Nitrogênio Total em 14 das 22 UGRHIs do Estado em 2017.

A UGRHI 6 apresentou a maior porcentagem de não conformidade (45%), seguida da UGRHI 5 (21%), 7 (20%) e 10 (19%). Essas UGRHIs apresentam altos índices de urbanização. As UGRHIs 4 e 12, que correspondem a bacia do rio Pardo, com extensas áreas destinadas ao uso agrícola, apresentaram porcentagens de não conformidade de 14 e 17%, respectivamente.

4.2.2 Outras Variáveis

Neste item serão apresentados os resultados do monitoramento para as variáveis que apresentam padrão de qualidade estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/05. Além disso, serão apresentados os resultados para o monitoramento da cafeína e dos agrotóxicos, cujos pontos foram selecionados nas bacias em que predominam o uso do solo para fins agrícolas, com ênfase no cultivo da cana de açúcar.

4.2.2.1 Variáveis legisladas

Compostos Orgânicos Voláteis

A CETESB monitora a presença de Compostos Orgânicos Voláteis, através da varredura de 52 compostos, entre eles o grupo BTEX. A varredura de COVs é realizada semestralmente nos 18 pontos da UGRHI 7 – Baixada Santista e no rio Sarapuí da UGRHI 10. O grupo do BTEX será detalhado no próximo subitem.

Dos 47 COVs analisados, excetuando-se os BTEX, apenas cinco possuem padrão de qualidade pela Resolução CONAMA nº 357/05: 1,1-Dicloroetano; 1,2-Dicloroetano; Tetracloreto de Carbono; Tricloroetano e Tetracloroetano. Não foram verificadas não conformidades para essas variáveis nos pontos monitorados. Apenas o clorofórmio foi quantificado nos rios Catarina Moraes (CATA23850), Santo Amaro (MARO22800) e Saboó (SABO22500).

BTEX

O grupo BTEX (Benzeno, Tolueno, Estireno, Etilbenzeno e Xileno) é monitorado nos corpos d'água da Classe 4 cujo entorno é 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. Esse grupo também é monitorado nos corpos hídricos da UGRHI 07, no rio Sarapuí – UGRHI 10, no ribeirão Pires – UGRHI 06 e no rio Jundiá – UGRHI 05, que foi recentemente reenquadrado para a Classe 3.

O Tolueno foi o único composto do grupo BTEX que apresentou resultados desconformes com o padrão de qualidade. As desconformidades para a Classe 2 (acima de $2 \mu\text{g L}^{-1}$) foram verificadas em uma campanha no ribeirão Pires (PIRE 02900), na UGRHI 06, e no rio Moji (MOJI 02800) na UGRHI 7. Essa substância também foi detectada em concentrações acima de $2 \mu\text{g L}^{-1}$, em duas campanhas do rio Saboó (SABO 22500), também na UGRHI 7, e em 24 pontos enquadrados na Classe 4, localizados nas UGRHI 2 (PONT 04950), 5 (TATU 04850) e 6 (22 pontos), sendo os maiores valores verificados no rio Tietê (TIET 04150 – $210 \mu\text{g L}^{-1}$), reservatório Edgard Souza (TIES 04900 - $157 \mu\text{g L}^{-1}$), e no reservatório Pirapora (TIPI 04900 - $112 \mu\text{g L}^{-1}$). Nos pontos no rio Tietê, na RMSP (TIET 04150 e TIET 04170), foram verificados resultados acima de $22 \mu\text{g L}^{-1}$ para o Tolueno em mais da metade das campanhas. Ressalta-se que o Tolueno não possui padrão de qualidade em corpos d'água da Classe 4.

Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPAs)

O monitoramento da presença de Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPAs) foi realizado em corpos d'água da UGRHI 7 – Baixada Santista, onde há pesca ou cultivo de organismos para fins de consumo intensivo, conforme preconizado pela Resolução CONAMA nº 357/2005, no rio Pinheiros (PINH 04100) e no rio Sarapuí (SAUI 02900).

Foram monitoradas 18 (dezoito) substâncias do grupo dos HPAs. Desse total, apenas 7 possuem padrão de qualidade para Classe 2. Não foram verificados resultados não conformes no monitoramento de HPAs, porém foram quantificadas 10 substâncias em 7 pontos da UGRHI 7 e em um ponto no rio Pinheiros (UGRHI 6). As substâncias quantificadas foram o 1-Metil-Naftaneno, 2-Metil-Naftaleno, Acenafteno, Benzo(a) Pireno, Criseno, 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, PIAC 02700, REIS 02900 e SABO 22500.

Fenóis Totais

Os Fenóis Totais foram determinados em pontos coincidentes com captações para abastecimento público, incluindo nos rios afluentes e defluentes de alguns sistemas de abastecimento e em pontos do rio Atibaia e rio Jundiá. A análise dessa substância também foi realizada em amostras coletadas de todos os pontos localizados em corpos hídricos da Classe 4.

Dos pontos utilizados para abastecimento (Classes 1, 2 e 3), apenas o rio Atibaia em Sumaré (ATIB 02800), em apenas uma campanha, não atendeu ao padrão de qualidade.

Quanto aos pontos localizados em rios efluentes e defluentes de sistemas de abastecimento, apenas o ribeirão Pires (PIRE 02900) apresentou resultados desconformes.

As amostras coletadas de rios de Classe 4, não apresentaram resultados desconformes (acima de 1 mg L⁻¹), porém 34 pontos apresentaram resultados superiores a 0,003 mg L⁻¹ (padrão da Classe 02) em pelo menos uma campanha. As maiores concentrações foram verificadas no rio Tietê (TIET 04200) e no ribeirão dos Couros (CORU 04900), cujos resultados foram de 0,07 e 0,29 mg L⁻¹, respectivamente.

Boro Total

O Boro é uma variável monitorada em locais onde ocorrem tipologias industriais associadas às indústrias do vidro e do alumínio. Desta forma, o Boro foi determinado principalmente em alguns pontos das UGRHIs 2, 5, 7, 9 e 10, não apresentando resultados desconformes em relação à legislação. No Canal de Barreiros (REIS 02900 - UGRHI 7) foram verificadas as maiores concentrações (em torno de 3 mg L⁻¹), porém este ponto pode ser considerado de águas salinas uma vez que apresenta elevada salinidade (em torno de 30 partes por mil). Nesse caso, o resultado de boro atendeu ao padrão de qualidade para águas salinas da Classe 2 (5 mg L⁻¹).

Fluoreto

O Fluoreto foi determinado em todos os pontos da rede Básica. Dos 405 pontos de monitoramento enquadrados nas Classes 2 e 3, 21 pontos apresentaram pelo menos um resultado desconforme com o padrão de qualidade. Os pontos no ribeirão Perová (PEOV 03900- UGRHI 6) e no ribeirão dos Quilombo (QUIL 03200- UGRHI 5) apresentaram resultados desconformes em cerca de 100% das campanhas. No QUIL 03200 também foram observadas as maiores concentrações de fluoreto (13,5 e 35,2 mg L⁻¹).

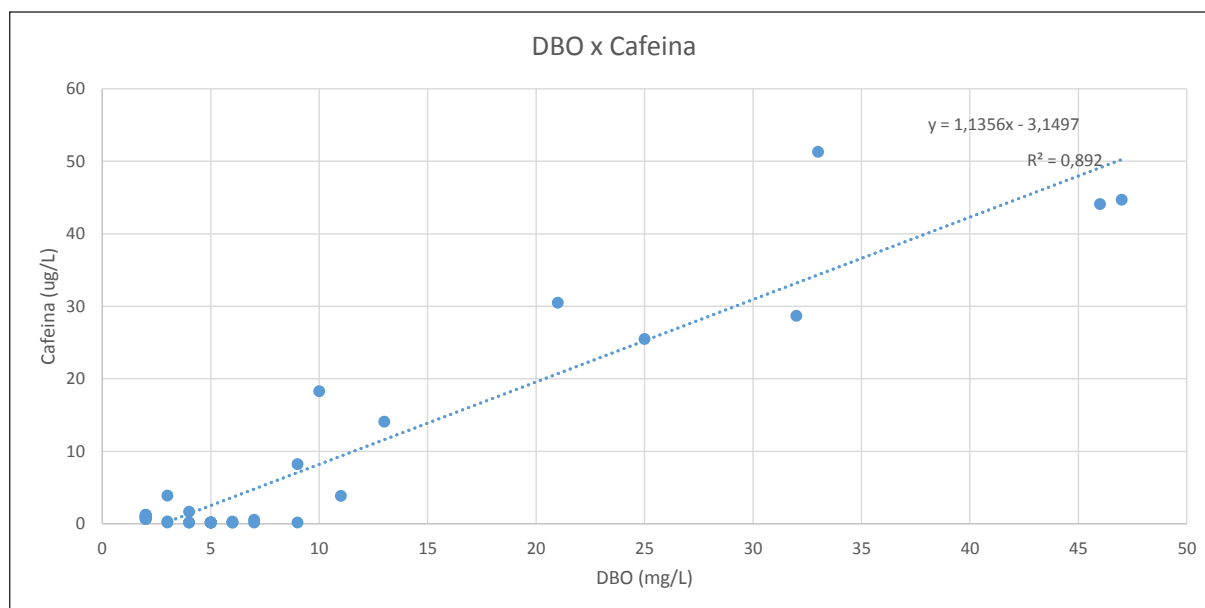
Óleos e Graxas

Os Óleos e Graxas foram analisados nos rios de Classe 4, no ribeirão Pires (Pire 02900, UGRHI 6, Classe 2), em três pontos do rio Sorocaba (UGRHI 10) e no rio Jundiá – UGRHI 05. Em 44% desses pontos foi detectada a presença dessas substâncias, sendo os maiores valores (34 e 39 mg L⁻¹) observados no rio Tamanduateí (TAMT 04900) e no ribeirão dos Couros (CORU 04950). De acordo com a legislação, essa variável deve estar virtualmente ausente nos corpos hídricos de Classe 2 e 3, tolerando-se iridescências nos rios da Classe 4.

4.2.2.2 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 7 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 Tietê- reservatório Edgard de Souza (próximo às comportas da barragem – TIES 04900), 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 Juquitiba, JUQI 00800). Em 2017, a cafeína não foi detectada no reservatório Billings (BITQ 00100) e no rio Juquiá (JUQI 00800), o que contrasta com a avaliação realizada no ano anterior, quando a cafeína foi registrada nesses pontos em concentrações variando entre 0,01 a 0,09 $\mu\text{g L}^{-1}$. Nos pontos aonde a cafeína foi quantificada, destacam-se o rio Cotia (3,87 a 30,5 $\mu\text{g L}^{-1}$) e o reservatório Edgard de Souza (25,5 a 51,3 $\mu\text{g L}^{-1}$), que registraram as maiores concentrações. Ressalta-se que em 2016, o rio Cotia também apresentou as maiores concentrações de cafeína entre todos os pontos avaliados. Os rios Atibaia e Sorocaba apresentaram concentrações de cafeína que variaram entre 0,7 a 1,3 $\mu\text{g L}^{-1}$, um pouco acima das concentrações obtidas no ano anterior. Finalmente, no reservatório Guarapiranga, duas (março e novembro de 2017) das quatro campanhas realizadas registraram concentrações de cafeína abaixo do limite de quantificação adotado pelo laboratório da CETESB ($< 0,2 \mu\text{g L}^{-1}$). Nas demais campanhas, a concentração de cafeína variou entre 0,3 a 1,69 $\mu\text{g L}^{-1}$, acima das concentrações obtidas em 2016, que variaram entre 0,019 e 0,24 $\mu\text{g L}^{-1}$.

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 forte correlação linear e positiva ($r = 0,94$) 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 0,89, indicando que quase 90 % da variação total da cafeína na água pode ser explicada através do modelo linear ajustado (Gráfico 4.11). 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 4.11 - Regressão linear para concentração da cafeína em função da concentração da DBO.

4.2.2.3 Agrotóxicos

A avaliação da presença de agrotóxicos nos corpos d'água foi realizada a partir da seleção de pontos de amostragem em bacias com representatividade específica de uso agrícola do solo nas UGRHIs 4 (Pardo), 9 (Mogi-Guaçu), 16 (Tietê/Batalha), e 20 (Aguapeí). Importante destacar que nos pontos da Rede da CETESB inseridos nas UGRHIs 4 e 9, o uso agrícola é voltado predominantemente para o cultivo de cana de açúcar. Já nos pontos localizados nas UGRHIs 16 e 20, além da cana de açúcar, predominam culturas de café, citrus, milho, amendoim e eucalipto. Os corpos d'água, amostrados com frequência trimestral, foram os seguintes: ribeirão Preto (RIPE 04300- UGRHI 4), córrego Rico (Rico 02600 – UGRHI 9), córrego do Onça (RONC 02030 e RONC 02400- UGRHI 9), ribeirão Sertãozinho (SETA 04600 – UGRHI 9), rio Batalha (BATA 02300 - UGRHI 16) e rio Tibiriçá (TIBR 03300- UGRHI 20). A seleção dos agrotóxicos levou em consideração os seguintes critérios, a saber: a) moléculas mais comercializadas no Brasil e no Estado de São Paulo, b) distribuição ambiental entre os compartimentos ar, água e solo/sedimento; c) toxicidade humana e ambiental e; 4) relevância legal. As amostras de água foram encaminhadas a Agência Ambiental de Marília para análise de moléculas pertencentes ao grupo dos Herbicidas (2,4,5-T, 2,4,5-TP, 2,4-D, Bentazona, Diuron, Flusifope p-butilico, MCPA, Tebutiuron), Inseticidas (Carbaril, Carbofurano, Carbossulfano, Deltametrina, Dimetoato, Fipronil, Imidacloprido, Metomil, Thiametoxan, Thiodicarb, Trichlorfon), Fungicidas (Azoxistrobina, Benomil, Carbendazim, Ciproconazol, Tebuconazol) e Raticidas (Aldicarbe, Aldicarbe Sulfona, Aldicarbe Sulfóxido).

A frequência de agrotóxicos quantificados, considerando todos os corpos d'água amostrados, em ordem decrescente, foi a seguinte: Diuron (85 %), Fipronil (75 %), Tebutiuron (46 %), Carbendazim (45 %), Imidacloprido (42 %), Benomil+Carbendazim (25 %), Carbofurano (25 %), 2,4-D (14%), Carbaril (14%), Thiametoxan (11%), Metomil (0,7 %) e Flusifope p-butilico (0,35 %). Na tabela abaixo podem ser visualizadas informações sobre a frequência de quantificação e faixas de concentração dos agrotóxicos quantificados em cada ponto de amostragem.

Tabela 4.2 – Frequência de quantificação e faixa de concentração dos agrotóxicos quantificados nos pontos de amostragem.

Ponto	Agrotóxico	n	Frequência (%)	Concentração ($\mu\text{g.L}^{-1}$)	
				Mínima	Máxima
BATA02300	Carbofurano	4	25	$1 < \text{LQ} < 2$	3,4
	Diuron	4	25	$10 < \text{LQ} < 20$	45,9
	Fipronil	4	25	$1 < \text{LQ} < 2$	2,4
	Imidacloprido	4	25	$10 < \text{LQ} < 20$	17,3
RICO02600	Carbendazim	3	33	$10 < \text{LQ} < 20$	16,5
	Diuron	4	100	13,2	35,8
	Fipronil	4	75	1,4	6
	Imidacloprido	4	75	11,3	21
	Tebutiuron	4	75	40,1	120
	Thiametoxan	4	50	20,5	25,5
RIPE04300	Carbaril	4	75	2,4	7,1
	Carbendazim	3	100	59,3	169
	Carbofurano	4	100	1,1	3
	Diuron	4	100	75,4	173
	Fipronil	4	100	85	465
	Imidacloprido	4	100	22,4	90,7
	Metomil	4	25	$1 < \text{LQ} < 2$	1,4
	Tebutiuron	4	25	$10 < \text{LQ} < 20$	21,7
	Thiametoxan	4	25	$10 < \text{LQ} < 20$	11,4
RONC02030	2,4-D	4	25	$100 < \text{LQ} < 200$	366,6
	Diuron	4	100	25,5	67,7
	Fipronil	4	50	1,8	13
	Imidacloprido	4	25	$10 < \text{LQ} < 20$	42,6
	Tebutiuron	4	100	11,7	57
RONC02400	2,4-D	4	25	$100 < \text{LQ} < 200$	182,8
	Carbofurano	4	50	7,3	16
	Diuron	4	100	31,7	62
	Fipronil	4	75	1,4	8,3
	Imidacloprido	4	50	11,6	22,4
	Metomil	4	25	$1 < \text{LQ} < 2$	4,9
	Tebutiuron	4	100	70,8	213
SETA04600	2,4-D	4	25	$100 < \text{LQ} < 200$	175,1
	Benomil+Carbendazim	4	25	$\text{LQ} < 10$	17
	Carbendazim	3	100	16,5	69,5
	Diuron	4	100	15,3	39,9
	Fipronil	4	100	9,8	69,7
	Imidacloprido	4	25	$10 < \text{LQ} < 20$	38,8
TBIR03300	2,4-D	4	25	$100 < \text{LQ} < 200$	143,1
	Benomil+Carbendazim	4	25	$\text{LQ} < 10$	25,2
	Carbaril	4	25	$1 < \text{LQ} < 2$	1,1
	Carbendazim	3	66	36,3	61,2
	Diuron	4	75	22,6	78,8
	Fipronil	4	100	4,5	7,5
	Flusasfope p-butilico	4	25	$10 < \text{LQ} < 20$	20
	Tebutiuron	4	25	$10 < \text{LQ} < 20$	68,6

n = total de amostras coletadas; Frequência = porcentagem de amostras em que a concentração do agrotóxico foi maior que o limite de quantificação (LQ), $X < \text{LQ} < X$ = Limite de Quantificação de acordo com o método adotado pelo laboratório de Marília da CETESB.

Observa-se que os agrotóxicos puderam ser quantificados em todos os pontos selecionados, porém em faixas de concentração bastante variáveis. As maiores frequências de quantificação, concentrações e diversidades de agrotóxicos foram registradas nos pontos localizados nas UGRHIs 4 e 9, com destaque ao ponto RIPE 04300, no município de Ribeirão Preto. Também deve ser destacado o ponto TBIR 03300, na UGRHI 20, com elevada diversidade de moléculas, porém com menores concentrações de agrotóxicos. Dentre os agrotóxicos que foram detectados acima do limite de quantificação, destacam-se o Diuron, Fipronil e Imidacloprido, os quais foram quantificados em todos os pontos de amostragem investigados, com exceção do Imidacloprido no TBIR 03300. Ressalta-se que as concentrações máximas dessas substâncias superaram o valor de ecotoxicidade crônica para peixes ($26,4 \mu\text{g L}^{-1}$ – Diuron e $2,2 \mu\text{g L}^{-1}$ – Fipronil) e para invertebrados ($0,385 \mu\text{g.L}^{-1}$ – Imidacloprido), estabelecido pela EPA (OPP/EPA, 2015, 2017). Além disso, no ponto RIPE 04300, o Carbaril foi quantificado acima do critério estabelecido pelo OPP/EPA ($2,1 \mu\text{g L}^{-1}$). Dentre os agrotóxicos avaliados, apenas o 2,4-D apresenta padrão de qualidade definido na Resolução CONAMA nº 357/2005 para as Classes 2 e 3. Esse agrotóxico foi quantificado acima do padrão da Classe 2 ($0,05 \mu\text{g L}^{-1}$), no córrego do Onça (RONC 02030 e RONC 02400), e acima do padrão da Classe 3 ($30 \mu\text{g L}^{-1}$) no ribeirão Tibiriçá (TBIR 03300).

5 • Índices de Qualidade das Águas

Neste capítulo é apresentada uma síntese da qualidade das águas no Estado de São Paulo, determinada a partir dos índices de qualidade. 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 resultados do monitoramento e dos índices de qualidade podem ser consultados no Apêndice J, que contém:

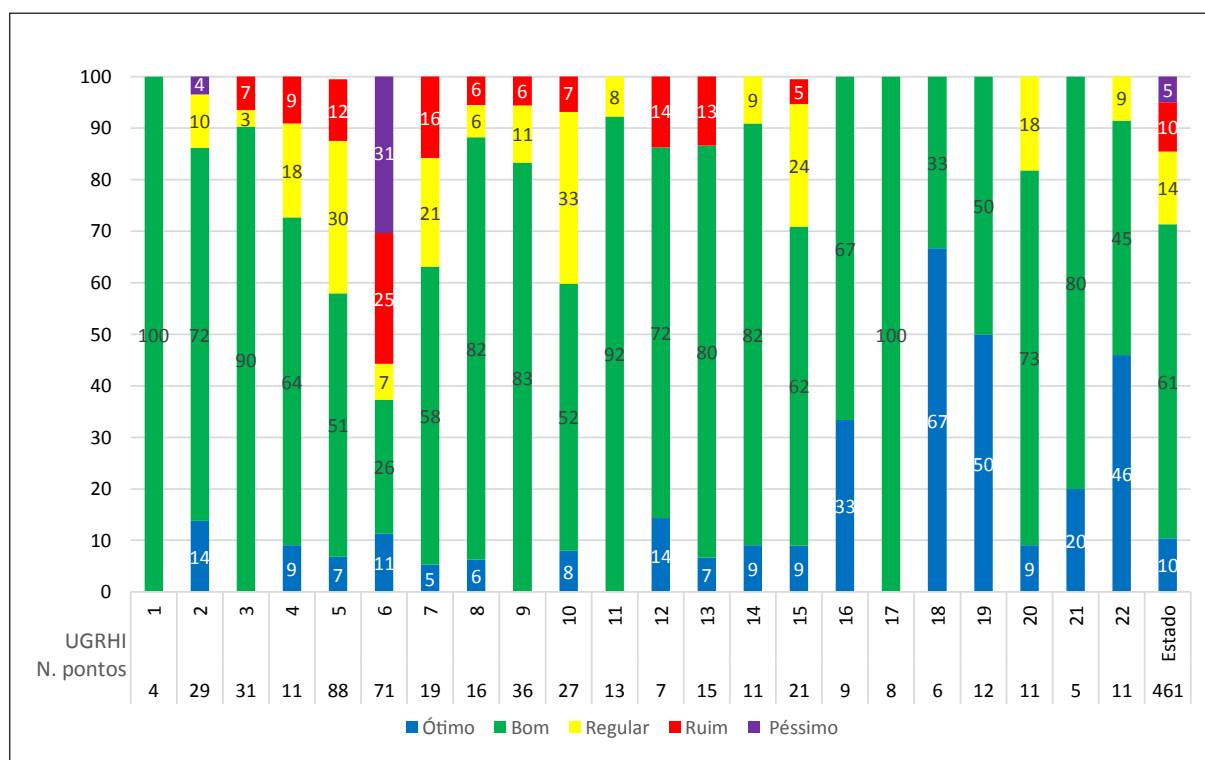
- Médias de 2017 e de 2012 a 2016 das principais variáveis de qualidade;
- Porcentagem dos resultados não conformes em 2017 e de 2012 a 2016;
- Resultados mensais e média anual do IQA – 2017;
- Resultados mensais e média anual do IAP – 2017;
- Resultados mensais e média anual do IET – 2017;
- Resultados mensais e média anual do IVA – 2017;
- Resultados mensais e média anual do ICF – 2017;
- Valores mensais de microcistina e saxitoxina;
- Resultados mensais e média anual do ICZ – 2017;
- Resultados mensais e média anual do IB – 2017;
- Qualidade do Sedimento por UGRHI e pontos de coleta em 2017;
- Porcentagem de operação das Estações Automáticas – 2017;
- Porcentagem de atendimento das médias horárias das Estações Automáticas – 2017;
- Registros mensais de mortandade de peixes por UGRHI – 2017.

5.1 IQA – Índice de Qualidade das Águas

No Mapa 5.1 do Estado de São Paulo, são mostrados os corpos d'água e as médias anuais do IQA, calculado para os 461 pontos de amostragem.

5.1.1 Distribuição porcentual das categorias do IQA por UGRHI

O Gráfico 5.1 exibe a distribuição porcentual das categorias do IQA em cada uma das 22 UGRHIs do Estado de São Paulo, calculados a partir da distribuição de suas médias anuais, relativas a 2017, de cada ponto de amostragem.

Gráfico 5.1 – Distribuição percentual das categorias do IQA por UGRHI em 2017.

Em 2017, as categorias Ótima, Boa e Regular contabilizaram 85% dos pontos monitorados, resultado semelhante ao ano de 2016, cujo somatório dessas categorias contabilizou 84%. Consta-se que três pontos no rio Jundiaí – UGRHI 5, classificados na categoria Ruim em 2016, foram classificados na categoria Regular em 2017.

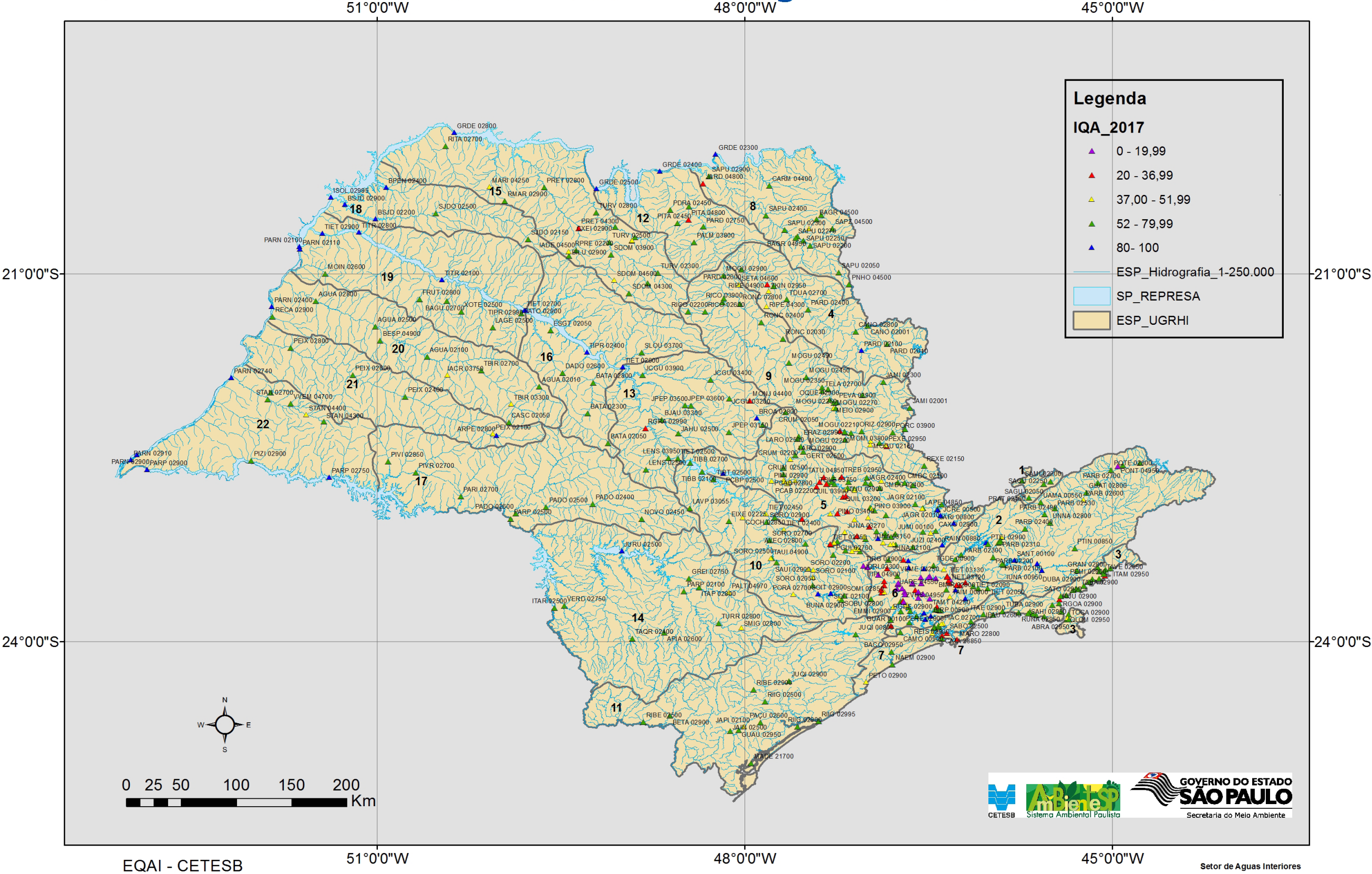
Destaca-se que todos os pontos das UGRHIs 1, 16, 17, 18, 19 e 21 foram classificados nas categorias Ótima ou Boa e nenhum ponto das UGRHIs 11, 14, 20 e 22 foram classificados nas categorias Ruim ou Péssima.

Na categoria Ótima foram classificados, principalmente, pontos localizados em reservatórios, nos rios de divisa do Estado e no rio Tietê a partir do reservatório de Ibatinga.

Na UGRHI 6, 31% dos pontos foram classificados na categoria Péssima. Esses pontos estão localizados no rio Tietê e seus afluentes. Na UGRHI 2, um ponto foi classificado nessa categoria.

Mapa 5.1 – Médias anuais do IQA para o ano de 2017.

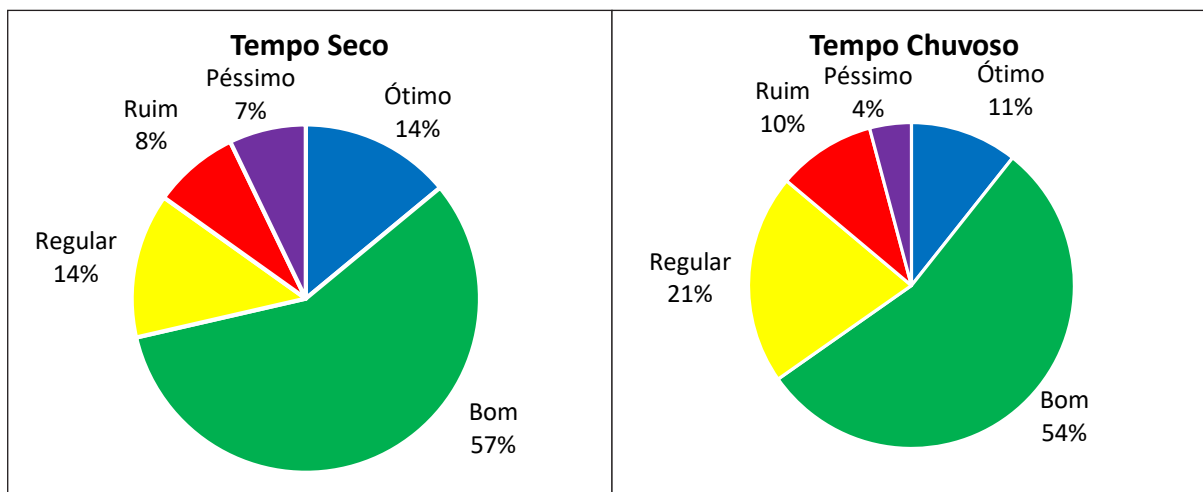
IQA – Índice de Qualidade de Água – Médias Anuais 2017



5.1.2 Influência da sazonalidade na distribuição percentual das categorias do IQA

A influência da ocorrência de chuvas na qualidade das águas é mostrada na Figura 5.1, 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 5.1 – Distribuição percentual das categorias do IQA em 2017 em função da época do ano.

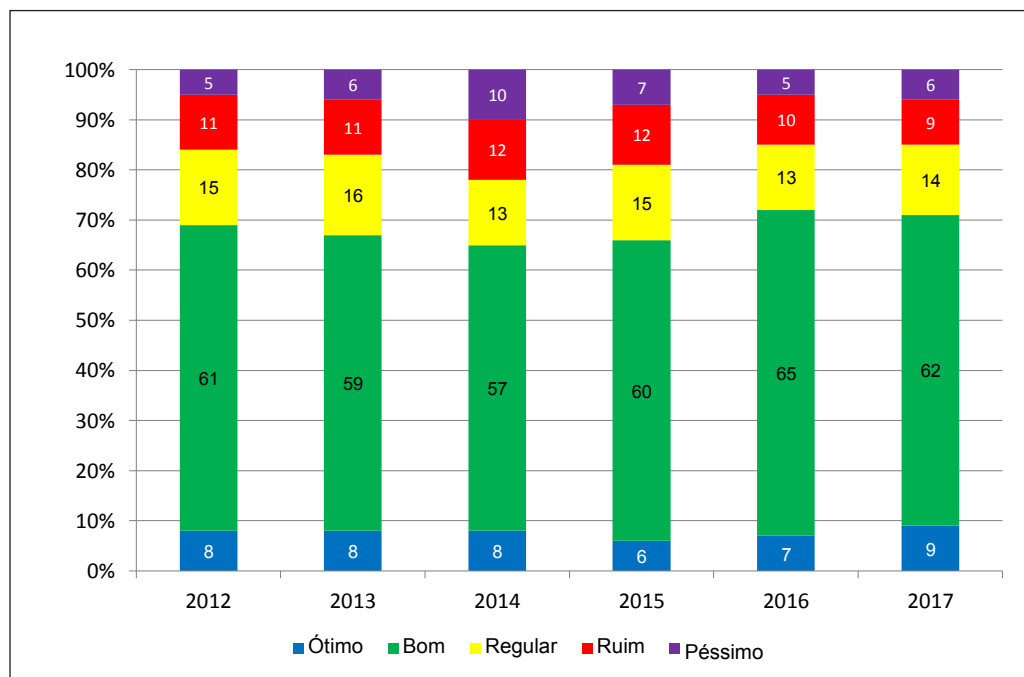


Em 2017, a precipitação anual no Estado de São Paulo foi semelhante à média histórica, porém com alterações no comportamento mensal, principalmente nos meses de fevereiro, que foi mais seco e em maio, que foi mais chuvoso que a média. No tempo seco verifica-se uma porcentagem um pouco maior de corpos d'água classificados nas categorias Ótima e Boa (65% para 71%). Essa melhora é esperada em função da influência de cargas difusas, mais acentuada pelos altos índices pluviométricos. O contrário é verificado para os pontos classificados na categoria Péssima, onde ocorre melhora no período chuvoso (de 7 para 4%), o que indica que o efeito da diluição prevalece ao do aporte das cargas difusas em locais cuja contaminação é elevada.

5.1.3 IQA entre 2012 e 2017

O Gráfico 5.2 mostra a evolução anual dos resultados do IQA por categoria de 2012 a 2017. Para o cálculo da média anual por categoria, foram computados apenas os 356 pontos com dados disponíveis no período de 2012 a 2017.

Gráfico 5.2 – Evolução da Distribuição do IQA, no período de 2012 a 2017.



Em 2017 houve maior porcentagem de pontos classificados na categoria Ótima (9%) que nos últimos 5 anos, porém a distribuição manteve-se similar ao ano anterior. É observada pequena redução das porcentagens de pontos nas categorias Ruim e Péssima em comparação com os anos anteriores a 2016.

O período que apresentou a pior qualidade (2014) coincidiu com o período da estiagem acima da média, que impactou negativamente a qualidade dos corpos hídricos do Estado.

Quanto a mudança de categoria por ponto, verifica-se que 63% dos pontos foram classificados na mesma categoria nos últimos seis anos, sendo que 49% do total de pontos mantiveram-se na categoria Boa; 4% na categoria Ótima; 4% na categoria Péssima, 3% na categoria Regular e 3% na categoria Ruim.

A tabela completa, contendo o IQA anual de todos os pontos da Rede Básica, no período de 2012 a 2017, 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 a Regressão Linear para as médias anuais do IQA, para todos os pontos da Rede Básica, no período de 2012 a 2017.

A Tabela 5.1 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 5.1 – Pontos de Amostragem com tendência de melhora ou piora do IQA, para o período de 2012 a 2017

UGRHI	Corpo Hídrico	Ponto	2012	2017	Tendência	Motivo Provável 2017
3	Rio Juqueriquerê	RIJU02900	63	60	Piora	Motivo não identificado.
	Rio Santo Antonio	SATO02900	60	65	Melhora	Motivo não identificado
	Rio Una - UGRHI 03	RUNA02950	59	71	Melhora	Motivo não identificado
5	Rio Jaguari - UGRHI 05	JAGR02100	41	54	Melhora	Operação da ETE de Bragança Paulista
		JAGR02200	65	61	Piora	Motivo não identificado.
	Rio Jundiá - UGRHI 05	JUNA02020	41	50	Melhora	Interligação dos efluentes tratados da empresa Krupp à rede coletora da SABESP
		JUNA02100	35	49	Melhora	Ampliação da coleta e tratamento de esgotos dos municípios de Várzea Paulista e Campo Limpo Paulista
		JUNA03190	30	37	Melhora	Reflexo da melhora observada a montante e trabalho do DAE de Jundiá para eliminação de vazamentos da rede de esgotos.
6	Córrego do Ipiranga	IPIR04900	14	29	Melhora	Implantação pela SABESP de interceptor com interligação de várias redes coletoras de esgoto e sua ligação com o emissário para a ETE Barueri
	Reservatório Billings	BILL02030	43	54	Melhora	Melhora do Oxigênio Dissolvido, em função das amostragens não terem coincidido com os dias de bombeamento das águas do rio Pinheiros para a Billings.
9	Reservatório Cachoeira de Cima	MOCA02990	54	68	Melhora	Parte da melhora é devido a Implantação da ETE de Socorro em 2016
	Rio da Itupeva	PEVA02900	62	72	Melhora	Aumento da interligação da rede de esgoto com a ETE de Leme e obras de adequação na ETE em Pirassununga
11	Mar de Dentro	MADE21700	73	67	Piora	Lançamento de esgotos domésticos sem tratamento
15	Rio Preto - UGRHI 15	PRET02800	72	59	Piora	Problemas operacionais nas ETEs de São José do Rio Preto e Ipiruá
		PRET04300	41	24	Piora	
16	Rio Batalha	BATA02050	75	68	Piora	Ocorrência de eventos pontuais que afetaram a qualidade da água, como fortes chuvas em janeiro de 2016 e rompimento do talude, promovendo arraste de partículas sólidas
17	Rio Novo	NOVO02450	73	63	Piora	Dois eventos que elevaram a turbidez e o aporte de fósforo no último ano

Salienta-se que, dos 356 pontos analisados, 17 pontos apresentaram tendência, sendo 10 de melhora e 7 de 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 a influência da carga difusa, que acarreta maior influência negativa nos corpos hídricos quando da ocorrência de eventos de elevada pluviosidade e a problemas na operação de ETEs.

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 da qualidade dos corpos hídricos do Estado.

5.2 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 71 corpos hídricos de 77 municípios paulistas, incluídos nessa contagem os pontos da rede automática (7 pontos) e os que, em razão de alguma demanda específica, foi avaliada a qualidade do sedimento (11 pontos) (Ver capítulo 2). Porém, para o cálculo do IAP foram selecionados 90 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, utilizados para reforço do abastecimento dos Sistemas Guarapiranga e Alto Tietê.

Na Tabela 5.2, estão incluídos o código do ponto, o nome do manancial, a entidade responsável pela captação, a respectiva vazão média captada em 2017 e o IAP médio calculado. O Mapa 5.2 indica a localização das captações e a classificação anual do IAP em 2017. 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 5.2 – Vazões captadas e médias anuais do IAP em 2017. (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	36
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	71
2	Captação	JACAREÍ	PARB02200	Rio Paraíba do Sul	Junto à captação do município de Jacareí	R.B.	R. Paraíba do Sul	23 18 48	45 58 20	654,0	55
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	425,1	47
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	37,8	66
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	138,7	77
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	2.004,8	45
2	Captação	TAUBATÉ	UNNA02800	Rio Una - UGRHI 02	Na captação da SABESP de Taubaté.	R.B.	Rio Una - UGRHI 02	23 01 49	45 30 26	956,0	67
2	Captação	TREMÊMBÉ	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	119,5	53
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	555,6	55
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	70
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	62
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	74
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	44

Tabela 5.2 – Vazões captadas e médias anuais do IAP em 2017. (continua)

UGRHI	Captação/ Transposição	Município do Manancial	Cód. CETESB	Corpo Hidrico	Local	Projeto	Descrição Resumida	Latitude	Longitude	Vazão (L/s)	IAP
5	Captação	AMPARO	CMDC02300	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	31
5	Captação	ATIBAIA	ATIB02010	Rio Atibaia	Junto à captação do município de Atibaia.	R.B.	R. Atibaia	23 06 12	46 32 42	298,1	49
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	59
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	**	55
5	Captação	CABREÚVA	IRIS02100	Rio Pirai	Na captação de Cabreúva, no Bairro do Jacaré.	R.B.	Rio Pirai	23 15 43	47 03 28	300,0	65
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	3.140,0	44
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	271,0	40
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	39
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	300,0	57
5	Captação	ITATIBA	ATIB02030	Rio Atibaia	Na captação de Itatiba. Rua Fioravante Piovani.	R.B.	R. Atibaia	22 58 11	46 50 48	321,9	44
5	Captação	ITUPEVA	CXBU02900	Ribeirão do Caxambu	Na captação de Itupeva.	R.B.	Rib. do Caxambu	23 09 51	47 00 54	90,0	63
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	46
5	Captação	JUNDIAÍ	JUMI00800	Ribeirão Jundiá-Mirim	Na captação de Jundiá.	R.B.	Rib. Jundiá-Mirim	23 09 30	46 54 34	1.520,3	82
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	42
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	59
5	Captação	NAZARE PAULISTA	RAIN00880	Represa do Rio Atibainha	Em frente as obras de colocação das bombas para captação do volume morto, antes da Ensacadeira. Em frente ao muro da estrada que liga Nazaré- Guarulhos.	R.B.	Repr. Atibainha	23 12 35	46 23 10	**	78
5	Captação	PAULÍNIA	ATIB02800	Rio Atibaia	Na captação de Sumaré, perto do Mini-Pantanal de Paulínia.	R.B.	R. Atibaia	22 45 41	47 10 24	338,1	24
5	Captação	PAULÍNIA	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	705,6	50
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	177,8	50
5	Transposição	PIRACAIÁ	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	**	55
5	Captação	PIRACICABA	CRUM02500	Rio Corumbataí	Na captação da SEMAE de Piracicaba.	R.B.	R. Corumbataí	22 38 01	47 40 58	1.646,90	41
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	441,9	26
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	51
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	45
5	Captação	SANTA GERTRUDES	GERT02500	Córrego Santa Gertrudes	Na captação de Santa Gertrudes.	R.B.	Cor. Sta. Gertrudes	22 27 10	47 31 12	42,7	57
5	Captação	VALINHOS	ATIB02035	Rio Atibaia	Na captação de Valinhos.	R.B.	R. Atibaia	22 55 43	46 56 21	213,5	60
5	Transposição	VARGEM	JCRE00500	Reservatório do Rio Jacaré-UGRHI -5	No corpo central, próximo a sonda do EQAH.	R.B.	Res. R.Jacarei	22 58 16	46 24 03	**	59

Tabela 5.2 – Vazões captadas e médias anuais do IAP em 2017. (continua)

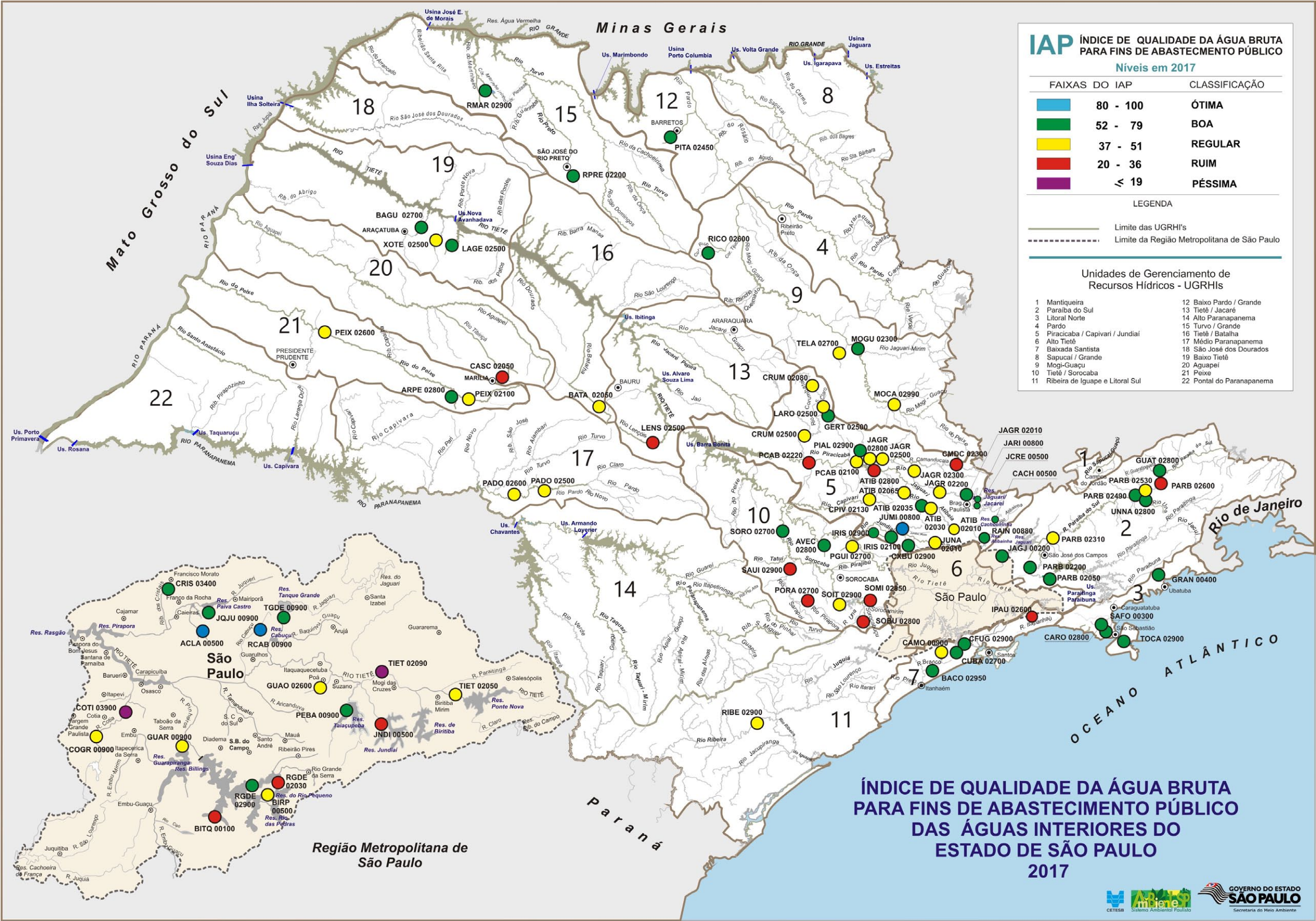
UGRHI	Captação/ Transposição	Município do Manancial	Cód. CETESB	Corpo Hídrico	Local	Projeto	Descrição Resumida	Latitude	Longitude	Vazão (L/s)	IAP
6	Captação	CAIEIRAS	ACLA00500	Reservatório Águas Claras	No Pier do Reservatório Águas Claras- SABESP, na Serra da Cantareira. Estrada Sta Inês s/n, junto a EF-09 CETESB.	R.B.	Res. Águas Claras	23 23 52	46 39 30	25.060,0	81
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	53
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	860,0	10
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	49
6	Transposição	FERRAZ DE VASCONCELOS	GUAO02600	Rio Guaió	Ponte na Rua Manoel Sebastião na divisa de Suzano / Ferraz de Vasconcelos.	R.B.	Rio Guaió	23 34 35	46 21 19	**	50
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	81
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	66
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	**	72
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	23
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	7
6	Transposição	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	**	26
6	Transposição	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	48
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	4.580,0	61
6	Transposição	SÃO PAULO	BITQ00100	Braço do Ribeirão Taquacetuba	Na baía situada no final da Rua Tomekichi Inouye (captação da SABESP).	R.B.	Br. Rib. Taquac- Res B	23 50 41	46 39 20	**	31
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	45
6	Captação	SUZANO	PEBA00900	Reservatório Taiaçupeba	Na captação da SABESP	R.B.	Res. Taiaçupeba	23 34 43	46 16 41	11.900,0	56
7	Captação	BERTIOGA	IPAU02600	Rio Itapanhaú	Na captação da SABESP de Bertioiga - Estação de Tratamento de Água Itapanhaú e captação da Riviera de São Lourenço.	R.B.	Na captação da SABESP de Bertioiga	23 46 37	46 03 12	**	29
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	958,2	59
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	3.415,4	72
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	43
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	69
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	69
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	39
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	61

Tabela 5.2 – Vazões captadas e médias anuais do IAP em 2017. (conclusão)

UGRHI	Captação/ Transposição	Município do Manancial	Cód. CETESB	Corpo Hídrico	Local	Projeto	Descrição Resumida	Latitude	Longitude	Vazão (L/s)	IAP
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	50
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	56
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	61,1	33
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	113,5	36
10	Captação	ITU	PGUI02700	Ribeirão Pirapitingui	Ao lado da captação Aguas de Itu, junto a barragem do condomínio Terras de São José.	R.B.	Rib. Pirapitingui	23 17 32	47 16 42	303,0	46
10	Captação	PORTO FELIZ	AVEC02800	Ribeirão Avecuia	Na captação de Porto Feliz	R.B.	Ribeirão Avecuia	23 12 09	47 30 08	**	67
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	33
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	219,1	31
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	43
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	49
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	**	54
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	32
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	53
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	69
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	46
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	51
19	Captação	ARAÇATUBA	BAGU02700	Ribeirão Baguaçu	Na Avenida Baguaçu, 1530, na captação do município de Araçatuba.	R.B.	Rib. Baguaçu	21 13 19	50 25 43	416,7	55
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	50
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	66
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	75,2	35
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 Presidente Prudente.	R.B.	R. do Peixe - UGRHI 21	21 49 31	51 11 51	18,8	49
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	200,0	75
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	300,1	38

Legenda : ** Dados não obtidos

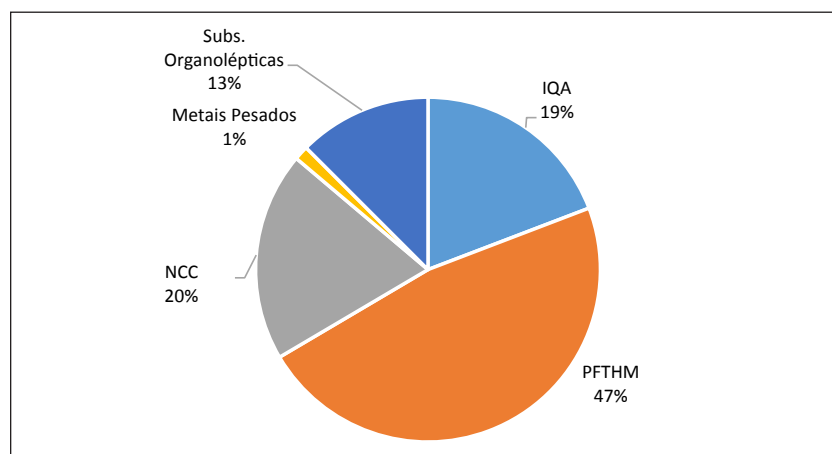
Mapa 5.2 – Médias anuais do IAP para o ano de 2017.



O IAP é composto pelos resultados do IQA e do ISTO – Índice de Substâncias Tóxicas e Organolépticas, abrangendo os grupos das variáveis tóxicas e das organolépticas.

Em relação aos dois grupos de variáveis que compõem o ISTO, verificou-se em 2017 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 (NCC) foram as variáveis de maior influência na classificação do IAP. O Gráfico 5.3 apresenta a influência das variáveis no resultado do IAP em 2017.

Gráfico 5.3 – Influência das variáveis no resultado do IAP em 2017



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 carreamento de partículas orgânicas para os corpos d'água, de forma que a maior parte dos valores mais elevados foi obtida nos meses mais chuvosos (de outubro a março). Em 2017, os índices pluviométricos em fevereiro foram abaixo da média e em maio foram acima da média, o que resultou em uma menor quantidade de resultados elevados para o PFTHM em fevereiro do que em maio.

Ao longo de 2017, o PFTHM influenciou as classificações mensais Regular, Ruim ou Péssima em 53 das 64 captações localizadas em rios e em 14 das 26 captações localizadas em reservatórios. As captações em rios que tiveram mais de 50% das campanhas influenciadas pelo PFTHM foram: em Amparo, no rio Camanducaia (CMD 02300); em Mogi das Cruzes, no rio Tietê (TIET 02090); na ETA do Baixo Cotia (COTI 03900); em Bertioga, no rio Itapanhaú (IPAU 02600); em Iperó, no rio Sarapuí (SAUI 02900) e em São Roque, no rio Sorocamirim (SOMI 02850). Dentre as captações em reservatórios que apresentaram 50% ou mais de resultados elevados de PFTHM nas campanhas de 2017, destacaram-se: no Capivari-Monos (CAMO 00900); no rio Grande, na transposição para o Taiaçupeba (RGDE 02030) e no reservatório Jundiá do Sistema Alto Tietê (JNDI 00500).

Os maiores valores de PFTHM foram verificados em Mogi das Cruzes, no rio Tietê (TIET 02090 - 1.110 µg.L⁻¹); em Sumaré, no rio Atibaia (ATIB 02800 - 1.060 µg.L⁻¹) e na transposição para o Taiaçupeba, no rio Grande (RGDE 02030 - 984 µg.L⁻¹).

Já o Número de Células de Cianobactérias (NCC) influenciou negativamente os resultados do IAP em 14 captações localizadas em reservatórios cujas classificações foram Regular, Ruim ou Péssima, sendo que em três dessas captações o NCC influenciou em 50% ou mais das campanhas: no Braço do rio Pequeno, na transposição para o rio Grande (BIRP 00500), no reservatório Guarapiranga (GUAR 00900) e no reservatório Jaguari-UGRHI 5 (JARI 00500) e em 2 captações em rios: rio Piracicaba, em Piracicaba (PCAB 02220) e Canal de Fuga (CFUG 02900), ambas em uma campanha.

Destaca-se os pontos onde os valores mensais para a densidade de cianobactérias mostraram-se superiores a 250.000 céls.mL⁻¹: na transposição no braço do Taquacetuba (BITQ 00100), em 4 campanhas, atingindo pico de 412.590 céls.mL⁻¹ em maio; no braço do rio Pequeno (BIRP 00500) onde constatou-se densidade de 457.740 céls.mL⁻¹ em janeiro; na UGRHI 5, cita-se o reservatório Cachoeira (CACH 00500) onde constatou-se números de células de cianobactérias de 354.205 céls.mL⁻¹ em agosto e, na UGRHI 20, em Marília, no reservatório Cascata (CASC 02050), onde foi verificado, em agosto, o maior número de células de cianobactérias da rede de 2017: 588.385 céls.mL⁻¹.

A constatação de valores elevados de Células de Cianobactérias foi 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 os nutrientes Fósforo e Nitrogênio, temperatura e luminosidade) que atuam na sua proliferação.

Quanto às substâncias organolépticas, 24 pontos tiveram a classificação do IAP influenciada devido a concentração dessas substâncias. A maioria desses pontos também foi influenciada pelo resultado do IQA. Apenas 4 pontos, em uma campanha, foram influenciados somente pelas concentrações de Ferro e Alumínio: rio Claro – UGRHI 5 (LARO 02500) em janeiro; reservatório Tanque Grande (TGDE 00900) também em janeiro; ribeirão Pirapitingui (PGUI 02700) – UGRHI 10, em Itu, no mês de novembro e no rio Sorocabaçu, em Ibiúna (SOBU 02800) em janeiro.

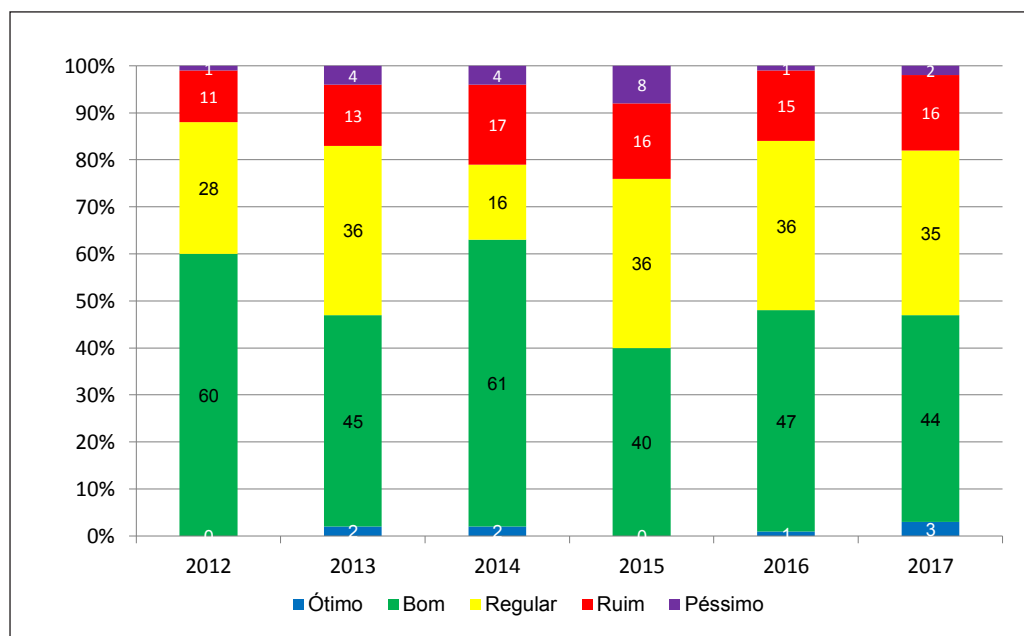
Ressalta-se que no ponto no rio Jundiá, em Campo Limpo Paulista (JUNA 02010), em junho de 2017, o Cádmio foi detectado na concentração de 0,02 mg.L⁻¹, influenciando negativamente o IAP desse corpo d'água e no reservatório Pirapora – UGRHI 10 (PORA 02700) o Chumbo foi detectado na concentração de 0,03 mg.L⁻¹ em janeiro, também influenciando negativamente a qualidade desse ponto.

Finalmente, as classificações Regular, Ruim e Péssima para o IQA em 30 pontos também influenciaram negativamente o IAP desses pontos. Desses, 5 pontos tiveram o resultado do IAP influenciado apenas pelo resultado do IQA em uma campanha e o ribeirão dos Baixotes – UGRHI 19 (XOTE 02500) em duas campanhas.

5.2.1 IAP entre 2012 e 2017

No Gráfico 5.4, mostra-se a distribuição do IAP para 75 pontos de captação, onde foi possível calcular o índice para o período de 2012 a 2017.

Gráfico 5.4 – Evolução da Distribuição do IAP, no período de 2012 a 2017



O Índice de Abastecimento Público (IAP), que avalia a qualidade da água bruta de mananciais, não mostrou uma tendência definida ao longo dos últimos seis anos, mantendo-se em torno de 80% dos pontos nas categorias Ótima, Boa e Regular.

Para uma avaliação mais específica da tendência de melhora ou piora nos pontos de captação, aplicou-se a Regressão Linear para as médias anuais do IAP por ponto no período de 2012 a 2017. Dos 75 pontos que possuem resultado do IAP em todo o período, 3 apresentaram tendência de piora e nenhum de melhora. Os pontos que apresentaram piora foram: em Mogi das Cruzes, no rio Tietê (TIET 02090), devido ao PFTHM, que apresentou resultados elevados ao longo dos dois últimos anos; em Jaguariúna, no rio Jaguari (JAGR 02300); e em Ourinhos, no rio Pardo – UGRHI 4 (PADO 02600), ambos também devido aos valores elevados do PFTHM, principalmente nos meses mais chuvosos.

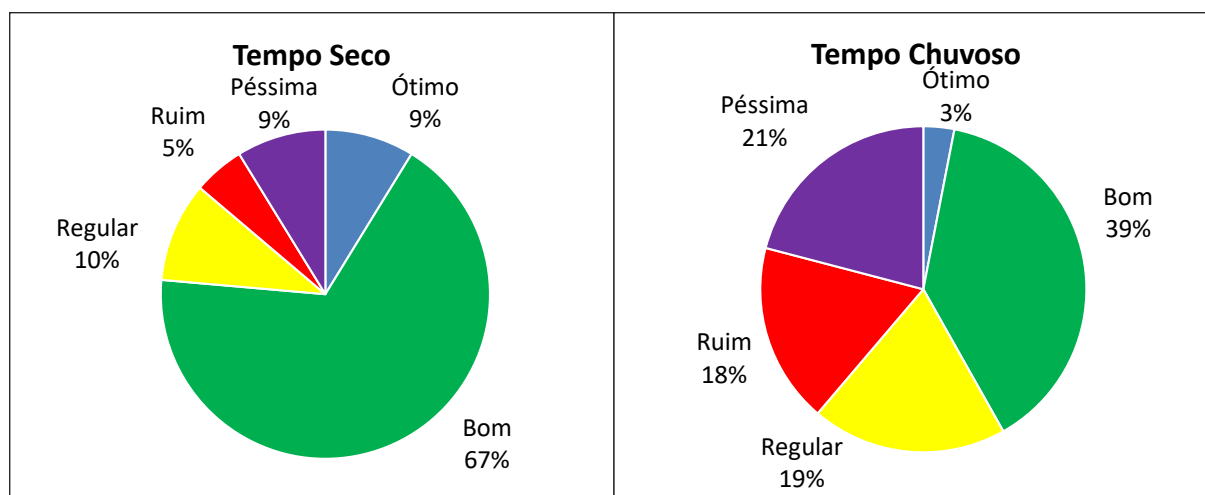
Destacam-se as captações em Cerquilha, no rio Sorocaba (SORO 02700) e em Taubaté no rio Una – UGRHI 2 (UNNA 02800) que foram classificadas na categoria Boa em 2017, pela primeira vez nos últimos 5 anos. Em 2017, não foram registrados valores elevados para o PFTHM e, no UNNA 02800 também não houve influência negativa dos metais Ferro, Alumínio e Manganês. Já as captações em Amparo, no rio Camanducaia (CMDC 02300); em São Roque, no rio Sorocamirim (SOMI 02850) e em Lençóis Paulista, no rio Lençóis (LENS 02500) foram classificadas na categoria Ruim, em 2017, pela primeira vez nos últimos 5 anos. Nesses três pontos, a maior ocorrência de valores elevados de PFTHM foi responsável pela piora verificada.

A tabela completa, com os IAPs anuais de todos os pontos de captação monitorados pela CETESB, no período de 2012 a 2017, consta no Apêndice M.

5.2.2 Influência da sazonalidade na distribuição percentual 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 2017 (Figura 5.2)

Figura 5.2 – Distribuição percentual das categorias do IAP em função da época do ano em 2017



No geral, evidencia-se melhora na qualidade da água bruta destinada ao abastecimento público no período seco, com 71% dos pontos classificados nas categorias Boa e Ótima. A piora no período chuvoso, evidenciada pelo aumento das categorias Regular e Ruim 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.

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

O IVA foi calculado em 364 pontos da Rede Básica. Foram priorizados os pontos enquadrados nas Classes Especial, 2 e 3 da Resolução CONAMA nº 357/05 pois nessas classes é prevista a proteção da vida aquática. Dentre os pontos monitorados, foram inseridos 15 pontos enquadrados na Classe 4, para a qual não há previsão para avaliação da toxicidade na legislação. No entanto, esses pontos têm apresentado classificação do IQA entre Regular e Bom e não exibiram efeito tóxico para *Vibrio fischeri* (Sistema Microtox®), podendo a avaliação do IVA ser útil em eventuais propostas de reenquadramento desses corpos d'água.

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 Classes 2 e 3 localizados nas UGRHs 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 vida aquática.

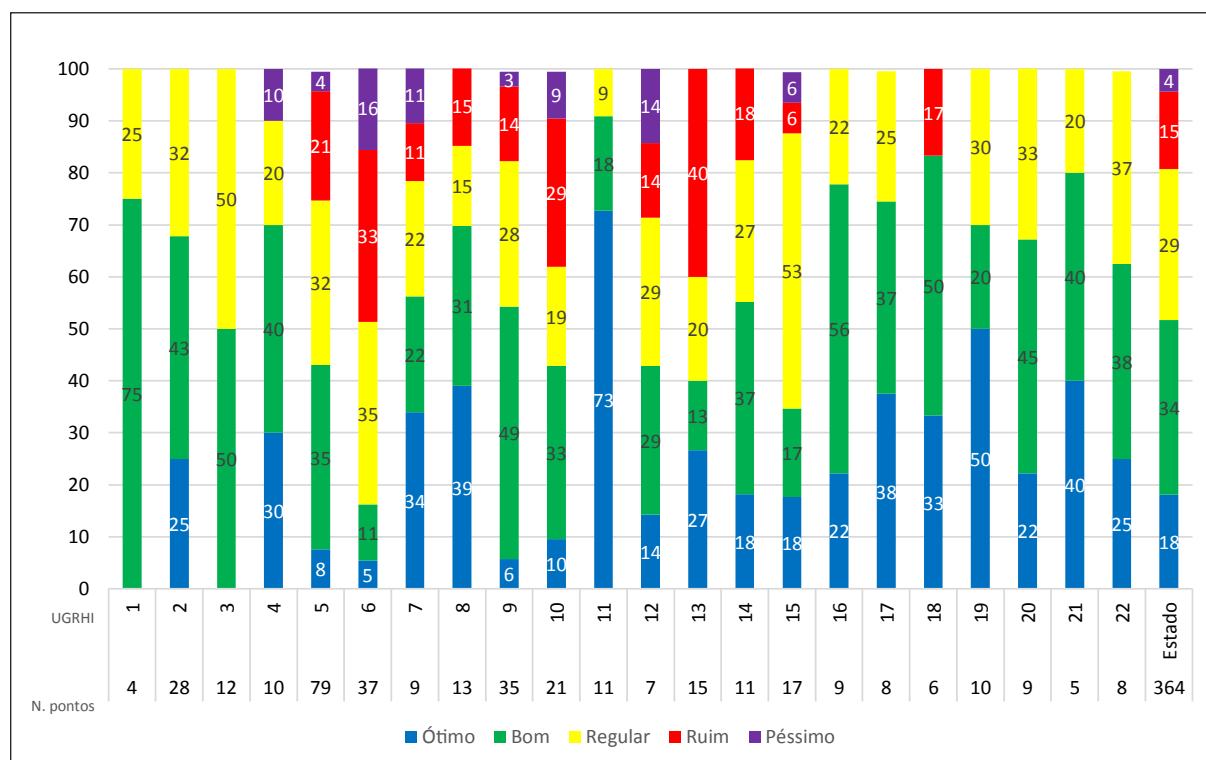
No Mapa 5.3 são mostrados os corpos d'água e as médias anuais do IVA calculados em 2017.

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.

5.3.1 Distribuição percentual das categorias do IVA por UGRHI

A Gráfico 5.5 mostra a distribuição percentual das categorias do IVA, calculados a partir das médias anuais dos pontos de amostragem, agrupados por UGRHs.

Gráfico 5.5 – Distribuição percentual das categorias do IVA por UGRHI em 2017

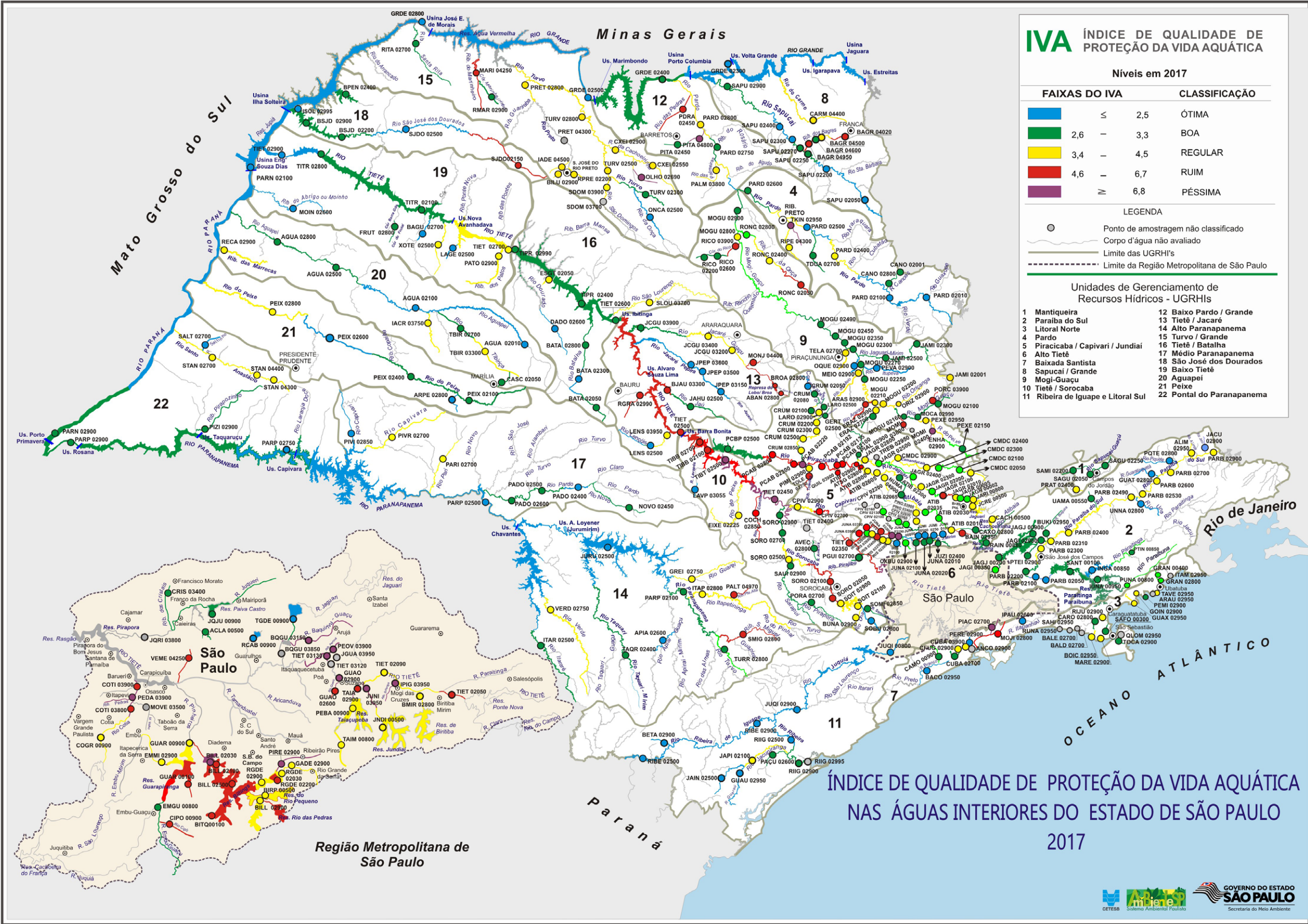


Em 2017, as categorias Ótima, Boa e Regular contabilizaram 81% dos pontos monitorados, o que indica manutenção da qualidade da água para fins de proteção da vida aquática em relação aos resultados de 2016, quando essas categorias somaram 80% dos pontos monitorados.

Destacaram-se as UGRHs 1, 11, 16, 17, 18 e 21 cujo percentual de pontos classificados nas categorias Ótima e Boa variou de 75 a 100%.

As piores condições foram verificadas nas UGRHs 5, 6, 7, 10, 12 e 13, que apresentaram percentuais de IVA nas categorias Ruim e Péssima acima de 20%, destacando-se as UGRHs 6, 10 e 13.

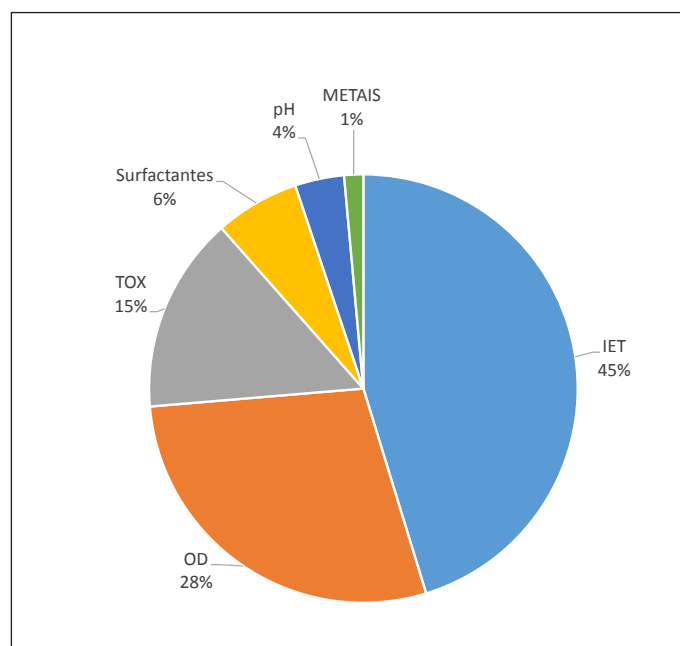
Mapa 5.3 – Médias anuais do IVA para o ano de 2017.



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). O grau de trofia é determinado pela classificação do IET - Índice de Estado Trófico, que avalia a qualidade da água quanto ao enriquecimento por nutrientes e seu efeito, relacionado ao crescimento excessivo de algas, incluindo as cianobactérias. Já a toxicidade é avaliada pelo ensaio ecotoxicológico com *Ceriodaphnia dubia*.

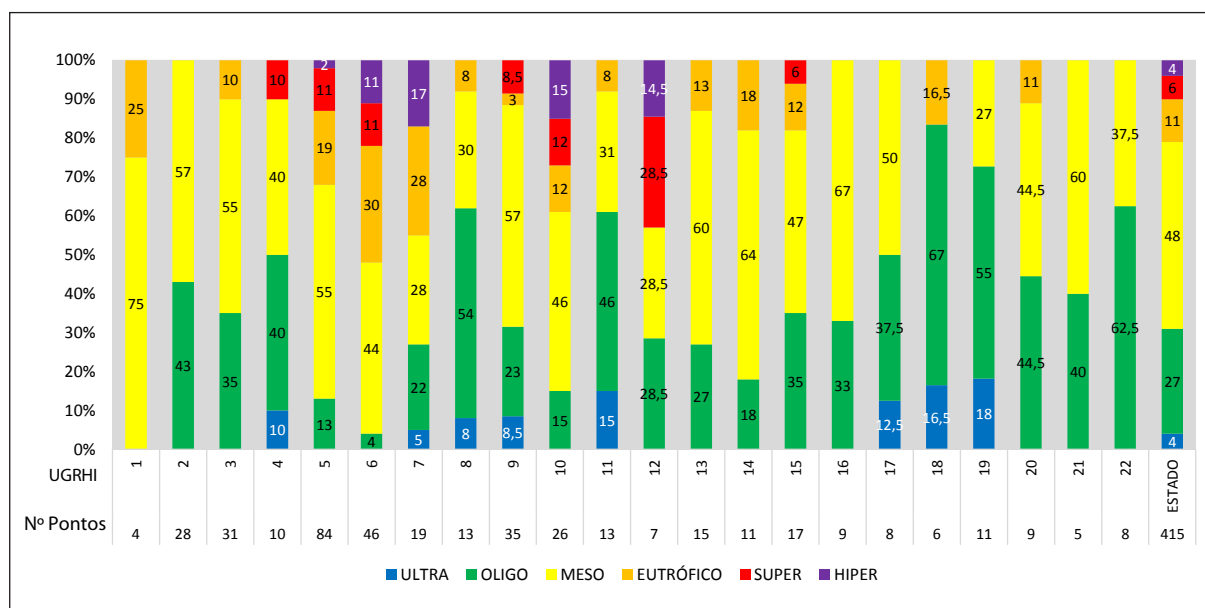
No Gráfico 5.6 são apresentados os percentuais de influência das variáveis sobre o resultado do IVA quando classificado como Ruim ou Péssimo, no ano de 2017.

Gráfico 5.6 – Influência das variáveis no resultado do IVA em 2017.



Como se verifica no Gráfico 5.6, em 2017 os parâmetros que mais influenciaram o IVA quando classificado como Ruim ou Péssimo foram o grau de trofia (45%), Oxigênio Dissolvido (28%) e Toxicidade (15%).

No **Gráfico 5.7** é apresentada a distribuição percentual do Índice de Estado Trófico (IET) por UGRHI no Estado de São Paulo para 415 pontos, considerando-se os pontos onde foi possível o cálculo do IVA (364 pontos) e os demais pontos da rede (51 pontos), excetuando-se os de Classe 4 cuja qualidade é abaixo da Regular. Desse total, 37 pontos localizam-se em corpos d'água enquadrados na Classe Especial, 1 na Classe 1; 319 na Classe 2; 43 na Classe 3 e 15 na Classe 4.

Gráfico 5.7 – Distribuição percentual do IET por UGRHI em 2017.

Em 2017, a maioria dos pontos (79%) exibiu IET médio anual entre baixa (Ultraoligotrófica e Oligotrófica) e média trofia (Mesotrófica).

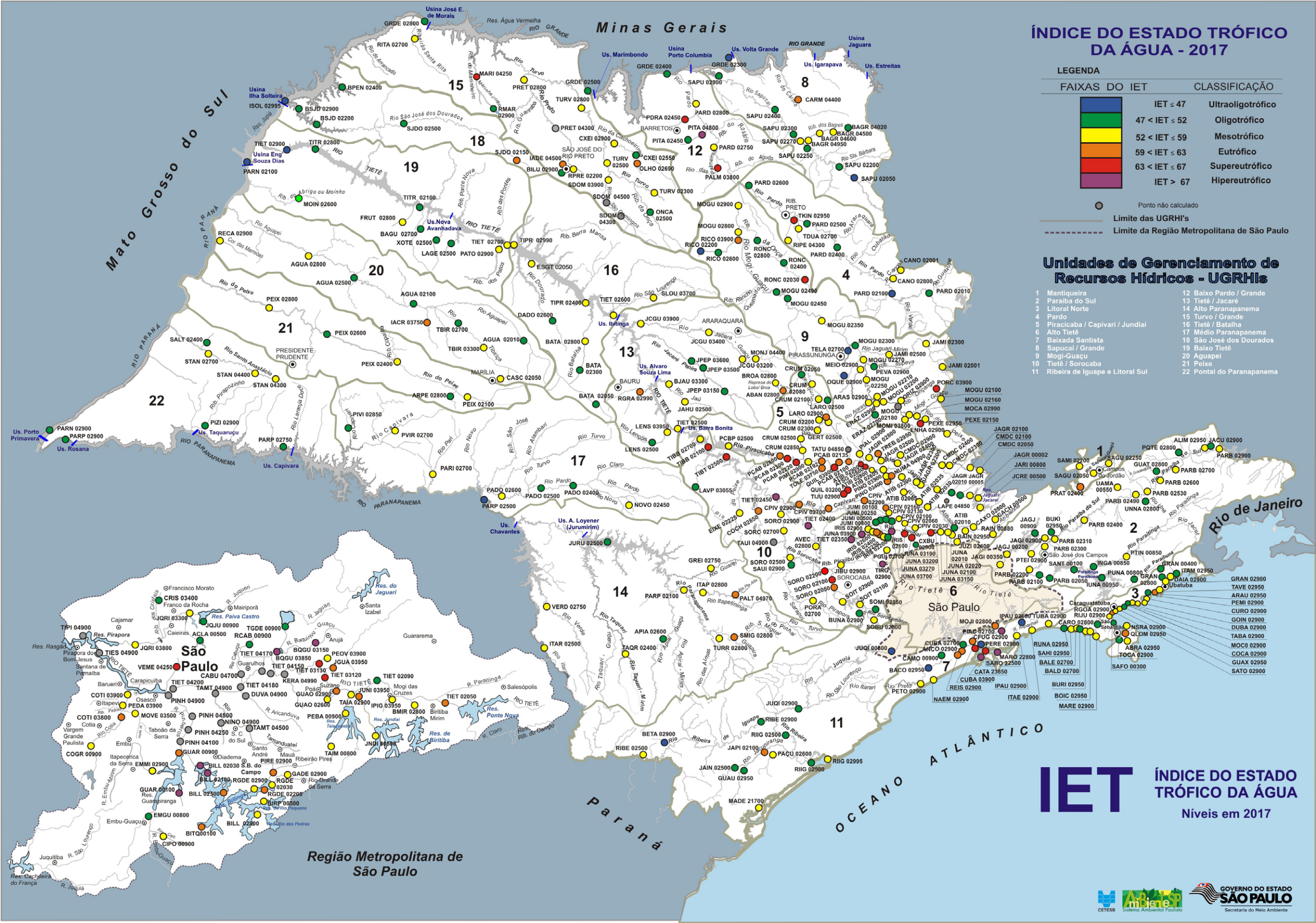
Comparado aos resultados de 2016, dos 405 pontos coincidentes, 284 mantiveram as mesmas condições tróficas; 63 pontos exibiram melhora e 58 evidenciaram piora na sua classificação. Destes últimos, 31% ainda se encontram com baixa trofia, 48% em processo de eutrofização e 21% eutrofizados. De um modo geral, em relação ao ano anterior, manteve-se a porcentagem de pontos considerados eutrofizados. Apenas cinco UGRHIs destacaram-se pelo número de pontos que já se encontram eutrofizados: UGRHI 5, 6, 7, 10 e 12.

Na avaliação da condição trófica dos corpos d'água do Estado de São Paulo em 2017, foi possível observar que os rios e reservatórios se encontram com porcentagem similar de pontos considerados eutrofizados, 21 e 19%, respectivamente, porém os reservatórios exibem maior porcentagem de pontos extremamente eutrofizados (Supereutróficos e Hipereutróficos) em parte pela sua característica lântica que propicia o estabelecimento da comunidade fitoplancônica e, consequentemente, elevadas concentrações de Clorofila *a*.

Na avaliação dos resultados obtidos foi possível observar que, no geral, a principal fonte de impacto no Estado de São Paulo se deve ao lançamento de efluentes domésticos. Porém, deve ser ressaltado que em algumas regiões os impactos podem estar relacionados às atividades agrícolas ou industriais presentes no entorno.

No Mapa do Estado de São Paulo (Mapa 5.4), indicam-se os corpos d'água e as médias anuais do IET calculados, em 2017, para os 415 pontos de amostragem.

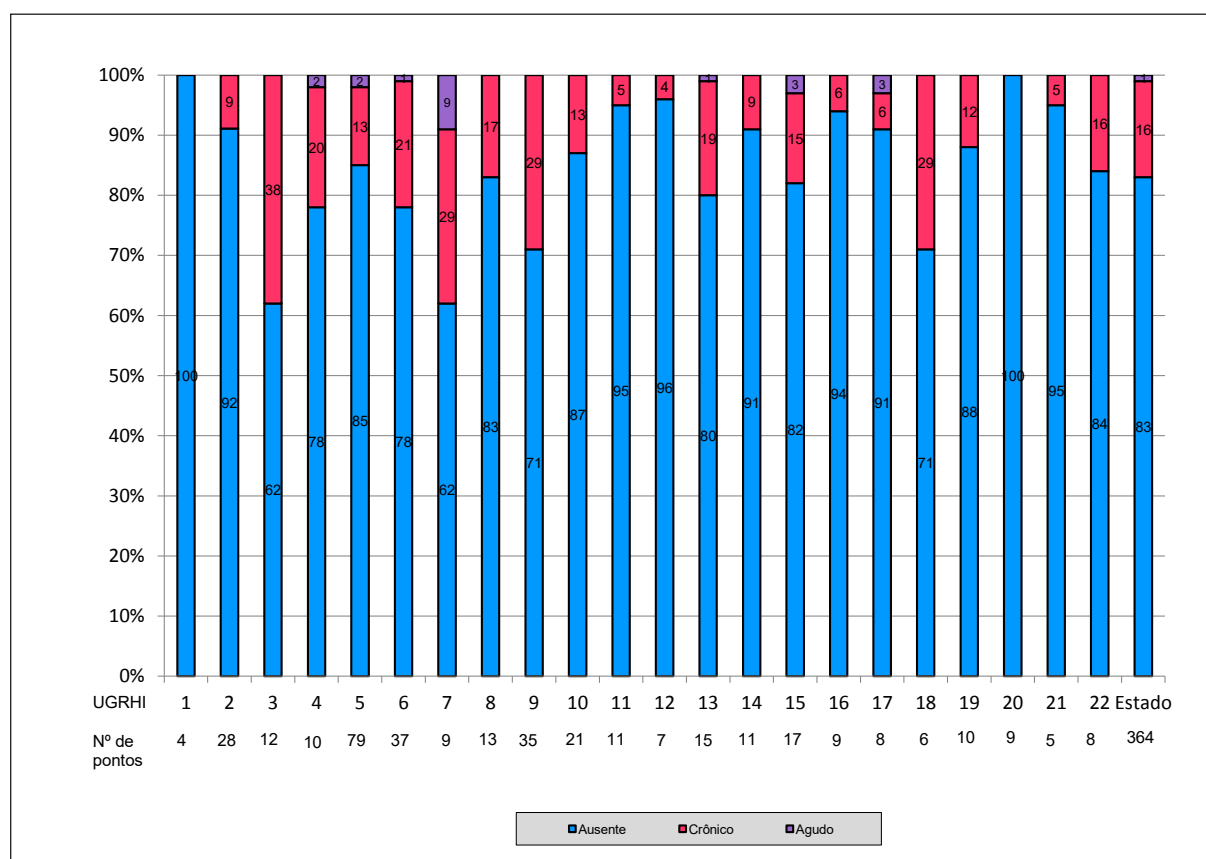
Mapa 5.4 – Médias anuais do IET para o ano de 2017.



Em termos ecotoxicológicos, conforme realizado no ano anterior, em 2017 procedeu-se um ajuste de dureza para $20 \text{ mg.L}^{-1} \text{ CaCO}_3$, das amostras dos pontos COGR 00900 (res. das Graças), JUQI 00800, JUQI 02900 (rio Juquiá) e CAMO 00900 (res. Capivari-Monos), antes da realização dos ensaios. Além desses, a partir de julho, este procedimento foi adotado também para os pontos ACLA 00500 (res. Águas Claras), JQJU 00900 (res. do Juqueri), VERD 02750 (rio Verde), BROA 02800 (represa do Broa), ABAN 02800 (córrego Água Branca), JCRE 00500 (res. do rio Jacareí), JARI 00800 (res. Jaguari), CACH 00500 (res. Cachoeira), RAIN 00880 (rep. do rio Atibainha), PERE 02900 (rio Perequê), BACO 02950 (rio Branco) e IPAU 02600 (rio Itapanhaú). Tais pontos podem apresentar valores de dureza da água abaixo de $10 \text{ mg.L}^{-1} \text{ CaCO}_3$, o que pode reduzir a reprodução desses microcrustáceos, interferindo na análise dos resultados dos ensaios.

Em 2017, houve uma pequena melhora na qualidade das águas do Estado, em relação ao ano anterior. Contudo, em 45% dos 364 pontos de amostragem nos corpos d'água do Estado de São Paulo avaliados pela CETESB, foram verificados efeitos adversos à vida aquática, muitas vezes causados pela presença de agentes químicos. Uma síntese dos resultados obtidos é apresentada no Gráfico 5.8 que contém a distribuição percentual de cada efeito tóxico (crônico ou agudo) observado nos ensaios, em cada UGRHI, além do percentual total para o Estado.

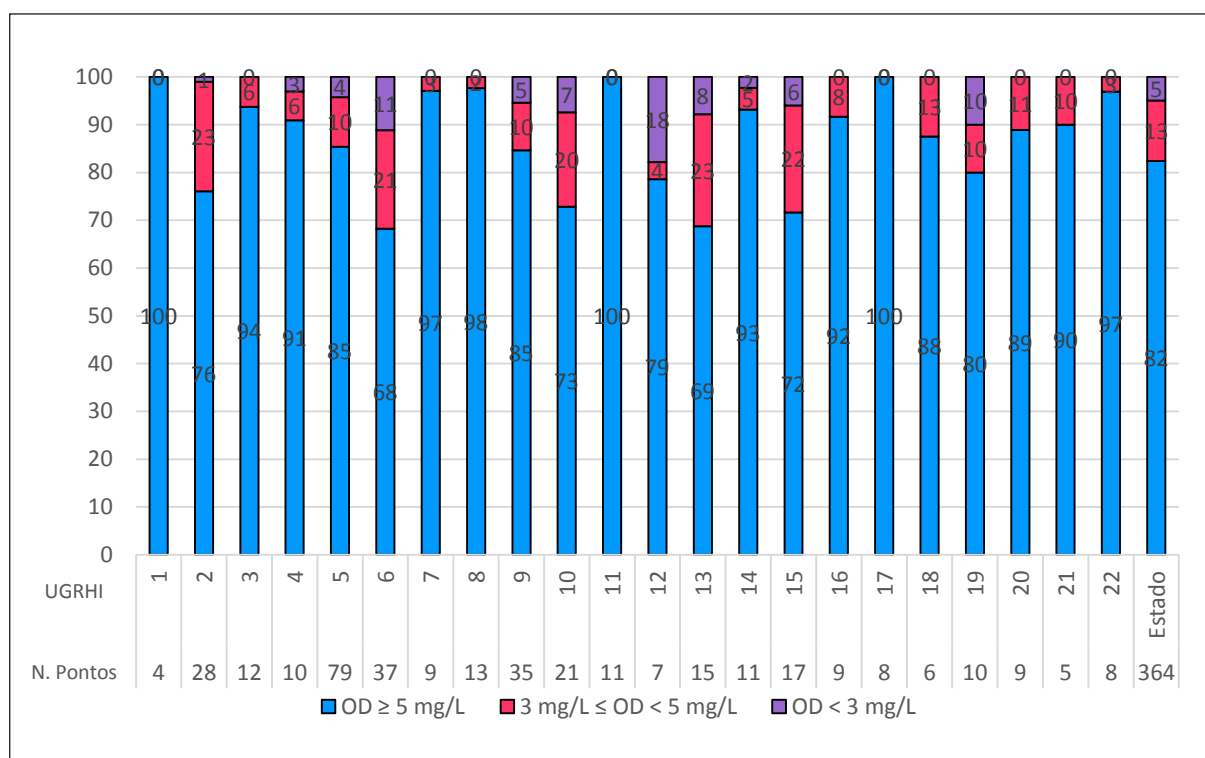
Gráfico 5.8 – Distribuição percentual de efeito tóxico observado por UGRHI em 2017



Pelo Gráfico 5.8 observa-se que apenas nas UGRHIs 1 e 20 não foi constatado qualquer efeito tóxico durante 2017, o que indica a adequação de suas águas em termos ecotoxicológicos, embora nestas UGRHIs tenham sido monitorados somente quatro e nove pontos, respectivamente. Nas UGRHIs 2, 8, 10, 11, 12, 14, 16, 19, 21 e 22 os resultados indicaram toxicidade crônica em até 20% das amostras testadas, sem registro de toxicidade aguda. As piores condições de qualidade de água foram registradas nas UGRHIs 3, 4, 5, 6, 7, 9, 13, 15, 17 e 18, as quais apresentaram percentuais de ocorrência de toxicidade crônica acima de 20% e/ou toxicidade aguda em suas águas.

Quanto aos níveis de Oxigênio Dissolvido, verifica-se que 18% (somatório efeitos agudos e crônicos no estado) dos resultados do IVA foram influenciados por esta variável, conforme Gráfico 5.9.

Gráfico 5.9 – Distribuição percentual dos níveis de Oxigênio Dissolvido por UGRHI em 2017



Destacam-se as UGRHIs 1, 11 e 17 onde todos os resultados de Oxigênio Dissolvido estiveram adequados para a proteção da vida aquática.

As UGRHIs 3, 7, 8, 16, 18, 20, 21 e 22 não apresentaram nenhum resultado abaixo de 3 mg.L⁻¹.

As UGRHIs que apresentaram maior ocorrência de resultados abaixo de 3 mg.L⁻¹ foram as UGRHIs 12 (18%), 6 (11%) e 19 (10%).

O pH influenciou negativamente 6% dos pontos monitorados. Em apenas 18 amostras de 11 pontos o pH influenciou na classificação Ruim ou Péssima do IVA, sendo que os reservatórios Billings (BITQ 00100 e BILL 02500) e rio Grande (RGDE 02200) apresentaram resultados acima de 9,0 em mais da metade das campanhas.

Já as substâncias tóxicas exibiram alguma influência em 24 pontos monitorados. Das amostras que foram classificadas nas categorias Ruim ou Péssima, as substâncias tóxicas influenciaram 31 amostras coletadas de 21 pontos. O surfactante influenciou 82% das amostras coletadas, sendo que nos pontos GUAO 02900, PIRE 02900, COTI 03900, IPIG 03950 e PEDA 03900, respectivamente no rio Guaió, ribeirão Pires, rio Cotia, ribeirão Ipiranga e ribeirão das Pedras, na UGRHI 6 e o ponto ENHA 02900, no ribeirão da Penha, na UGRHI 9 essa variável teve influência em mais da metade das campanhas. Os metais influenciaram apenas 7 pontos, todos em apenas uma campanha.

Com relação ao IET, a UGRHI 5, com um total de 84 pontos monitorados, apresentou 68% de pontos em condição de baixa e média trofia e 32% eutrofizados, sendo que 11 pontos exibiram melhora e 14 exibiram piora em relação a 2016. Alguns corpos d'água ainda exibem pontos extremamente eutrofizados, como por exemplo, os ribeirões Quilombo e Tijuco Preto e os rios Jundiaí e Piracicaba, todos com resultados elevados de Fósforo Total e *Escherichia coli*, indicativos de impactos relacionados a esgotos domésticos. Alguns pontos do rio Jundiaí, enquadrados anteriormente na Classe 4 e atualmente reenquadrados para Classe 3, provavelmente necessitarão de um período para atingir as metas, em relação as variáveis acima citadas, para o atendimento à CONAMA nº 357/05. Cabe destacar a toxicidade aguda registrada no rio Jundiaí, em Itupeva (pontos JUNA 03190 e JUNA 03200), nos meses de junho, agosto e dezembro. Além desses, verificou-se toxicidade aguda também no ponto JUNA03270 (em Itaici) no mês de junho. Nesses pontos foram registrados elevados valores de *Escherichia coli*, indicando que recebem efluentes domésticos, além de receberem efluentes industriais da região. Além disso, nas águas dos pontos JUNA 03200, JUNA 03700 e JUNA 03900 (em Salto), foram detectados Compostos Orgânicos Voláteis no mês de junho. Cabe mencionar que o rio Jundiaí foi reenquadrado para Classe 3 nesse trecho em 2017, embora ainda se verifique efeito tóxico agudo em suas águas.

Na UGRHI 6, com 46 pontos monitorados, 48% se encontram em condição de baixa e média trofia e 52% estão eutrofizados. Em relação ao ano anterior, foi possível constatar que 16 pontos exibiram melhora e apenas 3 exibiram piora. Entre aqueles que exibiram melhora, destacam-se: os reservatórios do Cabuçu (RCAB 00900) e Juqueri (JQUJ 00900), o ribeirão dos Cristais (CRIS 03800) e os rios Embu-Guaçu (EMGU 00800) e Tietê (TIET 02090) que neste ano atingiram a condição de baixa trofia. O rio Tietê, a partir de Itaquaquetuba, exibiu condições extremamente eutrofizadas com indicativos de impactos relacionados ao lançamento de efluentes domésticos não apenas no próprio corpo d'água como também em seus afluentes. Cabe mencionar a ocorrência de toxicidade aguda no ribeirão das Pedras (PEDA 03900) e no ribeirão dos Cristais (CRIS 03400) no mês de maio. No ribeirão das Pedras foram registrados altos valores de *Escherichia coli* nas amostras analisadas.

Na UGRHI 7, com 19 pontos monitorados, 55% se encontram em condição de baixa e média trofia e 45% encontram-se eutrofizados. Assim como no ano anterior, os pontos nos rios Catarina Moraes (CATA 23850), Santo Amaro (MARO 22800) e Piaçaguera (PIAC 02700) estão extremamente eutrofizados (Hipereutrófico). Os dois primeiros exibiram indicadores que direcionam para a contaminação por esgotos domésticos, ao passo que no rio Piaçaguera há uma direta influência da atividade industrial, sobretudo de empresas de fertilizantes, uma vez que foram registradas concentrações de Fósforo extremamente elevadas, a exemplo da campanha de julho, que superou o limite de 0,1 mg L⁻¹ em mais de 600 vezes. Os rios Cubatão (CUBA 03900) e Saboó (SABO 22500), classificados como Supereutróficos, exibiram piora em relação ao ano anterior.

No primeiro, a Clorofila *a* foi a variável que mais influenciou na classificação, provavelmente pela contribuição das águas do Canal de Fuga II. Já no rio Saboó, as elevadas concentrações de Fósforo Total e *Escherichia coli* sugerem impactos devido ao lançamento de efluentes domésticos. Destaca-se o efeito tóxico agudo registrado no rio Moji (MOJI 02800) em janeiro e novembro, e no rio Piaçaguera (PIAC 02700) em janeiro, possivelmente relacionadas à detecção de HPAs (hidrocarbonetos aromáticos policíclicos – PIAC 02700) e do tolueno (MOJI 02800).

Na UGRHI 9, assim como no ano anterior, quatro pontos mantiveram a condição de ambientes eutrofizados, os ribeirões da Penha (ENHA 02900), das Onças (RONC 02030) e dos Porcos (PORC 03900) e o córrego Rico (RICO 03900). O ponto ENHA 02900, localizado a jusante da ETE de Itapira, apesar de Supereutrófico exibiu uma melhora em relação ao ano anterior. No entanto, há indicativos de impactos relacionados à lançamento de efluentes domésticos visto que os resultados de Fósforo Total e *Escherichia coli* foram extremamente elevados. Já os ribeirões das Onças e dos Porcos exibiram piora atingindo também a condição Supereutrófica, nestes dois locais, bem como o córrego Rico que se encontra eutrofizado. Esses corpos d'água sofrem influência das atividades agrícolas praticadas no entorno, as quais podem contribuir tanto com nutrientes como a Clorofila *a*, essa última possivelmente advinda das lagoas utilizadas como reservatórios de água, ambientes propícios para o crescimento da comunidade fitoplanctônica.

Na UGRHI 10, dos 26 pontos monitorados, 61% encontram-se com condição de baixa a média trofia e 39% eutrofizados. Os rios Tietê, nos três pontos monitorados, Sorocaba (SORO 02100 e 02200) e os reservatórios de Rasgão e Barra Bonita (TIBB 02100) exibiram condições extremamente eutrofizadas com 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. Em relação ao ano anterior, foi observada melhora dos rios Sorocamirim, Una e no ponto localizado no reservatório de Barra Bonita (TIBB 02700), os dois primeiros classificados como Oligotróficos e o último Mesotrófico.

Na UGRHI 11 apenas o rio Jacupiranga (JAPI 02100), encontra-se eutrofizado tendo sido classificado como Eutrófico. Foram observadas concentrações elevadas de Fósforo Total que podem estar relacionadas principalmente às atividades industriais do município de Cajati.

Na UGRHI 12 dois pontos, classificados como Supereutróficos, exibiram piora em relação à 2016: o córrego das Pedras (PDRA 02450), a jusante da ETE II do município de Barretos, e o ribeirão Palmeiras (PALM 03800), em Jaborandi. Em ambos os pontos a variável que mais influenciou na classificação foi a Clorofila *a*, provavelmente em decorrência tanto da lagoa de aeração da ETE quanto de lagoas utilizadas para irrigação de água, visto que esta região é predominantemente agrícola.

Na UGRHI 13, o córrego Água Branca (ABAN 02800), localizado a jusante da ETE de Itirapina, foi classificado como Eutrófico, devido às variáveis Clorofila *a* e Fósforo Total, o que pode estar relacionado à eficiência da estação de tratamento de esgotos. Já o ponto do ribeirão Grande (RGRA 02990), exibiu piora em relação ao ano anterior, em razão da variável Fósforo Total que mais influenciou na classificação com indicativos de impactos relacionados ao lançamento de esgotos domésticos pela presença significativa de *E. coli*.

Na UGRHI 14, o ponto no rio São Miguel Arcanjo (SMIG 02800), classificado como Eutrófico, foi influenciado pela variável Clorofila *a* provavelmente relacionada à lagoa de aeração da ETE localizada a montante, no entanto exibiu melhora em relação ao ano anterior em função das atividades de fiscalização de controle das fontes de poluição.

Os pontos no córrego dos Olhos d'água (OLHO 02690 - UGRHI 15), rio São José dos Dourados (SJDO 02150 - UGRHI 18) e rio Iacri (IACR 02750 – UGRHI 20) foram influenciados pela variável Clorofila *a* que provavelmente está relacionado às atividades agrícolas da região.

Portanto, durante 2017, verifica-se que das 22 UGRHIs analisadas, 20 apresentaram alguns recursos hídricos que estão em desconformidade com os critérios estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357/2005, ou seja, foram constatados efeitos adversos em amostras de corpos d'água enquadrados nas Classes 1, 2 e 3, que não deveriam apresentar toxicidade. Esses dados demonstram que em 45% dos pontos de amostragem, nos corpos d'água do Estado de São Paulo avaliados pela CETESB, foram verificados efeitos adversos à vida aquática, muitas vezes causados pela presença de agentes químicos.

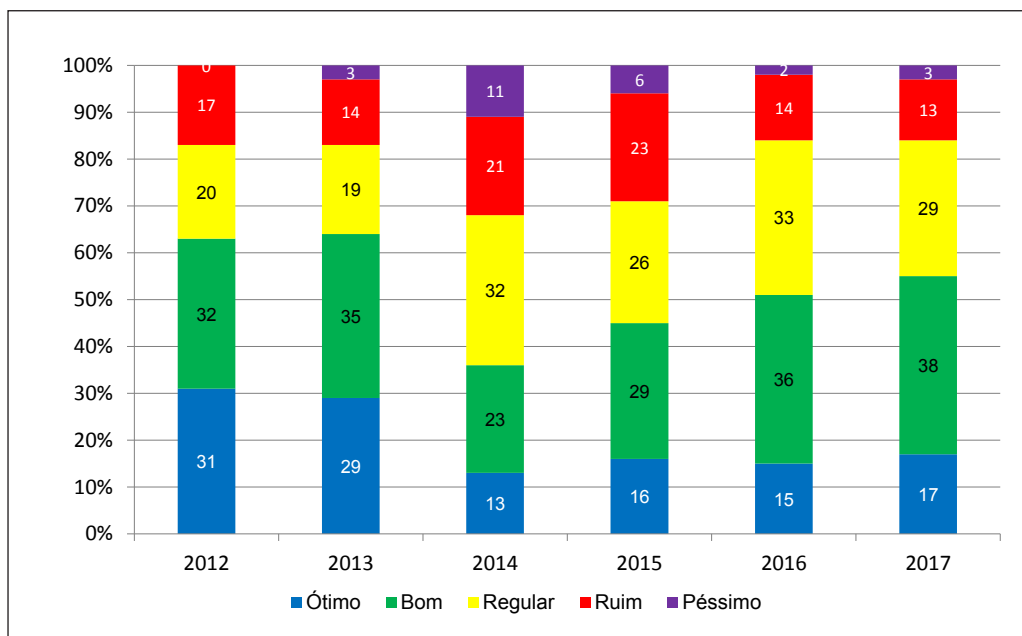
Para a avaliação do IVA em 2017, foram acrescentados 8 pontos distribuídos em 6 UGRHIs no Estado. Destes, 4 foram classificados nas categorias Ótima e Boa: rio Itapanhaú (IPAU 02600), na UGRHI 7; Ribeirões Avecuia e Lavapés (AVEC 02800 e LAVP 03055), na UGRHI 10; e rio Apiaí-Guaçu (APIA 02600) na UGRHI 14. Os outros 4 pontos foram classificados nas categorias Ruim e Péssima: córrego Tanquinho (TKIN 02950) na UGRHI 4, cuja classificação foi influenciada pelo nível de Oxigênio Dissolvido e estado trófico; o reservatório Salto Grande (ATSG 02800) na UGRHI 5, influenciada pelo estado trófico; a represa do Broa (BROA 02800) na UGRHI 13, influenciada pelo efeito tóxico e o córrego Água Branca (ABAN 02800) também na UGRHI 13, influenciada pelo estado trófico e pelo nível de Oxigênio Dissolvido.

Entre os pontos enquadrados na Classe 4, 15 pontos foram avaliados para o IVA, ao passo que em 2016, foram 19 pontos. Ressalta-se, porém, que 4 pontos do rio Jundiá foram reenquadrados para a Classe 3. Destes 15 pontos, apenas 1 foi classificado na categoria Boa (ribeirão dos Bagres, BAGR 04600) e 7 foram classificados na categoria Regular. Os demais 7 pontos foram classificados nas categorias Ruim e Péssima, a saber: ribeirão Vermelho (VEME 04250) na UGRHI 6 e ribeirão dos Bagres (BAGR 04600) em Batatais – UGRHI 8, classificados nessas categorias devido ao estado trófico; ribeirão dos Bagres em Franca (BAGR 04020) devido ao surfactante e toxicidade; ribeirão das Pitangueiras – UGRHI 12 (PITA 04800), ribeirão Ponte Alta – UGRHI 14 (PALT 04970) e ribeirão do Marinheiro – UGRHI 15 (MARI 04250) devido ao nível de Oxigênio Dissolvido e ao estado trófico; e o ribeirão Monjolino – UGRHI 13 (MONJ 04400) devido ao Oxigênio Dissolvido. Os seguintes pontos não apresentaram efeito adverso à vida aquática: rib. Ponte Alta (PALT 04970), rio Santo Anastácio (pontos STAN 04400 e STAN 04300), rio do Carmo (CARM 04400), rio Monjolinho (MONJ 04400), rio Pitangueiras (PITA 04800), ribeirão Vermelho (VEME 04250) e córrego Piedade (IADE 04500).

5.3.2 IVA entre 2012 e 2017

O Gráfico 5.10 mostra a evolução da distribuição do IVA de 2012 a 2017, em 202 pontos com resultados em todo período.

Gráfico 5.10 – Evolução da Distribuição do IVA, no período de 2012 a 2017.

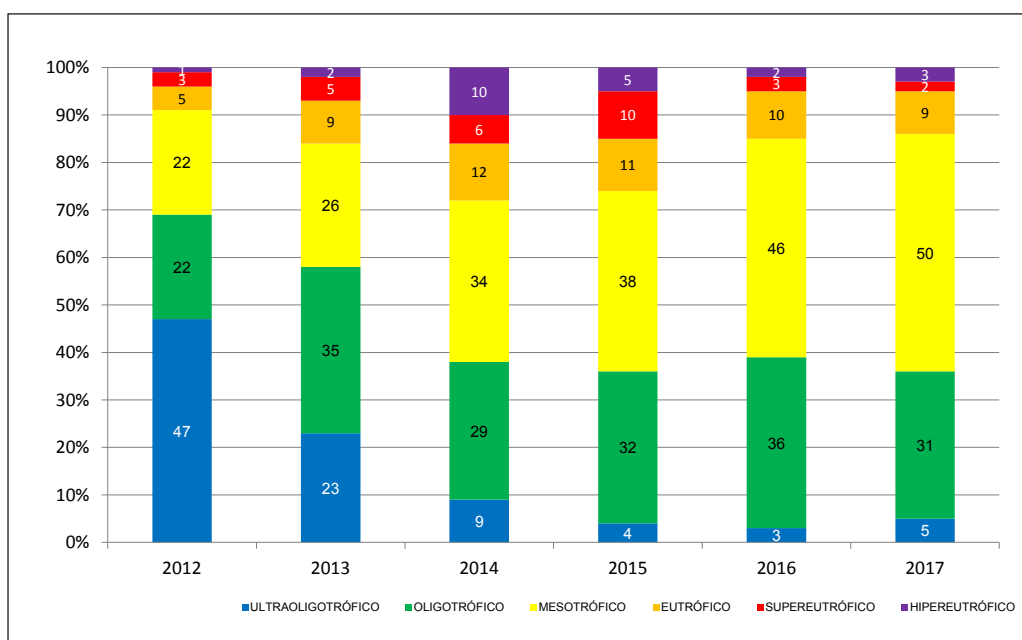


A distribuição das categorias do IVA manteve a mesma classificação de 2016, com 80% dos pontos classificados nas categorias Ótima, Boa e Regular. Nos anos de 2014 e 2015, a maior parte dos pontos classificados na categoria Ruim localizou-se na UGRHI 5.

A tabela completa, com os IVAs anuais de todos os pontos em que foi calculado o IVA, abrangendo o período de 2012 a 2017, consta no Apêndice M.

Para verificação das variáveis que têm influenciado nas classificações do IVA, foram confeccionados os gráficos da evolução anual do IET, da Toxicidade e do Oxigênio Dissolvido no período de 2012 e 2017 (Gráfico 5.11 a Gráfico 5.13).

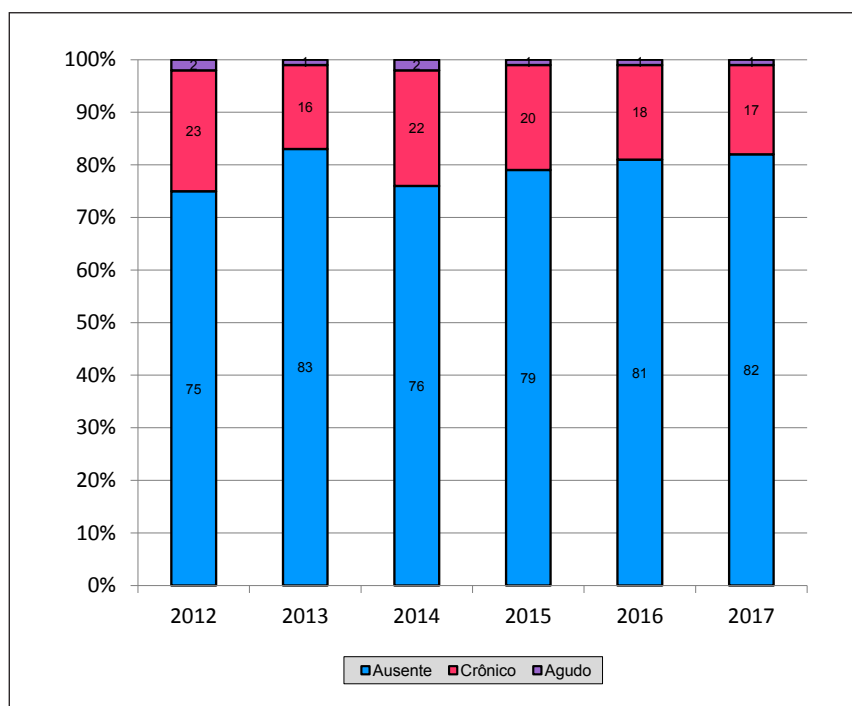
Na avaliação da evolução histórica da distribuição percentual do Estado Trófico médio anual, no período de 2012 a 2017 (Gráfico 5.11), selecionaram-se os 203 pontos, com disponibilidade dos resultados do Índice de Estado Trófico, nesses anos.

Gráfico 5.11 – Evolução da Distribuição do IET, no período de 2012 a 2017.

Nessa avaliação observou-se uma manutenção na porcentagem de pontos eutrofizados (Eutrófico, Supereutrófico e Hipereutrófico) nos dois últimos anos com a maioria dos pontos classificados entre baixa e média trofia. Em 2014 e 2015 as maiores porcentagens de pontos eutrofizados refletiram o período da crise hídrica.

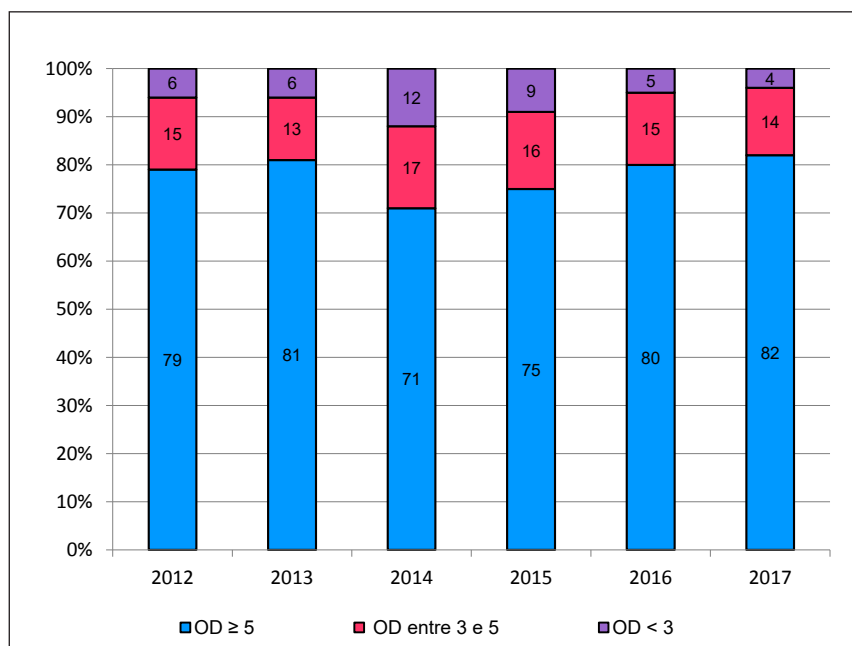
Desses que se encontram eutrofizados, pode-se inferir, pelos resultados extremamente elevados da variável Fósforo Total, que tanto no rio Piaçaguera (PIAC 02700 – UGRHI 7) quanto no rio Jacupiranga (JAPI 02100 – UGRHI 11) o principal impacto tem origem nos efluentes industriais. Já o rio Cotia (COTI 03900 – UGRHI 6), rio Tietê (TIET 02350 – UGRHI 10) e ribeirão Grande (RGRA 02990 – UGRHI 13) estão relacionados à poluição por esgotos domésticos.

No Gráfico 5.12 verifica-se a distribuição percentual dos efeitos tóxicos observados nos ensaios ecotoxicológicos com *Ceriodaphnia dubia*, considerando-se os 202 pontos nos quais foram realizados ensaios para todo o período de 2012 a 2017.

Gráfico 5.12 – Porcentagem de ocorrência de efeitos tóxicos, no período de 2012 a 2017

Os resultados permitem verificar que, em 2017 os percentuais de toxicidade nas amostras de água analisadas nestes 202 pontos foram semelhantes aos observados em 2016, bem como se mantiveram dentro da média dos últimos cinco anos.

Em relação ao Oxigênio Dissolvido, verifica-se a distribuição dos níveis nos últimos 6 anos, considerando os 202 pontos que tiveram resultados em todo o período (Gráfico 5.13).

Gráfico 5.13 – Evolução da distribuição dos níveis de Oxigênio Dissolvido no período de 2012 a 2017

De acordo com o Gráfico 5.13, na evolução dos níveis de Oxigênio Dissolvido também se verifica o mesmo comportamento em relação à evolução do IVA: cerca de 80% das amostras apresentaram resultados aceitáveis para a proteção da vida aquática, ou seja, Oxigênio Dissolvido acima de 5 mg.L⁻¹ e as maiores porcentagens de pontos com baixos níveis de Oxigênio Dissolvido foram verificadas nos anos de 2014 e 2015.

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

O histórico das classificações anuais da balneabilidade das 35 praias de rios e reservatórios monitorados no período de 2012 a 2017 encontra-se na Tabela 5.3. 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 2017, encontram-se no Apêndice J e a classificação anual 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. Dessa forma, esse ponto foi excluído da amostragem em 2017. Já as praias do rio Piracuama e do ribeirão Grande obtiveram classificação Ruim e Péssima, respectivamente, indicando condição imprópria de balneabilidade na maior parte do ano.

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

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

No reservatório Guarapiranga, os resultados obtidos para as praias do Sol, Crispim e Guarujapiranga, mantiveram classificação Regular para o ano de 2017, 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 e a praia do Hidroavião obtiveram a classificação Péssima mantendo histórico de imprópria para banho como nos anos anteriores. Já a praia Aracati melhorou sua classificação de Péssima para Regular. As praias em frente ao píer do Yacht Club Paulista, no píer da Esportes Náuticos Wind Clube e praia Dedo de Deus no M'Boi Mirim obtiveram a classificação Péssima mantendo histórico de imprópria para banho, na maior parte do ano de 2017.

No reservatório rio Grande, a praia Club Tahiti melhorou sua qualidade em relação ao ano anterior obtendo a classificação Regular, ao passo que o Parque Estoril e o Sindicato dos Metalúrgicos do ABC tiveram uma classificação Excelente em 2017, mantendo o histórico e indicando condição Própria para banho durante todo o tempo. Para a Prainha próxima ao zoológico do Parque Municipal, a condição de balneabilidade permaneceu como Regular. No reservatório Billings, a Prainha de Riacho Grande 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 2017, as concentrações de Enterococos estiveram entre 1 UFC.100 mL⁻¹ e 120 UFC.100 mL⁻¹. Uma única campanha apresentou concentração acima de 100 UFC/100 mL. Para fins de balneabilidade, esse ponto piorou em relação ao ano anterior, passando para a classificação Regular em 2017.

UGRHI 8 – As praias do município de Miguelópolis foram monitoradas na parte central e no píer com frequência semanal e obtiveram classificação Excelente, que representa uma melhora na qualidade em relação ao ano anterior ficando própria para banho durante todo o ano.

UGRHI 9 – As praias dessa UGRHI são monitoradas com frequência semanal. A praia Cachoeira de Emas, no rio Mogi Guaçu, manteve classificação Péssima, enquanto a praia de Sta. Cruz da Conceição, no lago Euclides Morelli, também manteve sua qualidade em relação a 2016, 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 2012.

UGRHI 13 – A prainha de Igaráçu do Tietê e a prainha Municipal de Arealva obtiveram classificação Excelente em 2017, melhorando sua qualidade em relação aos dois últimos anos, permanecendo própria para o banho durante todo o tempo.

Na represa do Broa, foram incluídas duas praias no condomínio Santo Antônio, uma em frente a lanchonete e outra em frente a rampa dos barcos. Durante o ano de 2017, ambos os pontos foram classificados como Excelente, permanecendo próprios para o banho durante todo o ano.

UGRHI 16 – A praia do Sabino, monitorada semanalmente, obteve a mesma classificação Regular do ano anterior, permanecendo própria para banho na maior parte do ano.

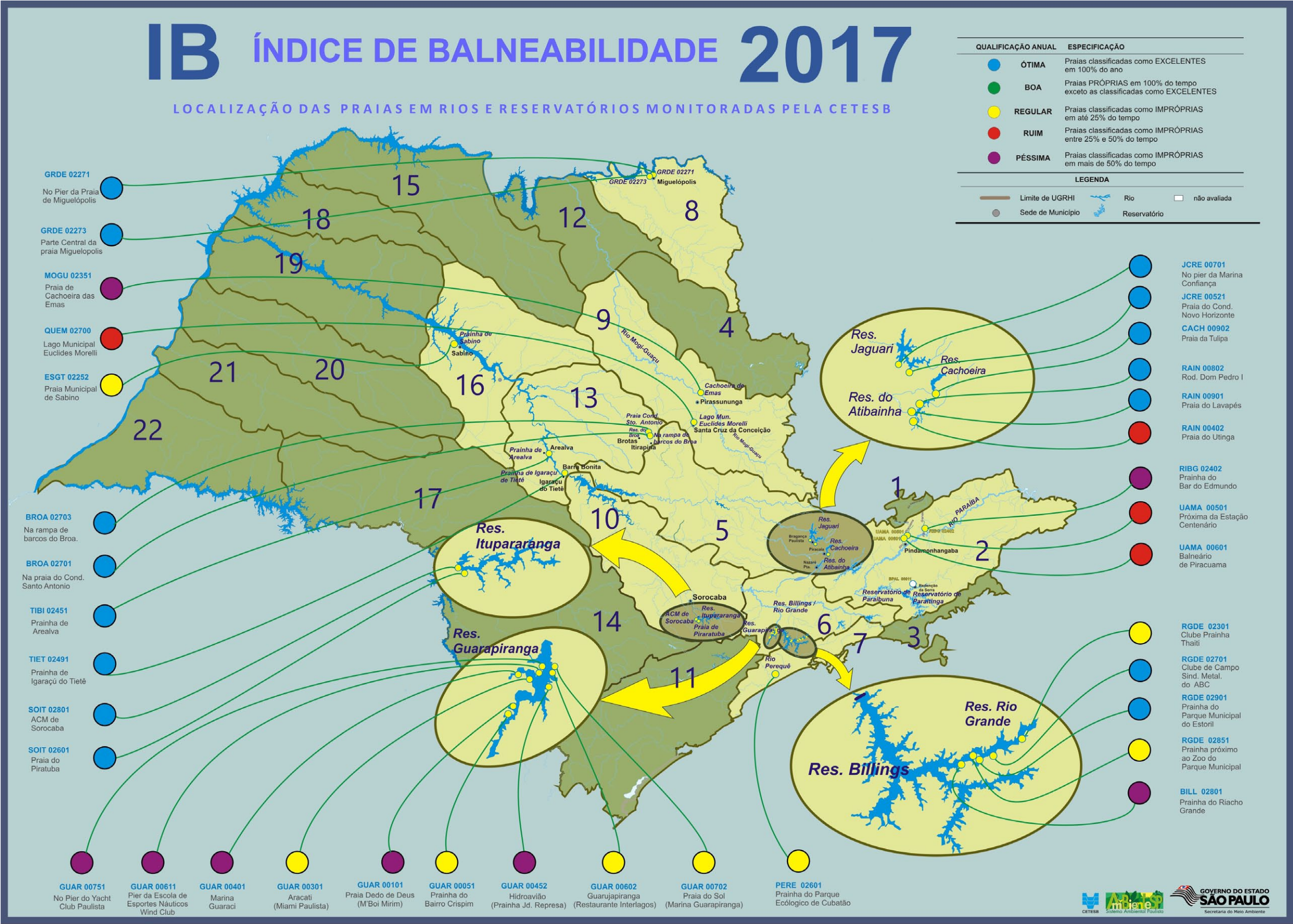
Tabela 5.3 – Índice de Balneabilidade

UGRHI	Corpo Hídrico	Código	Praias Interiores - Local de Amostragem	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
2	RIBEIRÃO GRANDE	RIBG 02352	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 DE RIACHO GRANDE							
		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							
	REPRESA DO BROA	BROA 02701	COND. SANTO ANTONIO EM FRENTE A LANCHONETE							
		BROA 02703	COND. SANTO ANTONIO EM FRENTE A RAMPA DOS BARCOS							
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, o ponto UAMA 00501 (UGRHI 2) foi inserido em 2016 e os pontos BROA 02701 e 02703 foram inseridos em 2017.

Mapa 5.5 – Localização e classificação das praias de rios e reservatórios - 2017.



GRDE 02271

No Pier da Praia de Miguelópolis

GRDE 02273

Parte Central da praia Miguelópolis

MOGU 02351

Praia de Cachoeira das Emas

QUEM 02700

Lago Municipal Euclides Morelli

ESGT 02252

Praia Municipal de Sabino

BROA 02703

Na rampa de barcos do Broa.

BROA 02701

Na praia do Cond. Santo Antonio

TIBI 02451

Praia de Arealva

TIET 02491

Praia de Igarapú do Tietê

SOIT 02801

ACM de Sorocaba

SOIT 02601

Praia do Piratuba

GUAR 00751

No Pier do Yacht Club Paulista

GUAR 00611

Pier da Escola de Esportes Náuticos Wind Club

GUAR 00401

Marina Guaraci

GUAR 00301

Aracati (Miami Paulista)

GUAR 00101

Praia Dedo de Deus (M'Boi Mirim)

GUAR 00051

Praia do Bairro Crispim

GUAR 00452

Hidroavião (Praia Jd. Represa)

GUAR 00602

Guarujapiranga (Restaurante Interlagos)

GUAR 00702

Praia do Sol (Marina Guarapiranga)

PERE 02601

Praia do Parque Ecológico de Cubatão

JCRE 00701

No pier da Marina Confiança

JCRE 00521

Praia do Cond. Novo Horizonte

CACH 00902

Praia da Tulipa

RAIN 00802

Rod. Dom Pedro I

RAIN 00901

Praia do Lavapés

RAIN 00402

Praia do Utinga

RIBG 02402

Praia do Bar do Edmundo

UAMA 00501

Próxima da Estação Centenário

UAMA 00601

Balneário de Piracuama

RGDE 02301

Clube Praia Thaiti

RGDE 02701

Clube de Campo Sind. Metal. do ABC

RGDE 02901

Praia do Parque Municipal do Estoril

RGDE 02851

Praia próximo ao Zoo do Parque Municipal

BILL 02801

Praia do Riacho Grande

CETESB

GOVERNO DO ESTADO SÃO PAULO

Secretaria do Meio Ambiente

Setor de Águas Interiores

6 • Avaliação Biológica

Efluentes industriais, esgotos domésticos, presença de agrotóxicos, lixiviados de áreas urbanas e quaisquer outros contaminantes, carregados para ou lançados no corpo hídrico, alteram o equilíbrio dos ecossistemas aquáticos e podem provocar impactos que impedem, ou prejudicam, os diferentes usos previstos da água. Análises químicas são geralmente capazes de identificar e quantificar as substâncias de origem antropogênica presentes na água, porém esses resultados não permitem avaliar os efeitos que estes compostos têm sobre os organismos que a eles estão expostos. Além disso deve ser considerado que, na avaliação da qualidade ambiental, raramente um efeito observado decorre da ação de um único composto. No ambiente, dessa forma, encontram-se misturas complexas, compostas de inúmeras substâncias que podem ou não interagir entre si, podendo modificar as respostas esperadas para cada uma delas isoladamente. Há também a contaminação biológica, em que os poluentes são organismos que não fazem parte da fauna/flora original do ambiente aquático e que podem ser danosos a outros organismos, podendo alterar a composição de espécies nativas, ou evidenciar a presença de efluentes domésticos/urbanos.

Desta forma, além das variáveis químicas, o monitoramento da qualidade da água também compreende uma série de ensaios biológicos e a avaliação das comunidades aquáticas, que servem para 1) identificar a presença de microrganismos patogênicos, de indicadores de poluição doméstica e a presença de espécies exóticas ou; 2) avaliar os efeitos nocivos dos contaminantes químicos sobre os organismos e comunidades expostas.

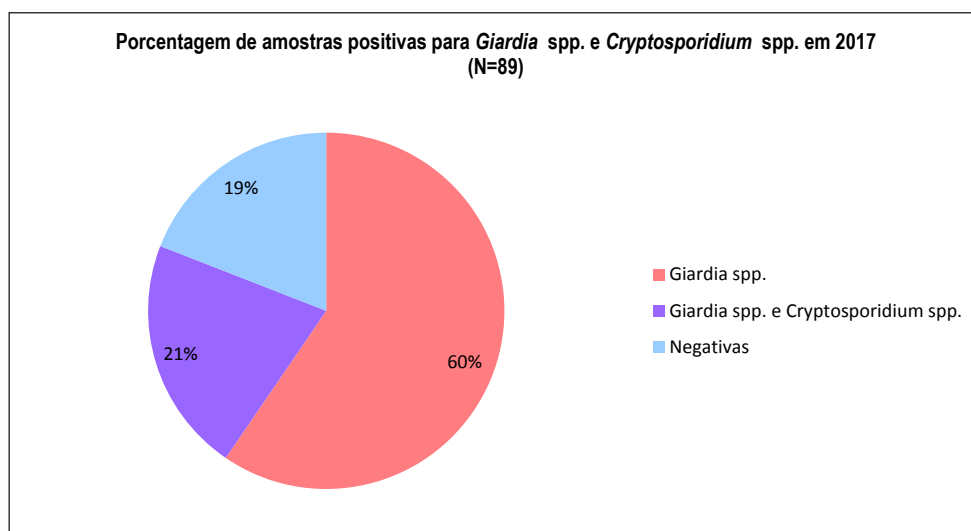
6.1 Microbiologia

As variáveis microbiológicas avaliadas são indicadoras da contaminação do corpo hídrico por material fecal, de origem humana ou animal, que podem estar associadas a uma série de enfermidades veiculadas pela água, destacando-se as gastroenterites. Nestes ensaios, investiga-se a presença e a quantidade de microrganismos no ambiente aquático, cujos limites estão estabelecidos por lei, a depender do uso da água. Esta análise tratará dos microorganismos *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-se 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 *E. coli* superiores ou iguais a 1.000 UFC 100 mL⁻¹. A Portaria 2914/2011 do Ministério da Saúde, foi substituída em 2017 pelo anexo XX da Portaria de Consolidação nº 5/2017/ GM/MS.

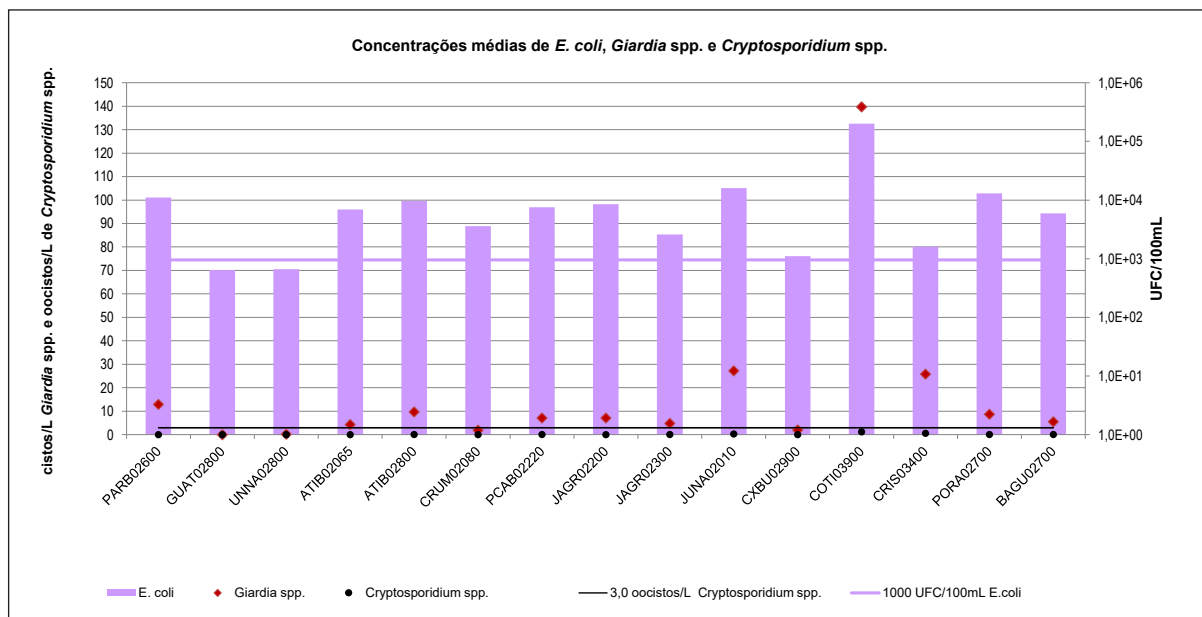
Em 2017, o monitoramento de *Giardia* spp. e *Cryptosporidium* spp. foi realizado em 15 pontos de captação, localizados em 5 diferentes UGRHs do Estado de São Paulo. Em cada ponto, foram realizadas de cinco a seis amostragens com periodicidade bimestral, totalizando 89 amostras analisadas. Os locais de coleta foram selecionados priorizando aqueles com maiores médias desses protozoários nos monitoramentos realizados em 2015 e 2016. Por esse critério, foram mantidos 11 pontos e adicionados 4 novos, devido à elevada média geométrica de *E. coli* observada em 2016. A porcentagem de amostras positivas para *Giardia* spp. e *Cryptosporidium* spp. nos quinze pontos selecionados pode ser observada no Gráfico 6.1.

Gráfico 6.1 – Porcentagem de amostras positivas para os protozoários *Giardia* spp. e *Cryptosporidium* spp. em pontos de captação do estado de São Paulo em 2017 (N=89)



A maioria dos pontos avaliados, além de apresentar média geométrica de *E. coli* acima de 1000 UFC/100 mL⁻¹ (Gráfico 6.2), também não atendem à Resolução CONAMA 357/2005, quanto aos limites estabelecidos para este parâmetro para corpos d'água destinados ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional e/ou avançado (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). A regulamentação estabelece para pontos de captação, que as concentrações de *E. coli* não devem exceder os limites de 600 UFC 100 mL⁻¹ para rios classe 2 e de 2400 UFC/100mL para classe 3, em 80%, ou mais, de pelo menos seis amostras coletadas. Na maioria das captações analisadas, as concentrações de *E. coli* atingiram a ordem de 10³ a 10⁵ UFC 100 mL⁻¹, sendo que apenas nas captações de Taubaté e Guaratinguetá observaram-se concentrações menores que 10³.

Gráfico 6.2 – Concentrações médias de *E. coli*, cistos de *Giardia* spp. e oocistos de *Cryptosporidium* spp. em pontos de captação no ano de 2017



No Gráfico 6.2 as linhas lilás e preta indicam, respectivamente, o limite para a concentração de *E. coli* (média geométrica anual maior ou igual a 1.000 UFC 100 mL⁻¹) e para a concentração de oocistos de *Cryptosporidium* spp. (média aritmética maior ou igual a 3,0 oocistos L⁻¹) nos pontos de captação de água de acordo com o anexo XX da Portaria de Consolidação nº 5/2017/ GM/MS, não sendo fixado nenhum limite para *Giardia* spp.

As captações do Baixo Cotia (COTI 03900), Campo Limpo Paulista (JUNA 02010) e Cajamar (CRIS 03400) apresentaram concentrações mais elevadas de *Giardia* spp., com médias superiores ou iguais a 25,8 cistos L⁻¹, sendo que no Baixo Cotia as densidades máximas superaram 130 cistos L⁻¹.

As concentrações médias, máximas e mínimas para esses dois protozoários, bem como a média geométrica de *E. coli*, por ponto amostral em 2017 podem ser visualizadas na Tabela 6.1. 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 L⁻¹, que corresponde ao valor de LQ dividido pela raiz de 2.

Tabela 6.1 – 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 2017.

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 Guaratingueta	GUAT02800	Captação de Guaratinguetá	6	640	ND ^c (< 0,1)	ND ^c (< 0,1)
	Rio Paraíba do Sul	PARB02600	Captação de Aparecida	6	11.000	12,9 (34,3 - 5,4)	ND ^c (< 0,1)
	Rio Una	UNNA02800	Captação de Taubaté	5	660	0,2 (0,9 - < 0,1)	0,07 (0,1 - < 0,1)
5	Rio Atibaia	ATIB02065	Captação de Campinas	6	6.900	4,3 (12,6 - 1,7)	ND ^c (< 0,1)
		ATIB02800	Captação de Sumaré	6	9.700	9,7 (31,2 - 0,2)	0,07 (0,2 - < 0,1)
	Rio Corumbataí	CRUM02080	Captação de Rio Claro	6	3.600	1,9 (3,8 - < 0,1)	ND ^c (< 0,1)
	Ribeirão de Caxambu	CXBU02900	Captação de Itupeva	6	1.100	2,0 (11,6 - < 0,1)	ND ^c (< 0,1)
	Rio Jaguari	JAGR02200	Captação de Pedreira	6	8.500	7,1 (17,6 - < 0,1)	ND ^c (< 0,1)
		JAGR02300	Captação de Jaguariúna	6	2.600	4,8 (12,0 - < 0,1)	0,07 (0,1 - < 0,1)
	Rio Jundiá	JUNA02010	Captação de Campo Limpo Paulista	6	16.000	27,2 (132,6 - 0,8)	0,3 (1,2 - < 0,1)
	Rio Piracicaba	PCAB02200	Captação de Piracicaba	6	7.500	7,1 (13,1 - 1,6)	0,07 (0,3 - < 0,1)
6	Rio Cotia	COTI03900	Captação do Baixo Cotia	6	200.000	139,7 (175,0 - 105,6)	1,2 (4,0 - < 0,1)
	Ribeirão dos Cristais	CRIS03400	Captação de Cajamar	6	1.600	25,8 (90,3 - 7,2)	0,6 (1,2 - < 0,1)
10	Rio Pirapora	PORA02700	Captação de Salto de Pirapora	6	13.000	8,7 (27,5 - 1,0)	0,07 (0,3 - < 0,1)
19	Ribeirão Bagaçu	BAGU02700	Captação de Araçatuba	6	5.900	5,5 (11,2 - 0,2)	0,07 (0,4 - < 0,1)

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

Limites estabelecidos pelo anexo XX da Portaria de Consolidação nº 5/2017:

- *E. coli*: média geométrica anual maior ou igual a 1.000 UFC/100 mL,

- Oocistos de *Cryptosporidium* spp.: média aritmética maior ou igual a 3,0 oocistos/L,

- *Giardia* spp.: nenhum limite fixado.

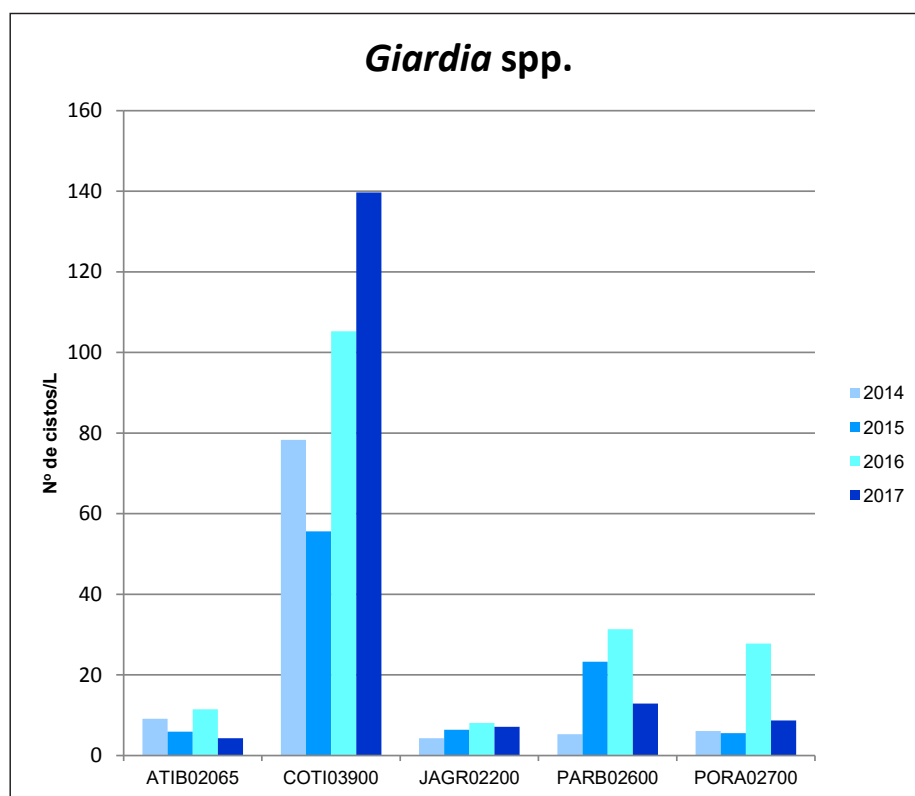
Na avaliação do histórico dos pontos de captação de Campinas, Baixo Cotia, Pedreira, Aparecida e Salto de Pirapora, amostrados nos últimos quatro anos, constatou-se em 2017 um aumento na concentração média anual de *Giardia* spp. apenas no ponto de captação do Baixo Cotia (Gráfico 6.3), evidenciando a deterioração na qualidade da água nesse ponto de captação.

É importante mencionar ainda que apesar do anexo XX da Portaria de Consolidação nº 5/2017 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, 2006, 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 mínima de 3 logs e/ou inativação dos cistos de *Giardia* spp., sendo que a meta é a ausência desse protozoário na água tratada.

Muitos mananciais, dependendo do seu nível de contaminação irão requerer uma redução maior do que 3 logs para manter um nível de risco ou carga de doenças tolerável para a população que consome a água procedente desses mananciais. O risco tolerável de infecção anual estabelecido pela USEPA para água de consumo humano, 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 (*Disability Adjusted Life Years* - 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^{-1} de *Giardia* spp. na água bruta captada e tratada em sistemas que garantam apenas 3 logs de redução representariam riscos maiores que 10^{-6} DALY/pessoa/ano (Health Canada, 2012). Com exceção dos pontos de captação de Guaratinguetá e Taubaté, os demais pontos analisados superaram esse valor, apresentando concentrações médias de *Giardia* spp. entre 1,9 e 139,7 cistos L^{-1} , 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.

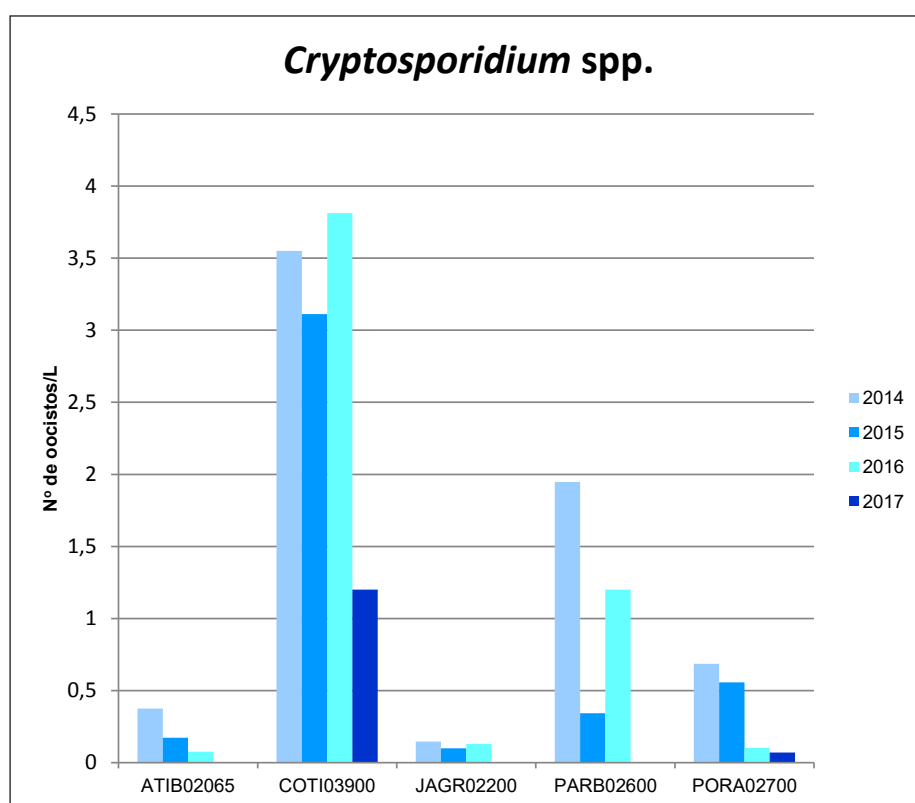
Ressalta-se ainda que, de acordo com o anexo XX da Portaria de Consolidação nº 5/2017, compete ao responsável pelo sistema de abastecimento de água para consumo humano manter avaliação sistemática do sistema sob a perspectiva dos riscos à saúde, com base não somente na ocupação da bacia contribuinte e no controle laboratorial, mas, também, nos elementos de boas práticas em abastecimento de água e princípios dos Planos de Segurança da água, para o qual a análise de risco constitui uma ferramenta fundamental.

Gráfico 6.3 – Concentrações médias de cistos de *Giardia* spp. em pontos de captação em amostragens realizadas nos anos de 2014 a 2017



Com relação à contaminação por *Cryptosporidium* spp., não houve aumento nas concentrações médias do protozoário nos pontos de mananciais avaliados em 2017, quando comparadas ao ano de 2016 (Gráfico 6.4), sendo que nenhuma das captações analisadas em 2017 apresentou média anual de *Cryptosporidium* spp. superior a 3,0 oocistos L⁻¹. Conforme recomendação do anexo XX da Portaria de Consolidação nº 5/2017, quando a média aritmética da concentração de oocistos de *Cryptosporidium* spp. for maior ou igual a 3,0 oocistos L⁻¹ no(s) ponto(s) de captação, 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 pelo anexo XX da Portaria de Consolidação nº 5/2017 (24 amostras no período mínimo de 12 meses e máximo de 24 meses), a média aritmética de oocistos de *Cryptosporidium* spp. na captação do Baixo Cotia, considerando as avaliações realizadas em 2014, 2015, 2016 e 2017, se manteve inferior a 3,0 oocistos L⁻¹ apenas em 2017.

Gráfico 6.4 – Concentrações médias de oocistos de *Cryptosporidium* spp. em pontos de captação em amostragens realizadas nos anos de 2014 a 2017



Não foram detectados oocistos de *Cryptosporidium* spp. nas captações de Campinas (ATIB 02065), Pedreira (JAGR 02200) e Aparecida (PARB 02600) em 2017.

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. (Classificação 1: $<0,075$; Classificação 2: $0,075 - <1,0$; Classificação 3: $1,0 - <3,0$; Classificação 4: $>3,0$ oocisto L^{-1}) 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, o manancial do Baixo Cotia apresentou concentração média de *Cryptosporidium* spp. de 1,2 oocistos L^{-1} (classificação 3), e os demais mananciais onde o protozoário foi detectado estiveram na faixa de 0,075 a $<1,0$ oocisto L^{-1} (classificação 2). Portanto, de acordo com a Legislação Americana, os processos de tratamento aplicados nessas captações devem garantir remoção superior a 4 logs de oocistos (USEPA, 2006).

A maioria dos mananciais avaliados em 2017 demonstra contaminação por efluente doméstico, evidenciada pelas elevadas concentrações médias de *E. coli*, constantemente superiores a 1000 UFC 100 mL^{-1} , 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. Ainda, esses resultados demonstram que se faz necessária a implementação de políticas e ações que disciplinem e organizem questões relativas ao uso e ocupação do solo, associada à continuidade dos investimentos para a universalização do tratamento de esgoto de forma a minimizar os impactos nos mananciais, bem como garantir a eficiência dos sistemas de tratamento de água para abastecimento humano.

6.2 Toxicologia

Os ensaios toxicológicos permitem avaliar os efeitos adversos causados por contaminantes químicos aos organismos. Os efeitos avaliados dependem de cada teste, podem ser alterações em processos bioquímicos celulares, alterações no material genético, mudanças de comportamento, ou até mesmo a morte dos organismos. Os efeitos, por sua vez, podem ser verificados em diferentes organismos, sejam eles habitantes naturais do local estudado ou organismos-padrão, representantes de diferentes níveis tróficos do ambiente.

Os resultados dos ensaios ecotoxicológicos realizados com o microcrustáceo *Ceriodaphnia dubia* em 364 pontos de monitoramento, estão apresentados no Capítulo 5 deste Relatório, uma vez que integram o IVA, referente à proteção das comunidades aquáticas.

6.2.1 Testes de Mutagenicidade

Os ensaios de mutagenicidade avaliam a presença de compostos genotóxicos capazes de interagir com o material genético dos organismos e causar mutações. São utilizados como ferramenta auxiliar no diagnóstico ambiental e complementam as análises químicas e toxicológicas, sendo indicadores da presença de grupos químicos específicos potencialmente cancerígenos nas amostras analisadas. O dano produzido ao material genético depende da natureza e do modo de ação dos compostos químicos, que podem provocar pequenas alterações na molécula de DNA, denominadas mutações gênicas ou pontuais, ou modificações envolvendo cromossomos inteiros, as 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 dos organismos, da susceptibilidade individual e outros fatores. A inclusão destes testes no monitoramento da qualidade das águas em pontos de captação é uma ação de precaução, na medida em que sinalizam um alerta da existência de possíveis fontes de contaminação.

6.2.1.1 Teste de *Salmonella*/microsoma – teste de Ames

O teste de mutagenicidade conhecido como *Salmonella*/microsoma, ou Teste de Ames, é usado na avaliação de amostras ambientais com o objetivo de detectar a presença de compostos genotóxicos nestas matrizes, capazes de induzir mutações de ponto no DNA dos organismos expostos. O teste é realizado com diferentes linhagens da bactéria *Salmonella* Typhimurium.

Os testes de *Salmonella*/microsoma foram realizados em águas brutas de captação de 14 locais do Estado de São Paulo e em 6 outros sítios de interesse, totalizando 20 durante o ano de 2017 (Tabela 6.2). Das 80 amostras analisadas, 40 apresentaram mutagenicidade, conforme Figura 6.1, que apresenta esquematicamente os resultados encontrados. Importante ressaltar que, a detecção sistemática de atividade mutagênica em determinado local, isto é, em várias campanhas de coleta, significa a presença de alguma fonte poluidora na região, que deve ser investigada.

Tabela 6.2 – Descrição dos pontos com resultados de mutagenicidade dos ensaios de *Salmonella*/microsoma e Micronúcleo de amostras de água avaliadas em 2017

UGRHI	Código	Local
5	ATIB002300	Rio Atibaia
	ATIB002605	Rio Atibaia
	ATIB002800	Rio Atibaia
	ATSG02800	Reservatório de Salto Grande
	CACH02800	Reservatório Cachoeira
	CAXO02800	Rio Cachoeira
	PCAB02100	Rio Piracicaba
6	ACLA00500	Reservatório Águas Claras
	BILL02030	Reservatório Billings
	BILL02100	Reservatório Billings
	BIRP00500	Reservatório Billings-braço do rio Pequeno
	BITQ00100	Reservatório Billings-braço do Taquacetuba
	CRIS03400	Ribeirão dos Cristais
	GUAR00900	Reservatório Guarapiranga
7	IPAU02600	Rio Itapanhaú
10	AVEC02800	Ribeirão Avecuia
	SORO02500	Rio Sorocaba
	SORO02700	Rio Sorocaba
	TAUI02500	Rio Tatuí
13	BROA02800	Represa do Broa

Destacaram-se em anos anteriores, os pontos ATIB 02800, no rio Atibaia, captação de Sumaré, e SORO 02700, rio Sorocaba, na captação de Cerquilha, que vêm apresentando mutagenicidade sistematicamente. Uma investigação está em curso, com o objetivo de localizar fontes de contaminação nestas áreas e buscar possíveis ações para mitigação ou eliminação dos riscos potenciais, tendo sido incluída, para tanto, a avaliação de mutagenicidade em pontos de montante dessas captações.

Figura 6.1 – Resultados de mutagenicidade dos ensaios de *Salmonella*/microsoma e Micronúcleo nas amostras de água avaliadas em 2017

UGRHI	Ponto de Coleta	Mês							
		jan / fev		mai / jun		jul / ago		nov / dez	
		TA	MN	TA	MN	TA	MN	TA	MN
5	ATIB02300	■	●	■	●	■	●	■	●
	ATIB02605	■	●	■	●	■	●	■	●
	ATIB02800	■	●	■	●	■	●	■	●
	ATSG02800	■	●	■	●	■	●	■	●
	CACH00500	■	●	■	●	■	●	■	●
	CAXO02800	■	●	■	●	■	●	■	●
	PCAB02100	■	●	■	●	■	●	■	●
6	ACLA00500	■	●	■	●	■	●	■	●
	BILL02030	■	●	■	●	■	●	■	●
	BILL02100	■	●	■	●	■	●	■	●
	BIRP00500	■	●	■	●	■	●	■	●
	BITQ00100	■	●	■	●	■	●	■	●
	CRIS03400	■	●	■	●	■	●	■	●
	GUAR00900	■	●	■	●	■	●	■	●
7	IPAU02600	■	●	■	●	■	●	■	●
10	AVEC02800	■	●	■	●	■	●	■	●
	SORO02500	■	●	■	●	■	●	■	●
	SORO02700	■	●	■	●	■	●	■	●
	TAUI04900	■	●	■	●	■	●	■	●
13	BROA02800	■	●	■	●	■	●	■	●

■ ■ TA - Teste de Ames – positivos em vermelho, mutagenicidade não detectada nas condições dos ensaios em azul
 ● ● MN - Micronúcleos – positivos em vermelho, mutagenicidade não detectada nas condições dos ensaios em azul

6.2.1.2 Ensaio de Micronúcleo *in vitro*

Assim como o teste de Ames, o ensaio de Micronúcleos *in vitro* é uma ferramenta bioanalítica para a detecção da presença de compostos genotóxicos na amostra ambiental. Em complementação ao primeiro, onde são detectadas apenas mutações de ponto na molécula de DNA dos organismos expostos, este ensaio revela a presença de mutágenos capazes de induzir alterações cromossômicas. Este teste é realizado em células de mamífero em cultura (células V79).

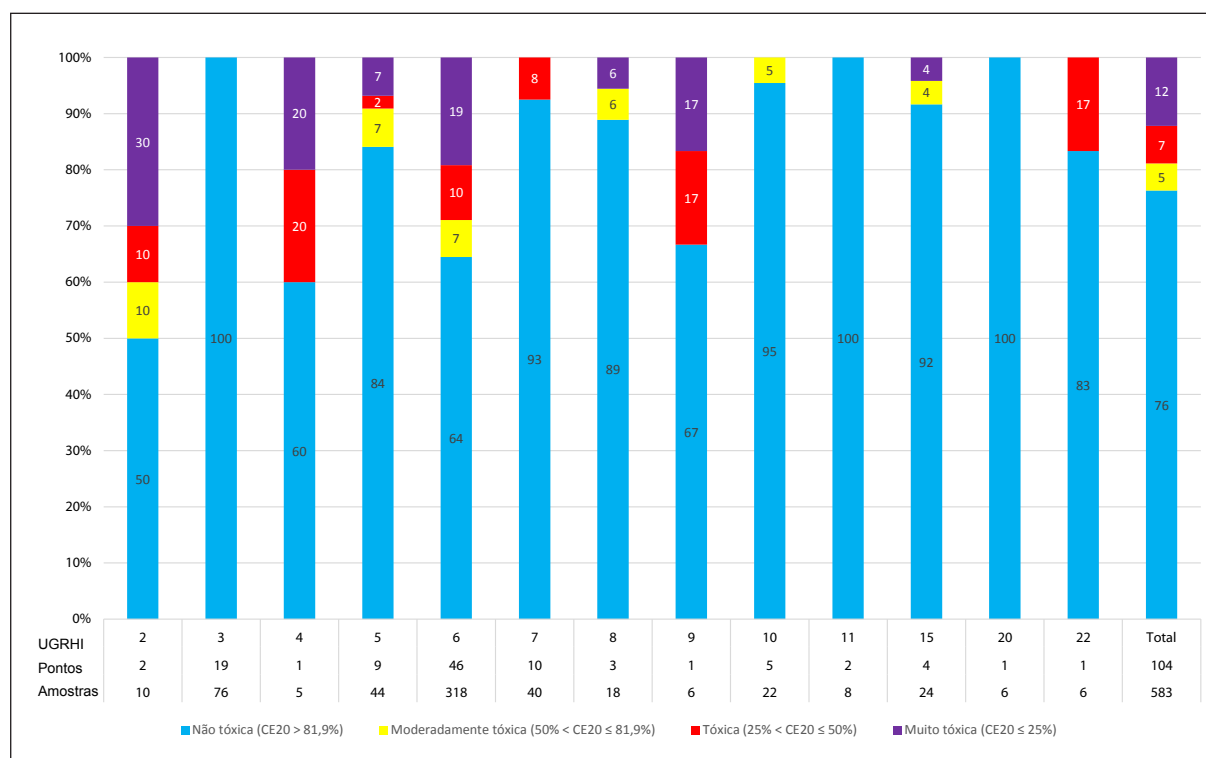
O ensaio de micronúcleo foi incluído na Rede de Monitoramento da Qualidade das Águas em 2016. Em 2017, os testes foram realizados em paralelo aos testes de Ames, nas mesmas amostras, utilizando-se os mesmos extratos orgânicos. Das 79 amostras analisadas, 11 apresentaram mutagenicidade, conforme Figura 6.1, e duas apresentaram toxicidade para as células e não puderam ser analisadas (IPAU 02600 e TAUI 04900, coletas de maio). Não é possível, no momento, fazer nenhuma inferência sobre os possíveis compostos mutagênicos presentes nestes locais; a continuação do uso desta variável para a construção de uma série histórica é necessária para esta compreensão.

6.2.2 Toxicidade aguda com *Vibrio fischeri*

A bactéria marinha luminescente *Vibrio fischeri* emite luz naturalmente em ambientes aquáticos com condições favoráveis. O ensaio de toxicidade aguda com *Vibrio fischeri* (Sistema Microtox®) baseia-se em expor a bactéria a uma amostra, durante 15 minutos. Na presença de substâncias tóxicas a luminescência diminui, sendo esta diminuição de intensidade de luz proporcional à toxicidade da amostra. A bactéria apresenta alta tolerância a baixas concentrações de oxigênio dissolvido, sendo este ensaio empregado, principalmente, na avaliação de corpos hídricos Classe 4, altamente impactados, e naqueles casos onde há suspeita da presença de compostos xenobióticos. Em corpos hídricos Classes Especial (0), 2 e 3, o ensaio é empregado com o objetivo de complementar o monitoramento ecotoxicológico em locais que não são monitorados por meio de outros testes.

Em 2017 foram testadas para o ensaio de toxicidade aguda com *Vibrio fischeri* 583 amostras de água coletadas de 104 pontos, distribuídos em 13 UGRHs. Os resultados foram classificados em quatro categorias, adotadas para esta avaliação, adaptadas de Coleman & Qureshi (1985). O Gráfico 6.5 exibe a porcentagem de resultados de Toxicidade Aguda, por UGRHI, distribuídos em cada categoria.

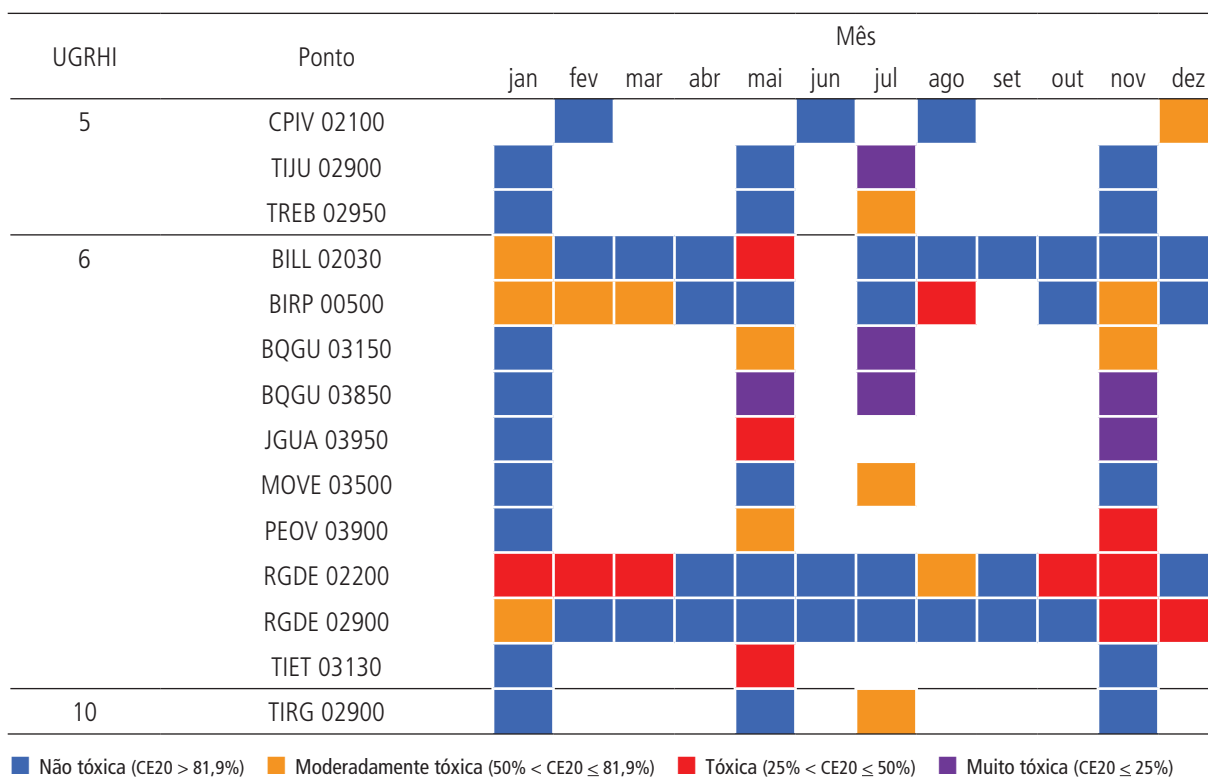
Gráfico 6.5 – Porcentagem dos resultados de Toxicidade Aguda com *Vibrio fischeri* nas amostras de água, por UGRHI, distribuídos em cada categoria.



Em relação aos 59 pontos localizados em águas doces enquadrados nas Classes Especial, 2 e 3, testaram-se 322 amostras. Nestas Classes não deve ocorrer Toxicidade Aguda a organismos aquáticos, porém, em 2017, 32 amostras de 14 pontos exibiram toxicidade aguda para o *Vibrio fischeri*, sendo que 59% dessas foram coletadas nos meses de maio, julho e novembro (Tabela 6.3). A Figura 6.2 apresenta para esses 14 pontos a classificação das amostras que apresentaram toxicidade aguda para o organismo, nos respectivos meses.

Tabela 6.3 – Descrição dos pontos de Classes Especial, 2 e 3 que apresentaram Toxicidade Aguda para o *Vibrio fischeri*

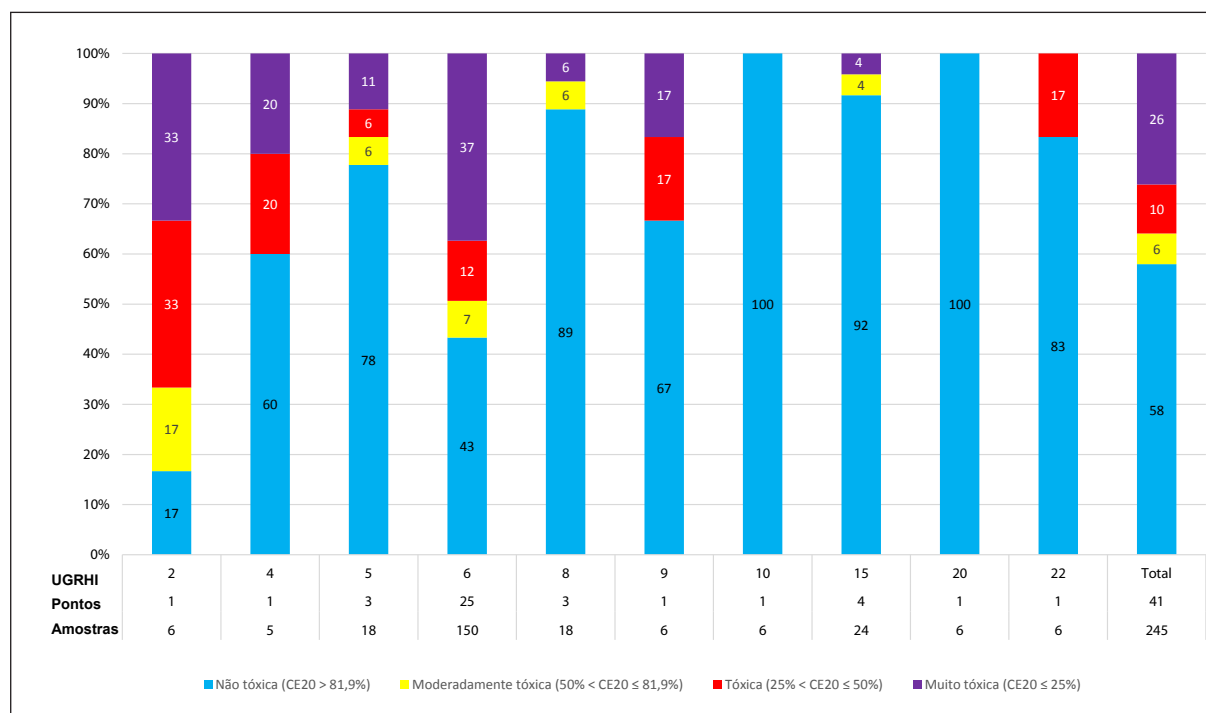
UGRHI	Código	Local
5	CPIV02100	Rio Capivari
	TIJU02900	Ribeirão Tijuco Preto
	TREB02950	Ribeirão Três Barras
6	BILL02030	Reservatório Billings
	BIRP00500	Reservatório do rio Pequeno
	BQGU03150	Rio Baquirivu-Guaçu
	BQGU03850	Rio Baquirivu-Guaçu
	JGUA03950	Ribeirão Jaguari
	MOVE03500	Ribeirão Moinho Velho
	PEOV03900	Ribeirão Perová
	RGDE02200	Reservatório Rio Grande
	RGDE02900	Reservatório Rio Grande
10	TIET03130	Rio Tietê
	TIRG02900	Reservatório de Rasgão

Figura 6.2 – Classificação das amostras dos corpos hídricos Classes Especial, 2 e 3 que apresentaram toxicidade aguda para o *Vibrio fischeri* em 2017.

Dos quatro ambientes amostrados em águas salobras, apenas o ponto CATA 23850 apresentou toxicidade em 1 amostra, em julho (Tóxica) e o SABO 22500 em 2 amostras, nos meses de janeiro e maio (Tóxica).

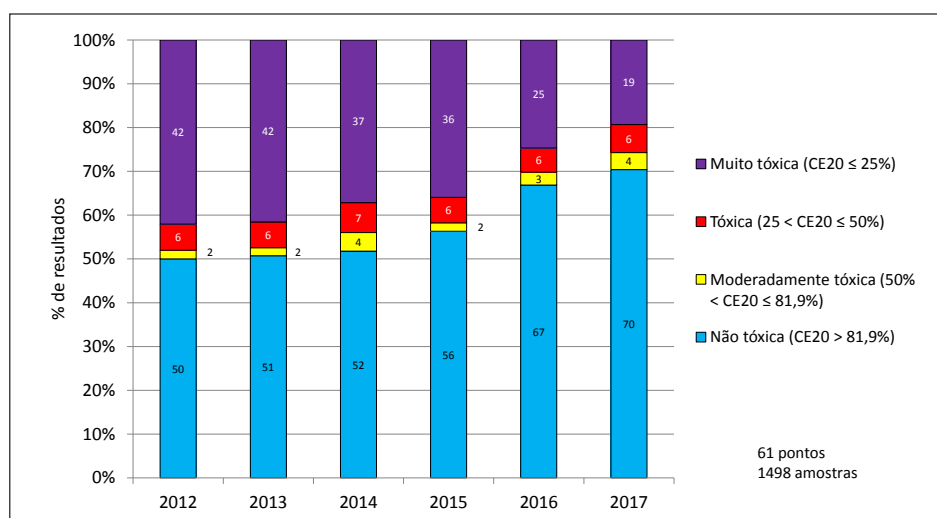
Nos corpos hídricos de Classe 4, representados por 41 pontos, foram testadas 245 amostras. O Gráfico 6.6 exibe a porcentagem de resultados, distribuídos em cada categoria, por UGRHI, para esses pontos.

Gráfico 6.6 – Porcentagem dos resultados de Toxicidade Aguda com *Vibrio fischeri* nas amostras de água Classe 4, distribuídos em cada categoria, por UGRHI.



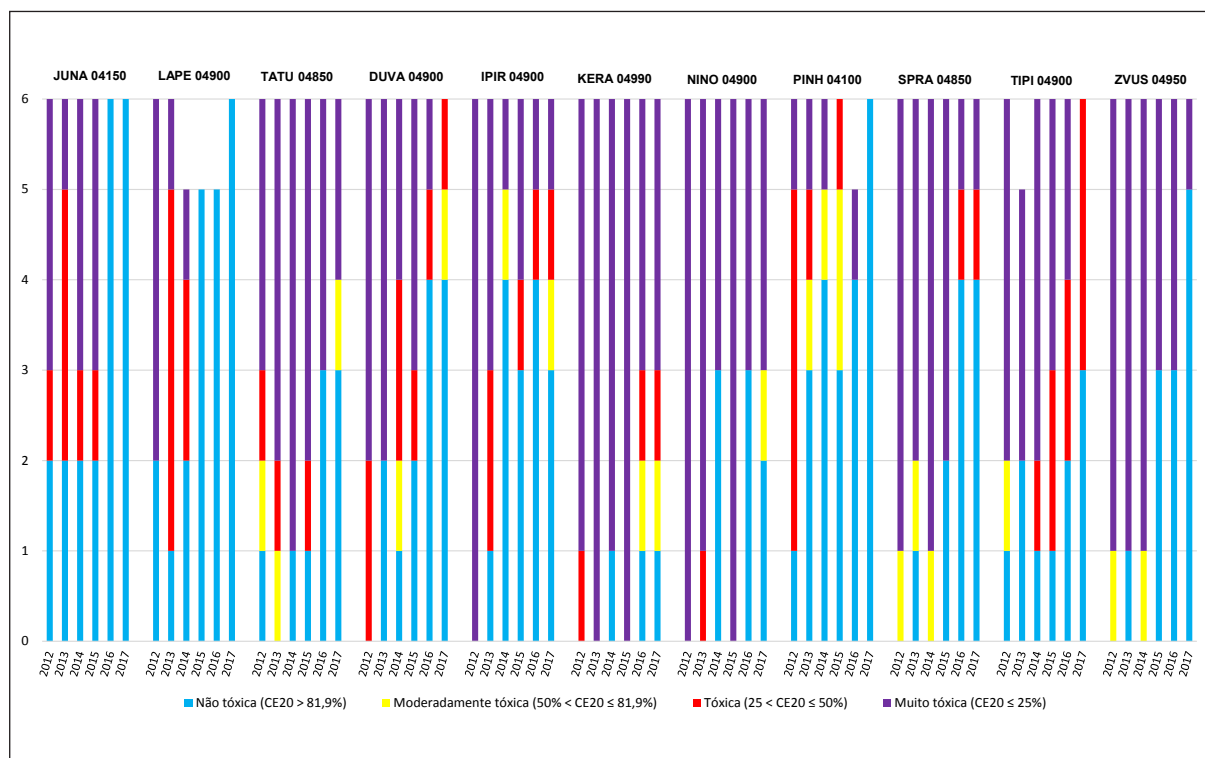
Para acompanhar a evolução temporal da Toxicidade Aguda para a bactéria *Vibrio fischeri* nos corpos hídricos do Estado, compararam-se os resultados de 61 pontos avaliados sistematicamente, entre os anos de 2012 e 2017, localizados nas UGRHIs 3, 4, 5, 6, 7, 9, 10, 11 e 15 (Gráfico 6.7).

Gráfico 6.7 – Porcentagem dos resultados de Toxicidade aguda com *Vibrio fischeri* nos pontos coincidentes nos anos de 2012 a 2017.



Observa-se uma melhora na qualidade da água dos pontos avaliados para o período compreendido entre 2012 e 2017. Esta melhora pode ser explicada, em parte, pelo aumento do volume de chuvas observado em 2017, principalmente no mês de janeiro quando dos 58 pontos testados, utilizados nesta avaliação temporal, apenas 2 apresentaram toxicidade. Destacam-se alguns pontos que apresentaram uma tendência de melhora nestes anos (Gráfico 6.8).

Gráfico 6.8 – Pontos que apresentam tendência de melhora para Toxicidade aguda com *Vibrio fischeri* nos anos de 2012 a 2017.



6.3 Comunidades Aquáticas

Alterações estruturais ou funcionais das comunidades aquáticas são utilizadas na avaliação de impactos ambientais. Indicadores como o número total de organismos, presença ou ausência de espécies sensíveis ou tolerantes, grau de dominância de grupos ou espécies, presença de espécies introduzidas, entre outros, podem ser traduzidos em índices numéricos, ou em avaliações qualitativas. Cada um dos indicadores definidos pode ser avaliado individualmente ou de modo integrado em índices multimétricos. Com base nesses preceitos a CETESB adota diversos índices para as comunidades aquáticas no seu monitoramento.

6.3.1 Comunidade Fitoplanctônica

Em 2017, o Índice de Comunidade Fitoplanctônica (ICF) foi calculado para 64 pontos. Esses pontos estão distribuídos em catorze UGRHs (2, 5, 6, 7, 9, 10, 11, 13, 14, 15, 16, 18, 20 e 21), sendo 24 situados em rios e 40 em reservatórios. Os resultados mensais e as médias anuais do ICF constam da Tabela 7 do Apêndice J. Nesse ano foram incluídos pontos nos reservatórios Salto Grande (Americana) e Broa (São Carlos), no braço do rio São José dos Dourados (reservatório de Ilha Solteira) e córrego Água Branca (Itirapina). Devido à dificuldade de acesso, o ponto localizado no córrego Água do Norte (Marília) deixou de ser monitorado. Em 2017 o ICF apresentou médias anuais distribuídas em ponderações Ruins (5%), Regulares (33%), Boas (61%) e Ótimas (2%). Houve pouca alteração em relação a 2016, com aumento da ponderação regular e uma ligeira diminuição nas outras ponderações.

As ponderações anuais RUINS foram obtidas em dois pontos do reservatório Billings - próximos à barragem de Pedreira (BILL 02030) e ao braço do Bororé (BILL 02100), e no ponto situado no Canal de Fuga II (CFUG 02900), que reflete a saída do complexo Billings para o rio Cubatão.

Desde 2012, as classificações para os pontos do reservatório Billings oscilaram entre Regular e Ruim, principalmente devido aos altos valores de IET e dominância de cianobactérias (Figura 6.3). Esse reservatório será discutido mais detalhadamente no capítulo 7. O Canal de Fuga apresentou ICF Ruim desde 2009. O número de células de cianobactérias ultrapassou o limite da Resolução CONAMA 357/05 para Classe 2 em todos os períodos amostrados, com o maior valor em janeiro, $120.530 \text{ cels.mL}^{-1}$. Os gêneros de cianobactérias mais importantes ao longo do ano foram *Woronichinia*, *Microcystis* e *Cylindrospermopsis*, gêneros potencialmente produtores de cianotoxinas. Apesar de ter apresentado concentrações abaixo dos valores estabelecidos pelo anexo XX da Portaria de Consolidação nº 5/2017, para água potável, a microcistina foi quantificada em janeiro, julho e novembro (maior concentração em janeiro: $0,45 \mu\text{g.L}^{-1}$), e a saxitoxina foi quantificada em maio e novembro (mesmo valor nos dois meses: $0,04 \mu\text{g.L}^{-1}$).

As ponderações anuais Regular concentraram-se nas UGRHs 5, 6, 10, 13, 14, 16 e 20.

Na UGRHI 5, o ponto do rio Piracicaba - captação de Piracicaba (PCAB 02220), apesar de ter mantido sua ponderação Regular, apresentou uma leve melhora em relação aos anos anteriores, com queda nas densidades de cianobactérias e melhora no IET, provavelmente devido a maior vazão registrada. Ainda assim, em 2017 foi registrada dominância de fitoflagelados em dois períodos do ano, janeiro e julho, o que contribuiu para a classificação Regular.

Esse foi o primeiro ano de monitoramento da comunidade fitoplanctônica do reservatório de Salto Grande. Ao longo do ano foram observadas elevadas densidades da comunidade fitoplanctônica (em média $7.600 \text{ org.mL}^{-1}$) e altos valores de IET, contribuindo para a classificação Regular. Também foi registrada a dominância de diatomáceas do gênero *Aulacoseira* nas três primeiras amostragens e de cianobactérias, principalmente *Microcystis*, na última (novembro). A concentração de células de cianobactérias esteve acima do estipulado pela Resolução CONAMA 357/05 para Classe 2 ($50.000 \text{ céls.mL}^{-1}$) em novembro ($351.290 \text{ céls.mL}^{-1}$).

Os reservatórios do sistema Cantareira que tiveram ICF regular, a saber: Jaguari, Jacareí e Cachoeira, serão detalhados em item específico do Capítulo 7.

Na UGRHI 6 os pontos regulares se concentraram nos reservatórios Billings, Guarapiranga, Rio Grande e Graças. Os três primeiros são discutidos em item específico do capítulo 7.

O reservatório das Graças manteve a ponderação de 2016, com altas densidades da comunidade fitoplanctônica em 75% das amostragens. Além disso, foi registrada dominância de cianobactérias picoplanctônicas e de clorofíceas em julho e novembro, respectivamente, o que também contribuiu para a classificação Regular. A concentração de células de cianobactérias esteve acima do estipulado pela Resolução CONAMA 357/05 para Classe Especial em julho ($37.000 \text{ céls.mL}^{-1}$), com dominância do gênero *Synechococcus*.

Na UGRHI 10, os pontos classificados como regulares estão localizados no reservatório Itupararanga (SOIT 02100 e SOIT 02900), que serão discutidos no capítulo 7, e no reservatório Barra Bonita, que passou de diagnóstico Bom em 2016 para Regular em 2017. Os principais fatores que contribuíram para essa piora na classificação foram a dominância de clorofíceas em janeiro e de fitoflagelados (principalmente *Rhodomonas lacustris*) em maio e julho. Os valores de IET também variaram ao longo do ano. Em novembro, foi registrada uma concentração elevada de cianobactérias do gênero *Planktothrix* e o maior valor de células de cianobactérias do ano ($106.675 \text{ céls.mL}^{-1}$), ultrapassando o limite da Resolução CONAMA 357/05 para Classe 2. Nesse mês também foi registrada a presença de microcistina na água porém, em baixa concentração ($0,22 \mu\text{g.L}^{-1}$). Nos outros meses a concentração dessa cianotoxina ficou abaixo do limite de quantificação do ensaio ($0,2 \mu\text{g.L}^{-1}$).

Em 2017, iniciou-se a avaliação da comunidade fitoplanctônica no reservatório do Broa (BROA 02800), localizado na UGRHI 13. O ICF foi considerado Regular principalmente em função da dominância de cianobactérias em 67% das amostragens. Os gêneros mais importantes ao longo do ano foram das cianobactérias *Cylindrospermopsis*, *Aphanizomenon*, *Microcystis* e algumas cianobactérias picoplanctônicas como *Aphanocapsa*, e um organismo não identificado, mas que provavelmente pertence a um dos gêneros *Epigloesphaera* ou *Lemmermaniella*. O número de células de cianobactérias superou o valor preconizado pela Resolução CONAMA 357/05 para Classe 2 em janeiro e maio ($111.490 \text{ céls.mL}^{-1}$ e $95.970 \text{ céls.mL}^{-1}$, respectivamente).

O ponto localizado no rio São Miguel Arcanjo (SMIG 02800), único ponto avaliado para comunidade fitoplanctônica na UGRHI 14, manteve a classificação Regular desde 2007, principalmente devido à dominância de fitoflagelados e elevados valores do IET. O número de células de cianobactérias manteve-se baixo, variando entre 201 a $4.329 \text{ céls.mL}^{-1}$ ao longo do ano.

Na UGRHI 16, o ponto localizado próximo ao vertedouro do reservatório Promissão (TIPR 02990) apresentou elevadas densidades fitoplanctônicas ao longo do ano, com dominância de cianobactérias em 50% das amostragens, resultando na classificação regular para o ICF. As concentrações de células de cianobactérias variaram entre $2.025 \text{ céls.mL}^{-1}$ (julho/2017) a $56.000 \text{ céls.mL}^{-1}$ (janeiro/2017), e as contagens ultrapassaram os limites da legislação para Classe 2 em janeiro ($56.000 \text{ céls.mL}^{-1}$) e novembro ($51.175 \text{ céls.mL}^{-1}$). De modo geral, os gêneros que mais contribuíram para essas contagens foram: *Cylindrospermopsis*, *Microcystis* e *Pseudanabaena*, potencialmente produtores de cianotoxinas. As cianotoxinas microcistinas e saxitoxinas foram monitoradas neste ponto e, apesar de ter apresentado concentrações abaixo dos valores estabelecidos pelo anexo XX da Portaria de Consolidação nº 5/2017 para água potável, a microcistina foi quantificada em maio, julho e novembro (maior concentração em maio: $0,28 \mu\text{g.L}^{-1}$), e a saxitoxina foi quantificada em novembro ($0,04 \mu\text{g.L}^{-1}$). Já no ponto do Córrego Esgotão, apesar de ter mantido a mesma classificação de 2016, nota-se uma discreta melhora, principalmente devido à queda na densidade da comunidade fitoplanctônica, diminuição dos períodos com dominância de cianobactérias e melhora do IET. A média anual da contagem de células de cianobactérias vem apresentando decréscimo desde 2015. Em 2017, as concentrações ultrapassaram o valor legislado apenas em janeiro ($124.150 \text{ céls.mL}^{-1}$) com elevadas densidades de *Microcystis*, gênero potencialmente produtor de cianotoxinas.

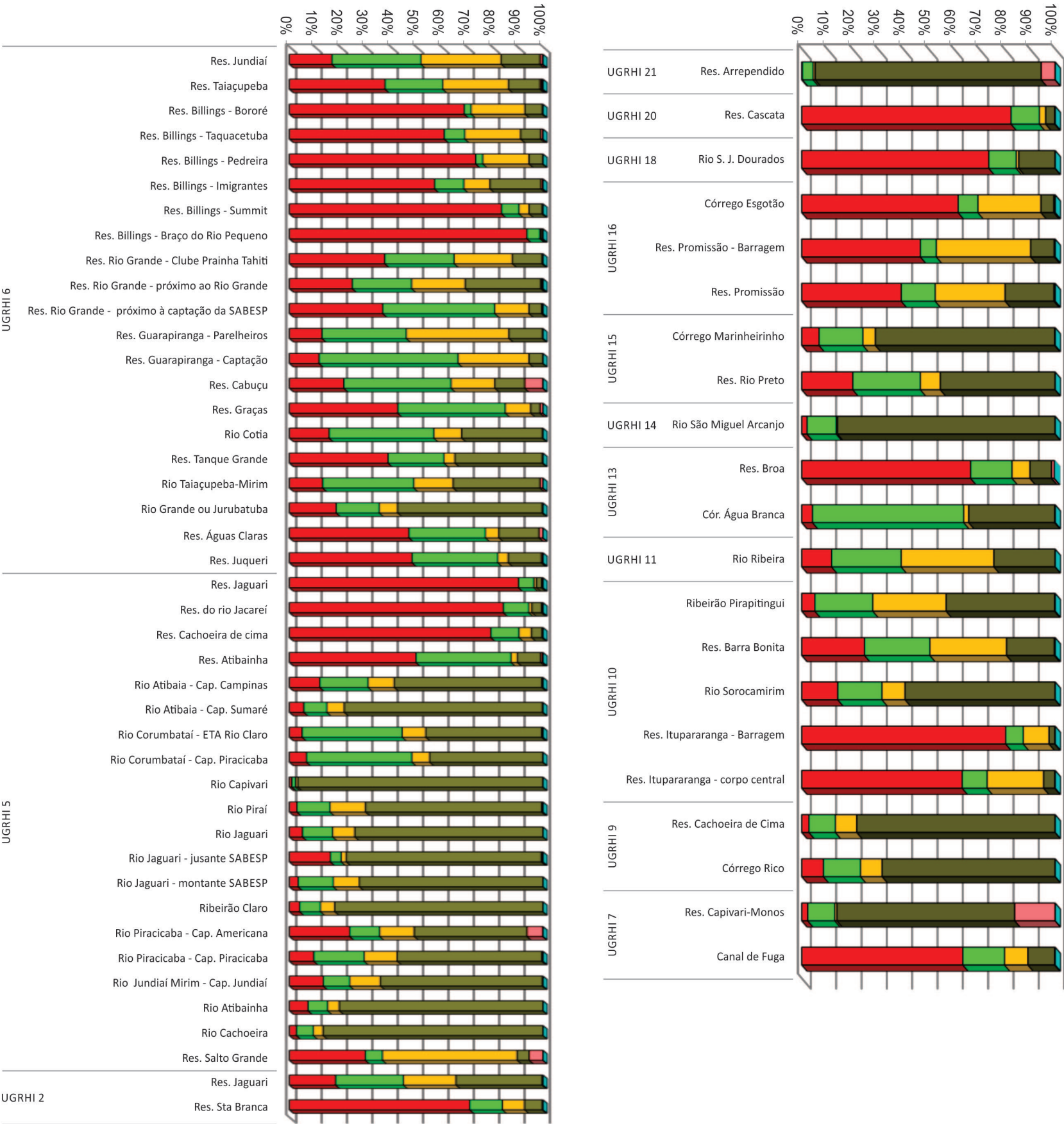
O reservatório Cascata, na UGRHI 20, tinha apresentado melhora da classificação no ano anterior, mas voltou para a classificação Regular em 2017, principalmente devido aos valores altos da densidade da comunidade fitoplanctônica e pela dominância de clorofíceas e cianobactérias observada durante o ano. Em agosto, a contagem de células de cianobactérias ultrapassou o valor legislado ($588.385 \text{ céls.mL}^{-1}$), com elevadas densidades de *Cyanogranis ferruginea*, uma espécie de cianobactéria que ainda não foi descrita como produtora de cianotoxinas. Apesar disso, a concentração de microcistina neste mês ultrapassou o valor preconizado pelo anexo XX da Portaria de Consolidação nº 5/2017, para água potável ($1 \text{ } \mu\text{g.L}^{-1}$): $3,32 \text{ } \mu\text{g.L}^{-1}$. Nos outros meses, microcistinas e saxitoxinas apresentaram concentrações abaixo dos valores legislados: além de agosto, a microcistina foi quantificada em junho e dezembro ($0,22 \text{ } \mu\text{g.L}^{-1}$ e $0,33 \text{ } \mu\text{g.L}^{-1}$, respectivamente) e a saxitoxina foi quantificada em dezembro ($0,09 \text{ } \mu\text{g.L}^{-1}$).

Os pontos com Classificação Boa se distribuíram em todas as UGRHIs nas quais a comunidade fitoplanctônica é monitorada. Dos 39 pontos com esse diagnóstico, destacam-se os reservatórios Cabuçu (RCAB 00900) e Promissão (TIPR 02400), que apresentaram melhora e passaram da classificação Regular para Boa, e os dois pontos novos, córrego Água Branca (ABAN 02800) e rio São José dos Dourados (BSJD 02900). Os outros 35 pontos mantiveram a mesma classificação de 2016.

O reservatório Santa Branca (SANT 00100), na UGRHI 02, apesar de manter a mesma classificação do ano passado, apresentou aumento nas densidades da comunidade fitoplanctônica e dominância de cianobactérias picoplanctônicas, como organismo não identificado, mas que provavelmente pertence a um dos gêneros *Epigloesphaera* ou *Lemmermaniella*. Os valores de células de cianobactérias ultrapassaram o padrão da Resolução CONAMA 357/05 para Classe Especial ($20.000 \text{ céls.mL}^{-1}$) em fevereiro ($78.465 \text{ céls.mL}^{-1}$).

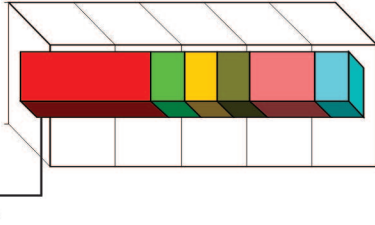
Na UGRHI 6, o reservatório Cabuçu (RCAB 00900) apresentou melhora e seu diagnóstico passou de Regular em 2016 para Bom em 2017, principalmente em função da queda nas densidades da comunidade fitoplanctônica e diminuição dos períodos com dominância de algum grupo fitoplanctônico. O rio Taiaçupeba (TAIM 00800) manteve as características de 2016, sem mudanças significativas, mas em janeiro de 2017 os valores de células de cianobactérias ultrapassaram o padrão da Resolução CONAMA 357/05 para Classe Especial, atingindo $42.390 \text{ céls.mL}^{-1}$. Nessa ocasião, foi detectado um gênero ainda não registrado em nossa rede de monitoramento: *Cyanoaggregatum*, que foi o principal contribuinte para essa densidade de células de cianobactérias.

Figura 6.3 – Estruturas das comunidades fitoplanctônicas - 2017.



ESTRUTURA DA COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA 2017

A comunidade Fitoplanctônica é composta de organismos fotossintetizantes que vivem em suspensão nas diversas camadas dos ambientes aquáticos. Essa comunidade tem sido amplamente utilizada no biomonitoramento, tendo em vista que ela responde rapidamente às alterações ambientais. Aspectos estruturais da comunidade são avaliados e traduzidos em números que formam os índices (ICFRes.) utilizados para o diagnóstico.



As divisões no gráfico representam os grandes grupos que compõem a comunidade fitoplanctônica de um ambiente. A identidade de cada um está definida na legenda. Quanto maior o número de cores e proporções equilibradas, melhor a distribuição de representantes dos grandes grupos, o que significa um ambiente mais equilibrado. A ocorrência de uma cor ocupando mais da metade da área significa dominância do organismo, muitas vezes tolerante às condições ambientais que podem ser desfavoráveis a sobrevivência de outros.

LEGENDA

- Cianobactérias
- Diatomáceas
- Dinoflagelados
- Clorofíceas
- Fitoflagelados
- Xantofíceas

O monitoramento da comunidade fitoplanctônica do córrego Água Branca (ABAN 02800), situado na UGRHI 13, e do braço do Rio São José dos Dourados (BSJD 02900), no reservatório de Ilha Solteira na UGRHI 18, teve início em 2017. O primeiro ponto apresentou ao longo do ano baixas densidades da comunidade fitoplanctônica, com dominância de fitoflagelados ou clorófitas nas amostragens do segundo semestre. Destaque para a abundância de organismos do gênero *Dictyosphaerium* em algumas amostragens, que podem causar gosto e odor na água. Os valores de células de cianobactérias não ultrapassaram o padrão da Resolução CONAMA 357/05 para Classe 2, sendo o maior valor registrado em janeiro ($2.565 \text{ céls.mL}^{-1}$).

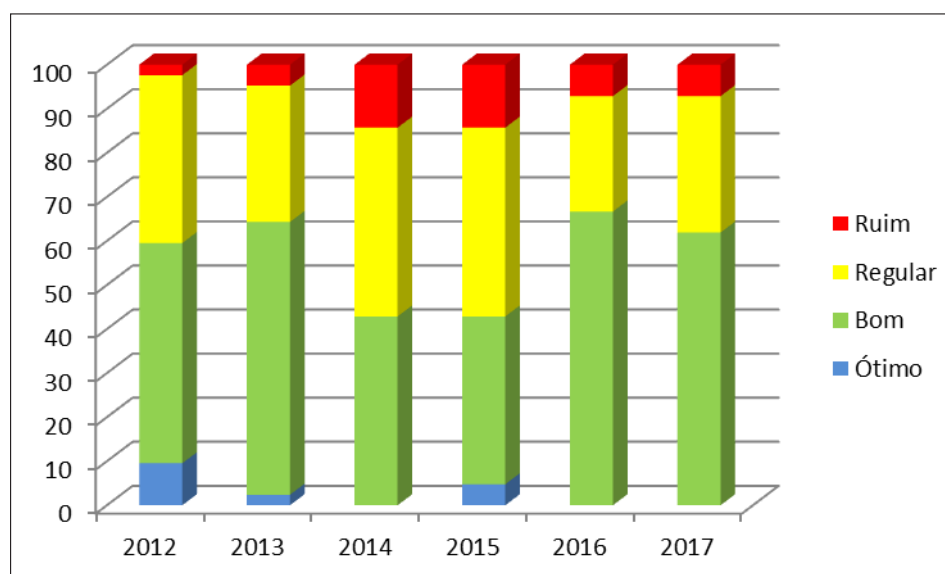
Já o ponto do braço do rio São José dos Dourados, apesar das baixas densidades registradas para a comunidade fitoplanctônica, apresentou dominância de cianobactérias picoplantônicas da família *Synechococcaceae* em fevereiro e novembro. Os valores de células de cianobactérias não ultrapassaram o padrão da Resolução CONAMA 357/05 para Classe 2, sendo o maior valor registrado em novembro ($15.110 \text{ céls.mL}^{-1}$).

O ponto localizado no reservatório Promissão (TIPR 02400), com diagnóstico do ICF Regular em 2015 e 2016, apresentou uma melhora e neste ano sua classificação passou para Boa. Os principais contribuintes foram a queda nas densidades da comunidade fitoplanctônica (a média anual da densidade da comunidade passou de $4.450 \text{ org.mL}^{-1}$ para $2.640 \text{ org.mL}^{-1}$) e a diminuição dos períodos de dominância de cianobactérias (em 2016 foram dominantes em 75% das amostragens, em 2017 apenas 25%). A média anual de densidade de células de cianobactérias também diminuiu, e esse ano nenhum valor ultrapassou o legislado para classe 2, sendo o maior valor registrado em maio ($40.620 \text{ céls.mL}^{-1}$).

A única ponderação Ótima registrada em 2017 foi no rio Ribeira (RIBE 02900), na altura de Registro, mesma classificação dos últimos dois anos.

A porcentagem de pontos amostrados que apresentaram concentração de células de cianobactérias com valores superiores ao estabelecido pela Resolução CONAMA 357/05 para suas respectivas classes de enquadramento em ao menos um período variou pouco, sendo de 48% em 2016 (29 dos 61 pontos amostrados) e de 47% em 2017 (30 de 64 pontos amostrados).

Conforme o Gráfico 6.9, que apresenta a evolução da classificação do ICF no estado de São Paulo, para os 42 pontos analisados entre 2012 e 2017, observa-se que a porcentagem Ótima não foi contabilizada em 2017, assim como em 2016, a Ruim permaneceu igual, a Boa diminuiu e a Regular aumentou. Esses resultados indicam melhora das condições gerais da qualidade da água desde o período crítico da estiagem registrado em 2014, já que houve aumento das ponderações boas e diminuição das ponderações regulares e ruins.

Gráfico 6.9 – Evolução da classificação segundo o ICF médio anual dos 41 pontos analisados entre 2012 e 2017.

6.3.2 Comunidade Zooplancônica

A comunidade zooplancônica foi avaliada por meio do Índice de Comunidade Zooplancônica para Reservatórios (ICZ_{RES}), o qual relaciona a razão Calanoida/Cyclopoida com o Índice de Estado Trófico (clorofila *a* - IET_{Cl_a}), refletindo as respostas do zooplâncton em relação à condição trófica do corpo hídrico. Também foram estimadas as densidades de organismos dos grupos Rotifera, Cladocera e Copepoda, sendo analisados um total de nove pontos em sete reservatórios, localizados em três UGRHs (5, 6 e 10). Os resultados mensais e as médias anuais do ICZ_{RES} constam da Tabela 9 do Apêndice J.

Nos reservatórios Jacaré (ponto JCRE 00500), Juqueri (Paiva Castro) (ponto JQU 00900), do Sistema Cantareira e em Barra Bonita (ponto TIBB 02700) foi observada a condição média anual Regular. A condição Boa foi observada unicamente no mês de maio no reservatório Juqueri. Embora não tenha sido calculada a média anual para o reservatório Atibainha (ponto RAIN 00880) devido a insuficiência de dados, foi observada a condição Regular nos meses analisados (julho e novembro).

A condição média anual Ruim foi observada em dois reservatórios, Jaguari (ponto JARI 00800) e Guarapiranga (ponto GUAR 00900, captação Sabesp). Em ambos reservatórios a condição Ruim foi observada em todos os meses amostrados.

A condição média anual Péssima foi observada nos reservatórios Billings (pontos BILL 02100 e BITQ 00100) e Guarapiranga (ponto GUAR 00100, braço do rio Parelheiros).

Comparando-se as médias anuais do ICZ_{RES} obtidas em 2017 com anos anteriores (Tabela 6.4), observou-se que dentre os reservatórios do Sistema Cantareira analisados (Jaguari, Jacaré, Atibainha, Juqueri), o reservatório Jaguari voltou a apresentar a condição Ruim, como observado em 2013. Essa piora na condição foi devido ao aumento nas concentrações de clorofila *a*, sendo também observada toxicidade crônica em três meses amostrados e quantidades de cianobactérias acima do permitido pela legislação. Os demais reservatórios (Jacaré e Juqueri) mantiveram a condição Regular.

Tabela 6.4 – Evolução da classificação segundo o ICZRES médio anual entre 2012 e 2017

UGRHI	Corpo Hídrico	Ponto	2012	2013	2014	2015	2016	2017
5	Reservatório Jaguari	JARI 00800	Regular	Ruim	Regular	N.R.	Regular	Ruim
	Reservatório do Rio Jacaré	JCRE 00500	N.R.	N.R.	Regular	Regular	Regular	Regular
	Reservatório do Rio Atibainha	RAIN 00880	N.R.	N.R.	Regular	N.R.	N.R.	N.R.
6	Reservatório do Juquerí ou Paiva Castro	JQJU 00900	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular
	Reservatório Billings	BILL 02100	Péssima	Péssima	Péssima	Péssima	Ruim	Péssima
		BITQ 00100	Ruim	Péssima	Péssima	Péssima	Péssima	Péssima
	Reservatório do Guarapiranga	GUAR 00100	Ruim	Ruim	Péssima	Ruim	Ruim	Péssima
		GUAR 00900	Ruim	Ruim	Ruim	Ruim	Ruim	Ruim
10	Reservatório de Barra Bonita	TIBB 02700	Ruim	Ruim	Ruim	Ruim	Regular	Regular

Legenda: ■ Boa ■ Regular ■ Ruim ■ Péssima

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

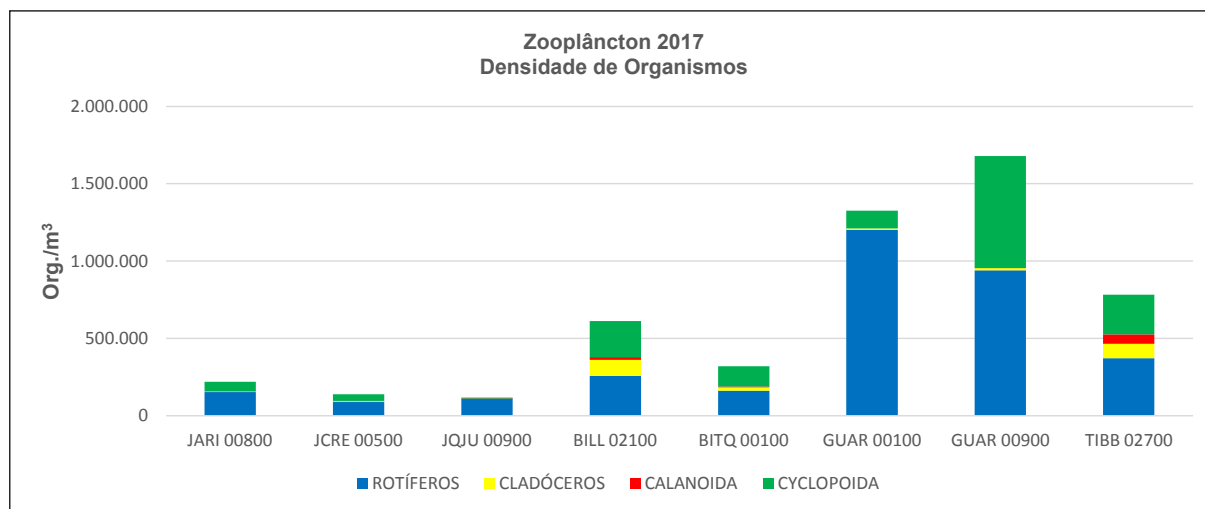
O reservatório Barra Bonita (ponto TIBB 02700) manteve a condição Regular pelo segundo ano consecutivo, após anos seguidos com condição média anual Ruim. Essa melhora foi ocasionada pela diminuição nas concentrações de clorofila *a* aliada à mudança da composição da comunidade fitoplanctônica.

Nos demais reservatórios a condição Regular observada foi devido principalmente aos valores do IET clorofila *a*. É frequente a presença dos microcrustáceos *Bosminopsis deitersi* e *Thermocyclops minutus* nos reservatórios Jacaré, Atibainha e Juqueri (Paiva Castro), geralmente observados em ambientes oligo/meso-tróficos, indicando uma condição melhor do Sistema Cantareira.

O ponto GUAR 00900 (reservatório Guarapiranga) manteve a condição Ruim. Os reservatórios Billings (ponto BILL 02100) e Guarapiranga (GUAR 00100) pioraram em relação à 2016, e assim como o braço do Taquacetuba na Billings apresentaram condição Péssima devido às elevadas concentrações de clorofila *a* e presença de cianobactérias. É observado no ponto BITQ 00100 (Billings) uma redução na quantidade de zooplâncton, mas sem alteração na composição de espécies que possa refletir uma melhoria na qualidade.

Dentre os reservatórios analisados, as maiores densidades de organismos foram observadas no reservatório Guarapiranga (Gráfico 6.10), e as menores densidades foram registradas nos reservatórios que compõem o Sistema Cantareira (JARI 00800, JCRE 00500 e JQJU 00900). Geralmente sistemas com altas densidades de fitoplâncton resultam em altas densidades de zooplâncton, embora mudanças na qualidade do fitoplâncton também possam resultar na diminuição do zooplâncton, sem que esta resposta seja de melhoria na qualidade do ambiente.

Gráfico 6.10 – Densidade média anual e distribuição dos grupos da comunidade zooplancônica dos reservatórios Jaguari (JARI 00800), Jacaré (JCRE 00500), Juqueri (JQU 00900), Billings (BILL 02100 e BITQ 00100), Guarapiranga (GUAR 00100 e GUAR 00900), e Barra Bonita (TIBB 02700) em 2017.



6.3.3 Comunidade de Macroinvertebrados Bentônicos

Em 2017, a avaliação da qualidade ambiental por meio da comunidade bentônica foi efetuada em 14 localidades, sendo sete em ambientes de rio e o restante em reservatórios. A distribuição dos locais avaliados com relação às UGRHs encontra-se no Quadro 6.1, a seguir:

Quadro 6.1 – Relação dos locais de amostragem da comunidade bentônica.

UGRHI	Código	Local
1	SAGU02250	Rio Sapucaí-Guaçu
4	PARD02100	Rio Pardo
5	BAIN02950	Rio Atibainha
	JUNA03900	Rio Jundiaí
	QUIL03990	Ribeirão Quilombo
6	RGDE02030	Reservatório Rio Grande
	BITQ00100	Reservatório Billings – Braço do ribeirão Taquacetuba
	BIRP00500	Reservatório do rio Pequeno
	PEBA00900	Reservatório Taiaçupeba
7	IPAU02600	Rio Itapanhaú
8	SAPU02290	Rio Sapucaí
10	SORO02700	Rio Sorocaba
13	BJAU03500	Reservatório Bariri - Braço do rio Jaú
	BROA02800	Reservatório do Broa

O diagnóstico da qualidade ambiental é feito por meio do Índice da Comunidade Bentônica - ICB, que classifica os ambientes em Ótimo, Bom, Regular, Ruim ou Péssimo, em função da composição das comunidades de organismos bentônicos em cada local. Para os reservatórios, foi considerada a avaliação do Índice para a região profunda, exceto nos reservatórios Taiaçupeba e Rio Grande, nos quais a coleta foi efetuada em profundidade entre três e seis metros, equivalente à região sublitoral.

Dentre os locais analisados, não foi observada a classificação Ótima, correspondente a um ambiente de referência. Também não foram observados ambientes com classificação Péssima, condição esta em que não são observados macroinvertebrados bentônicos (ambiente azóico).

Seis ambientes receberam a classificação Boa (aproximadamente 43% dos locais amostrados): os rios Sapucaí-Guaçu, Pardo, Itapanhaú e Sapucaí; e os reservatórios do Rio Pequeno e Bariri, no braço do rio Jaú. De modo geral, para os ambientes de rio, essa classificação deve-se principalmente à ocorrência de táxons sensíveis e baixa abundância relativa de organismos tolerantes. Nesse último caso, o rio Sapucaí-Guaçu foi exceção, pois apresentou dominância por organismos tolerantes (**Figura 6.4**) a despeito da presença de formas sensíveis que, por sua vez, ocorreram apenas em uma das réplicas, obtida em local de maior correnteza. O ponto de amostragem neste rio localizava-se a jusante da nova Estação de Tratamento de Esgotos (ETE) do município de Campos do Jordão. Em 2011 esse rio foi amostrado em ponto localizado a montante e classificado como Ruim. Também naquela época foi constatada elevada densidade e dominância por organismos tolerantes. A aparente melhoria da qualidade no rio Sapucaí-Guaçu pode estar relacionada com a nova ETE, e a consequente redução da carga orgânica que atinge o corpo d'água, possibilitando, em trechos mais oxigenados, a colonização por formas sensíveis. Com relação aos reservatórios, a qualidade classificada como Boa ocorreu em função das elevadas Riqueza e Diversidade. Apesar do braço do rio Jaú, no reservatório de Bariri apresentar um organismo tolerante como mais abundante, a densidade de organismos encontrada não é indicativa de ambiente rico em matéria orgânica. O reservatório do rio Pequeno confirmou em 2017 a melhoria apresentada em 2016, frente ao diagnóstico Regular de 2015.

Os locais que receberam diagnóstico Regular, foram o reservatório do Rio Grande, o braço do ribeirão Taquacetuba do reservatório Billings e o rio Sorocaba. As alterações nas suas comunidades bentônicas podem estar relacionadas às baixas concentrações de oxigênio na água de fundo, decorrentes, por exemplo, de elevado grau de trofia, como no braço do Taquacetuba e da presença de esgotos no ambiente, como no reservatório do rio Grande, onde foi observada elevada densidade de organismos ($> 20.000 \text{ org/m}^2$) e abundância de *Limnodrillus hoffmeisteri*, anelídeo bastante tolerante à poluição orgânica (Alves *et al.*, 2006).

O efeito de contaminantes presentes, principalmente, em efluentes industriais sobre a biota pode ser verificado por meio da frequência de alterações (denominadas deformidades) na morfologia do mento de *Chironomus*. O mento é uma placa com dentes, integrante das peças bucais da larva. As deformidades podem ser do tipo falta, adição ou bifurcação de dentes ou falha (*gap*). Este tipo de avaliação, que depende de um número mínimo de *Chironomus* na amostra, foi feita para o reservatório do Rio Grande, obtendo-se 0,9% de frequência de deformidades, valor este considerado natural para populações desses organismos. Nos outros locais, braço do ribeirão Taquacetuba e rio Sorocaba, a presença de esgotos não eleva muito a densidade total de organismos, mas é responsável pelo empobrecimento da fauna, pois impõe restrições de qualidade ambiental, notadamente a redução da concentração de oxigênio dissolvido. A comunidade bentônica neste rio apresentou piora em qualidade com relação aos dois anos anteriores, quando organismos mais sensíveis foram observados.

Por fim, receberam classificação Ruim, os rios Atibainha e Jundiá, o ribeirão Quilombo, o reservatório Taiaçupeba e a reservatório do Broa. Para os rios, a principal causa de perda da qualidade ambiental foi a entrada de esgotos, que ocasiona a diminuição da Riqueza, a eliminação dos grupos mais sensíveis e o predomínio de organismos tolerantes. Mas, nos três casos, não se pode descartar a ação negativa de contaminantes sobre a biota, já que foi observada toxicidade em laboratório para organismos bentônicos. O reservatório Taiaçupeba apresentou dominância de um verme tubificídio de cor vermelha (*Limnodrilus hoffmeisteri*), indicativa de enriquecimento orgânico do sedimento. Contudo, o que merece destaque, foi sua baixa densidade de organismos, também observada em 2016, apesar da grande oferta de material orgânico grosseiro que serviria de habitat a esta fauna. A baixa densidade, neste caso, pode corroborar o resultado de toxicidade obtida em laboratório e indicar a biodisponibilidade de contaminantes tóxicos nos sedimentos que não permitem o crescimento de suas populações bentônicas. No reservatório do Broa a comunidade observada restringiu-se a poucos organismos do gênero *Chironomus*, larvas avermelhadas de um tipo de mosquito, tolerante a poluição e capaz de sobreviver com baixas concentrações de oxigênio dissolvido. Na data da coleta o reservatório apresentava estratificação térmica, condição na qual o consumo de oxigênio, pela decomposição da matéria orgânica depositada no fundo, pode levar à hipóxia (baixo oxigênio) na camada de água próxima ao sedimento, restringindo as formas de vida que podem colonizar aquele local.

Para o rio Atibainha e ribeirão Quilombo também foram feitas análises de deformidade. No rio Atibainha foi verificada deformidade em 3,3% dos organismos observados. Este valor é ligeiramente superior a frequência natural de ocorrência de deformidades (2%), estando associado à influência de esgotos domésticos. Já no ribeirão Quilombo a deformidade observada foi elevada (17,2%), estando este resultado associado à contaminação química. Ressalta-se que neste último, em 2004, a frequência de deformidade foi de 36,9%, bastante superior àquela observada atualmente. Essa redução na frequência de deformidade pode ser reflexo de melhora no controle de efluentes industriais da bacia, embora ainda preocupante.

Dentre os usos previstos no Decreto Estadual 8468/76 (SÃO PAULO, 1976), para a classificação dos corpos d'água está a "preservação de peixes em geral e de outros elementos da fauna e da flora", para as Classes 1, 2 e 3. Pensando neste uso foi feita uma analogia entre as classes de qualidade dos corpos d'água e a classificação do ambiente pelo ICB, ou seja, para os enquadrados na Classe 1, seria esperada uma comunidade classificada como Ótima (ICB=1), assim como uma classificação Ruim (ICB=4) ou Péssima (ICB=5), seria esperada apenas em ambientes enquadrados como Classe 4 (Quadro 6.2).

Quadro 6.2 – Qualidade ecológica mínima esperada pelo ICB para os corpos d'água, segundo sua classe de enquadramento.

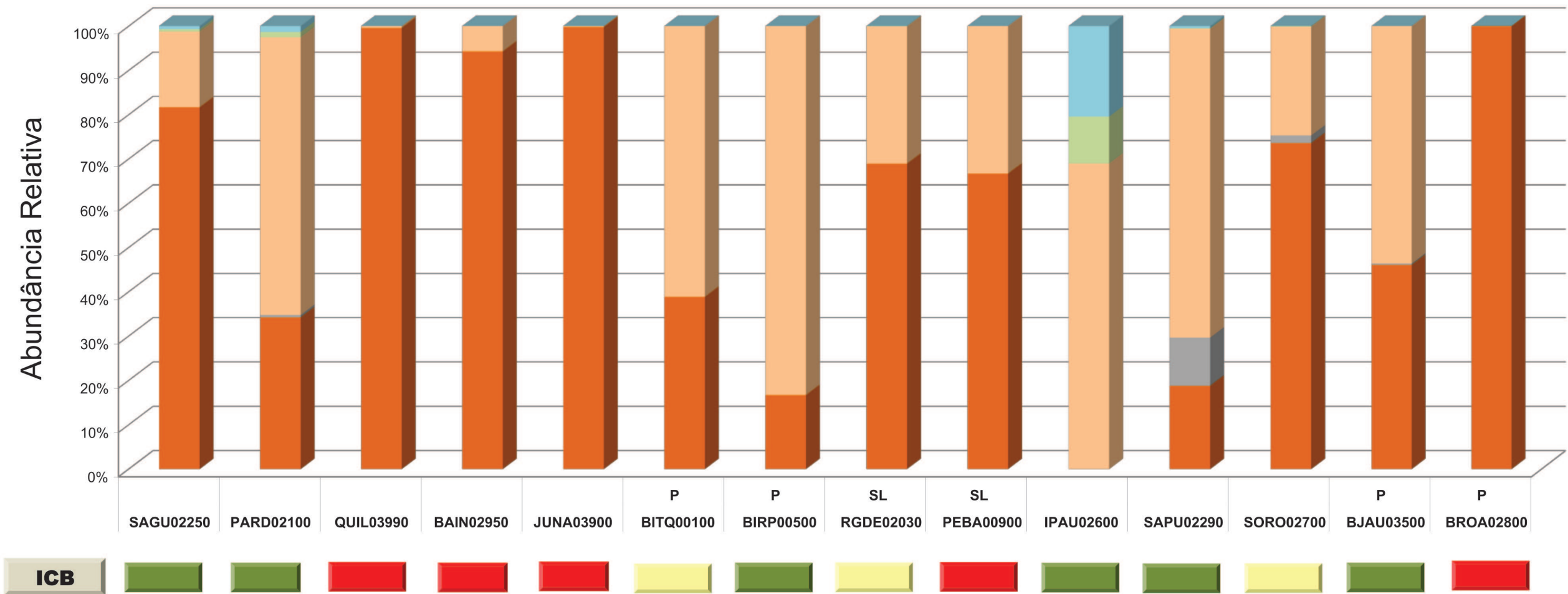
Classe de Enquadramento	Classificação mínima do ICB esperada
Classe Especial ou Classe 1	ÓTIMA
Classe 2	BOA
Classe 3	REGULAR
Classe 4	RUIM

Nesse sentido, dentre as localidades analisadas por meio da comunidade bentônica, podemos concluir que os rios Sapucaí, Sapucaí-Guaçu, Itapanhaú e Pardo, juntamente com o braço do rio Jaú no reservatório Bariri apresentam classificação do ICB dentro do previsto para suas respectivas classes de uso, portanto, cumprem com sua função de preservação da vida aquática (Quadro 6.3). As demais localidades, todas classificadas como Regular ou Ruim, não corresponderam à qualidade esperada pelo enquadramento. Cabe destacar que, dentre essas, o reservatório Taiaçupeba foi o que mostrou condição, pelo ICB, mais distante da prevista, pois deveria abrigar comunidade classificada como Ótima (ICB=1), no entanto a classificação obtida foi Ruim (ICB=4).

Quadro 6.3 – Qualidade ecológica dos corpos d'água medida pelo ICB com relação ao seu enquadramento.

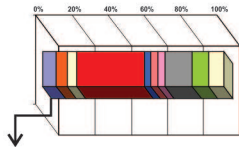
ICB correspondente ao enquadramento	ICB não correspondente ao enquadramento
Rio Sapucaí	Rio Jundiá
Rio Pardo	Reservatório do Rio Grande
Rio Itapanhaú	Rio Sorocaba
Rio Sapucaí-Guaçu	Rio Quilombo
Reservatório Bariri	Rio Atibaia
	Reservatório Broa
	Reservatório Taiaçupeba

Figura 6.4 – Estruturas das comunidades bentônicas em 2017



ESTRUTURA DA COMUNIDADE BENTÔNICA

A comunidade bentônica compõe-se de organismos que vivem nos substratos de fundo de ambientes aquáticos. Por uma série de características, essa comunidade tem sido amplamente utilizada no biomonitoramento, em que a meta de qualidade envolve a preservação de toda biota aquática. Aspectos estruturais da comunidade são avaliados e traduzidos em números que formam os índices (ICBRIO; ICBRES-SL e ICBRES-P) utilizados para o diagnóstico. Em reservatórios, a comunidade da região mais rasa (sublitoral = SL) reflete a qualidade ecológica da massa d'água e a da região mais profunda (profunda = P), dos sedimentos, que ali se acumulam.



As divisões no gráfico representam os diferentes tipos de organismos que compõe a comunidade bentônica de um local, agrupados segundo suas características de tolerância/sensibilidade aos diferentes impactos, sua presença na lista de espécies ameaçadas de extinção (EAE) ou de sua natureza exótica. A identidade de cada um está definida na legenda abaixo. A ocorrência de uma cor ocupando mais da metade da área significa dominância do organismo, muitas vezes tolerante a condições ambientais que podem ser desfavoráveis a sobrevivência de outros.

LEGENDA

SENSÍVEIS	SEMI-TOLERANTES	SEMI-TOLERANTES	EXÓTICAS
<i>Stempellina</i> <i>Baetidae</i> <i>Leptohyphidae</i> <i>Leptophebiidae</i> <i>Gripopterygidae</i> <i>Glossosomatidae</i> <i>Helicopsychidae</i> <i>Hydropsychidae</i> <i>Hydroptilidae</i> <i>Leptoceridae</i>	<i>Nemertinea</i> <i>Dugesidae</i> <i>Sphaeriidae</i> <i>Hydrobiidae</i> <i>Physidae</i> <i>Planorbidae</i> <i>Aelosomatidae</i> <i>Enchytraeidae</i> <i>Lumbriculidae</i> <i>Tubificidae</i> cqc (exceto <i>Tubifex</i>) <i>Aulodrilus</i> <i>Branchiura sowerbyi</i> <i>Chaetogaster</i> <i>Haemonais</i> <i>Nais</i> <i>Stephensoniana</i> <i>Narapidae</i> <i>Opistocystidae</i> <i>Opistocysta</i>	<i>Oligochaeta</i> <i>Glossiphoniidae</i> <i>Hydracarina</i> <i>Ceratopogonidae</i> <i>Chironomini</i> (exceto <i>Chironomus</i>) <i>Cladopelma</i> <i>Parachironomus</i> <i>Pelomus</i> <i>Polypedilum</i> <i>Tanytarsini</i> <i>Caladomyia</i> <i>Orthoclaudiinae</i> <i>Tanytarsinae</i> <i>Coelotanypus</i> <i>Djalmabatista</i> <i>Labrundinia</i> <i>Procladius</i> <i>Tanytus</i> <i>Coelotanypus</i> <i>Empididae</i> <i>Phoridae</i> <i>Psychodidae</i> <i>Simuliidae</i>	<i>Corbicula fluminea</i> <i>Limnoperna fortunei</i> <i>Melanoides tuberculatus</i>
SEMI-SENSÍVEIS			TOLERANTES
<i>Bryozoa</i> <i>Ancylidae</i> <i>Megadrili</i> <i>Gomphidae</i> <i>Libellulidae</i> <i>Elmidae</i>			<i>Tubificinae</i> sqc <i>Bothrioneurum</i> <i>Limnodrilus</i> <i>Naidinae</i> <i>Dero</i> <i>Pristina</i> <i>Pristinella</i> <i>Chironomus</i> <i>Tubifex</i>

QUALIDADE

ICB ÓTIMA BOA REGULAR RUIM PÉSSIMA



6.3.4 Espécies Exóticas Invasoras - EEI

Na avaliação da comunidade bentônica em ecossistemas de água doce, os organismos exóticos invasores mais observados são moluscos: os bivalves *Limnoperna fortunei* (mexilhão-dourado) e *Corbicula fluminea*; e o gastrópoda *Melanoides tuberculatus*. Dos 14 locais avaliados em 2017 para a comunidade bentônica, apenas em quatro foram observadas espécies exóticas invasoras. No rio Pardo foram observadas as três espécies citadas e, embora com densidades baixas, deve-se destacar que foi o primeiro registro, pela CETESB, de ocorrência do mexilhão nesta bacia. No rio Sorocaba, como tem ocorrido desde 2015, foram registrados *C. fluminea* e *M. tuberculatus*, também em baixas densidades. Apenas o mexilhão dourado foi observado no reservatório de Bariri, no braço do rio Jaú, também em baixa densidade. A ocorrência de espécie exótica só foi mais expressiva, em termos de densidade, no rio Sapucaí. No local foi registrado o bivalve *C. fluminea*, com densidade correspondendo a 11% dos organismos totais. A população de moluscos exóticos foi nove vezes superior à de moluscos nativos, com potencial para exercer pressão competitiva sobre os organismos nativos.

Dinoflagelados do gênero *Ceratium*, considerados organismos invasores em águas doces de vários países (Silva *et al.*, 2012), foram registrados no Estado de São Paulo pela primeira vez no monitoramento realizado pela CETESB, em 2008 no reservatório Billings (CETESB 2009). Desde então, sua presença nos corpos d'água monitorados pela CETESB vinha aumentando. Entretanto, em 2016, houve queda em seu registro e ocorrência nos ambientes monitorados, passando de 47% (28 pontos) em 2015 para 25% (15 pontos) em 2016. Em 2017 praticamente não houve alteração, sendo registrada a presença do *Ceratium* em 16 pontos (26%). Vale ressaltar que por se tratar de um dinoflagelado capaz de alterar sua posição na coluna d'água, a ausência de registro não isenta os corpos d'água de conterem o referido dinoflagelado.

6.3.5 Diagnóstico Integrado das Comunidades Aquáticas

Cada comunidade aquática possui características biológicas e ecológicas peculiares que farão com que respondam diferentemente aos problemas ambientais. Consequentemente, o diagnóstico da qualidade do ambiente aquático, considerando a preservação da biota, será mais completo quanto mais elementos forem analisados.

Para o diagnóstico integrado dos pontos em que foi avaliada a qualidade dos ambientes por meio de comunidades aquáticas foram selecionados 14 locais em que pelo menos duas comunidades foram amostradas em 2017. Para esses pontos foi construído um histórico das respectivas classificações obtidas desde 2012 e elaborada uma discussão dos indicadores biológicos disponíveis e do IVA, visando um diagnóstico integrado para cada ambiente. O Quadro 6.4 apresenta os diagnósticos integrados e os principais problemas observados nesses locais.

Quadro 6.4 – Avaliação integrada das comunidades biológicas.

UGRHI	Ponto (Corpo d'água)	Análise	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2017		
			Diagnóstico						Principais problemas	Diagnóstico Integrado	Comentário
5	RAIN 00880 (Res. Atibainha)	Fitoplâncton	-	-					Ambiente mesotrófico com cianobactérias eventualmente ultrapassando os padrões de qualidade da água, com a presença de <i>Cylindrospermopsis</i> e <i>Aphanizomenon</i> (potenciais produtores de cianotoxinas). Presença do gênero exótico invasor <i>Ceratium</i> .	Regular	Diagnóstico Regular para biota aquática, embora o ICF tenha permanecido com o diagnóstico Bom. A queda na densidade de organismos do fitoplâncton e ausência de dominância de cianobactérias provavelmente estão relacionadaa à aplicação de algicidas.
		Zooplâncton	-	-		-					
		Bentos	-	-	-	-	-	-			
		IVA	-	-							
	JCRE 00500 (Res. Jacarei)	Fitoplâncton	-	-					Ambiente mesotrófico. Dominância de cianobactérias em 2017, com predomínio de <i>Cylindrospermopsis</i> e <i>Aphanizomenon</i> (potenciais produtores de cianotoxinas). Presença do gênero exótico invasor <i>Ceratium</i>	Regular	Diagnóstico Regular para a biota aquática, com indicativo de piora.
		Zooplâncton	-	-							
		Bentos	-	-	-	-	-	-			
	BAIN 02950 (Rio Atibainha)	IVA	-	-					Ambiente mesotrófico e de baixa oxigenação, provavelmente decorrente de esgoto doméstico. Presença de HPA e concentração alta de Ni no sedimento. Toxicidade e deformidade em organismo bentônico.	Ruim	Condição Ruim para a vida aquática. Apesar da boa qualidade apontada pelo ICF, a dominância de fitoflagelados ao longo do ano é um indicador da presença de matéria orgânica.
		Fitoplâncton	-	-							
		Zooplâncton	-	-	-	-	-	-			
	JARI 00800 (Res Jaguari)	Bentos	-	-	-	-	-	-	Ambiente mesotrófico. Predomínio de <i>Cylindrospermopsis</i> e <i>Aphanizomenon</i> , gêneros potencialmente produtores de cianotoxinas. Presença do dinoflagelado exótico invasor <i>Ceratium</i> .	Ruim	Condição Ruim para a biota aquática, com tendência de piora.
		IVA	-	-	-	-	-	-			
		Fitoplâncton									
		Zooplâncton				-					
6	PEBA 00900 (Res. Taiaçupeba)	Bentos							Ambiente mesotrófico. Presença de cobre na água superficial e outros contaminantes no sedimento. Alguns eventos de gosto e odor na água associados a presença de <i>Pseudanabaena</i> foram registrados nos últimos cinco anos. Presença do dinoflagelado exótico invasor <i>Ceratium</i> .	Ruim	A toxicidade detectada na água pode estar associada à cianobactérias ou ao Cu. O efeito tóxico observado nos sedimentos e a baixa densidade da fauna bentônica evidenciam a biodisponibilidade dos contaminantes. Embora o ICF tenha permanecido com o diagnóstico Bom, a baixa densidade de organismos e ausência de dominância de cianobactérias provavelmente está relacionada à aplicação de algicidas.
		IVA									
		Fitoplâncton	-	-	-	-	-	-			
		Zooplâncton	-	-	-	-	-	-			
	RGDE 02030 (Res. do Rio Grande)	Bentos							Ambiente mesotrófico. Presença de vários contaminantes inorgânicos e orgânicos e acúmulo elevado de fósforo nos sedimentos. Em 2017 não houve dominância de cianobactérias, com predomínio de <i>Pseudanabaena</i> e <i>Cyanogranis</i> . Presença do dinoflagelado exótico invasor <i>Ceratium</i> .	Regular	Presença eventual de Hg na água indicando ressuspensão ou fonte ativa. Alteração na biota associada ao enriquecimento orgânico por esgoto doméstico, que também é a provável fonte de fósforo.
		IVA	-	-	-						
		Fitoplâncton	-	-	-	-	-	-			
		Zooplâncton	-	-	-	-	-	-			
	BIRP 00500 (Braço do Rio Pequeno)	Bentos							Ambiente mesotrófico. Presença de contaminantes no sedimento. Presença do dinoflagelado exótico invasor <i>Ceratium</i> .	Regular	Em 2015 a cianobactéria <i>Cylindrospermopsis raciborskii</i> era dominante, mas em 2016 foi substituída por outros gêneros, como <i>Aphanocapsa</i> , <i>Pseudanabaena</i> e uma cianobactéria filamentosa ainda não identificada. A aplicação de algicidas nesse braço do reservatório pode estar relacionada à alteração na estrutura da comunidade fitoplanctônica.
		IVA	-	-	-						
		Fitoplâncton	-	-	-	-	-	-			
		Zooplâncton	-	-	-	-	-	-			
	BITQ 00100 (Braço do Taquacetuba)	Bentos							Ambiente eutrófico, com acúmulo de fósforo no sedimento. Presença de cianobactérias potencialmente tóxicas, com predomínio de <i>Microcystis</i> e <i>Woronichinia</i> no fitoplâncton e dos microcrustáceos <i>Thermocyclops decipiens</i> e <i>Bosmina</i> sp. Presença de vários contaminantes na água e no sedimento.	Péssimo	Condição Péssima para a biota aquática, associada ao grau de trofia e de contaminantes. Condição persistente.
		IVA									
		Fitoplâncton									
		Zooplâncton									
	BILL 02100 (Res. Billings)	Bentos				-	-	-	Ambiente hipereutrófico, com acúmulo de fósforo no sedimento e presença de cianobactérias potencialmente tóxicas (<i>Microcystis</i> e <i>Woronichinia</i>) no fitoplâncton e dos microcrustáceos <i>Thermocyclops decipiens</i> e <i>Bosmina</i> sp. Elevada concentração de vários contaminantes no sedimento. Presença do dinoflagelado exótico invasor <i>Ceratium</i> .	Péssimo	Condição Péssima para a vida aquática, associada ao grau de trofia e ao elevado tempo de residência. Toxicidade na água provavelmente relacionada às cianobactérias. Condição persistente.
		IVA									
		Fitoplâncton									
		Zooplâncton									
	GUAR 00100 (Res. Guarapiranga)	Bentos	-	-	-	-	-	-	Ambiente hipereutrófico, com contribuição de esgoto. Baixa abundância relativa de Cladocera e presença frequente do copepoda <i>Thermocyclops decipiens</i> . Presença do dinoflagelado exótico invasor <i>Ceratium</i> e de cianobactérias potencialmente tóxicas, como <i>Woronichinia</i> e <i>Cylindrospermopsis</i> .	Péssimo	Condição Péssima para a vida aquática, associada ao grau de trofia. Condição persistente.
		IVA									
		Fitoplâncton									
		Zooplâncton									
	GUAR 00900 (Res. Guarapiranga)	Bentos							Ambiente eutrófico, com a presença de cianobactérias potencialmente tóxicas (<i>Woronichinia</i>). Presença de vários contaminantes, com destaque para a alta concentração de Cu na água, sugerindo o uso de algicidas. Fonte remota de esgoto. Presença do dinoflagelado exótico invasor <i>Ceratium</i> .	Regular	Condição Regular para a biota aquática, associada ao grau de trofia. Condição persistente.
		IVA	-	-	-	-	-	-			
		Fitoplâncton	-	-	-	-	-	-			
		Zooplâncton	-	-	-	-	-	-			
	JQJU 00900 (Res. Juqueri)	Bentos							Ambiente oligotrófico, entretanto com acúmulo de fósforo no sedimento. Presença de contaminantes no sedimento e indício de fonte de esgoto remota.	Regular	Condição Regular para a biota aquática, com toxicidade na água superficial e em anos anteriores foi observado efeito tóxico em bioensaios com sedimento, indicando a presença de agente tóxico.
		IVA	-	-	-	-	-	-			
		Fitoplâncton	-	-	-	-	-	-			
		Zooplâncton	-	-	-	-	-	-			
10	TIBB 02700 (Res. Barra Bonita)	Bentos							Ambiente mesotrófico. Ecotoxicidade crônica no período chuvoso, com aumento da densidade fitoplanctônica e registro de microcistina em novembro. Presença do dinoflagelado exótico invasor <i>Ceratium</i> .	Ruim	Condição Ruim para a biota aquática, entretanto, observa-se melhora da comunidade planctônica nos dois últimos anos devido à melhoria da condição trófica.
		IVA									
		Fitoplâncton									
		Zooplâncton									
13	BROA 02800 (Res. Broa)	Bentos							Ambiente mesotrófico, com acúmulo de fósforo no sedimento. Toxicidade na água provavelmente relacionada com as cianobactérias, principalmente <i>Cylindrospermopsis</i> e <i>Aphanizomenon</i> , potencialmente produtoras de cianotoxinas. Presença de contaminantes no sedimento. Presença do dinoflagelado exótico invasor <i>Ceratium</i> .	Ruim	Condição Ruim para a biota aquática.
		IVA	-	-	-	-	-	-			
		Fitoplâncton	-	-	-	-	-	-			
		Zooplâncton	-	-	-	-	-	-			

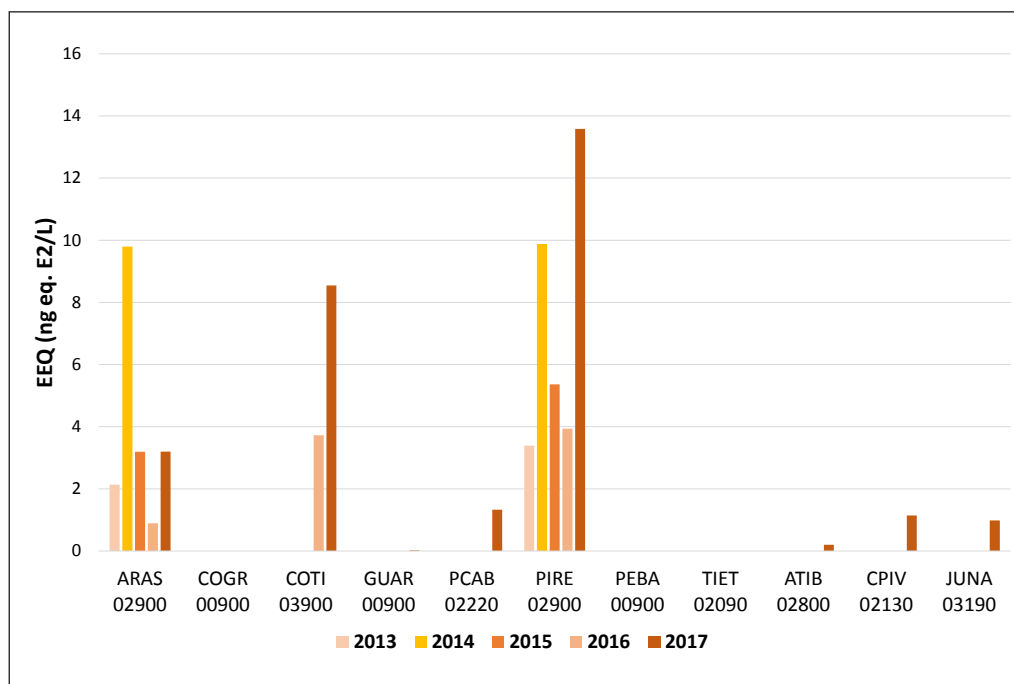
Bentos: SL = Sublitoral, P = Profundo Diagnóstico “ - ” = Não Avaliado

Em nenhum dos pontos onde foi realizada a integração dos diagnósticos foram observadas condições boas ou ótimas para a biota aquática. Dos 14 pontos avaliados, 5 apresentaram diagnósticos integrados ruins, 6 regulares e 3 péssimos. Dentre as principais causas da degradação destacaram-se o elevado grau de trofia e a presença de contaminantes. Além disso, é importante destacar a ocorrência do dinoflagelado exótico invasor *Ceratium* em 11 pontos, estando presente em todas as UGRHs onde o fitoplâncton foi monitorado.

6.4 Interferentes endócrinos (atividade estrogênica)

Interferentes endócrinos são compostos que possuem a capacidade de interferir na produção ou ação dos hormônios, podendo causar danos ao sistema reprodutor e imunológico de organismos superiores, especialmente organismos aquáticos. A CETESB utiliza o ensaio biológico BLYES (*Bioluminescent yeast screen*) para determinação de atividade estrogênica, avaliando a presença de uma classe de interferentes endócrinos, dos compostos capazes de ligarem-se ao receptor de estrógeno. O Gráfico 6.11 apresenta a atividade estrogênica média dos 11 pontos avaliados em 2017 com seu histórico, quando disponível.

Gráfico 6.11 – Histórico da atividade estrogênica média nos locais avaliados em 2017.



Houve alteração nos pontos monitorados em 2017, com relação a 2016, sendo que apenas os pontos de pior histórico (ARAS 02900, COTI 03900, PIRE 02900) foram mantidos. Foram incluídos oito novos pontos onde há captação para abastecimento público. Estes novos pontos apresentaram pouca ou nenhuma atividade estrogênica, indicando boa qualidade dos mananciais com relação a este parâmetro. Já os pontos antigos continuaram apresentando atividade estrogênica considerável. Em estudos anteriores foi verificado que a atividade estrogênica observada nestes locais está relacionada à presença de nitrogênio (Kjeldahl) nestes locais. A atividade estrogênica em 2017 apresentou correlação Pearson de 0,80 (correlação forte) com o parâmetro nitrogênio Kjeldahl, sendo um indício de que o ensaio esteja detectando compostos oriundos de esgoto doméstico, como hormônios naturais ou sintéticos, nestes locais. O ponto no Rio Jundiá (JUNA 03190) destaca-se por não seguir esta correlação, pois apresenta baixa atividade estrogênica apesar de apresentar indícios da presença de esgoto doméstico devido aos níveis de nitrogênio Kjeldahl e *E. coli* encontrados.

7 • Avaliação por corpo d'água

A avaliação dos principais corpos hídricos do Estado de São Paulo, em 2017, 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 2012 a 2016. Além disso, para os locais em que estão disponíveis, são discutidas as informações relativas a avaliação da comunidade fitoplanctônica, incluindo o Número de Células de Cianobactérias e presença de cianotoxinas. Essa análise foi realizada para os principais rios e reservatórios do Estado de São Paulo.

Os valores de 2017 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 de correlação entre as vazões mensais e as cargas de DBO e Fósforo Total.

Para maior aprofundamento da correlação da qualidade com a quantidade, no Apêndice O, são apresentados os seguintes gráficos:

- a) Comparação das vazões médias mensais de 2017 com as médias mensais dos cinco anos anteriores, quando disponíveis;
- b) Hidrogramas com as datas de amostragem de qualidade.

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.

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 com uma análise sucinta do comportamento dessas variáveis ao longo do ano de 2017.

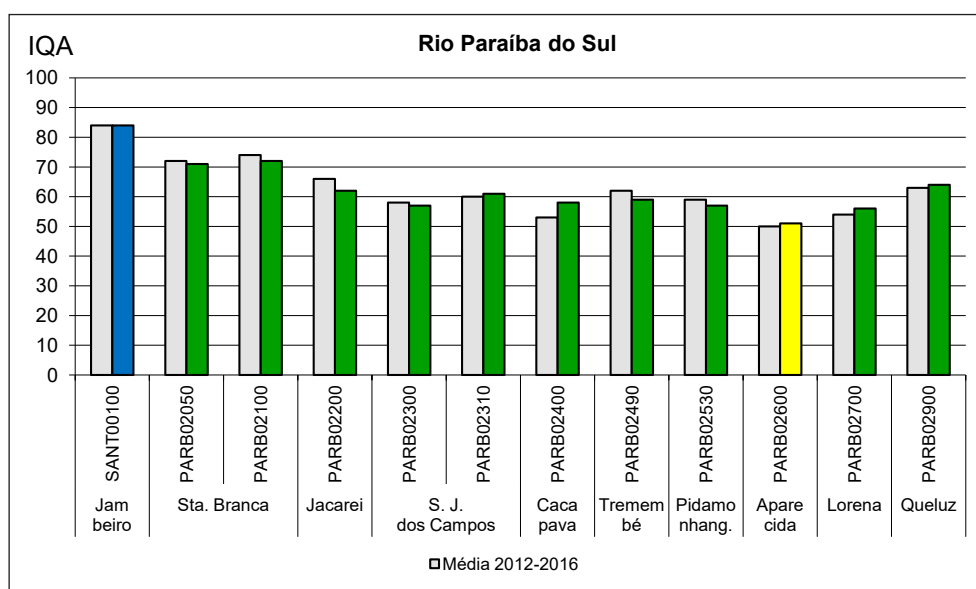
A Estação Automática EF29 – Penha foi inaugurada em novembro de 2017 e por isso não foi contabilizada para o número de pontos da Rede Automática. No entanto, seus resultados são apresentados neste capítulo. A Estação Automática EF25 – Santa Branca voltou a operar apenas em 20/12/2017, por isso não teve seus dados apresentados.

7.1 UGRHI 02 – RIO PARAIBA DO SUL

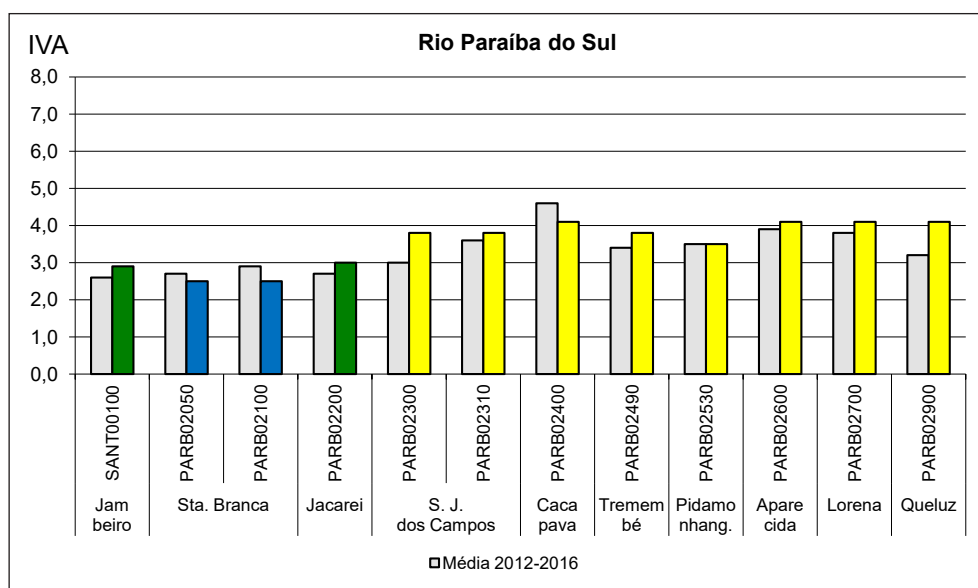
7.1.1 Rio Paraíba do Sul

O Gráfico 7.1 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 2017, a qualidade deste rio apresentou classificação Ótima no reservatório de Santa Branca, mantendo-se Boa ao longo de praticamente toda a extensão. No trecho a jusante de Aparecida, que é uma das áreas mais urbanizadas da bacia, a qualidade se manteve Regular.

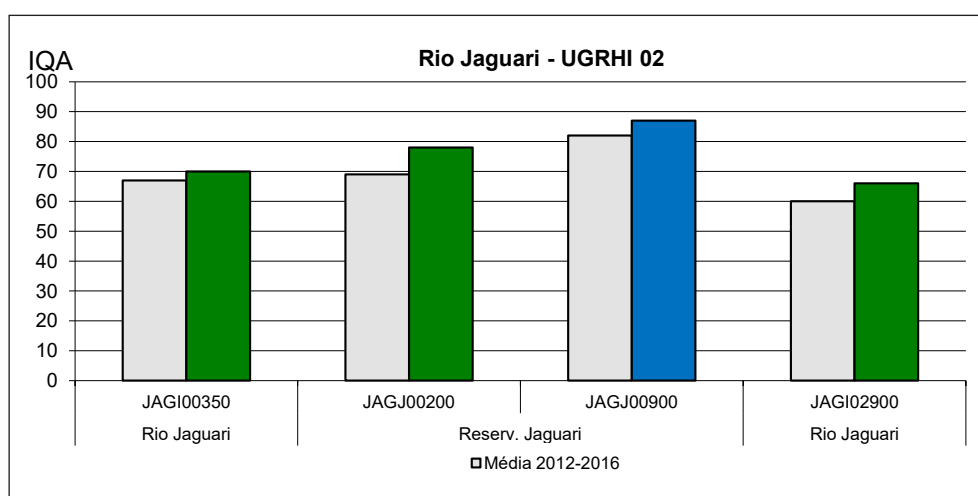
Gráfico 7.1 – Perfil do IQA ao longo do rio Paraíba do Sul em 2017 e nos últimos 5 anos.



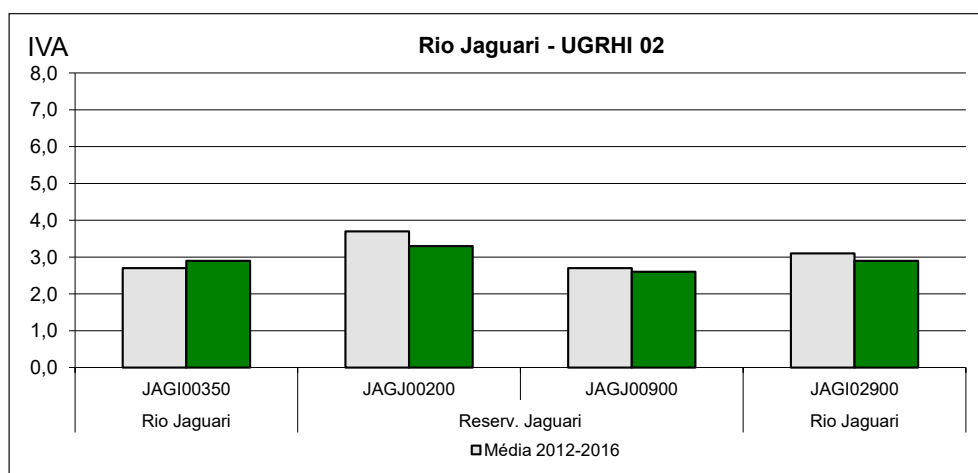
O Gráfico 7.2 apresenta o perfil do IVA para 11 pontos monitorados no rio Paraíba do Sul em 2017. Verifica-se com relação ao IVA médio anual que a qualidade das águas desse rio foi classificada como Boa nos trechos iniciais e Regular em quase toda a sua extensão apresentando, portanto, melhora em relação ao ano anterior, inclusive em Caçapava, devido a melhora nos níveis de Oxigênio Dissolvido e aos resultados negativos para o teste de toxicidade.

Gráfico 7.2 – Perfil do IVA ao longo do rio Paraíba do Sul em 2017 e nos últimos 5 anos.

7.1.2 Rio Jaguari – UGRHI 02

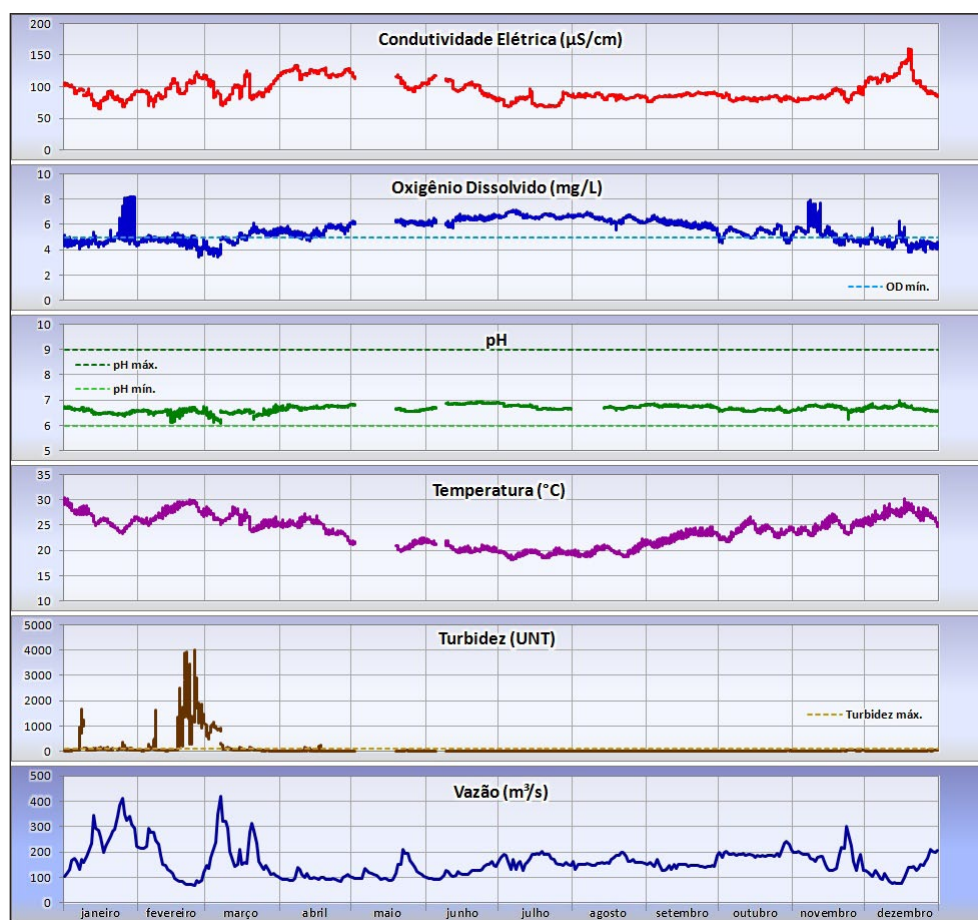
Gráfico 7.3 – Perfil do IQA ao longo do rio Jaguari – UGRHI 02 em 2017 e nos últimos 5 anos.

O Gráfico 7.3 apresenta o perfil do IQA para o rio Jaguari (montante e jusante do reservatório) e para pontos localizados no reservatório Jaguari, objeto de transposição das águas para o reservatório Atibainha na UGRHI 5. A qualidade da água apresentou classificação Boa a Ótima em 2017 em todos os pontos, apresentando leve melhora em relação à média histórica.

Gráfico 7.4 – Perfil do IVA ao longo do rio Jaguari – UGRHI 02 em 2017 e nos últimos 5 anos.

O perfil do IVA (Gráfico 7.4) em 2017 apresentou classificação Boa em todos os pontos, refletindo melhora no ponto JAGJ 00200, que em 2016 foi classificado na categoria Regular. Destaca-se a ocorrência de efeito tóxico crônico no ponto JAGJ 00900 em fevereiro e junho.

A Figura 7.1 apresenta a evolução dos parâmetros medidos pela Estação Automática Queluz em 2017.

Figura 7.1 – Evolução dos parâmetros medidos na Estação Automática Queluz de janeiro a dezembro de 2017

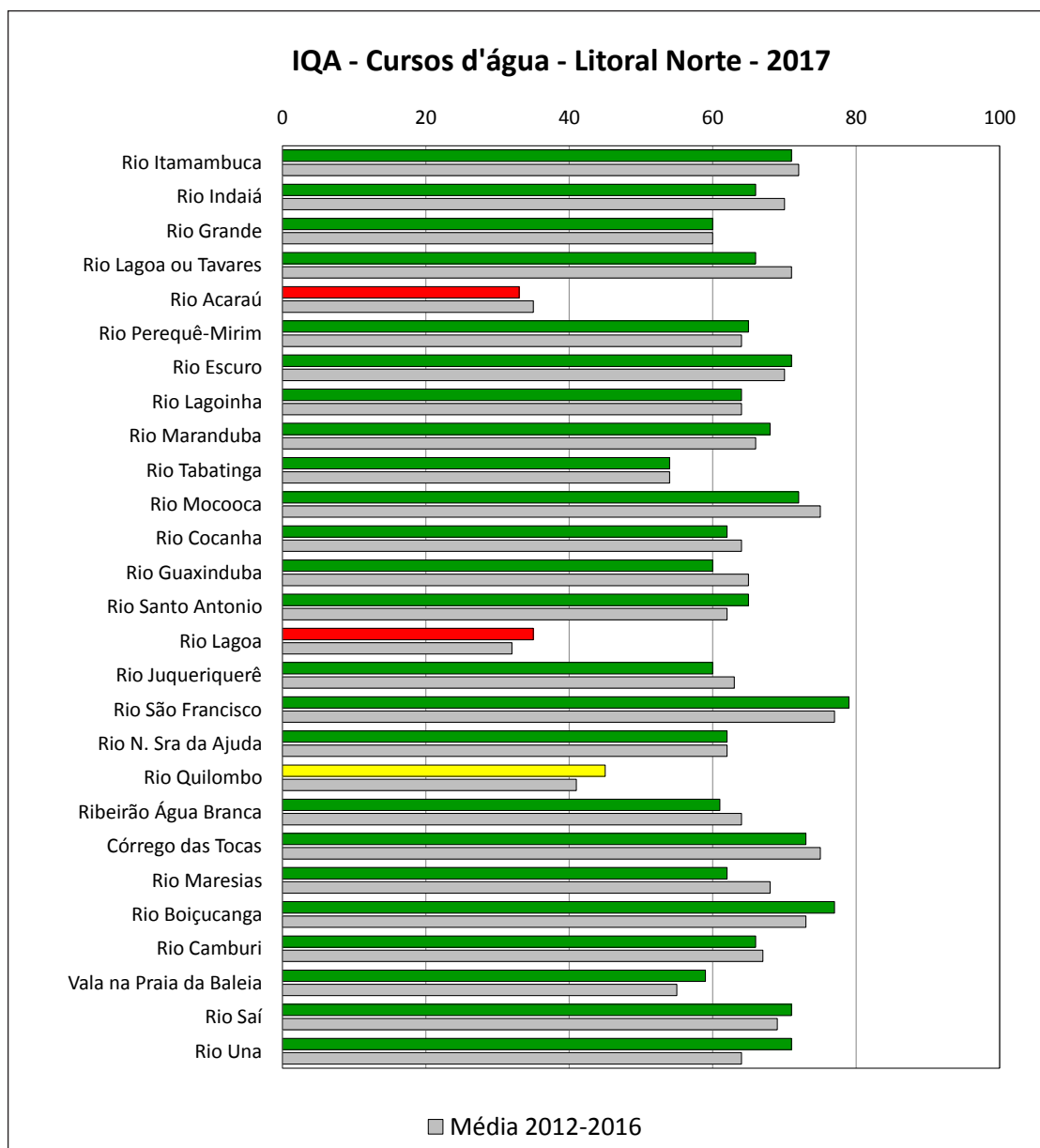
A Estação Queluz monitora a qualidade das águas do rio Paraíba do Sul em trecho próximo à sua entrada no Estado do Rio de Janeiro. O Oxigênio Dissolvido atende ao padrão de qualidade para corpos d'água Classe 2 em 67% do tempo, apresentando-se maior no período seco (março a setembro). Os valores de condutividade, tipicamente em torno de $100 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$, apresentam comportamento inversamente proporcional à vazão, indicando que chuvas contribuem para a diluição da carga poluidora presente nesse trecho do rio. O pH atende o padrão de qualidade em 100% do tempo. A turbidez, mesmo com a ocorrência de alguns picos de até 4000 no mês de fevereiro, atende ao padrão de qualidade em 90% do tempo.

7.2 UGRHI 03 – LITORAL NORTE

7.2.1 Cursos d'Água do Litoral Norte

O Gráfico 7.5 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 Acarau, em Ubatuba; rio Lagoa, em Caraguatatuba e rio Quilombo em Ilha Bela. As Classificações Ruim e Regular do IQA foram influenciadas pelo aporte de carga difusa carregada pela drenagem urbana, e por esgotos oriundos de ocupações irregulares e de lançamentos de esgoto.

Foi verificado efeito crônico nos rios Claro (CARO 02800), São Francisco (SAFO 00300), Guaxinduba (GUAX 02950) e no Maresias (MARE 02900), nos meses de maio e julho. Nestes três últimos pontos verificou-se elevados valores de *E. coli* na água. O ponto BOIC 02950 (rio Boiçucanga), apresentou toxicidade crônica nas amostras de janeiro, maio e julho.

Gráfico 7.5 – Perfil do IQA ao longo dos cursos d'água do Litoral Norte em 2017 e nos últimos 5 anos

A necessidade de ampliação dos sistemas de saneamento básico no Litoral Norte representa o maior desafio em termos de qualidade das águas para os municípios da UGRHI 3. Portanto, a universalização da coleta e tratamento de esgotos e soluções adequadas para as ocupações irregulares, são fundamentais para reverter esse quadro. 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 acréscimo nos investimentos em saneamento e políticas habitacionais, a qualidade das águas dos rios e praias do Litoral Norte poderá piorar nos próximos anos.

7.3 UGRHI 04 e 12 – PARDO / BAIXO PARDO

7.3.1 Rio Pardo – UGRHs 04 e 12

O Gráfico 7.6 apresenta o IQA para os pontos localizados ao longo da calha do rio Pardo. A qualidade das águas nesse rio manteve-se na classificação Boa do IQA, exceto em Mococa, onde houve melhora na classificação do IQA, que passou para a categoria Ótima.

Gráfico 7.6 – Perfil do IQA ao longo do rio Pardo – UGRHs 04 e 12 em 2017 e nos últimos 5 anos.

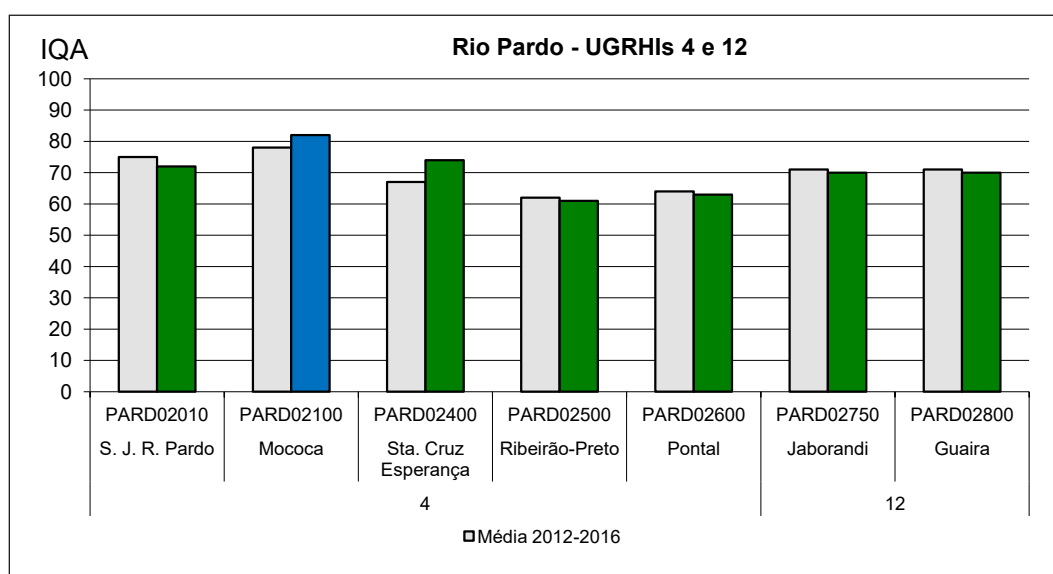
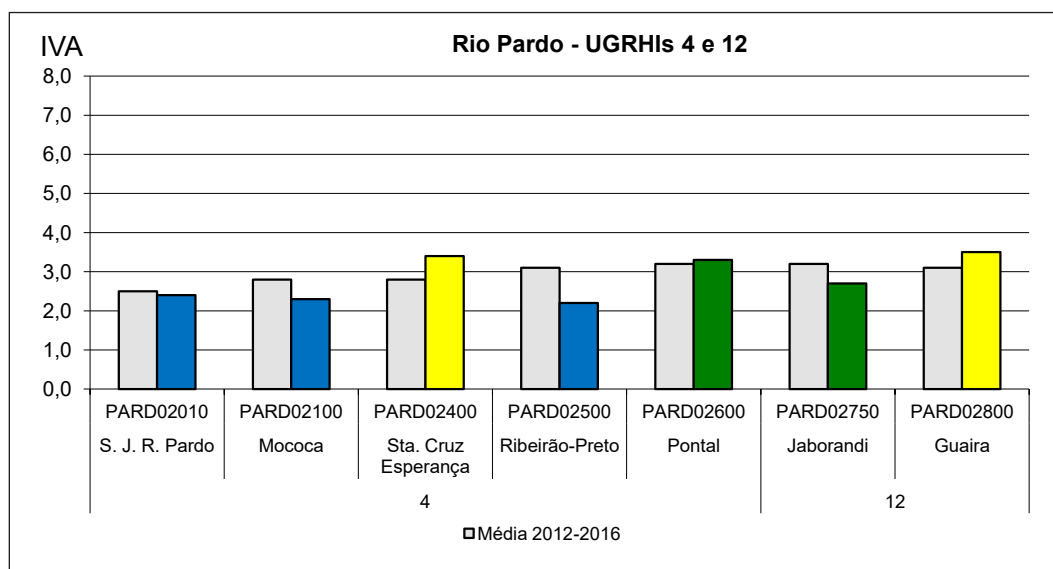


Gráfico 7.7 – Perfil do IVA ao longo do rio Pardo – UGRHs 04 e 12 em 2017 e nos últimos 5 anos.



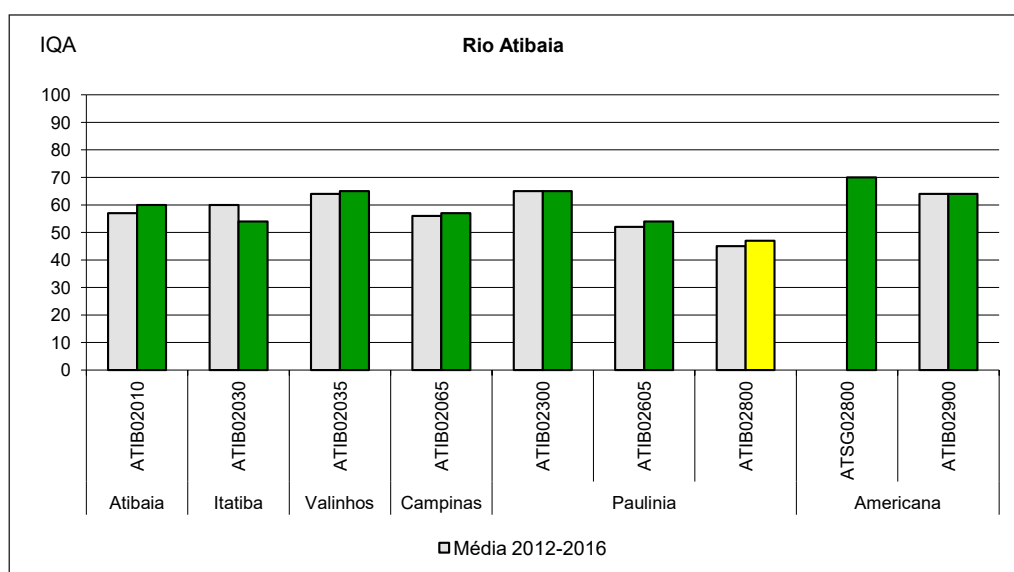
Esse rio apresentou variações no perfil do IVA em 2017 (Gráfico 7.7), havendo melhora da qualidade nos pontos PARD 02010, PARD 02100, PARD 02500 e PARD 02750, que apresentaram classificação Boa e Ótima. Houve uma melhora, em termos ecotoxicológicos, na qualidade das águas deste rio em relação ao ano anterior, sendo que o ponto PARD 02400, apresentou efeito crônico para o ensaio de toxicidade na campanha de agosto e o ponto PARD 02600 (em Pontal), apresentou efeito tóxico crônico em agosto e dezembro. Os pontos PARD 02400 e PARD 02800, que registraram valores desconformes para o Fósforo Total nas campanhas de agosto e outubro, apresentaram piora na qualidade, passando para a categoria Regular.

7.4 UGRHI 05 – PIRACICABA / JUNDIAI / CAPIVARI

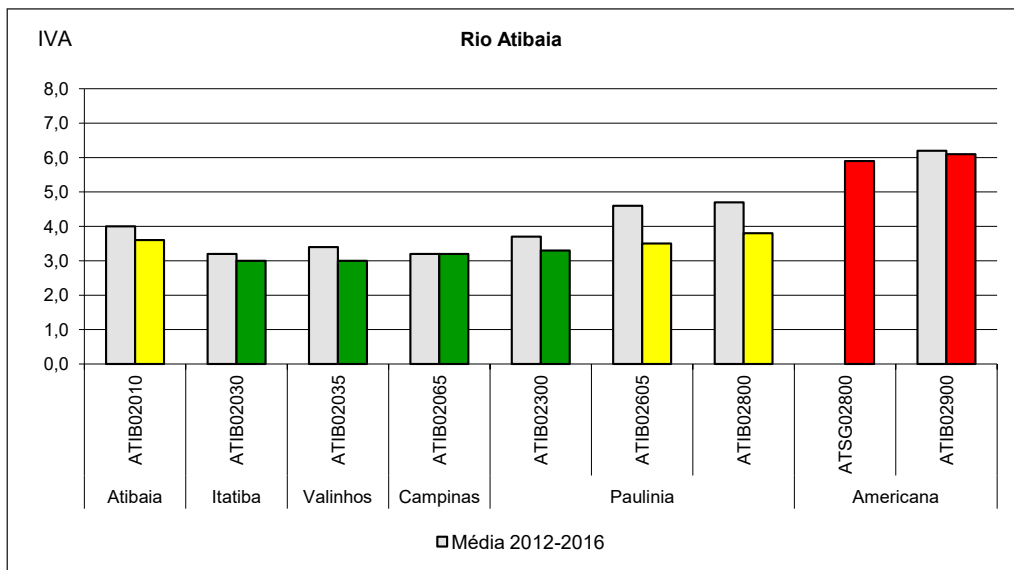
7.4.1 Rio Atibaia

No perfil do IQA do rio Atibaia de 2017 (Gráfico 7.8) predominou a classificação Boa, havendo manutenção da tendência histórica, inclusive no ponto ATIB 02800 que manteve a classificação Regular. No reservatório de Salto Grande (ATSG 02800), o IQA apresentou classificação na categoria Boa.

Gráfico 7.8 – Perfil do IQA ao longo do rio Atibaia em 2017 e nos últimos 5 anos.



No Gráfico 7.9, apresenta-se o perfil do IVA do rio Atibaia e no reservatório de Salto Grande. Verifica-se que a qualidade das águas desse rio apresentou melhora nos trechos entre Itatiba e Campinas, predominando a classificação Boa. A partir de Paulínia, há piora na qualidade, atingindo a classificação Ruim em seu trecho final, devido ao baixo OD e pelo estado supereutrófico das águas provenientes do reservatório de Salto Grande em Americana. Além do estado de trofia, o IVA na categoria Ruim no reservatório foi influenciado pelo pH e pelo efeito crônico para o teste de toxicidade em agosto e dezembro, que podem estar relacionados à presença de cianobactérias.

Gráfico 7.9 – Perfil do IVA ao longo do rio Atibaia em 2017 e nos últimos 5 anos.

Entre os cinco postos fluviométricos coincidentes ou próximos aos pontos de monitoramento de qualidade no rio Atibaia, realizou-se um tratamento integrado da qualidade com a vazão 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 2017 com as vazões médias mensais dos últimos cinco anos. Além disso, foi elaborado um gráfico do hidrograma do posto, conjuntamente com as datas de amostragem de qualidade. Esses gráficos encontram-se no Apêndice O. A seguir são apresentados os gráficos de cargas de DBO e de Fósforo Total, calculadas pela multiplicação da vazão média diária pela concentração no instante da medição (Gráfico 7.10 e Gráfico 7.11).

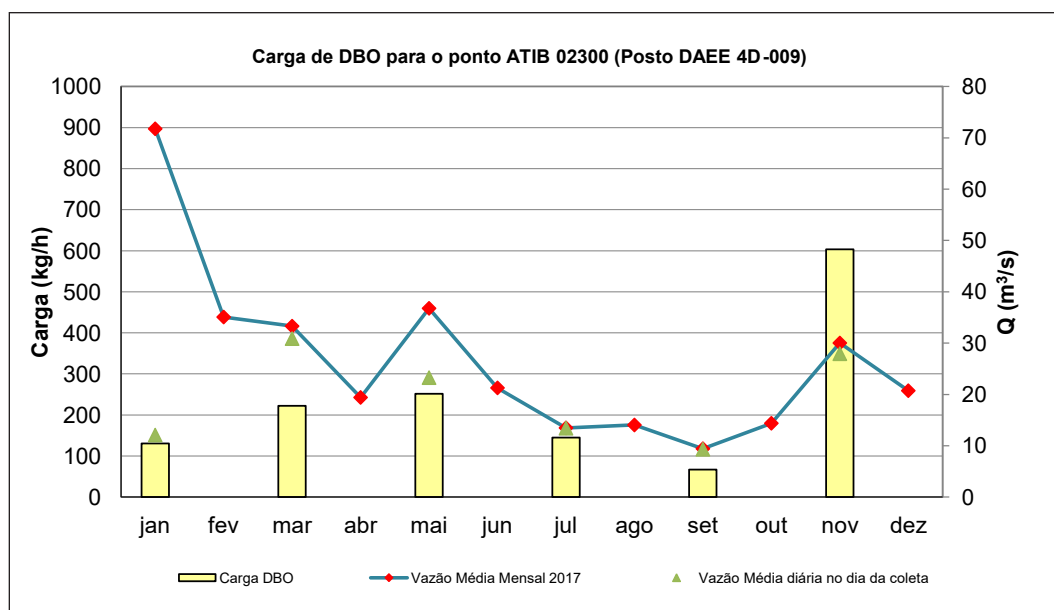
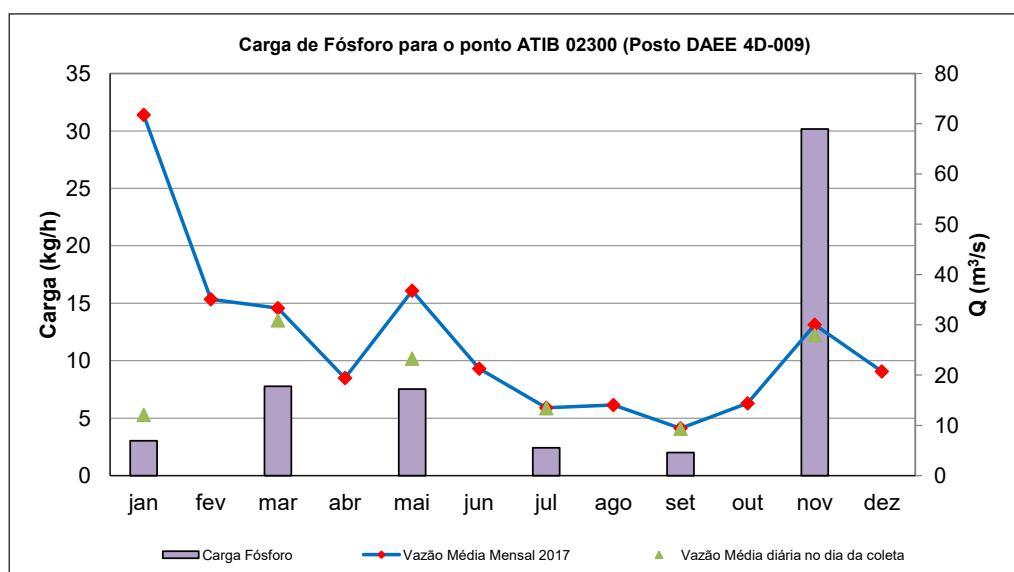
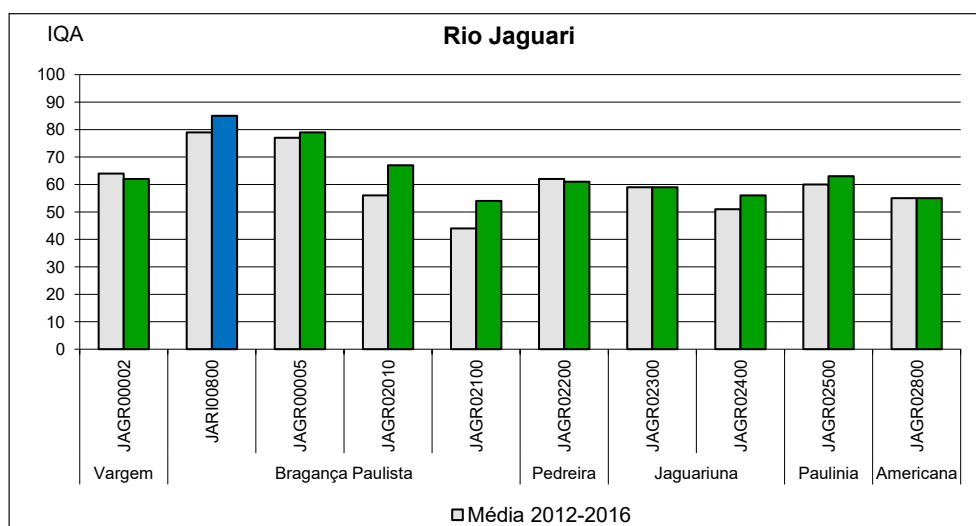
Gráfico 7.10 – Carga de DBO em 2017 no ponto ATIB02300.

Gráfico 7.11 – Carga de Fósforo em 2017 no ponto ATIB02300.

Com relação às vazões, destaca-se no mês de janeiro, a vazão do dia 03.01.17, quando foi realizada a coleta ($12 \text{ m}^3\cdot\text{s}^{-1}$), bastante inferior à vazão média mensal ($71,8 \text{ m}^3\cdot\text{s}^{-1}$), enquanto no mês de novembro, a vazão média no dia da coleta ($27,9 \text{ m}^3\cdot\text{s}^{-1}$) foi próxima à média mensal ($30 \text{ m}^3\cdot\text{s}^{-1}$). Consequentemente, as cargas de DBO e Fósforo calculadas para o mês de janeiro foram subestimadas, sendo bem inferiores às calculadas para o mês de novembro, uma vez que em vazões mais elevadas a carga transportada de DBO e Fósforo pelo rio é maior, realçando as contribuições de origem difusa no aporte desses poluentes.

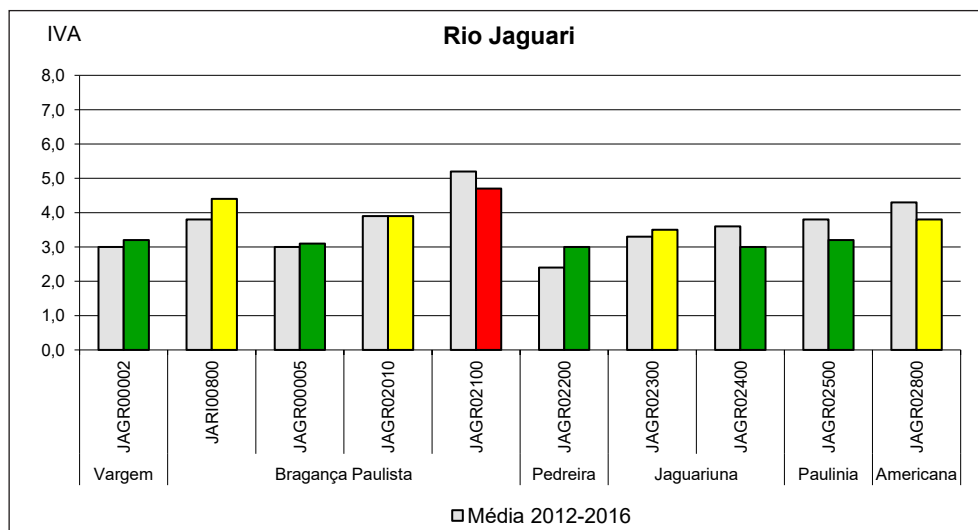
7.4.2 Rio Jaguari

O rio Jaguari manteve a classificação Boa pelo IQA em todo o seu trecho (Gráfico 7.12), apresentando melhora de qualidade no reservatório do Jaguari e no trecho a jusante da confluência com o ribeirão Lavapés (JAGR 02100), que recebe o esgoto tratado do município de Bragança Paulista.

Gráfico 7.12 – Perfil do IQA ao longo do rio Jaguari em 2017 e nos últimos 5 anos.

O Gráfico 7.13 apresenta o perfil do IVA do rio Jaguari que apresentou variação na sua classificação em 2017. Os resultados indicaram melhora no trecho a jusante do reservatório e nos trechos a jusante de Pedreira. No trecho a jusante da confluência do ribeirão Lavapés (JAGR 02100), a qualidade manteve categoria Ruim devido, sobretudo, aos baixos níveis de OD registrados ao longo do ano. No ponto JAGR 02800 (em Americana), foi verificado efeito tóxico crônico nos meses de maio e novembro, bem como elevados valores de *E. coli* na água.

Gráfico 7.13 – Perfil do IVA ao longo do rio Jaguari em 2017 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 também foi realizado para o ponto JAGR 02800, em Americana, uma vez que representa as características do rio Jaguari em seu trecho final. Os gráficos para o tratamento integrado desse ponto encontram-se no Apêndice O. No Apêndice O, também é apresentado o gráfico do hidrograma, conjuntamente com as datas de amostragem de qualidade. A seguir são apresentados os gráficos da carga de DBO e Fósforo Total, calculadas pela multiplicação da vazão média diária pela concentração no instante da medição (Gráfico 7.14 e Gráfico 7.15).

Gráfico 7.14 – Vazões e Carga de DBO em 2017, no Ponto JAGR 02800.

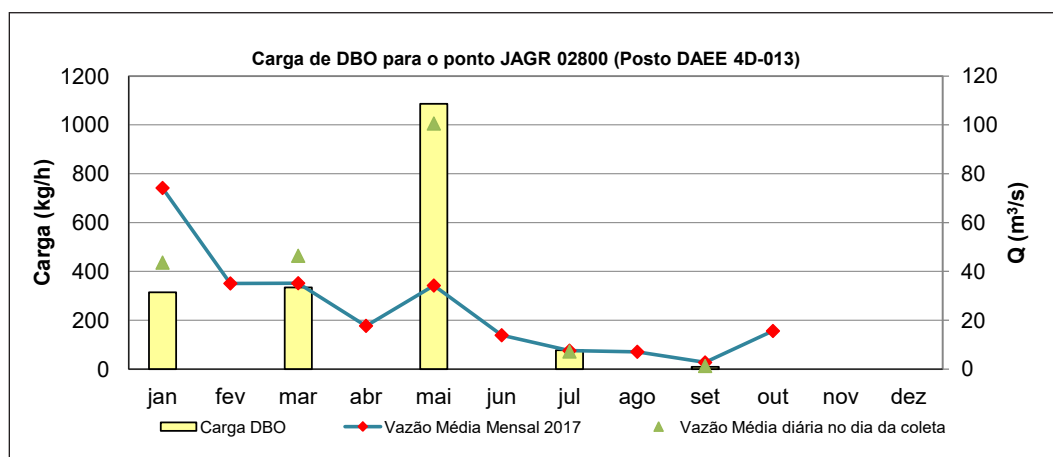
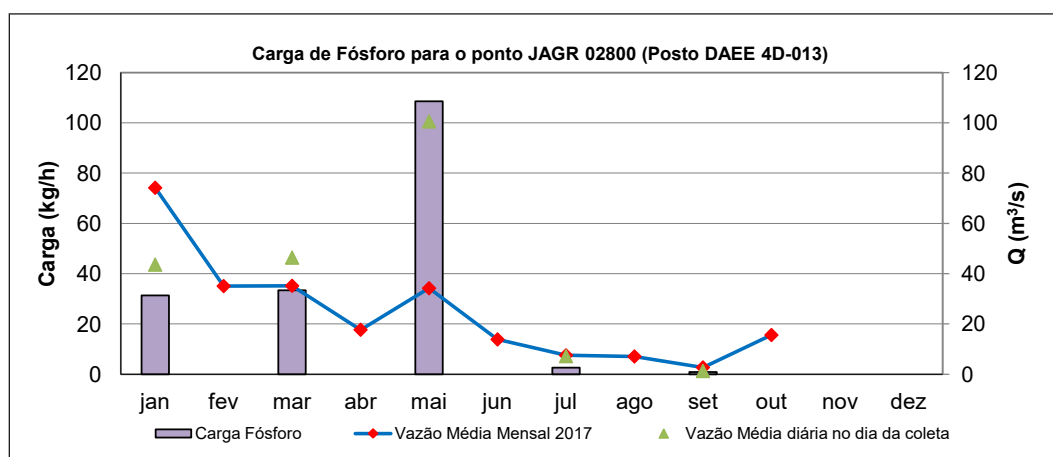
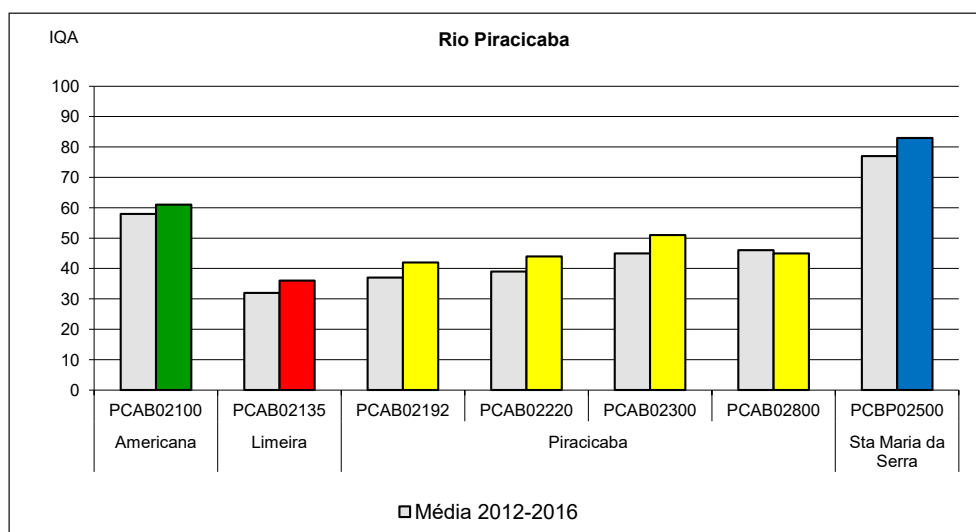


Gráfico 7.15 – Vazões e carga de Fósforo em 2017, no Ponto JAGR 02800.

As vazões médias mensais foram próximas às médias diárias quando das coletas, com exceção dos meses de janeiro e, principalmente, maio. Em janeiro, a vazão média mensal foi superior àquela medida na data de coleta, ao passo que em maio, ocorreu o oposto, com vazão média diária bem superior à média mensal, refletindo um mês com volume atípico de precipitação. Consequentemente, as cargas de DBO e Fósforo pontuais calculadas no mês de janeiro foram bem inferiores às calculadas para o mês de maio, demonstrando que em vazões mais elevadas a carga transportada de DBO e Fósforo pelo rio é maior, refletindo as contribuições de origem difusa no aporte desses poluentes.

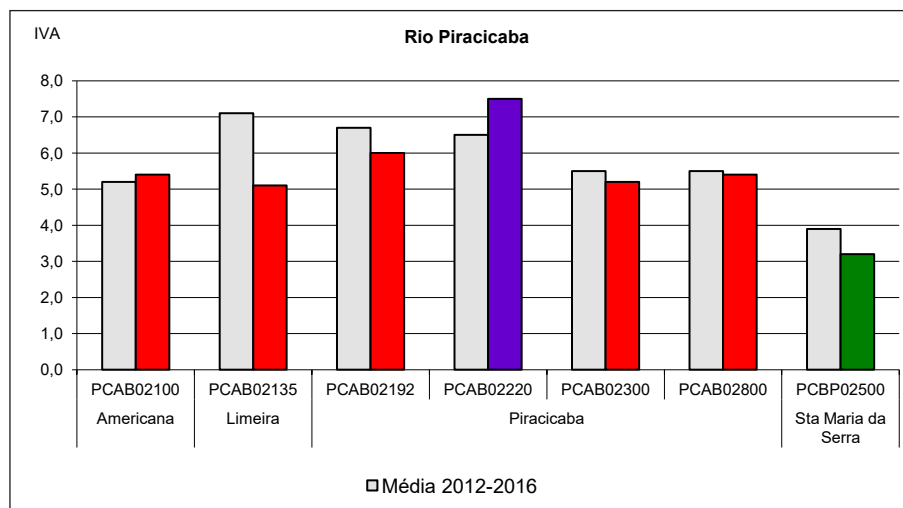
7.4.3 Rio Piracicaba

Em 2017, a qualidade do rio Piracicaba manteve-se similar a do ano anterior, havendo melhora no braço em Sta. Maria da Serra associada ao processo de autodepuração, devido ao represamento em Barra Bonita. O ponto em Limeira foi classificado na categoria Ruim, devido à influência negativa do aporte de carga orgânica proveniente das bacias dos rios Tatu e Quilombo (Gráfico 7.16).

Gráfico 7.16 – Perfil do IQA ao longo do rio Piracicaba em 2017 e nos últimos 5 anos.

No Gráfico 7.17, é mostrado o perfil do IVA no rio Piracicaba. A qualidade desse rio para fins de proteção da vida aquática piorou em relação a 2016, destacando-se os trechos em Americana, devido ao registro de efeito tóxico crônico em janeiro, maio e julho, e em Piracicaba, devido aos baixos níveis de OD e ao elevado aporte de fósforo oriundo dos trechos da sua bacia de contribuição. A melhora do IVA no trecho em Sta. Maria da Serra foi devida a elevação dos níveis de OD e ausência de efeito tóxico crônico.

Gráfico 7.17 – Perfil do IVA ao longo do rio Piracicaba em 2017 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 2017 com as vazões médias mensais dos últimos cinco anos e um gráfico mostrando o hidrograma do posto, conjuntamente com as datas de amostragem de qualidade (Apêndice O). A seguir 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 7.18 e Gráfico 7.19 respectivamente) e a Figura 7.2, com a evolução dos parâmetros medidos pela Estação Automática da CETESB no rio Piracicaba de janeiro a dezembro de 2017.

Gráfico 7.18 – Vazões e carga de DBO em 2017 no ponto PCAB02800

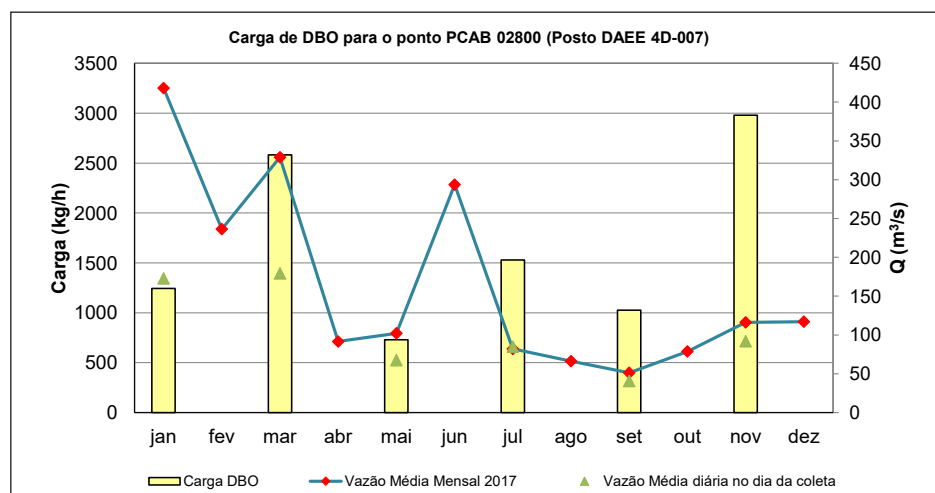
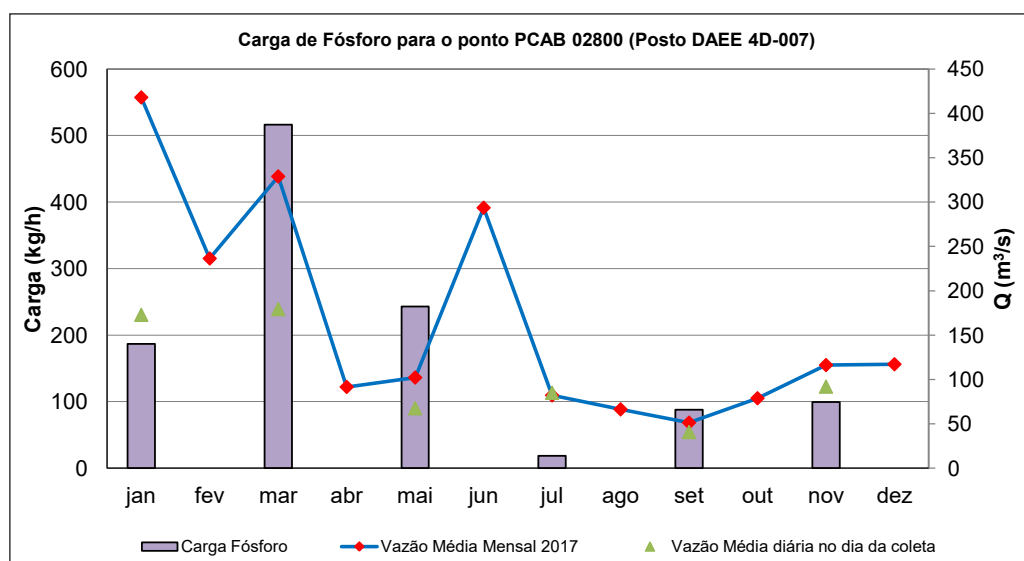
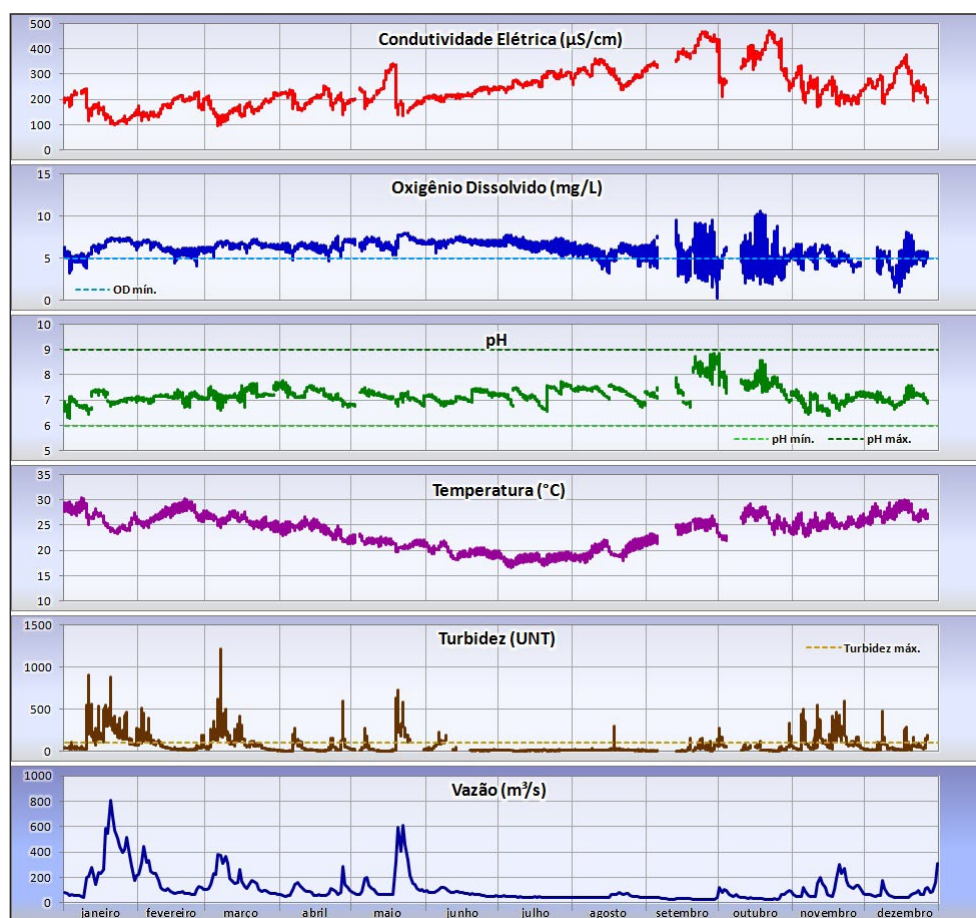


Gráfico 7.19 – Vazões e carga de Fósforo em 2017 no ponto PCAB02800

As maiores vazões foram medidas nos meses de janeiro, março e maio, resultando em cargas maiores de DBO e Fósforo nesses meses, refletindo a importância da contribuição das cargas de origem difusa. A elevada carga de DBO calculada para os meses de julho, setembro e novembro, indica que esse trecho do rio Piracicaba também recebe contribuições de origem pontual, a partir do lançamento de esgotos domésticos nos rios de sua bacia de drenagem.

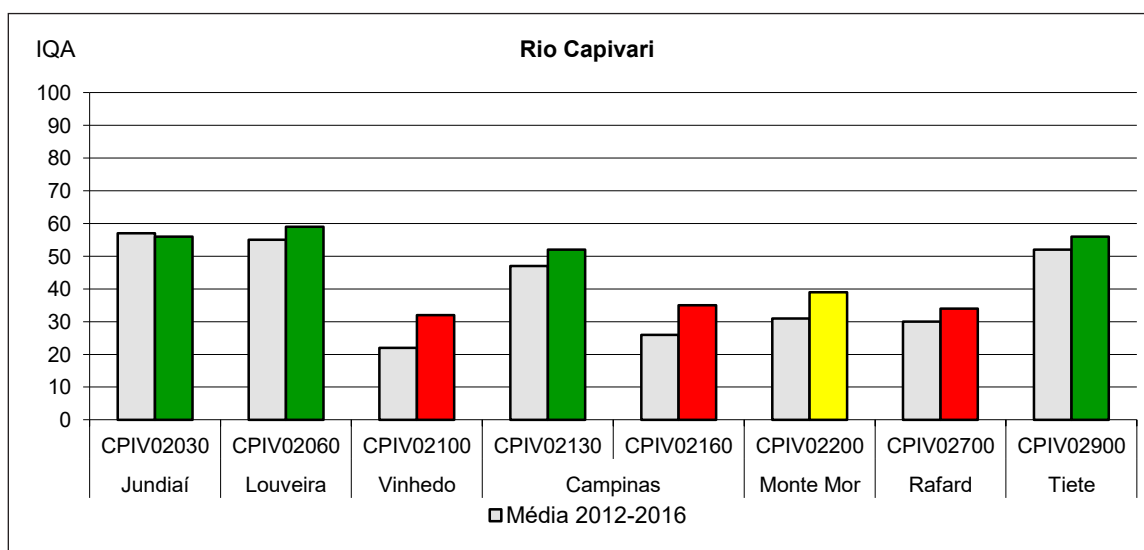
A Figura 7.2 apresenta a evolução dos parâmetros medidos pela Estação Automática Piracicaba em 2017.

Figura 7.2 – Evolução dos parâmetros medidos pela Estação Automática Piracicaba de janeiro a dezembro de 2017

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 nº 357/05 para rios Classe 2 em 83% dos resultados ou das amostragens. A condutividade apresentou tendência de aumento no segundo semestre, período em que a vazão desse trecho do rio foi menor, atingindo valores maiores que $400 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$. Nesse mesmo período, foram observados os menores valores de oxigênio dissolvido. Apesar de atender ao padrão em 77% dos resultados ou das amostragens, a turbidez apresentou vários picos de mais de 500 UNT, geralmente coincidentes com aumentos na vazão do rio. Isso indica que a lixiviação do solo da bacia contribui para aporte de cargas difusas ao rio.

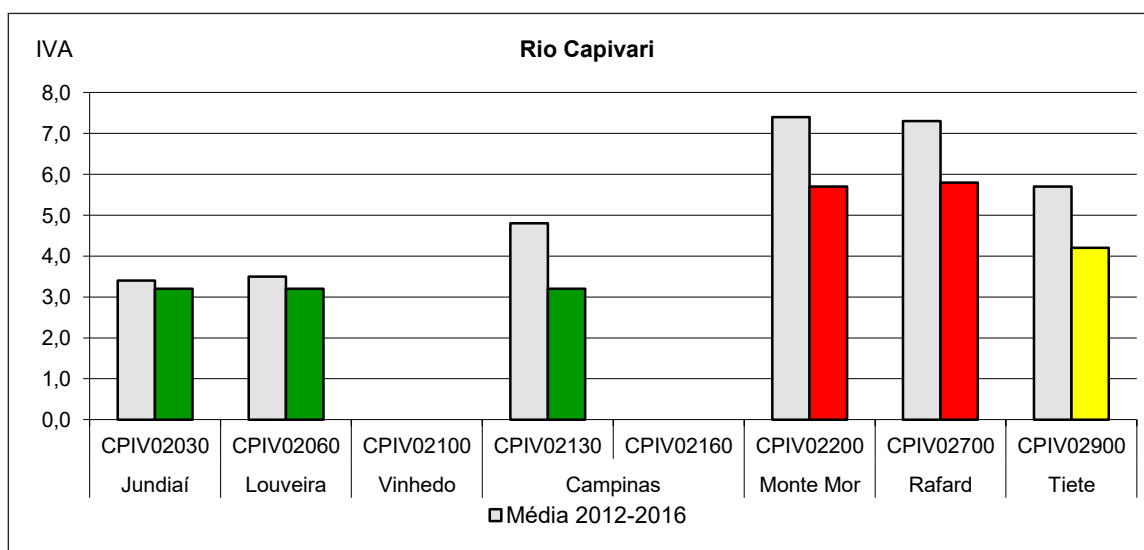
7.4.4 Rio Capivari

Gráfico 7.20 – Perfil do IQA ao longo do rio Capivari em 2017 e nos últimos 5 anos



O Gráfico 7.20 apresenta o perfil do IQA ao longo do rio Capivari. Embora o IQA tenha melhorado em relação à média histórica, a qualidade ainda é Ruim nos trechos em Vinhedo, Campinas e Rafard, influenciada principalmente pelos baixos níveis de OD, e elevada concentração de DBO e de *E. coli*, os quais estão relacionados à presença de carga orgânica oriunda dos esgotos desses municípios, principalmente de Campinas.

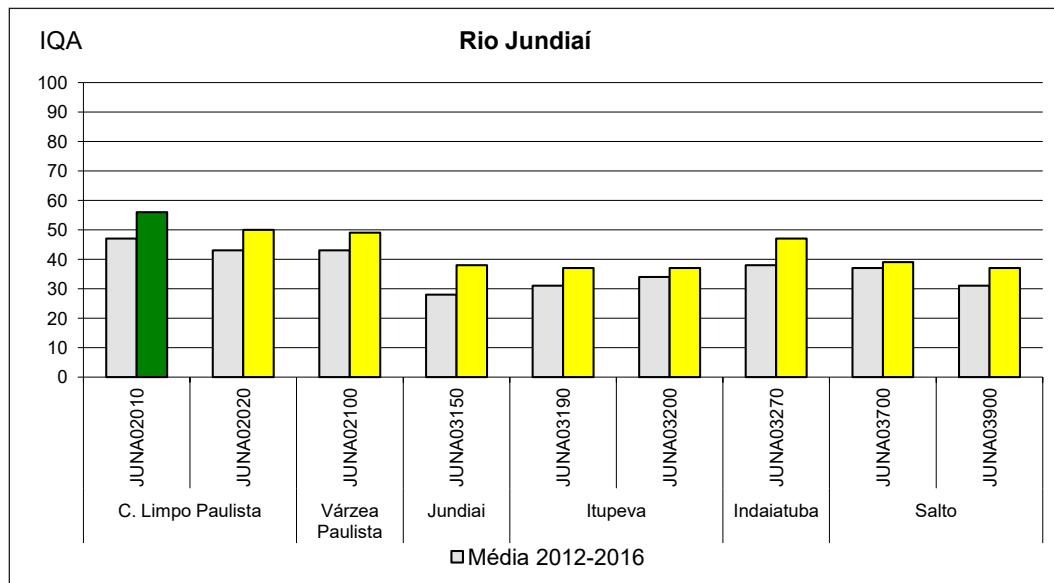
Gráfico 7.21 – Perfil do IVA ao longo do rio Capivari em 2017 e nos últimos 5 anos



O perfil do IVA nesse rio (Gráfico 7.21) também reflete a presença de carga orgânica, apresentando qualidade Ruim nos trechos de Monte Mor e Rafard em função dos baixos níveis de OD. Ressalta-se que o IVA não foi calculado nos pontos CPVI 02100 e 02160 devido ao histórico de baixos níveis de OD.

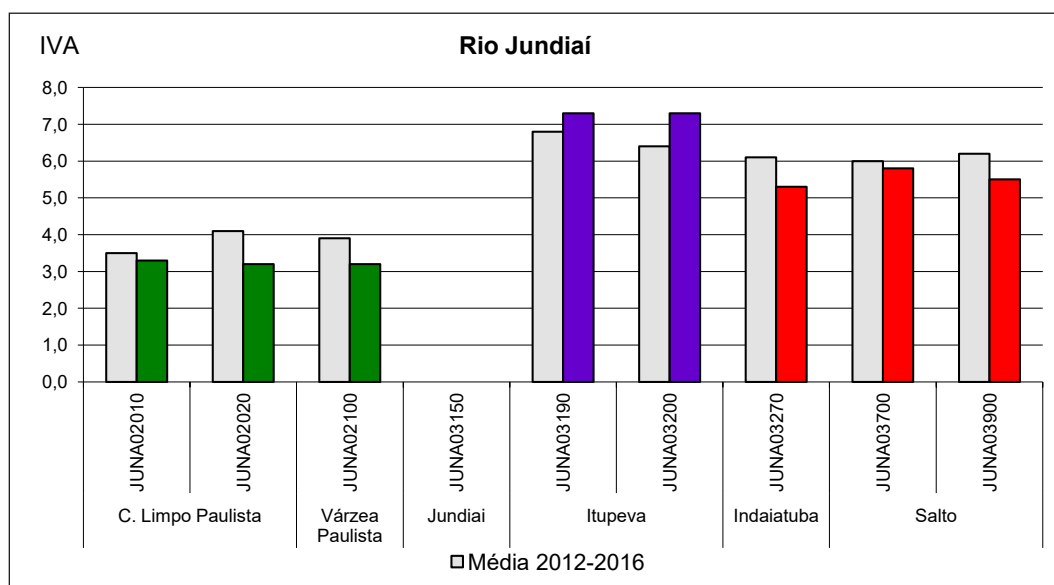
7.4.5 Rio Jundiá

Gráfico 7.22 – Perfil do IQA ao longo do rio Jundiá – UGRHI 05 em 2017 e nos últimos 5 anos



O perfil do IQA no rio Jundiá em 2017 é mostrado no Gráfico 7.22. Ressalta-se a melhora da qualidade desse rio em 2017 nos trechos em Itupeva, Indaiatuba e Salto, que passaram para a categoria Regular, e que foi refletida por aumento nos níveis de OD e queda nos valores de DBO, Fósforo Total, Nitrogênio Amomiacal e *E. coli* quando comparado com os últimos 5 anos. Esses resultados reforçam a eficácia das ações voltadas ao controle das fontes poluidoras na sua bacia de contribuição e justificam o re-enquadramento desse rio da Classe 4 para Classe 3 no trecho entre Jundiá e Salto.

Gráfico 7.23 – Perfil do IVA ao longo do rio Jundiá – UGRHI 05 em 2017 e nos últimos 5 anos



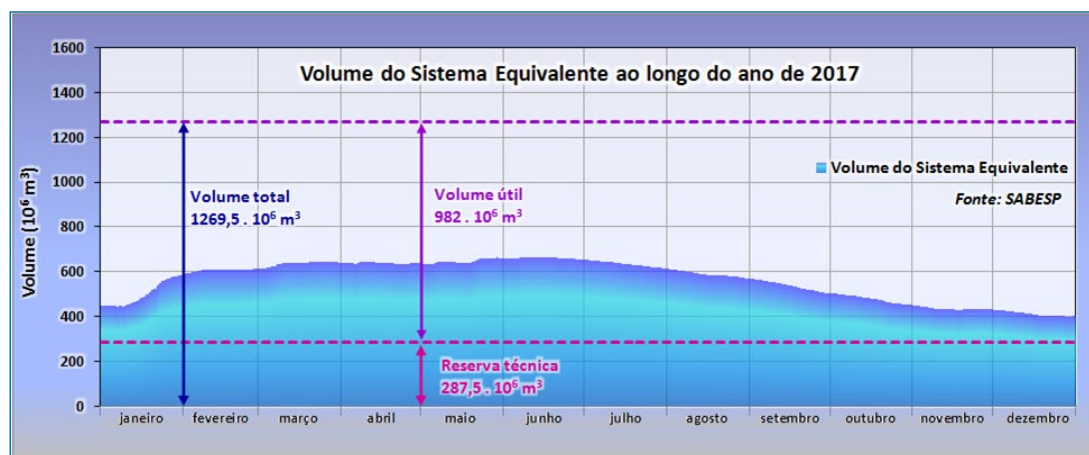
O Perfil do IVA no rio Jundiá pode ser visualizado no Gráfico 7.23. Nos trechos de montante houve melhora desse índice devido à melhora nos níveis de OD e ausência de resultados positivos para o ensaio de ecotoxicidade. Nos pontos JUNA 03200, JUNA 03700 e JUNA 03900 (em Salto), foram detectados Compostos Orgânicos Voláteis no mês de junho. A qualidade Péssima e Ruim nos trechos em Itupeva, Indaiatuba e Salto é devida aos efeitos tóxicos agudo e crônico observados em *C. dubia* ao longo do ano e ao grau de trofia, em função das elevadas concentrações de Fósforo Total. Com o reenquadramento do rio Jundiá para Classe 3 é importante verificar as causas de efeito tóxico agudo em suas águas.

7.5 SISTEMA CANTAREIRA – UGRHs 05 e 06

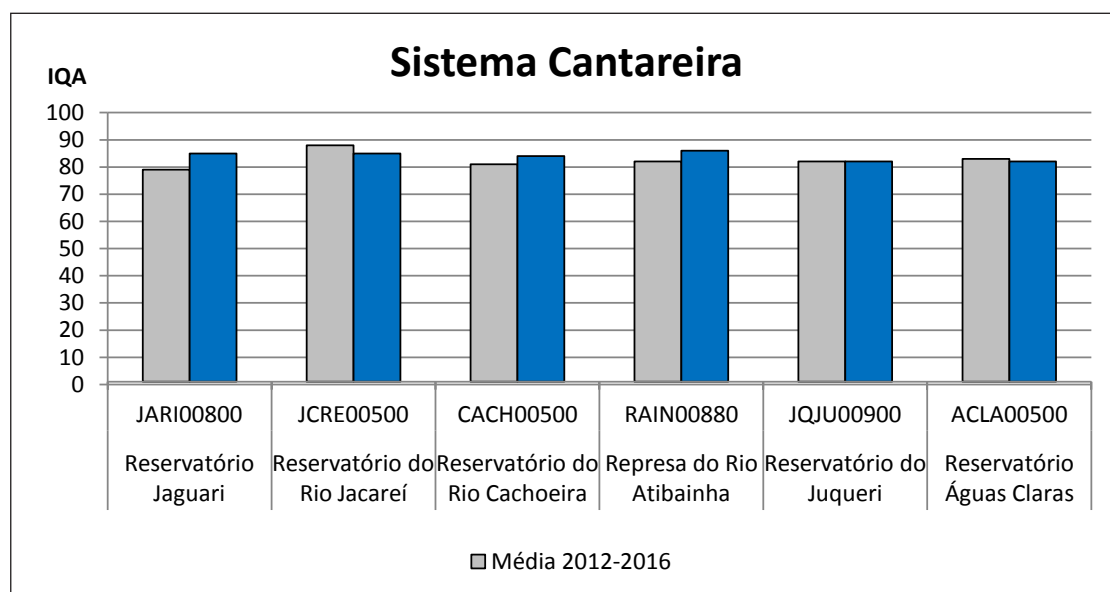
Os reservatórios iniciais do Sistema Cantareira são o Jaguari/Jacareí, Cachoeira e Atibainha. Para facilitar o entendimento do comportamento dinâmico desses três corpos hídricos, a SABESP denomina-os, em conjunto, como “Sistema Equivalente” e realiza o monitoramento sistemático do nível d’água dos mesmos 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 7.24 apresenta a evolução do volume do Sistema Equivalente ao longo de 2017, podendo-se observar que o volume em dezembro de 2017, após uma recuperação progressiva e significativa até junho, retornou próximo ao patamar de janeiro, correspondendo a 46% do volume útil.

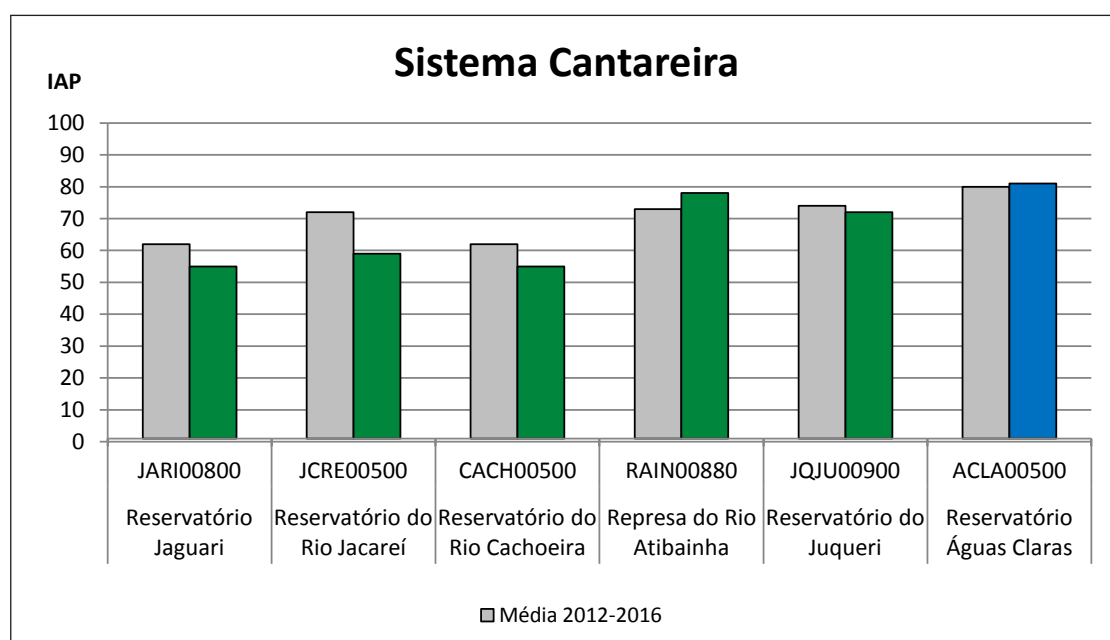
Gráfico 7.24 – Evolução do volume do Sistema Equivalente ao longo de 2017



O Gráfico 7.25 apresenta o perfil do IQA para os reservatórios do Sistema Cantareira, seguindo o caminho das águas desde o reservatório Jaguari até o Águas Claras, onde é feita a adução para a ETA do Guaraú. Em 2017, a qualidade de todos os reservatórios foi Ótima.

Gráfico 7.25 – Perfil do IQA nos reservatórios do Sistema Cantareira em 2017 e nos últimos 5 anos.

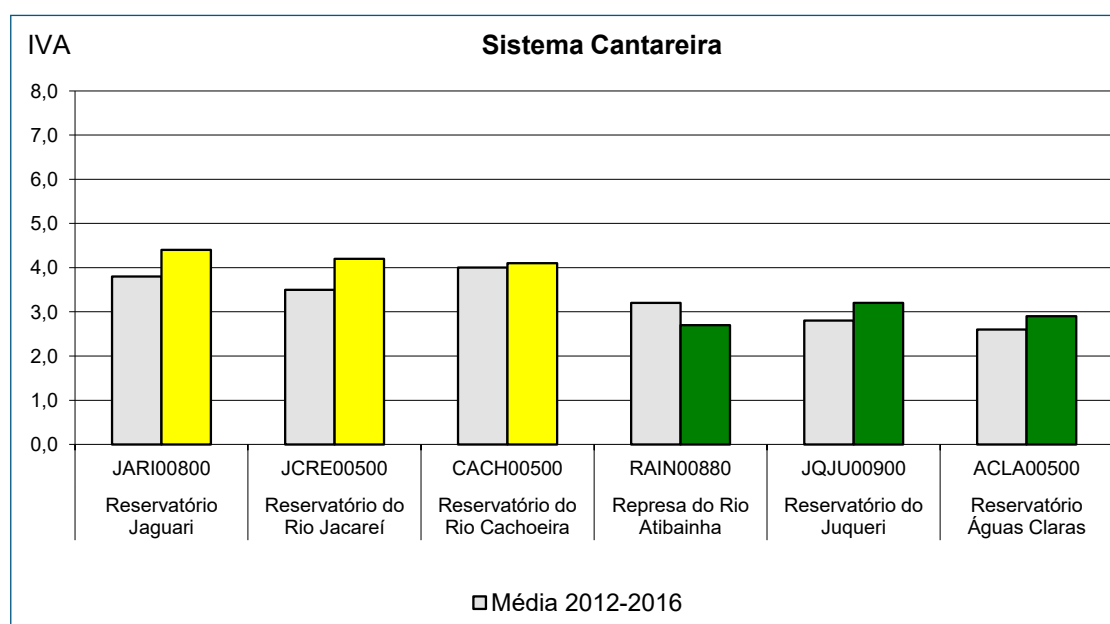
O Gráfico 7.26 apresenta o perfil do IAP para os reservatórios do Sistema Cantareira. O IAP anual variou entre as classificações Boa e Ótima em 2017. Ressalta-se a melhora nos reservatórios Cachoeira e Águas Claras em relação a 2016, influenciada pelo registro de menores densidades de cianobactérias ao longo do ano, principalmente no reservatório Águas Claras.

Gráfico 7.26 – Perfil do IAP nos reservatórios do Sistema Cantareira em 2017 e nos últimos 5 anos.

O Gráfico 7.27 apresenta o perfil do IVA para os reservatórios do Sistema Cantareira. Em 2017, a qualidade desses reservatórios manteve-se nas categorias Regular e Boa. A represa do Atibainha manteve a qualidade Boa, apesar da piora no estado de trofia que passou de oligo para mesotrófico. Os reservatórios Cachoeira, Jacaré e Jaguari apresentaram a classificação Regular devido à condição mesotrófica e a toxicidade crônica registrada em três das quatro campanhas realizadas no ano. Os reservatórios Juqueri/Paiva Castro e Águas Claras mantiveram a classificação Boa do ano anterior.

Nos reservatórios do Sistema Cantareira destaca-se o efeito tóxico crônico verificado em 75% das amostras de todos os pontos analisados. Apenas o ponto RAIN 00880 (Res. Atibainha) não apresentou toxicidade durante o ano de 2017. O efeito crônico observado nos reservatórios Cachoeira, Jaguari e Jacaré pode estar relacionado à presença de cianobactérias, as quais podem causar efeitos adversos aos organismos devido à liberação de toxinas e/ou obstrução do aparelho filtrador. Nos pontos de rios do Sistema Cantareira (UGRHI 5), verificou-se toxicidade crônica apenas no rio Jaguari (ponto JAGR 00005) no mês de julho.

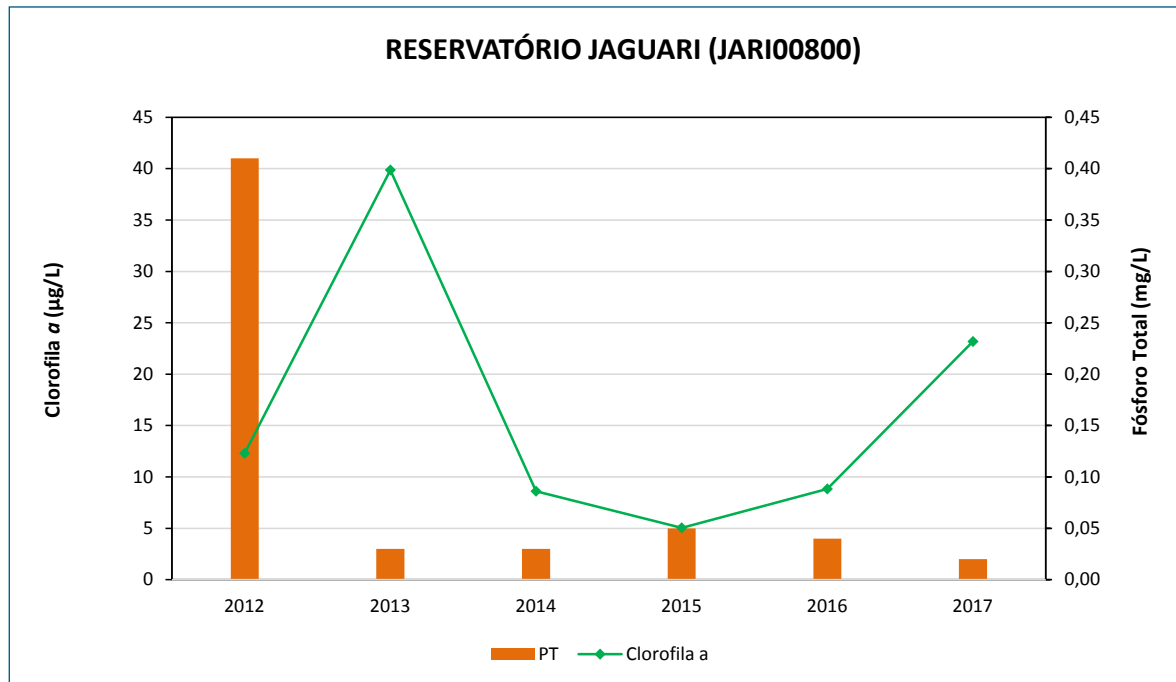
Gráfico 7.27 – Perfil do IVA nos reservatórios do Sistema Cantareira em 2017 e nos últimos 5 anos.



7.5.1 Reservatório Jaguari

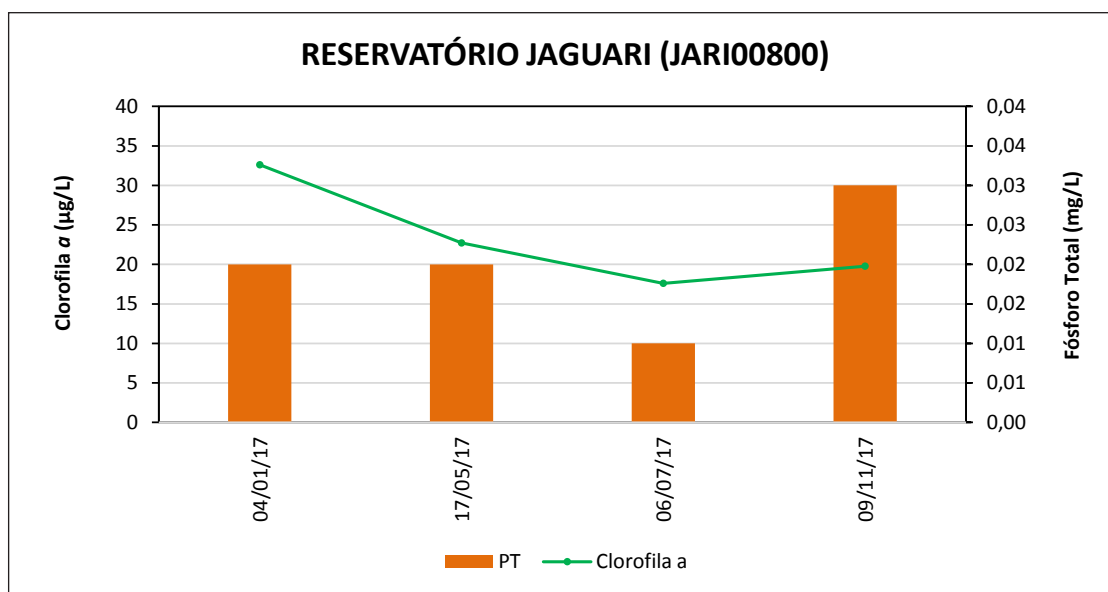
O Gráfico 7.28 apresenta um histórico, do período de 2012 a 2017, da média anual de Clorofila *a* e Fósforo Total no reservatório Jaguari.

Gráfico 7.28 – Média Anual de Clorofila *a* e Fósforo Total no reservatório Jaguari – 2012 a 2017.



No Gráfico 7.28, pode-se observar, em relação ao ano anterior, que no reservatório Jaguari apesar de uma diminuição na concentração de Fósforo Total houve um aumento significativo na concentração de Clorofila *a*. No período de 2012 a 2017 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 nas concentrações de Clorofila *a* observado nos dois últimos anos está relacionado ao aumento significativo na densidade de organismos fitoplanctônicos.

O Gráfico 7.29 que apresenta as concentrações de Clorofila *a* e Fósforo Total no reservatório Jaguari ao longo de 2017 mostra que a maior concentração de Clorofila *a* ocorreu em janeiro, no entanto, em todas as campanhas foi superado o limite de $10 \mu\text{g.L}^{-1}$ da Resolução CONAMA nº 357/05 devido à densidade total de organismos fitoplanctônicos, influenciada pelo grupo das Cianobactérias. Em relação ao Fósforo Total, apenas em setembro e novembro as concentrações superaram a legislação.

Gráfico 7.29 – Concentrações de Clorofila *a* e Fósforo Total (PT) no reservatório Jaguari – 2017.

Com relação à estrutura da comunidade fitoplanctônica, o reservatório Jaguari apresentou uma piora considerável em relação ao ano anterior, pois passou a ter dominância do grupo de cianobactérias em todas as amostragens. Houve aumento significativo das densidades de células de cianobactérias e do total de organismos, tanto na média anual (Figura 7.3) quanto dos valores mensais (Figura 7.4), passando de 5.246 org.mL⁻¹ em 2016 para 29.151 org.mL⁻¹ em 2017. A média anual de células de cianobactérias passou de 33.088 céls.mL⁻¹ para 127.792 céls.mL⁻¹ e as concentrações mensais ultrapassaram o preconizado pela Resolução CONAMA nº 357/05 para classe Especial (20.000 céls.mL⁻¹) em todos os meses. Os maiores valores de células de cianobactérias pertenceram aos gêneros *Aphanizomenon* e *Cylindrospermopsis*, ambos potencialmente produtores de cilindrospermopsina, saxitoxina (Carvalho *et al.* 2013) e microcistina (Paerl e Otten, 2013). Esse cenário refletiu as condições ambientais propícias registradas nas amostragens como elevadas temperaturas da água e presença de Fósforo Total. Cabe salientar que, apesar das concentrações de nitrogênio estarem abaixo do limite de quantificação em praticamente todas as amostragens e dos valores de Fósforo Total encontrarem-se em concentrações limítrofes recomendadas pela Resolução nº CONAMA 357/05 para Classe Especial (0,02 mg.L⁻¹) na maioria das análises, os gêneros supracitados são capazes de fixar nitrogênio atmosférico e estocar fósforo no interior das células quando há pulsos desse nutriente no ambiente, como o observado em setembro e novembro, que apresentaram quantidade do referido nutriente acima dos valores legíveis (0,04 mg.L⁻¹ e 0,03 mg.L⁻¹).

Figura 7.3 – Média anual da Comunidade Fitoplanctônica e Contagem de Células de Cianobactérias no reservatório Jaguari – 2012 a 2017.

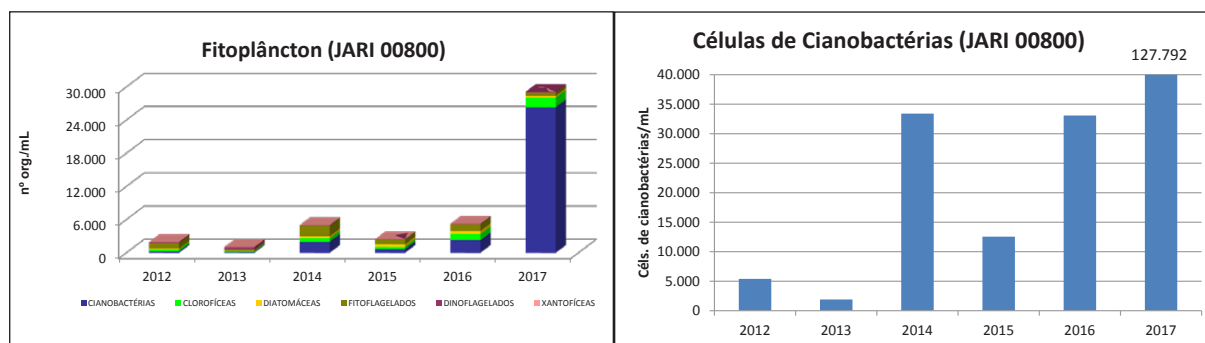
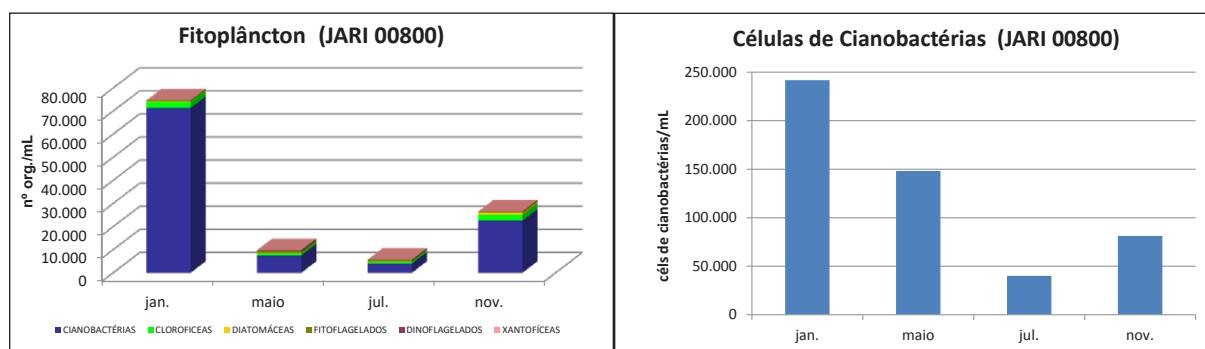


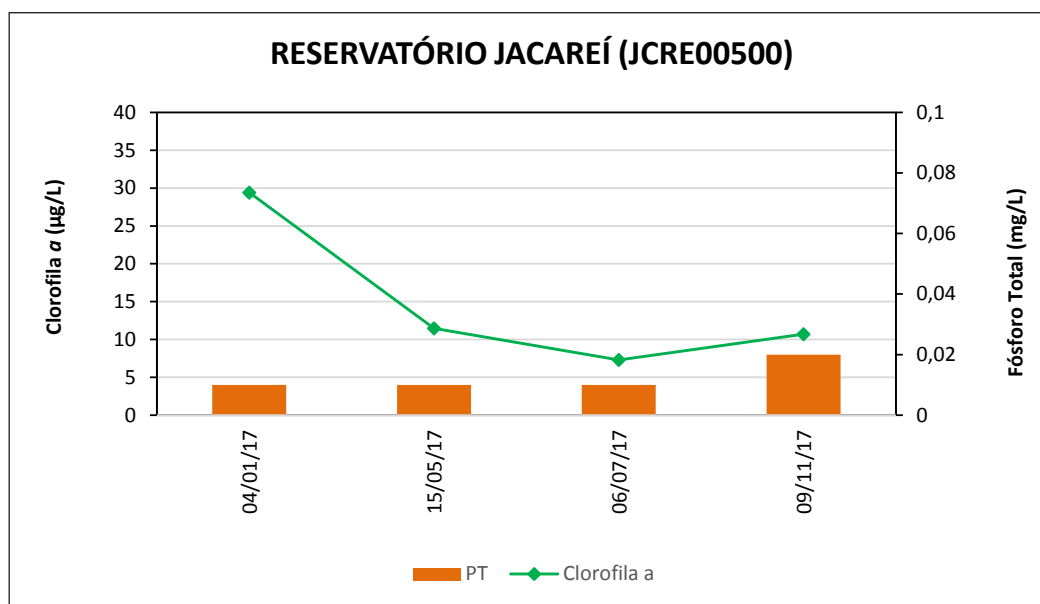
Figura 7.4 – Média mensal da Comunidade Fitoplanctônica e Contagem de Células de Cianobactérias no reservatório Jaguari em 2017



7.5.2 Reservatório Jacaré

O Gráfico 7.30 apresenta as concentrações de Clorofila *a* e Fósforo Total ao longo de 2017 no reservatório Jacaré que compõe o Sistema Cantareira e que, juntamente com o reservatório Jaguari, localizam-se na porção inicial do Sistema, sendo os dois principais reservatórios em termos de volume. Este reservatório foi incluído na Rede de Monitoramento, com amostragens mensais, a partir de abril de 2014.

Gráfico 7.30 – Concentrações de Clorofila *a* e Fósforo Total (PT) no reservatório Jacaré 2017.

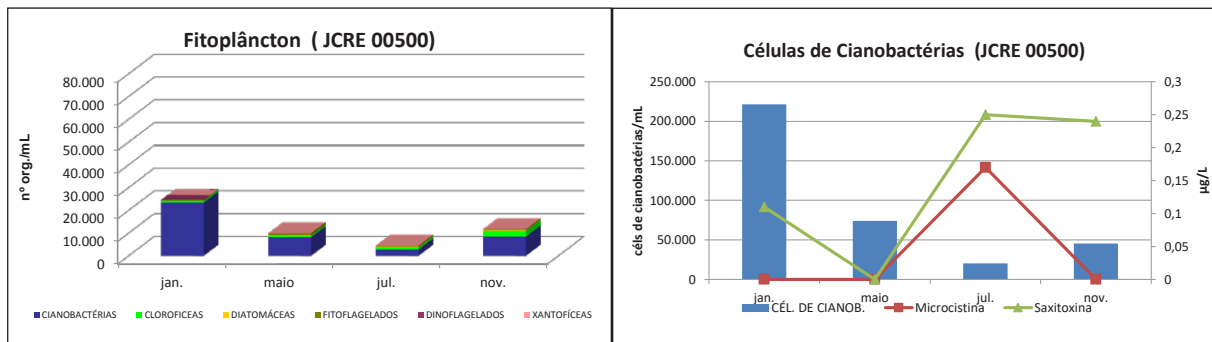


No reservatório Jacaré foi possível observar que as concentrações de Clorofila *a* variaram ao longo do ano, com estreita relação com a densidade total de organismos fitoplanctônicos, influenciadas principalmente pelas cianobactérias que dominaram a estrutura da comunidade. As maiores concentrações de Clorofila *a* foram observadas no mês de janeiro, mas em maio e novembro, também superaram o limite estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/05. O Fósforo Total, em todas as campanhas esteve em conformidade com a legislação. Este reservatório variou sua classificação ao longo do ano, pelo IET, de Oligotrófica a Mesotrófica, com média anual de Mesotrófica, mantendo a classificação obtida desde 2015.

Assim como no reservatório Jaguari, registrou-se aumento das densidades de organismos totais de 7.552 org.mL⁻¹ em 2016, para 12.685 org.mL⁻¹ em 2017, maior densidade de células cianobactérias e dominância deste grupo em todos os meses amostrados (Figura 7.5). A média anual de células de cianobactérias passou de 37.560 céls.mL⁻¹ em 2016, para 90.927 céls.mL⁻¹ em 2017, e as concentrações mensais ultrapassaram o preconizado pela Resolução CONAMA nº 357/05 para Classe Especial (20.000 céls.mL⁻¹) em todos os meses. Os gêneros que mais contribuíram para essas elevadas densidades foram *Aphanizomenon* e *Cylindrospermopsis*, ambos potencialmente produtores de cilindrospermopsina, saxitoxina (Carvalho *et al.* 2013) e microcistina (Paerl e Otten, 2013). As maiores concentrações de cianotoxinas foram encontradas em julho, quando foram obtidas as menores concentrações de células de cianobactérias, provavelmente em função da liberação dessas toxinas na água devido à senescência das células de cianobactérias.

No entanto, os valores de cianotoxinas na água bruta encontram-se abaixo das concentrações estabelecidas para a água potável, a qual deverá ainda passar por tratamento. Considerando que as concentrações de Fósforo Total permaneceram no limite recomendado pela Resolução nº CONAMA 357/05 para Classe Especial (0,02 mg.L⁻¹), é provável que esse reservatório esteja refletindo as condições do reservatório Jaguari, considerando que há ligação entre ambos.

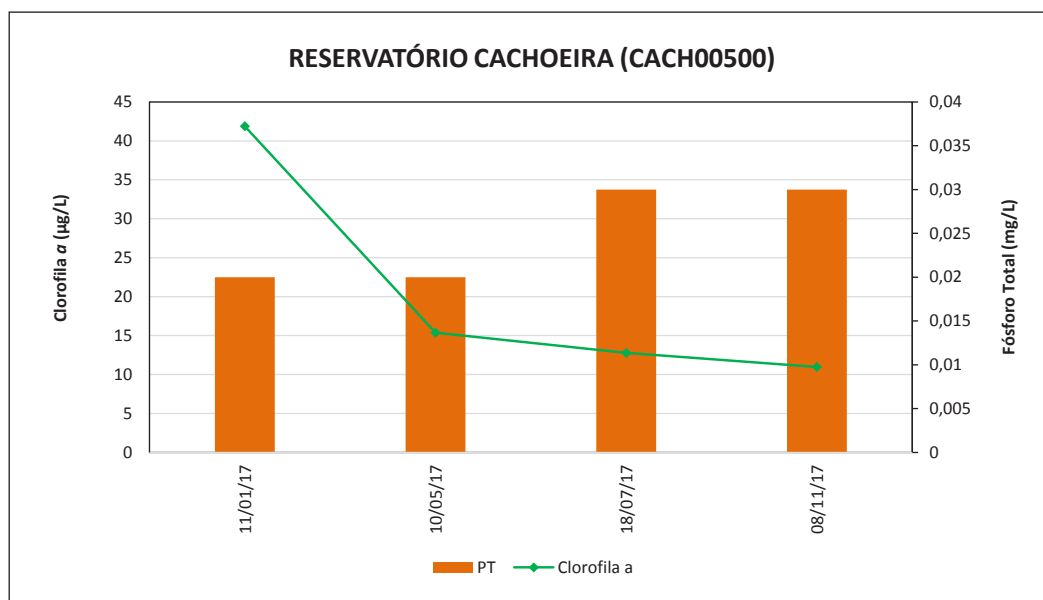
Figura 7.5 – Média mensal da Comunidade Fitoplânctônica, Contagem de Células de Cianobactérias e concentrações de cianotoxinas (microcistina e saxitoxina) no reservatório Jacaré em 2017.



7.5.3 Reservatório Cachoeira

O Gráfico 7.31 apresenta as concentrações de Clorofila *a* e Fósforo Total, no reservatório Cachoeira, ao longo de 2017. Este reservatório foi incluído na Rede de Monitoramento, com amostragens mensais, a partir de maio de 2014.

Gráfico 7.31 – Concentrações de Clorofila *a* e Fósforo Total (PT) no reservatório Cachoeira – 2017.

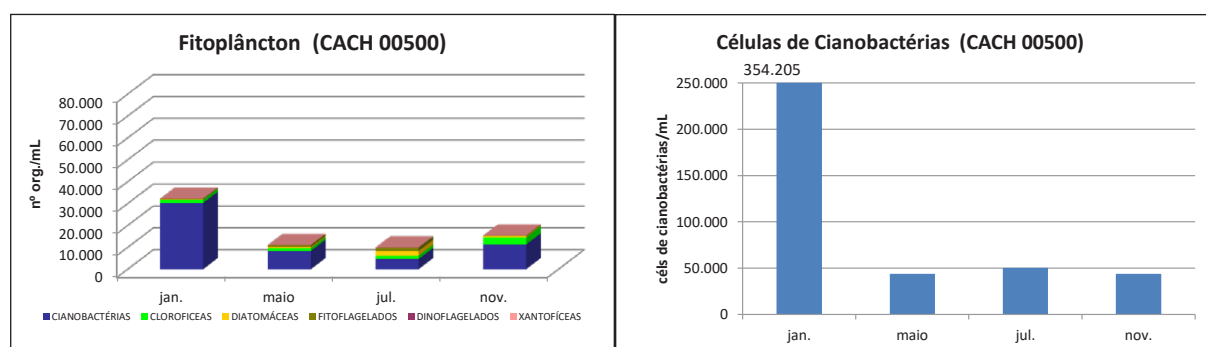


As concentrações de Clorofila *a* superaram em todas as campanhas o limite estabelecido pela CONAMA nº 357/05, com a maior concentração em janeiro, tendo sido influenciada pelo alto número de células de cianobactérias. Quanto ao Fósforo Total, suas concentrações superaram o limite da legislação em março, julho e novembro.

Este reservatório exibiu ao longo de 2017, bem como na sua média anual, a condição Mesotrófica, ou seja, ambiente em processo de eutrofização, mantendo a classificação obtida desde 2014.

A média anual da comunidade fitoplanctônica passou de 14.229 org.mL⁻¹ em 2016 para 17.156 org.mL⁻¹ em 2017 e verificou-se que a estrutura da comunidade piorou consideravelmente, com dominância absoluta de cianobactérias sobre os demais grupos. O cenário foi sensivelmente melhor em julho, quando provavelmente houve desestratificação da coluna d'água (Figura 7.6). A variação da média anual da densidade de células de cianobactérias não foi significativa, passando de 116.447 céls.mL⁻¹ em 2016 para 123.081 céls.mL⁻¹ em 2017, com manutenção dos gêneros que haviam sido dominantes em 2016, *Cylindrospermopsis* e *Aphanizomenon*, potencialmente produtores de cilindrospermopsina, saxitoxina (Carvalho *et al.* 2013) e microcistina (Paerl e Otten, 2013). Os valores mensais de células de cianobactérias foram superiores ao estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/05 para classe Especial (20.000 céls.mL⁻¹) em todos os meses.

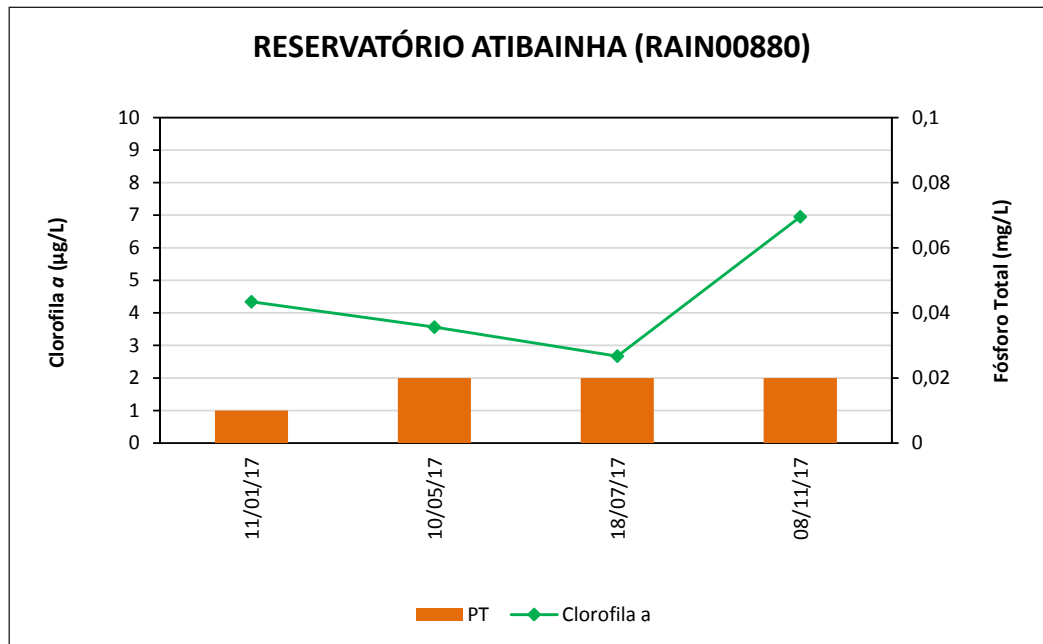
Figura 7.6 – Média mensal da Comunidade Fitoplanctônica e Contagem de Células de Cianobactérias no reservatório Cachoeira. 2017.



7.5.4 Reservatório Atibainha

O Gráfico 7.32 apresenta as concentrações de Clorofila *a* e Fósforo Total, neste reservatório ao longo de 2017. O reservatório Atibainha foi incluído na Rede de Monitoramento, com amostragens mensais, a partir de abril de 2014.

Gráfico 7.32 – Concentrações mensais de Clorofila *a* e Fósforo Total (PT) no reservatório Atibainha.

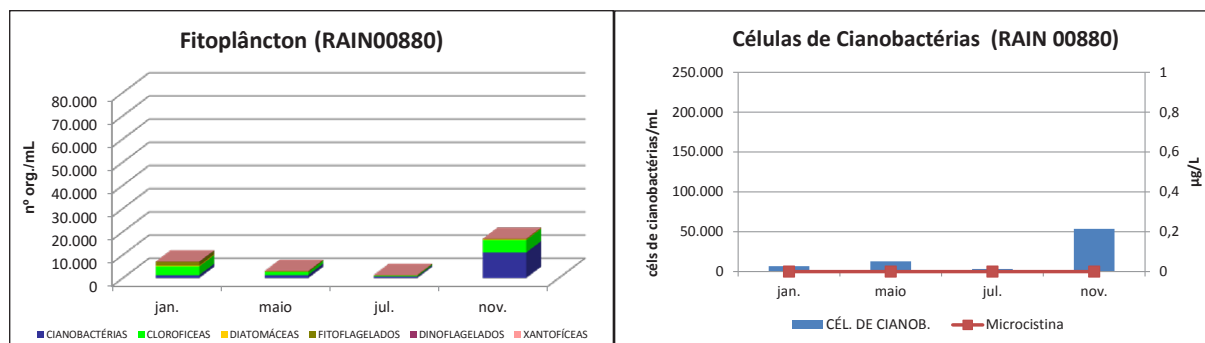


A maior concentração de Clorofila *a* em 2017 neste reservatório foi observada em novembro, porém sem superar o limite estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/05. As concentrações de Clorofila *a* exibidas ao longo do ano e principalmente em novembro, estiveram relacionadas com a densidade total de organismos fitoplanctônicos e influenciada principalmente pelos grupos das cianobactérias e clorofíceas. As concentrações de Fósforo Total, com exceção de março, estiveram em conformidade com a legislação.

Este reservatório exibiu ao longo do ano classificação trófica, pelo IET, de Oligotrófica a Mesotrófica e pela média anual classificou-se como Mesotrófica, ou seja, um ambiente em processo de eutrofização, indicando uma piora em relação ao ano anterior.

No entanto, com relação a comunidade fitoplanctônica o reservatório Atibainha apresentou diminuição das densidades totais de organismos de 2016 para 2017, sendo que novembro foi o mês que apresentou maiores densidades da comunidade e de células de cianobactérias com 16.950 org.mL⁻¹ e 53.540 céls.mL⁻¹, respectivamente. Proporcionalmente a contribuição das cianobactérias (Figura 7.7) aumentou, embora tenham sido aplicadas 20 toneladas de Sulfato de Cobre ao longo de 2017. Apenas em novembro os valores de células de cianobactérias superaram o estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/05 para Classe Especial, com dominância de células picoplanctônicas da família Synechococcaceae. Os gêneros *Cylindrospermopsis* e *Aphanizomenon* que foram dominantes nos reservatórios de montante foram quantificados, mas estiveram em baixas densidades. A microcistina não foi quantificada em função das densidades dos gêneros potencialmente produtores estarem em baixas densidades.

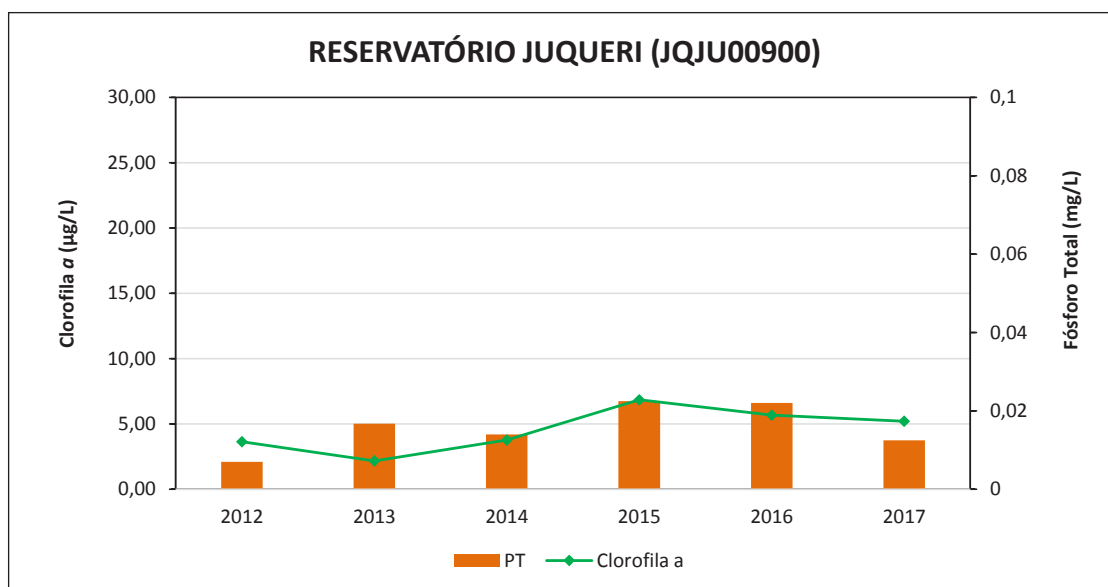
Figura 7.7 – Média mensal da Comunidade Fitoplantônica, Contagem de Células de Cianobactérias e concentração de microcistina no reservatório Atibainha. 2017.



7.5.5 Reservatório Juqueri (Paiva Castro)

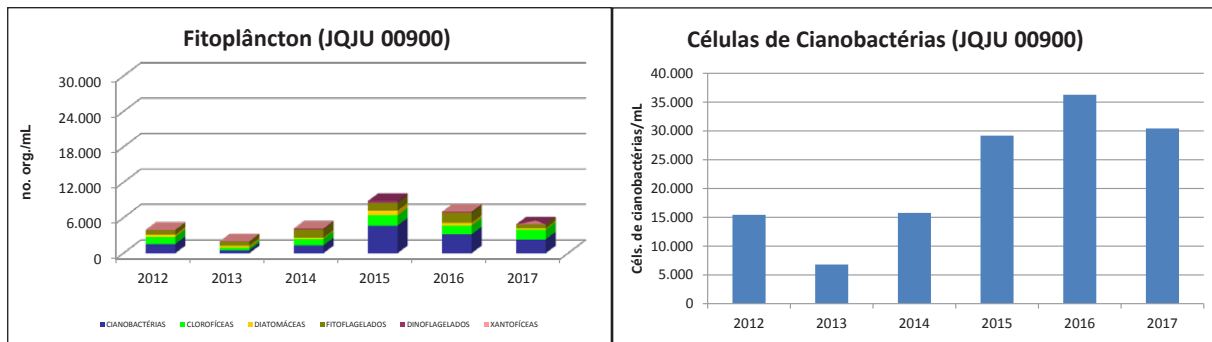
No Gráfico 7.33 é apresentado um histórico da média anual das concentrações de Clorofila *a* e Fósforo Total, do período de 2012 a 2017, no reservatório Juqueri.

Gráfico 7.33 – Média Anual de Clorofila *a* e Fósforo Total no reservatório Juqueri – 2012 a 2017.



No reservatório Juqueri foi possível observar ao longo de seis anos, pela média anual, um aumento tanto da Clorofila *a* como do Fósforo Total em 2015, quando atingiu a condição Mesotrófica, porém as concentrações de Clorofila *a* sempre se mantiveram abaixo de 10 µg.L⁻¹, estando em conformidade com a Resolução CONAMA nº 357/05. Como esperado, foi possível observar que as concentrações de Clorofila *a* são influenciadas tanto pela densidade de organismos fitoplantônicos principalmente pelos grupos das Cianobactérias e Clorofíceas. Desde 2015, a densidade anual da comunidade fitoplantônica vem diminuindo, mas com redução da diversidade de grupos. A densidade de células de cianobactérias, que vinha ascendendo desde 2013, também diminuiu em 2017 (Figura 7.8), provavelmente em função da diminuição da média anual de Fósforo Total que foi a menor desde 2013.

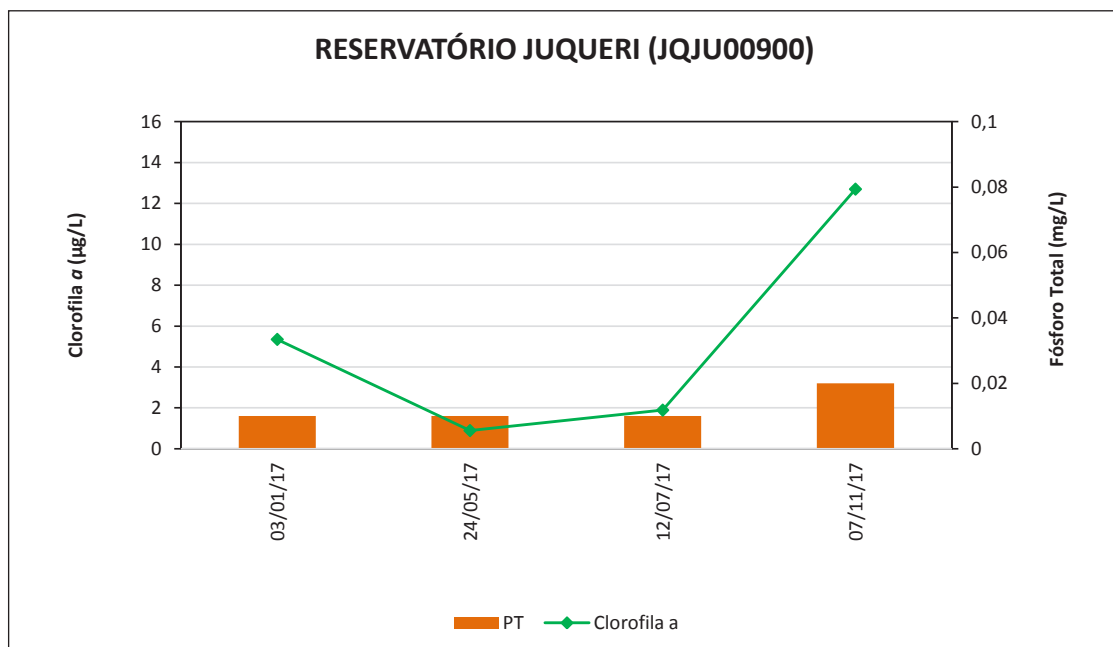
Figura 7.8 – Média anual da Comunidade Fitoplanctônica e Contagem de Células de Cianobactérias no reservatório Juqueri - 2012 a 2017



Ao longo de 2017 (Gráfico 7.34) foram realizadas cinco campanhas neste reservatório, sendo a maior concentração de Clorofila *a* observada no mês de novembro, quando ultrapassou limite estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/05. As concentrações de Clorofila *a* variaram de forma similar com a densidade total de organismos planctônicos, e como nos anos anteriores, influenciada principalmente pelas cianobactérias e clorófitas. Já as concentrações de Fósforo Total estiveram ao longo do ano, com exceção de março, em conformidade com a legislação.

Neste reservatório a classificação trófica, pelo IET em 2107 variou, de Oligotrófica a Mesotrófica e pela média anual classificou-se como Oligotrófica, exibindo uma melhora em relação ao ano anterior.

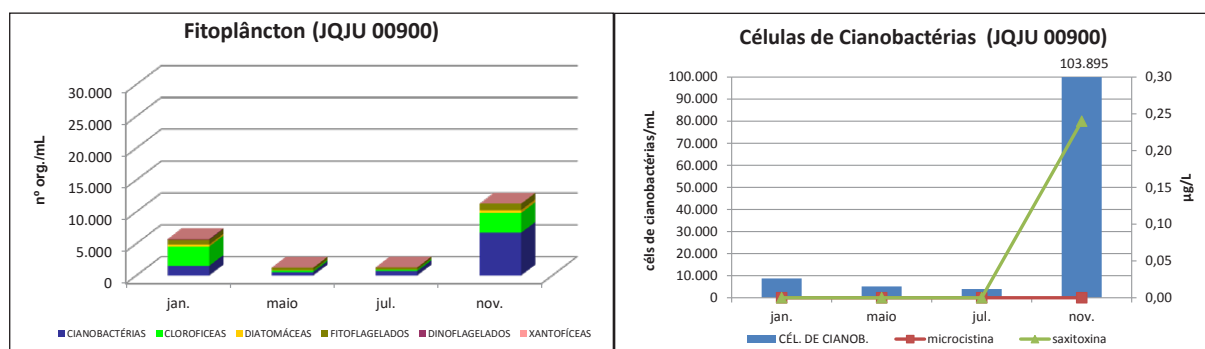
Gráfico 7.34 – Concentrações mensais de Clorofila *a* e Fósforo Total no reservatório Juqueri em 2017.



As densidades mensais da comunidade fitoplanctônica e a estrutura geral da mesma não apresentaram variação significativa em relação a 2016 (Figura 7.9). As densidades de células de cianobactérias foram menores que em 2016 e superaram o estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/05 (Classe Especial) apenas em novembro, quando se constatou uma floração de *Cylindrospermopsis* (potencialmente produtor de cilindrospermopsina, saxitoxina e microcistina). Os gêneros que mais contribuíram para a concentração de células de cianobactérias nos três primeiros meses foram os gêneros picoplanctônicos *Aphanocapsa* (potencialmente produtor de microcistina) e *Cyanogranis* (sem registro de produção de cianotoxinas).

As concentrações de microcistina e saxitoxina estiveram abaixo do limite de quantificação em praticamente todas as amostragens, a exceção de novembro, quando foi quantificada saxitoxina ($0,24 \mu\text{g.L}^{-1}$) em função da floração de *Cylindrospermopsis*.

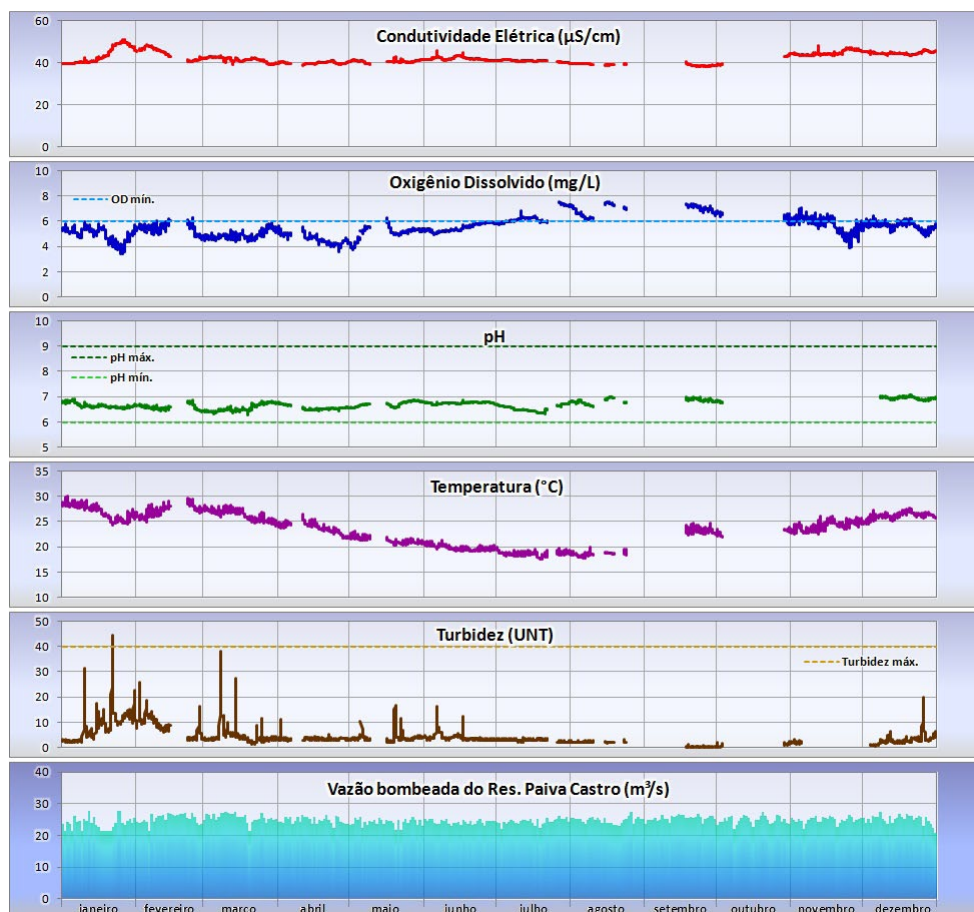
Figura 7.9 – Média mensal da Comunidade Fitoplanctônica, Contagem de Células de Cianobactérias e concentrações de microcistina e saxitoxina no reservatório Juqueri. 2017.



7.5.6 Reservatório Águas Claras

A Figura 7.10 apresenta a evolução dos parâmetros medidos pela Estação Automática Águas Claras em 2017.

Figura 7.10 – Evolução dos parâmetros medidos pela Estação Automática Águas Claras de janeiro a dezembro de 2017

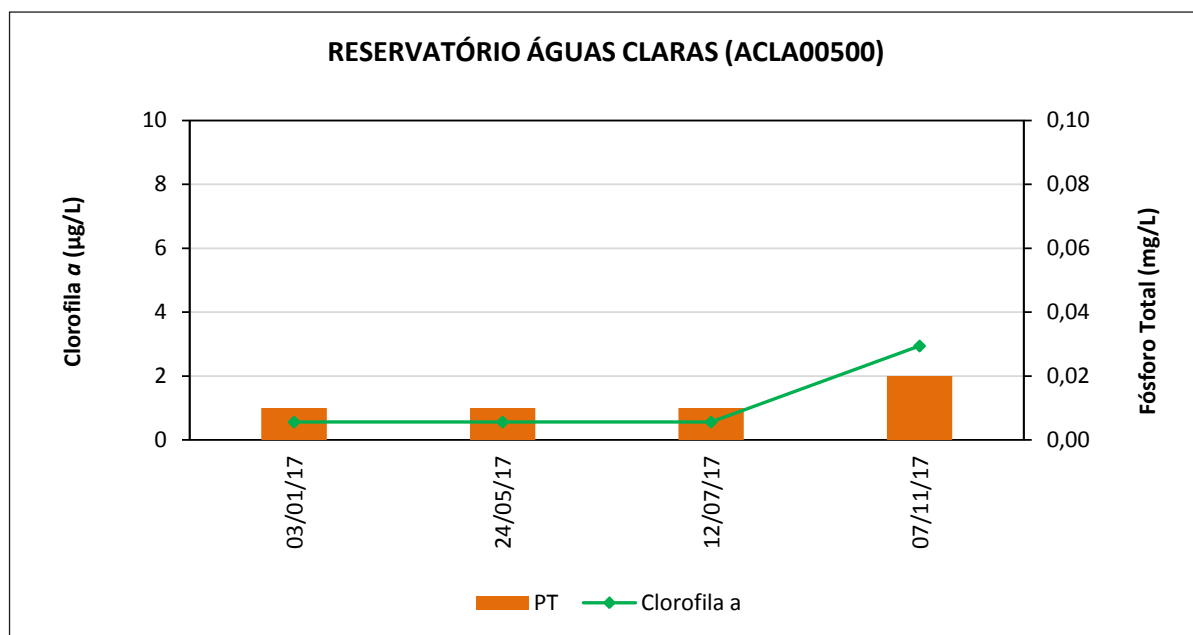


A Estação Águas Claras determina a qualidade das águas no reservatório de mesmo nome, integrante do Sistema Cantareira. Esse reservatório recebe as águas bombeadas do reservatório Paiva Castro, que operou com menos de 60% da sua capacidade durante todo ano de 2017. Do reservatório Águas Claras, essas águas seguem para a ETA Guaraú (SABESP), que tratou uma vazão média de $25 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ nesse ano. A condutividade elétrica próxima de $40 \mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$ indica que essas águas são pouco contaminadas por poluentes. O Oxigênio Dissolvido atende ao padrão de qualidade estabelecido na Resolução CONAMA nº 357/05 para corpos d'água Classe 1 em apenas 24% do tempo, o que pode estar relacionado ao aporte de carga difusa em períodos mais chuvosos, visto que o decréscimo nos níveis de OD são acompanhados por aumentos na Turbidez e na Condutividade. Apesar dos picos observados principalmente de janeiro a março, a Turbidez atendeu o padrão de qualidade em quase 100% do tempo.

O Gráfico 7.35 apresenta as concentrações de Clorofila *a* e Fósforo Total no reservatório Águas Claras ao longo de 2017. 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.

Assim como nos reservatórios de montante (Atibainha e Juqueri) pode-se observar as maiores concentrações de Clorofila *a* e Fósforo Total no mês de novembro, contudo, em conformidade com a Resolução CONAMA nº 357/05, tendo variado de forma similar com a densidade de organismos e Número de Células de Cianobactérias. Estas baixas concentrações de Clorofila *a*, estão provavelmente, relacionadas ao curto tempo de residência desse reservatório que não propicia um ambiente adequado ao estabelecimento da comunidade fitoplanctônica. As concentrações de Fósforo Total, com exceção de março, também estiveram em conformidade com a legislação.

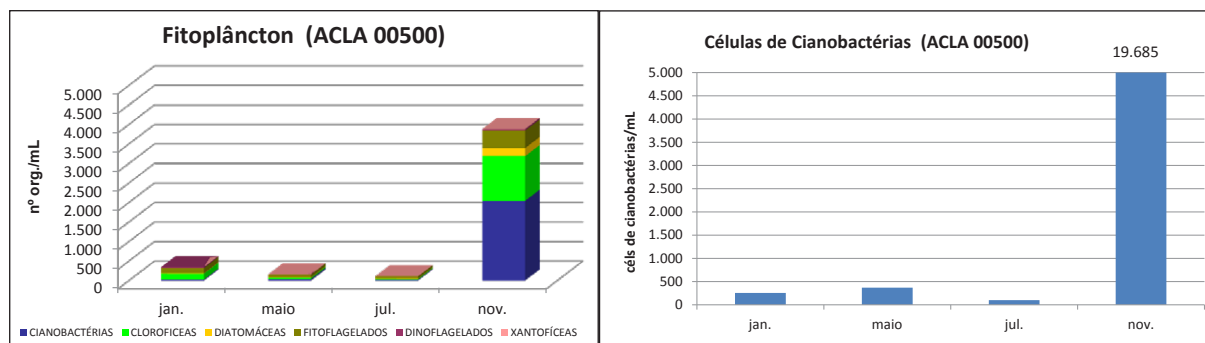
Gráfico 7.35 – Concentrações de Clorofila *a* e Fósforo Total (PT) no reservatório Águas Claras – 2017.



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.

As densidades de organismos fitoplanctônicos ficaram abaixo de 500 org.mL⁻¹ ao longo do ano com exceção de novembro, quando a densidade foi de cerca de 4.000 org.mL⁻¹ (Figura 7.11). Essa situação se refletiu na quantidade de células de cianobactérias, que também apresentou maior valor nesse mesmo mês, com dominância de células do gênero *Cylindrospermopsis*, sendo a única amostragem em que o valor da densidade de células de cianobactérias chegou próximo, porém não superou o valor estipulado pela Resolução CONAMA nº 357/05 para Classe Especial. Esse aumento está relacionado com os valores elevados desse gênero registrados nos reservatórios de montante para o mesmo período.

Figura 7.11 – Média mensal da Comunidade Fitoplancônica e Contagem de Células de Cianobactérias no reservatório Águas Claras. 2017.

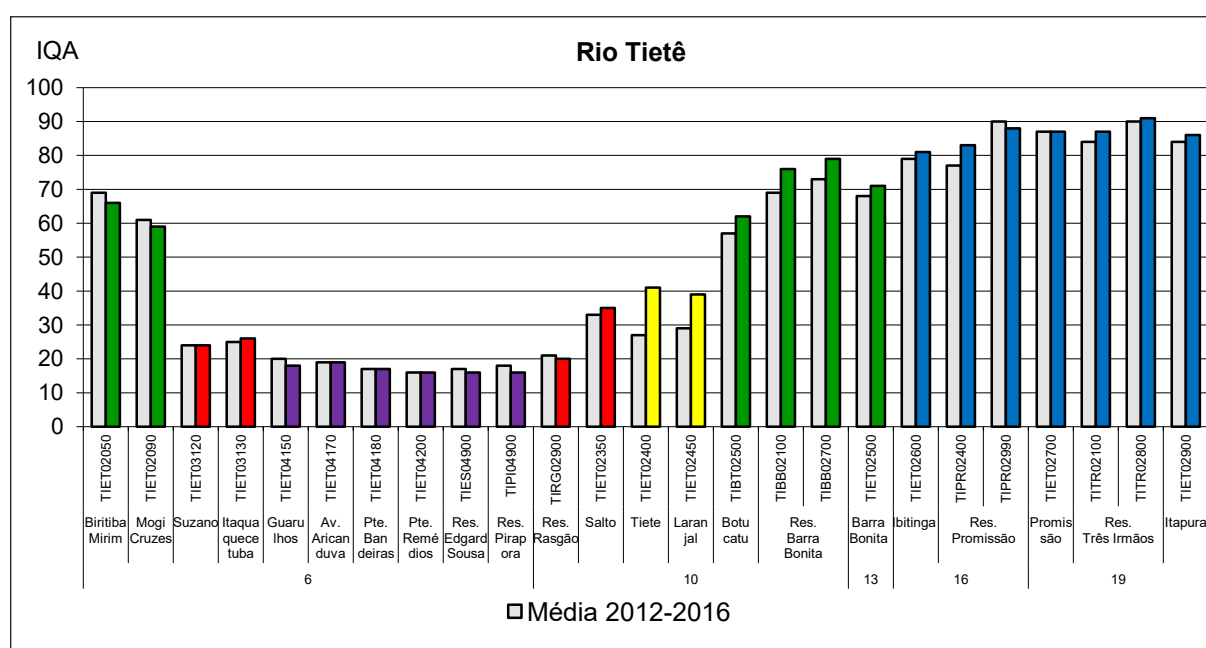


Avaliando o Sistema Cantareira como um todo, em relação à eutrofização, foi possível concluir que todos os reservatórios localizados na cabeceira do sistema se encontram em processo de eutrofização, enquanto os reservatórios já na bacia do Alto Tietê ainda se mantêm com baixa trofia, embora as concentrações de Clorofila *a* estejam retratando o aumento nas densidades de cianobactérias. Em novembro de 2017 foram registradas densidades elevadas de cianobactérias potencialmente tóxicas nos reservatórios Juqueri e Águas Claras, fato que merece atenção, visto que a partir do Águas Claras as águas brutas são transferidas para o tratamento na ETA do Guaraú, antes de serem distribuídas pela rede de abastecimento público. No entanto, as densidades de cianobactérias permaneceram abaixo do limite de 20.000 células.mL⁻¹, estabelecido no Anexo XX da Portaria de Consolidação nº 5/17.

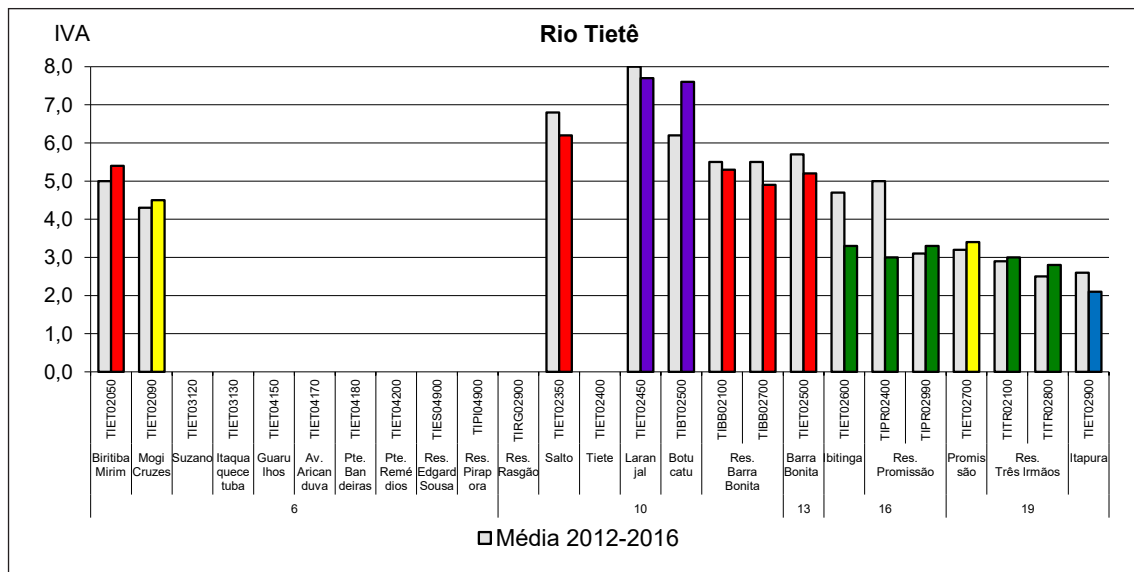
7.6 Rio Tietê – UGRHs 06, 10, 13, 16 e 19

No Gráfico 7.36, 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 em Biritiba-Mirim e Mogi das Cruzes, o rio Tietê apresentou qualidade Boa. No trecho que atravessa a Região Metropolitana de São Paulo até Salto, a classificação variou entre Ruim e Péssima devido à elevada carga orgânica. Processos de autodepuração desencadeados a partir do represamento da água nos reservatórios de Barra Bonita, Ibatinga, Promissão e Três Irmãos, vão progressivamente melhorando a sua qualidade, atingindo a qualidade Ótima perto da sua foz no rio Paraná.

Gráfico 7.36 – Perfil do IQA ao longo do rio Tietê em 2017 e nos últimos 5 anos.

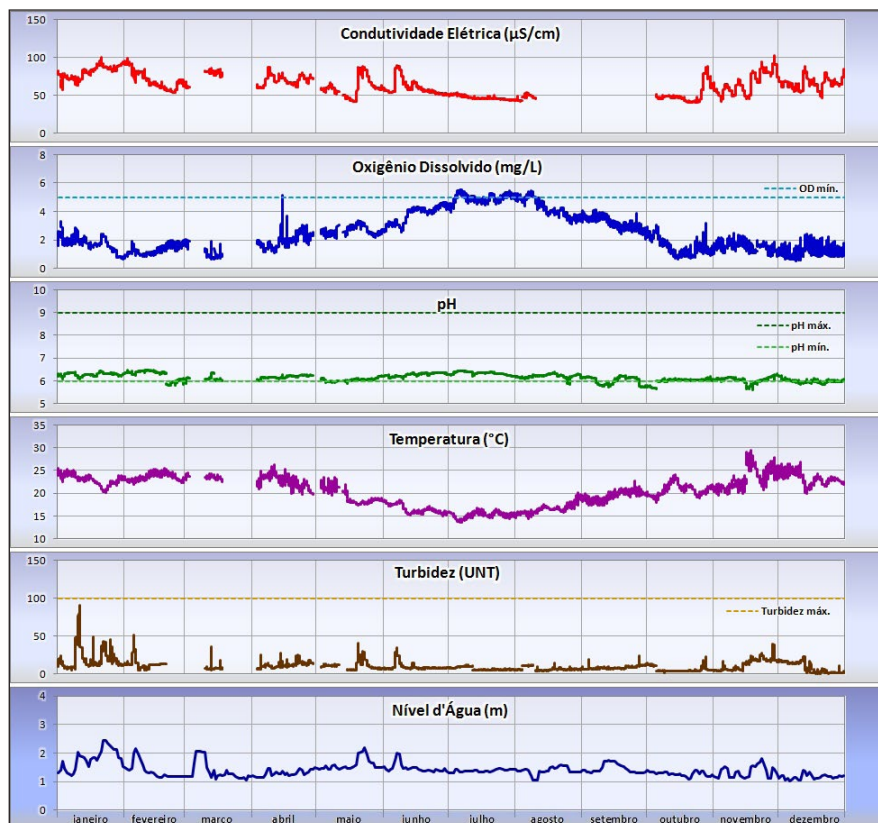


No Gráfico 7.37, é mostrado o perfil do IVA do rio Tietê no ano de 2017, ressaltando-se que esse índice não é calculado no trecho Classe 4 e nos pontos que apresentam histórico de baixo OD, nas UGRHs 6 (entre Suzano e Pirapora do Bom Jesus) e 10 (em Tietê). O IVA apresentou classificação predominantemente Ruim até Barra Bonita em função das contribuições provenientes das regiões metropolitanas que causam aumento da carga orgânica, baixos níveis de OD e eutrofização. Destaca-se a melhora na qualidade em Ibatinga e Promissão em relação a 2016, que exibiram classificação Boa em função da melhora no estado trófico. A partir do reservatório de Três Irmãos, a qualidade para fins de proteção da vida aquática variou de Boa a Ótima.

Gráfico 7.37 – Perfil do IVA ao longo do rio Tietê em 2017 e nos últimos 5 anos.

Destacam-se os pontos TIET 02500, que apresentou efeito tóxico crônico em maio, julho e novembro, e TIBB 02700, que apresentou toxicidade crônica em janeiro e novembro, a qual pode estar associada à presença de cianobactérias na água.

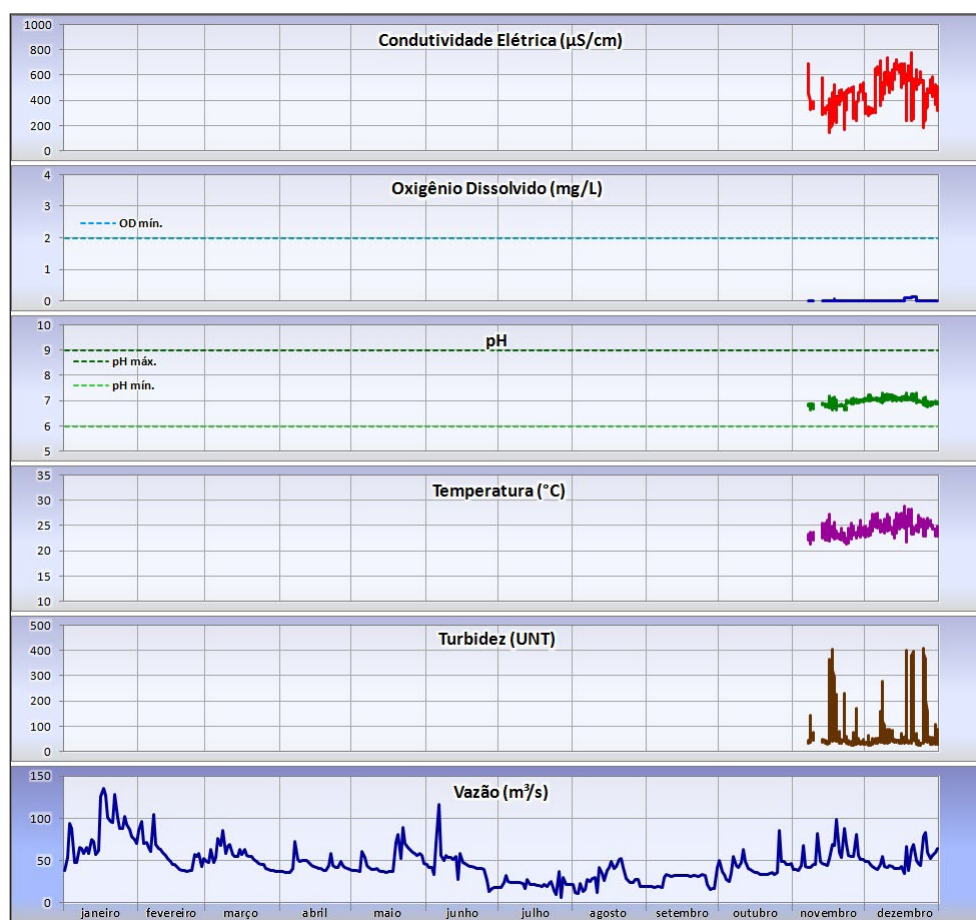
A Figura 7.12 apresenta a evolução dos parâmetros medidos pela Estação Automática Mogi das Cruzes em 2017.

Figura 7.12 – Evolução dos parâmetros medidos pela Estação Automática Mogi das Cruzes de janeiro a dezembro de 2017

Localizada junto à captação de água do SEMAE, a Estação Mogi das Cruzes monitora a qualidade das águas rio Tietê em trecho próximo à cabeceira. Apesar de a região ser pouco impactada por cargas poluidoras pontuais, o que se caracteriza pela Condutividade Elétrica tipicamente baixa, 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. O pH, levemente ácido, atende ao padrão de qualidade para rios Classe 2 durante 83% do ano. Os valores de Oxigênio Dissolvido são muito baixos no período chuvoso, apresentando uma melhora no período seco. No entanto, atendem ao padrão de qualidade em apenas 5% dos resultados.

A Figura 7.13 apresenta a evolução dos parâmetros medidos pela Estação Automática Penha em 2017.

Figura 7.13 – Evolução dos parâmetros medidos pela Estação Automática Penha de janeiro a dezembro de 2017



A Estação Penha 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 em 100% dos resultados. Mesmo nos momentos de maior vazão, praticamente não se observa melhora nos níveis de Oxigênio Dissolvido. A Condutividade Elétrica apresentou grande variabilidade, entre 200 e 800 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$. Os valores, sempre elevados, indicam que esse trecho do rio já se encontra bastante impactado por cargas poluidoras. O pH atende o padrão de qualidade em 100% dos resultados. A Turbidez apresenta picos de até 400 UNT, coincidentes com os aumentos de vazão. Para rios Classe 4, não há padrão de turbidez estabelecido na Resolução CONAMA nº 357/05.

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 2017 com as vazões médias mensais dos últimos cinco anos. Além disso, foi elaborado hidrograma do posto conjuntamente com as datas de amostragem de qualidade (Apêndice O).

O Gráfico 7.38 apresenta a carga de DBO em 2017, calculada pela multiplicação da vazão média diária pela concentração no instante da medição.

Gráfico 7.38 – Vazões e carga de DBO em 2017, no Ponto TIPI 04900.

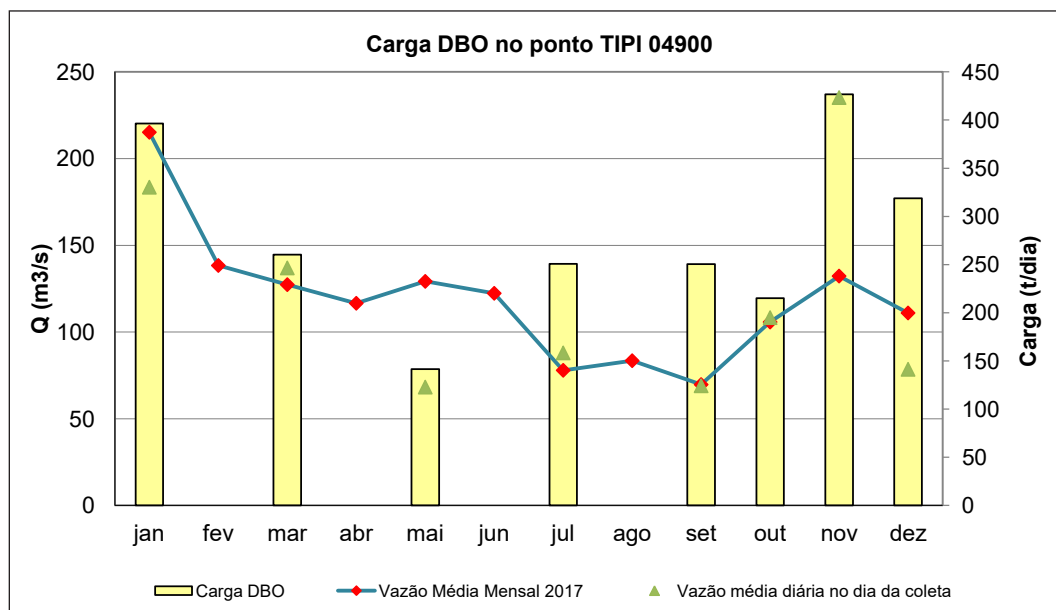
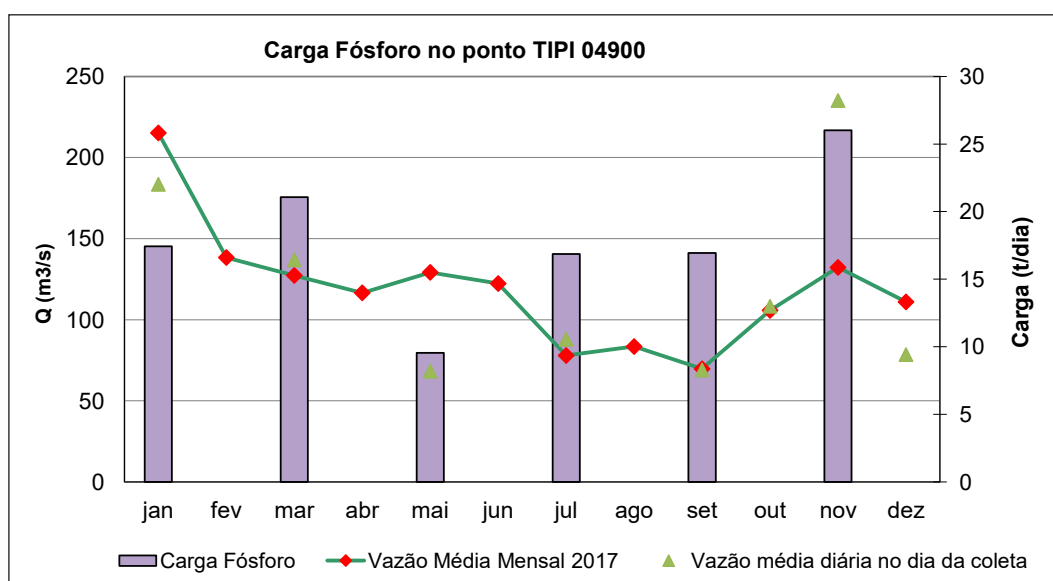


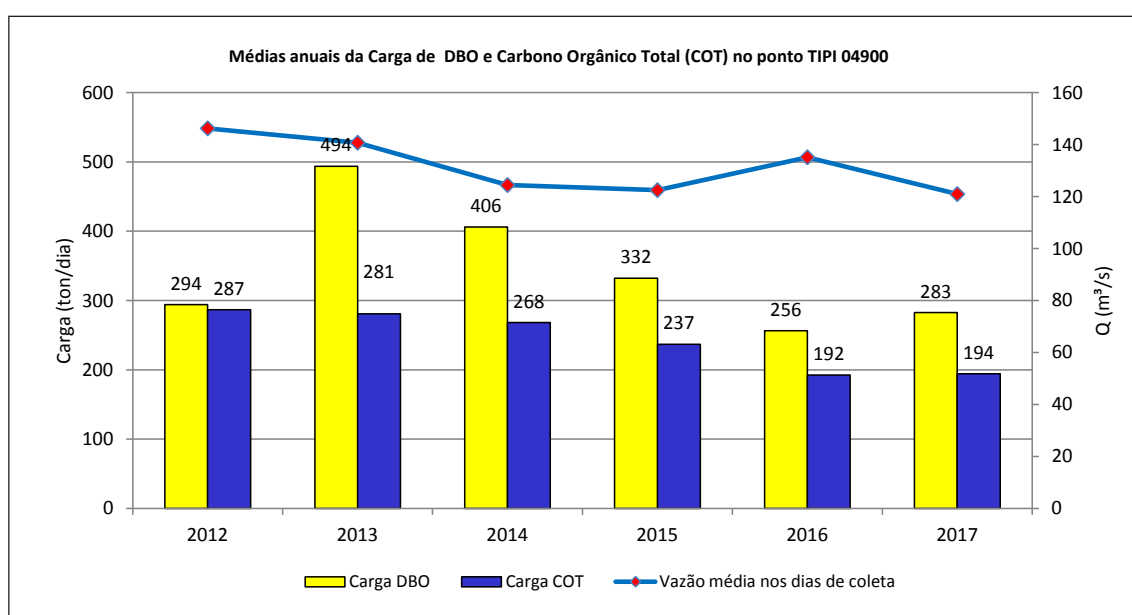
Gráfico 7.39 – Vazões e carga de Fósforo em 2017, no Ponto TIPI 04900.



Em 2017, as vazões (média mensal e diária) medidas nos meses chuvosos foram maiores que nos meses secos. Consequentemente, as cargas de DBO e de Fósforo calculadas nos meses de janeiro, março e novembro, foram maiores, realçando as contribuições de origem difusa (Gráfico 7.38 e Gráfico 7.39). No entanto, nesta UGRHI, a carga difusa não causa uma elevação expressiva da carga de DBO em seu exutório, uma vez que as cargas de DBO e Fósforo calculadas nos meses secos ainda são elevadas, indicando contribuições provenientes da presença de esgoto não tratado.

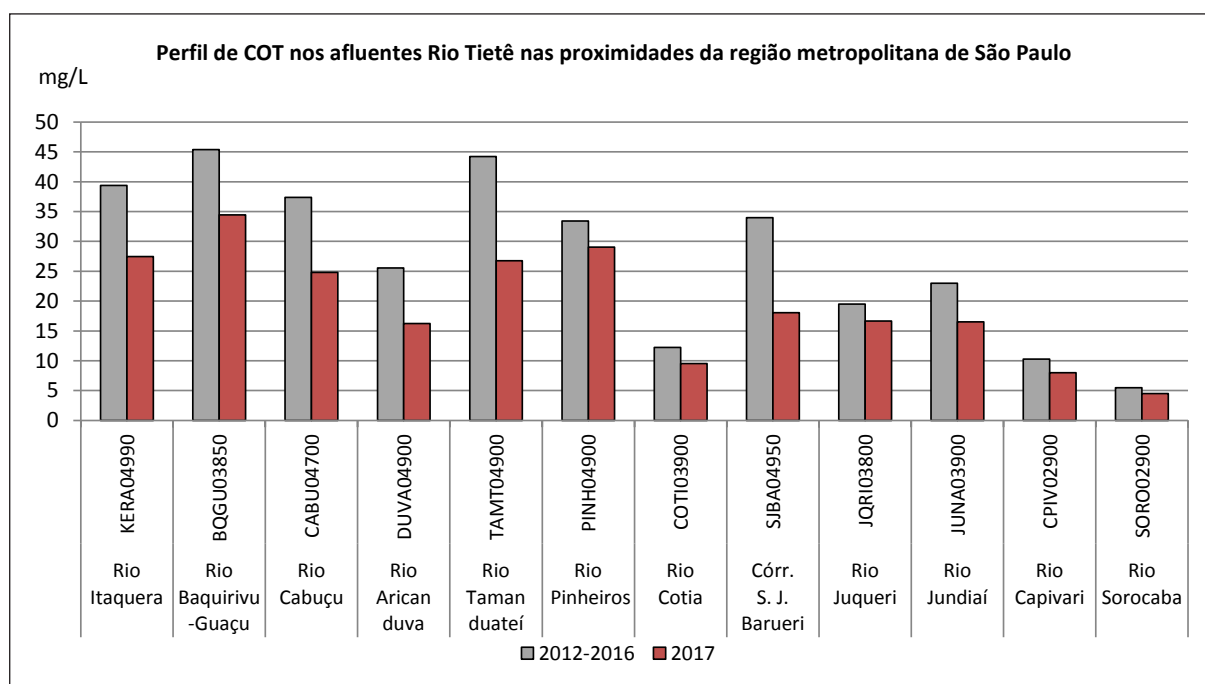
A fim de visualizar a evolução da carga de matéria orgânica medida no exutório da bacia do Alto Tietê entre 2012 e 2017, foi construído o Gráfico 7.40. Nesse período, verificou-se uma diminuição das cargas médias anuais de COT e de DBO, indicando que as obras de coleta e tratamento de esgoto na Região Metropolitana de São Paulo vêm removendo carga orgânica da calha do rio Tietê.

Gráfico 7.40 – 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 7.41 apresenta as concentrações de COT de cada afluente que a CETESB monitora.

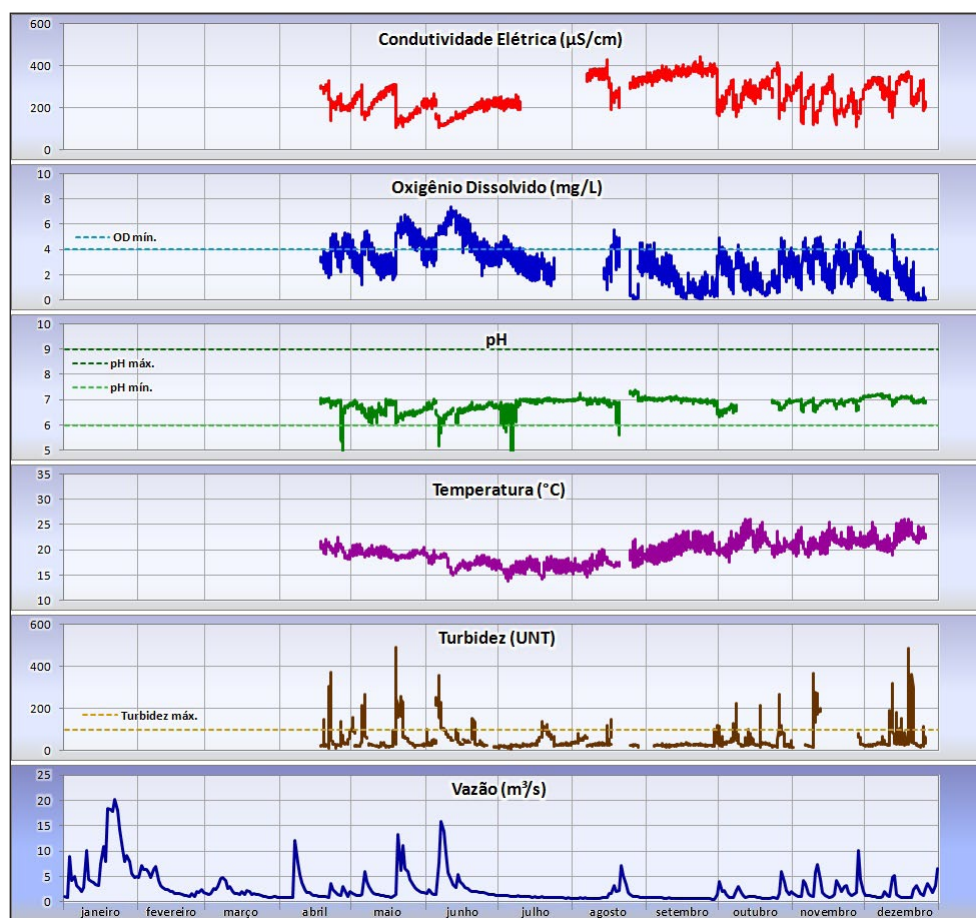
Gráfico 7.41 – Perfil de COT nos Afluentes do rio Tietê em 2017 e nos últimos 5 anos.

A maior parte das contribuições ocorre na Região Metropolitana de São Paulo, com diferença acentuada em relação aos afluentes do Médio Tietê – Jundiaí, 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).

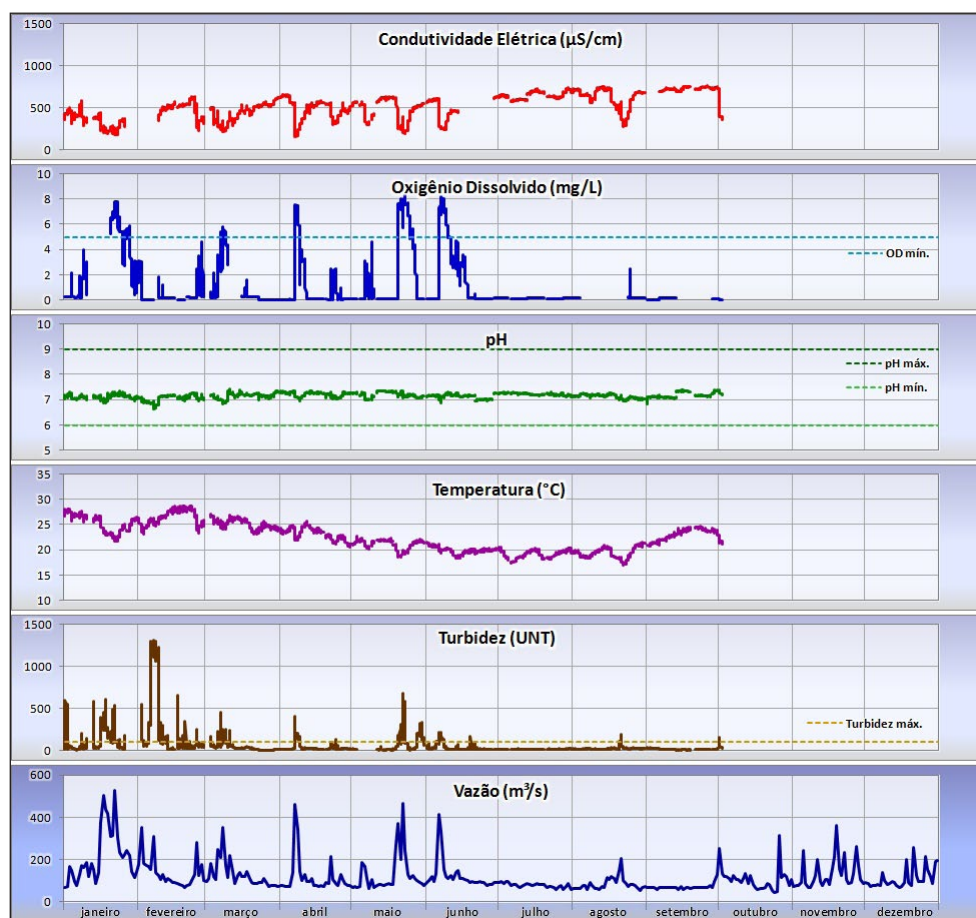
Da mesma forma que observado no exutório da UGRHI do Alto Tietê, onde houve uma diminuição da carga orgânica, os afluentes do Alto Tietê também apresentaram uma concentração de COT menor do que nos anos anteriores. Dentre todos os afluentes avaliados em 2017, o rio Baquirivu-Guaçu apresentou a maior concentração média de COT. Além desse, destacaram-se os rios Tamanduateí, Pinheiros, Itaquera, os quais mostraram concentrações elevadas de COT em 2017, porém inferiores à média histórica dos últimos 5 anos.

A Figura 7.14 apresenta a evolução dos parâmetros medidos pela Estação Automática Cotia em 2017.

Figura 7.14 – Evolução dos parâmetros medidos pela Estação Automática Cotia de janeiro a dezembro de 2017

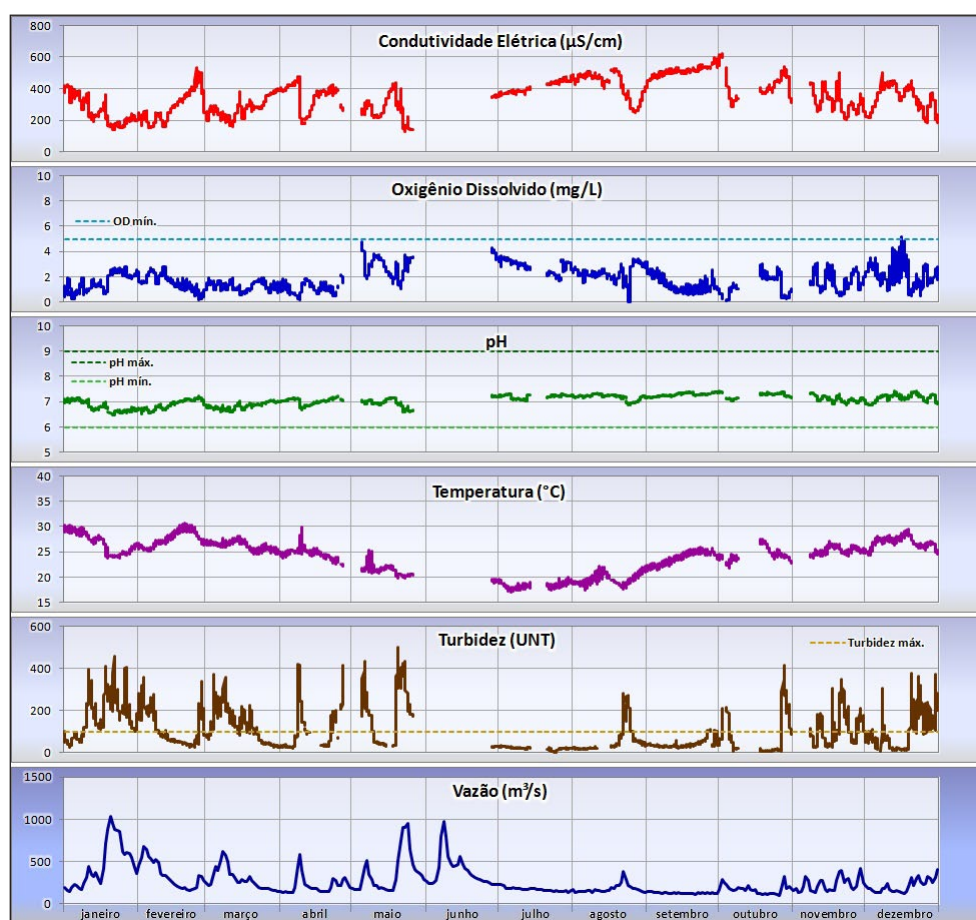
Localizada junto à ETA Baixo Cotia, a Estação Cotia determina a qualidade das águas do rio Cotia imediatamente antes da captação da SABESP. A vazão de base desse rio no trecho avaliado é de aproximadamente $1 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, mas são observados valores de até $20 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, o que representa uma variação bastante expressiva e que se reflete na qualidade das águas. No ano de 2017, os valores de Oxigênio Dissolvido atenderam ao padrão de qualidade para rios Classe 3 durante apenas 24% dos resultados e a Condutividade Elétrica esteve em torno de $300 \mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$ ao longo do ano. Apesar da grande variabilidade desses dois parâmetros ao longo do ano, 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 melhora desses parâmetros no rio. A Turbidez atende o padrão em 91% do tempo, porém com picos de mais de 400 UNT, observados quando ocorrem vazões mais altas, indicando aporte de cargas difusas.

A Figura 7.15 apresenta a evolução dos parâmetros medidos pela Estação Automática Rasgão em 2017.

Figura 7.15 – Evolução dos parâmetros medidos pela Estação Automática Rasgão de janeiro a dezembro de 2017

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 Elétrica e pelos valores de Oxigênio Dissolvido próximos de zero. Nos eventos de maior vazão, há diminuição nos valores de Condutividade Elétrica e aumento do Oxigênio Dissolvido. 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. O Oxigênio Dissolvido atende ao valor mínimo para rios Classe 2 durante apenas 9% dos resultados, enquanto a Turbidez atende ao padrão de qualidade em 87% dos resultados.

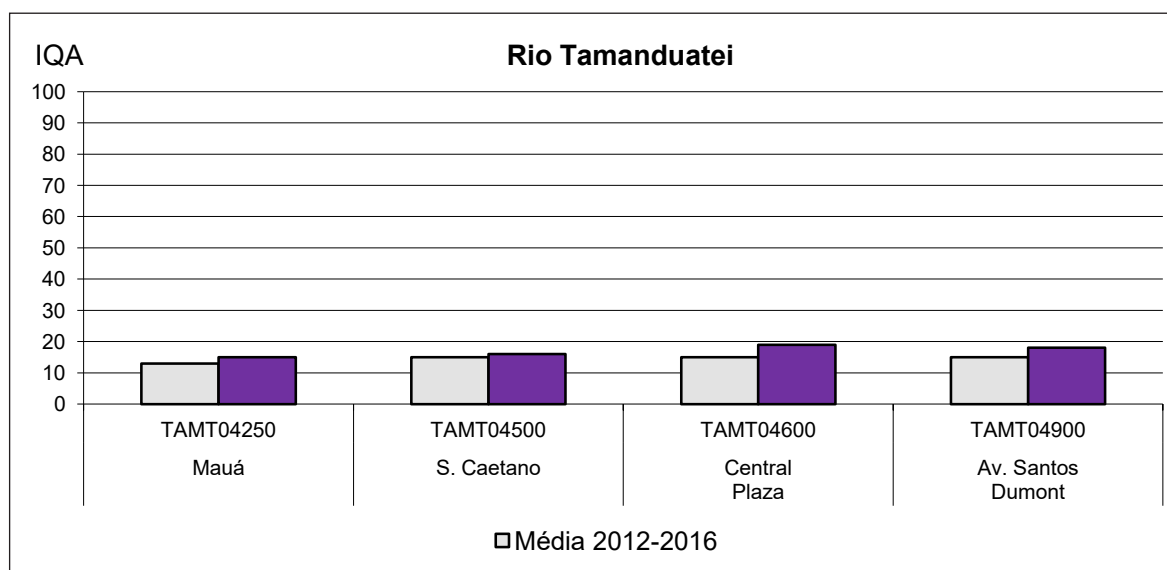
A Figura 7.16 apresenta a evolução dos parâmetros medidos pela Estação Automática Laranjal Paulista em 2017.

Figura 7.16 – Evolução dos parâmetros medidos pela Estação Automática Laranjal Paulista de janeiro a dezembro de 2017

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 nº 357/05 para rios Classe 2 durante praticamente todo o ano de 2017. Os valores de Turbidez ultrapassam o limite máximo de 100 UNT em 36% dos resultados, tipicamente no período chuvoso, no qual se observam as maiores vazões, indicando aporte de cargas difusas. Apesar disso, o aumento nos valores de Oxigênio Dissolvido e diminuição da Condutividade Elétrica coincidentes com aumentos na vazão indicam que chuvas promovem a diluição da carga poluidora presente nesse trecho do rio.

7.6.1 Rio Tamanduatei

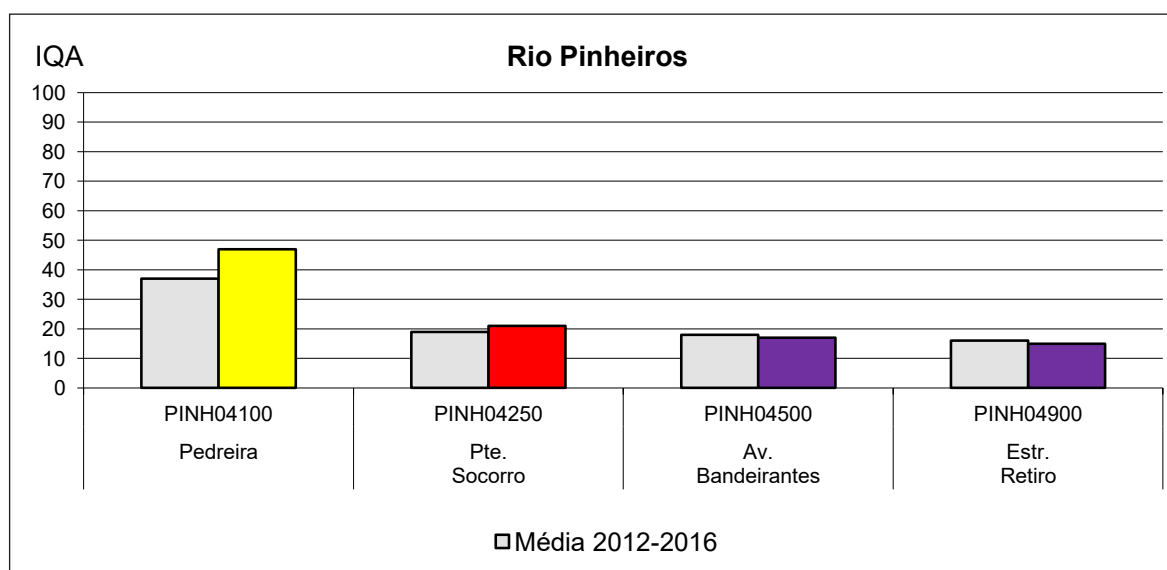
Gráfico 7.42 – Perfil do IQA ao longo do rio Tamanduatei em 2017 e nos últimos 5 anos.



O Gráfico 7.42 mostra o perfil do IQA no rio Tamanduateí, aonde é possível observar que a qualidade se mantém na categoria Péssima em função da presença de elevada carga orgânica.

7.6.2 Rio Pinheiros

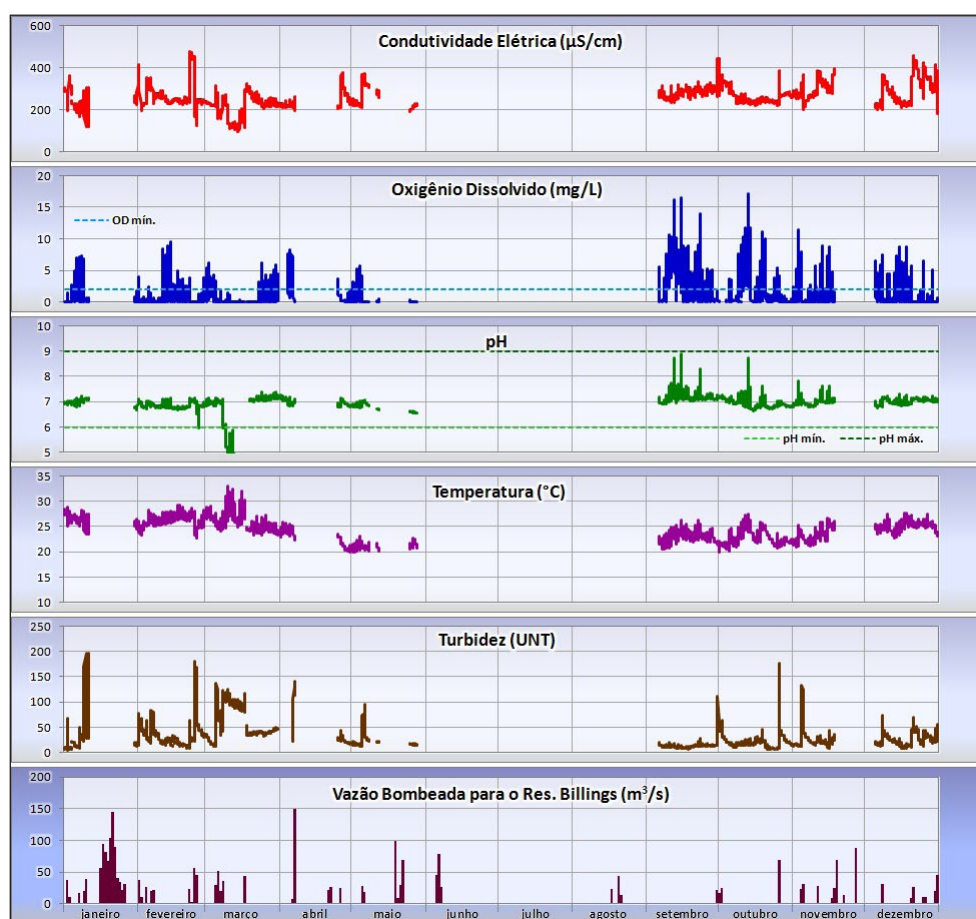
Gráfico 7.43 – Perfil do IQA ao longo do rio Pinheiros em 2017 e nos últimos 5 anos.



O perfil do IQA no rio Pinheiros em 2017 pode ser visualizado através do Gráfico 7.43. A qualidade se mantém na categoria Regular em Pedreira. Embora na Ponte do Socorro a qualidade tenha evoluído, a existência de carga orgânica elevada nesse trecho mantém a classificação do IQA na categoria Ruim. Na Av. Bandeirantes e na Estrutura do Retiro a classificação se mantém na categoria Péssima.

A Figura 7.17 apresenta a evolução dos parâmetros medidos pela Estação Automática Pedreira em 2017.

Figura 7.17 – Evolução dos parâmetros medidos pela Estação Automática Pedreira de janeiro a dezembro de 2017

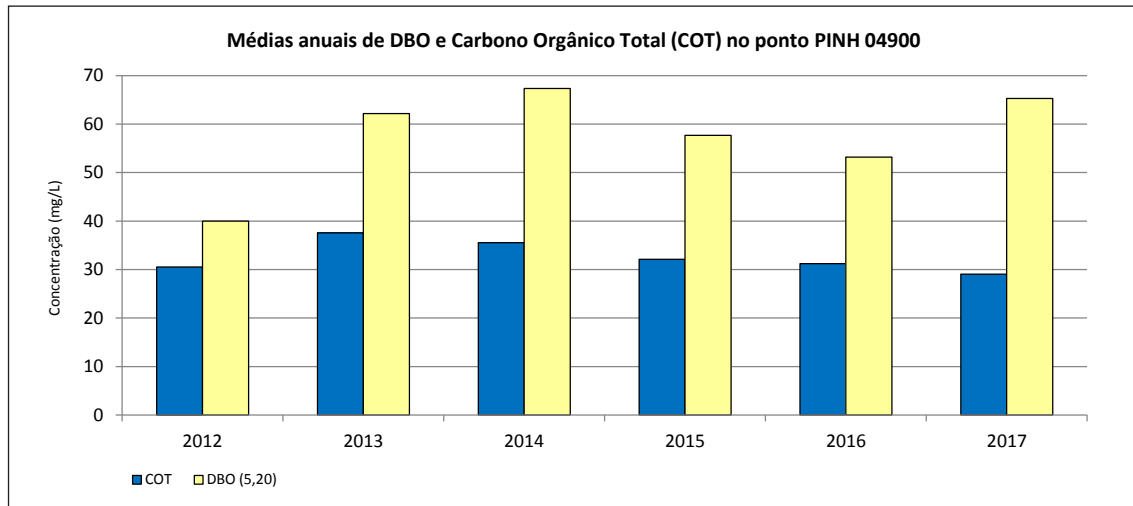


Situada no canal do rio Pinheiros, junto à Usina Elevatória de Pedreira, a Estação Pedreira determina a qualidade das águas bombeadas para o reservatório Billings. A Condutividade tipicamente acima de 200 $\mu\text{S}.\text{cm}^{-1}$ indica tratar-se de um corpo d'água impactado por cargas poluidoras. 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 100 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 maiores que 10 $\text{mg}.\text{L}^{-1}$, devido à ocorrência de *bloom* de algas, característico de eutrofização do corpo d'água.

O Oxigênio Dissolvido atende ao padrão de qualidade em 25% dos resultados e o pH, em 95%. Para rios Classe 4, não há padrão de turbidez estabelecido na Resolução CONAMA nº 357/05.

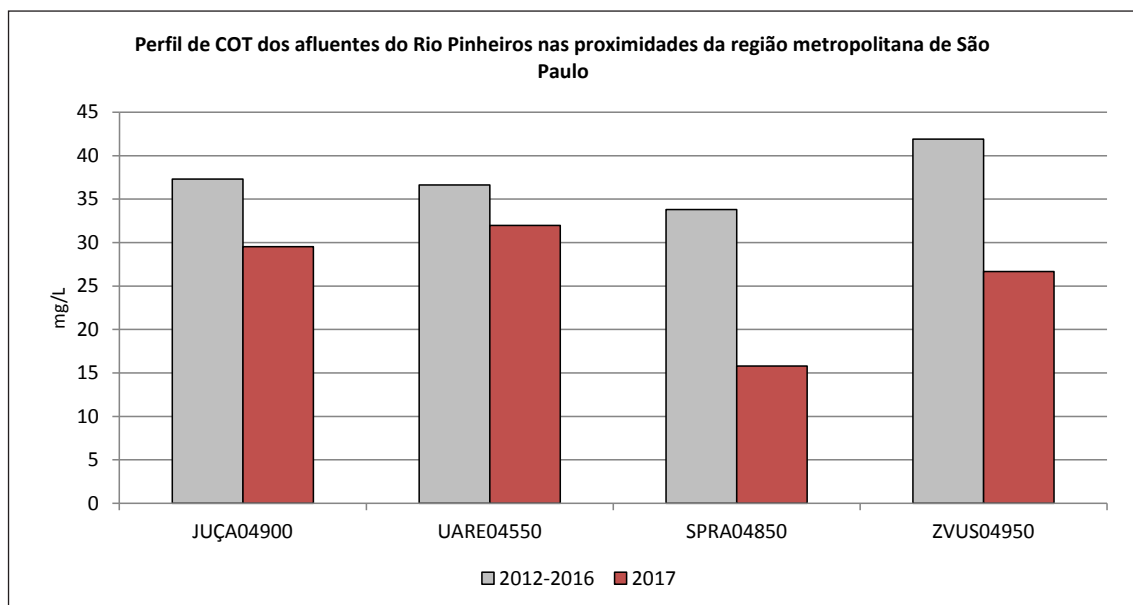
Gráfico 7.44 – Médias anuais de DBO e Carbono Orgânico Total no ponto PINH 04900.



No tocante à qualidade da água bombeada do rio Pinheiros (PINH 04900), o Gráfico 7.44 apresenta a evolução das concentrações de DBO e COT, as quais não tiveram alterações significativas ao longo dos anos.

No Gráfico 7.45, 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 todos os afluentes tenham exibido uma diminuição de suas concentrações de COT em 2017, não se verificou melhora da qualidade da água na calha do Pinheiros.

Gráfico 7.45 – Perfil de COT nos afluentes do rio Pinheiros em 2017 e nos últimos 5 anos.



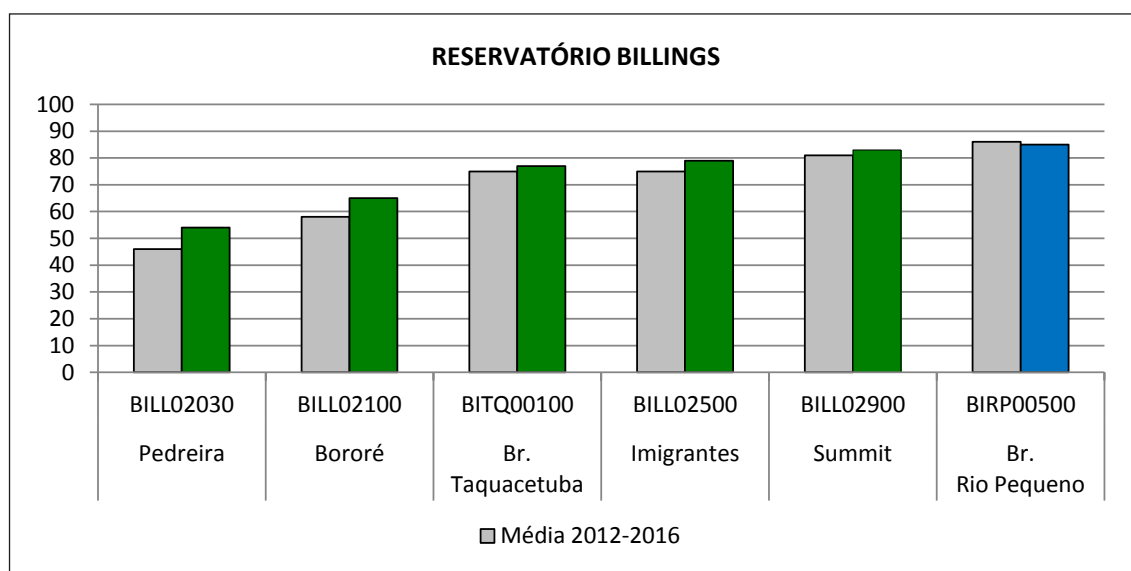
7.7 RESERVATÓRIOS DA UGRHI 06 – ALTO TIETÊ

7.7.1 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 BIRP 00500, 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 7.46 apresenta os valores do IQA em 2017, verificando-se melhora em Pedreira na comparação com 2016, que passou para a categoria Boa. Nos demais pontos, a qualidade manteve-se na categoria Boa, indicando que o processo de autodepuração se estendeu desde a entrada do reservatório até o trecho final, em *Summit Control*. No braço do rio Pequeno a qualidade da água manteve-se na classificação Ótima, a mesma dos últimos dois anos.

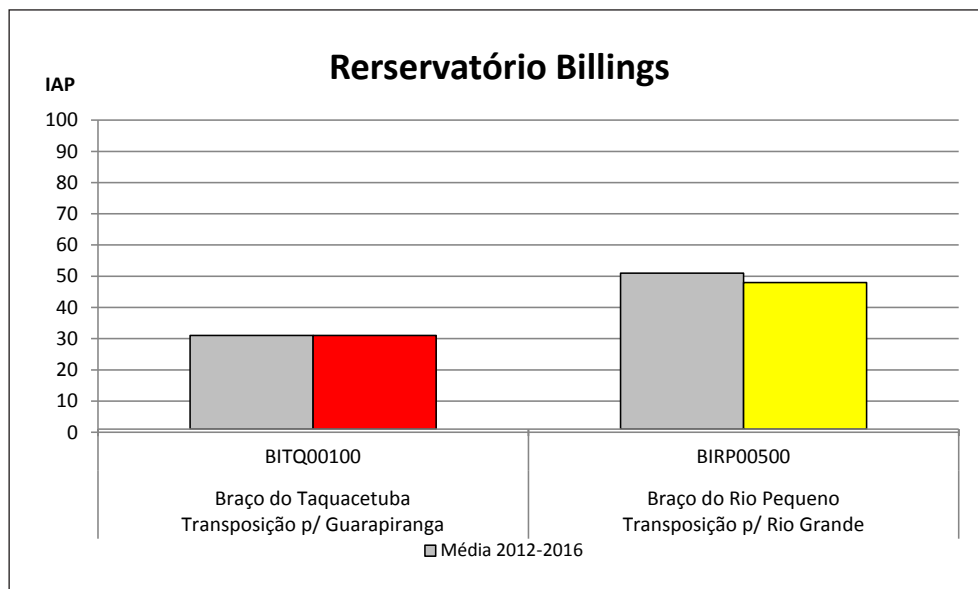
Gráfico 7.46 – IQA – reservatório Billings em 2017 e nos últimos 5 anos.



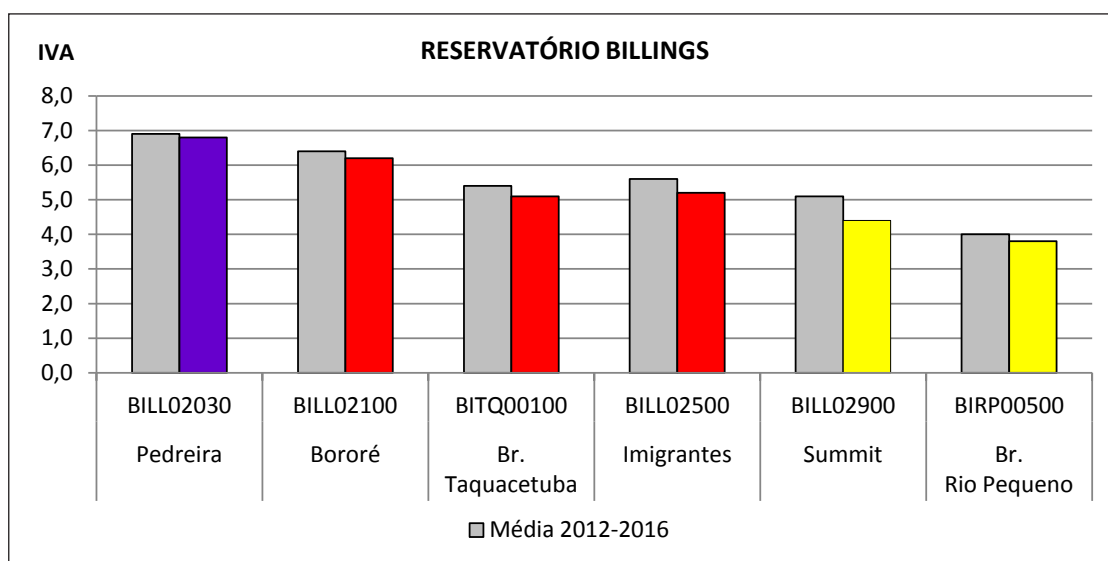
Os bombeamentos em Pedreira, do rio Pinheiros para o reservatório Billings, em 2017, indicaram uma vazão média anual de $7,1 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$, portanto abaixo da média do último ano ($8,1 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$). As vazões médias de bombeamento, que foram maiores nos meses chuvosos de janeiro ($29 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$), fevereiro ($8,8 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$) e novembro ($9,6 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$), também foram intensas nos meses de abril ($7,7 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$) e maio ($8,2 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$), os quais foram atipicamente chuvosos, e resultaram no aporte de Fósforo e outros poluentes, o que refletiu no decaimento da qualidade da água, principalmente no trecho inicial da represa.

A classificação média do IAP em 2017 nos pontos de transferência da água no braço do Taquacetuba e no braço do rio Pequeno podem ser visualizados no Gráfico 7.47. A qualidade da água para fins de abastecimento público em ambos os pontos foi influenciada pela elevada densidade de cianobactérias. Além dessa variável, o Potencial de Formação de Trihalometanos também influenciou a qualidade desse índice no braço do Taquacetuba.

Gráfico 7.47 – Perfil do IAP reservatório Billings em 2017 e nos últimos 5 anos.

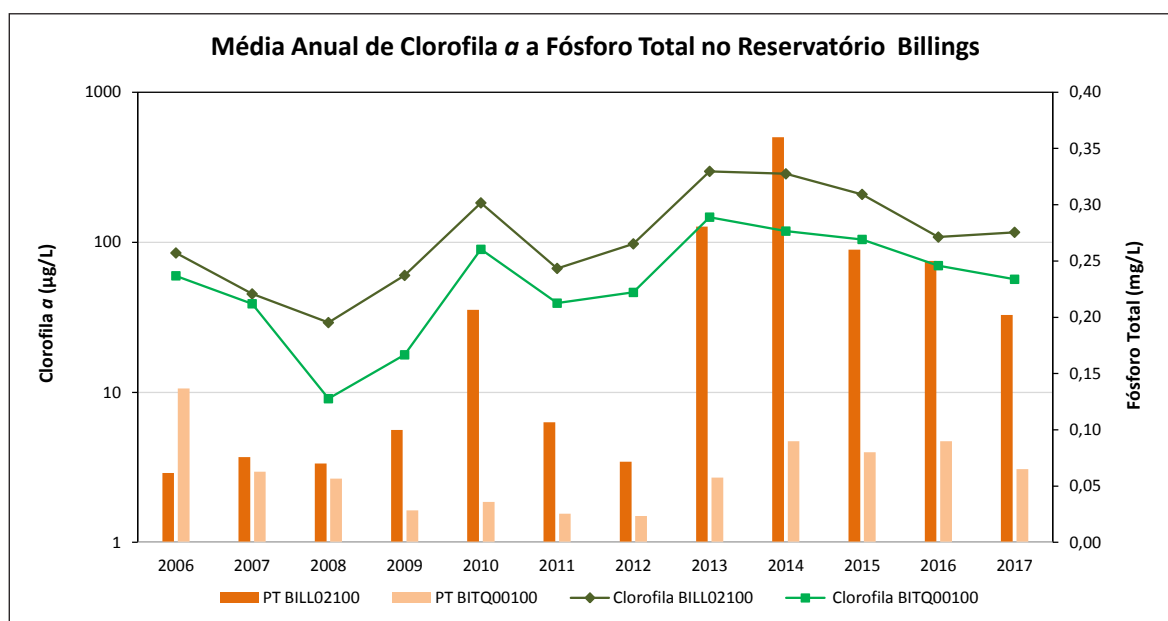


O IVA (Gráfico 7.48) do reservatório Billings manteve a classificação Péssima próximo à Estação Elevatória de Pedreira e Ruim no Bororé e na Ponte da Imigrantes, em função do aporte de Fósforo, que influenciou negativamente o IVA devido ao processo de eutrofização. Já no Summit, houve melhora da qualidade que passou para a categoria Regular, indicando processo de autodepuração das cargas de Fósforo. A qualidade no braço do rio Pequeno piorou em relação ao ano passado, passando para a categoria Regular, principalmente devido ao aumento na frequência de resultados positivos para efeitos tóxicos crônicos.

Gráfico 7.48 – Perfil do IVA reservatório Billings em 2017 e nos últimos 5 anos.

Cabe mencionar que houve uma piora, em termos ecotoxicológicos, nos pontos do reservatório Billings, em relação ao ano anterior, sendo que todos os pontos apresentaram toxicidade crônica pelo menos uma vez no ano. Os pontos BILL 02100 (Bororé), BILL 02030 (meio corpo central), BILL 02900 (Summit Control) e BIRP 00500 (Braço do rio Pequeno), apresentaram efeito tóxico crônico em cerca de 40% das amostras analisadas durante o ano, os quais podem estar relacionados à presença de cianobactérias que podem causar efeitos adversos aos organismos teste devido à liberação de toxinas e/ou obstrução do aparelho filtrador.

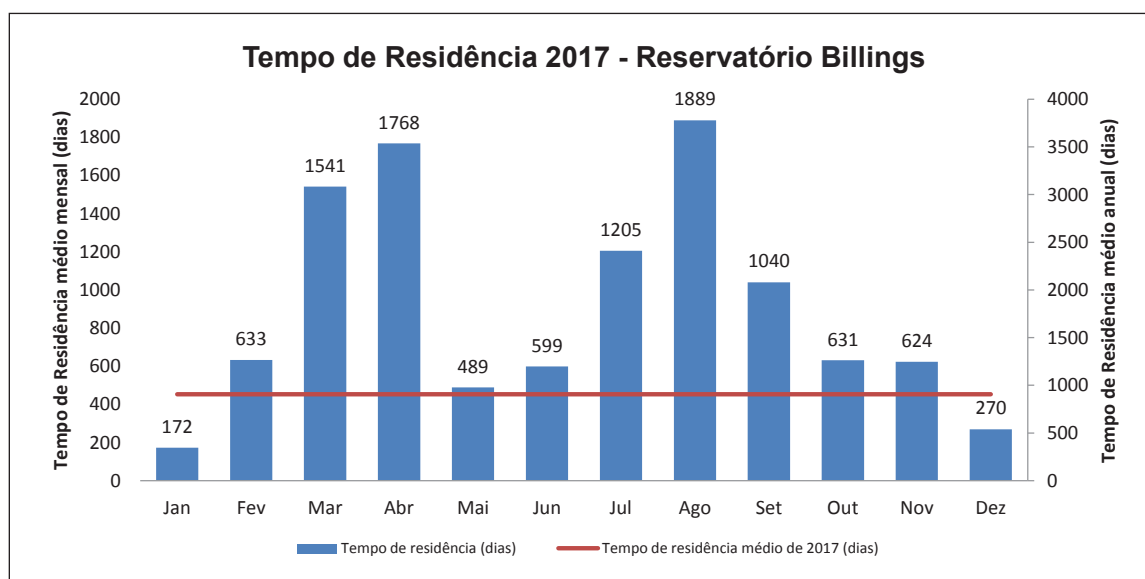
A fim de avaliar a evolução temporal dos nutrientes no reservatório, são apresentadas, no Gráfico 7.49, as médias anuais de Fósforo Total e Clorofila *a* para os pontos BILL 02100 (corpo central em frente ao braço do Bororé) e BITQ 00100 (braço do Taquacetuba, na captação da SABESP) para os anos de 2006 a 2017.

Gráfico 7.49 – Média anual de Clorofila *a* e Fósforo Total (PT) no reservatório Billings (BILL02100 e BITQ00100) de 2006 a 2017.

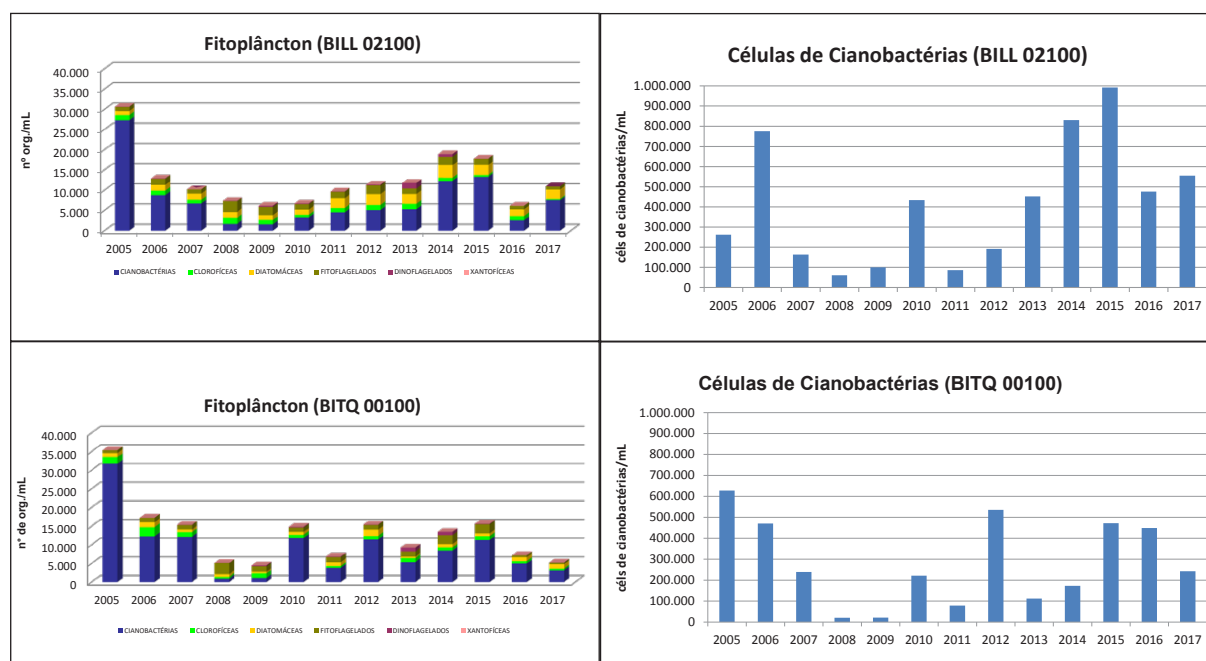
Na análise temporal dos pontos BILL 02100 e BITQ 00100 verifica-se que, no período em que o teste da flotação se manteve em operação (entre agosto de 2007 e dezembro de 2009), houve redução das concentrações de Fósforo Total na região do reservatório abrangida por esses pontos. Estes testes, autorizados 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 7.18). 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, com a queda nas concentrações dessas variáveis, com exceção da Clorofila *a* e do Número de Células de Cianobactérias que apresentaram um ligeiro aumento em 2017, no entanto este ponto ainda se encontra extremamente eutrofizado. Já no BITQ 00100 as variáveis acima citadas vêm exibindo queda desde 2015, entretanto neste ano ainda superaram, em todos os meses, os limites estabelecidos pela CONAMA nº 357/05. Segundo o IET, este ponto indicou uma melhora em relação ao ano anterior.

A comunidade fitoplanctônica foi monitorada nos seis pontos do reservatório Billings. A densidade média anual de organismos fitoplanctônicos no reservatório variou entre $2.142 \text{ org.mL}^{-1}$ (julho, no ponto Billings – Imigrantes) e $449.734 \text{ org.mL}^{-1}$ (janeiro, no ponto Billings – rio Pequeno), valores superiores aos encontrados em 2016. Essa maior densidade de organismos pode ter sido favorecida pelo aumento do tempo de residência médio, que passou de 853 dias em 2016 para 905 dias em 2017 (Gráfico 7.50).

Houve dominância de cianobactérias em todos os pontos do reservatório em pelo menos uma amostragem, com destaque para os pontos do *Summit Control* e braço do rio Pequeno, que apresentaram dominância o ano todo. Os maiores valores de células de cianobactérias da rede de monitoramento em 2017 foram registrados nesse reservatório em janeiro, no ponto em frente à barragem de Pedreira ($1.035.130 \text{ céls.mL}^{-1}$) e no braço do Bororé ($1.432.370 \text{ céls.mL}^{-1}$), com dominância do gênero *Microcystis* em ambos os pontos. Apesar de janeiro apresentar o menor tempo de residência mensal do ano, é importante destacar que até o dia 12 de janeiro (dia da coleta), a movimentação de água no reservatório não foi tão significativa quanto na segunda quinzena do mês, favorecendo as elevadas densidades de células, aliada às elevadas temperaturas observadas no período.

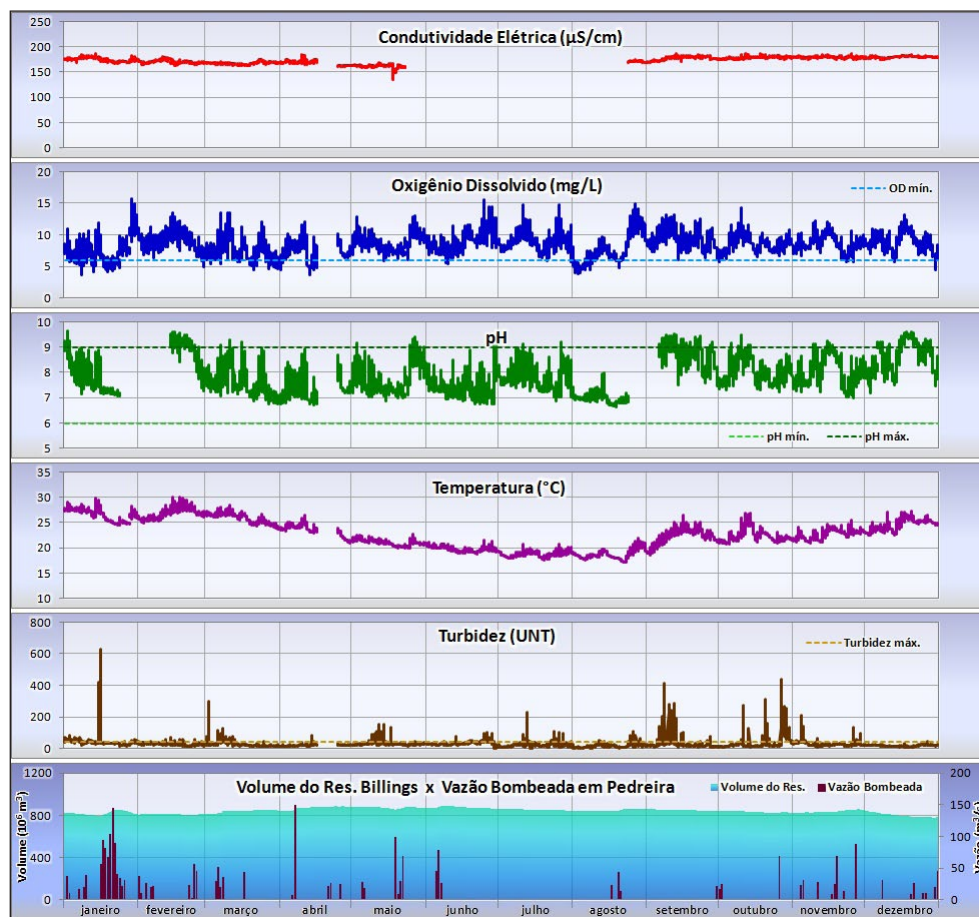
Gráfico 7.50 – Tempo de residência (dias) do reservatório Billings em 2017

A Figura 7.18 apresenta o histórico das médias anuais dos últimos treze anos para os pontos dos braços Taquacetuba e Bororé para a densidade da comunidade fitoplanctônica e o número de células de cianobactérias. Em 2017 tanto as densidades de organismos, como o número de células de cianobactérias, aumentaram no ponto do Bororé (BILL 02100) e diminuíram no braço Taquacetuba (BITQ 00100). Em ambos os pontos as médias anuais das concentrações de células de cianobactérias estiveram superiores ao preconizado pela Resolução CONAMA nº 357/05 para Classe 2 (50.000 céls.mL⁻¹) e para Classe Especial (20.000 céls.mL⁻¹) respectivamente. Os gêneros que mais contribuíram em termos de densidades celulares durante o ano nos dois pontos foram *Woronichinia* (potencialmente produtor de microcistina e anatoxina-a/homomoanatoxina) e *Microcystis* (potencialmente produtor de microcistina).

Figura 7.18 – Média anual da composição da Comunidade fitoplanctônica e média anual do Número de Células de Cianobactérias – reservatório Billings – 2005 a 2017.

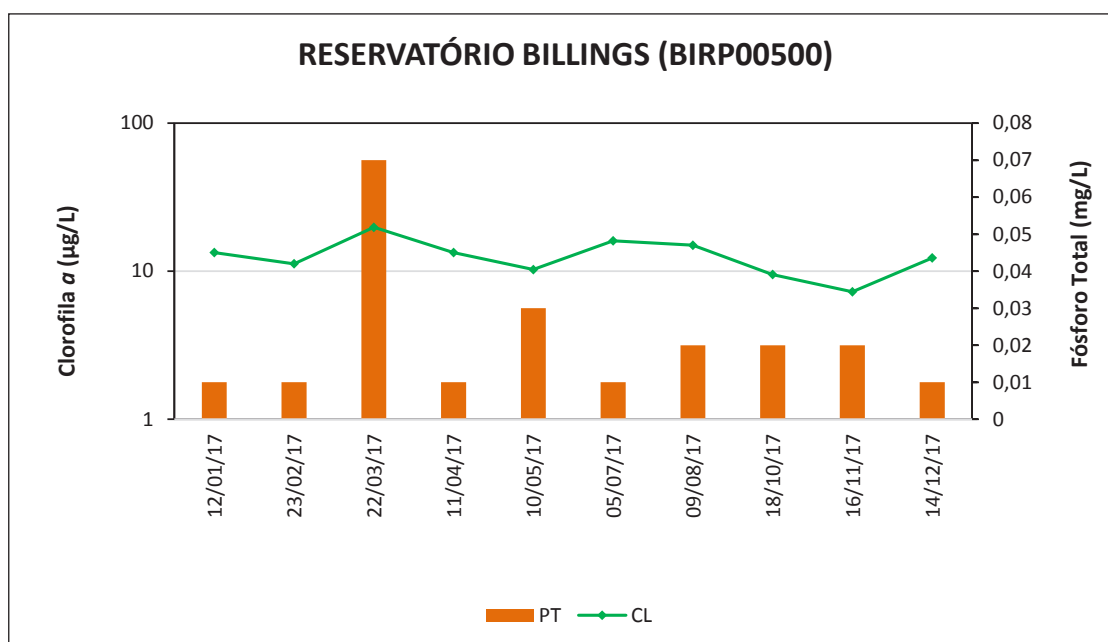
A Figura 7.19 apresenta a evolução dos parâmetros medidos pela Estação Automática Taquacetuba em 2017.

Figura 7.19 – Evolução dos parâmetros medidos na Estação Automática Taquacetuba de janeiro a dezembro de 2017

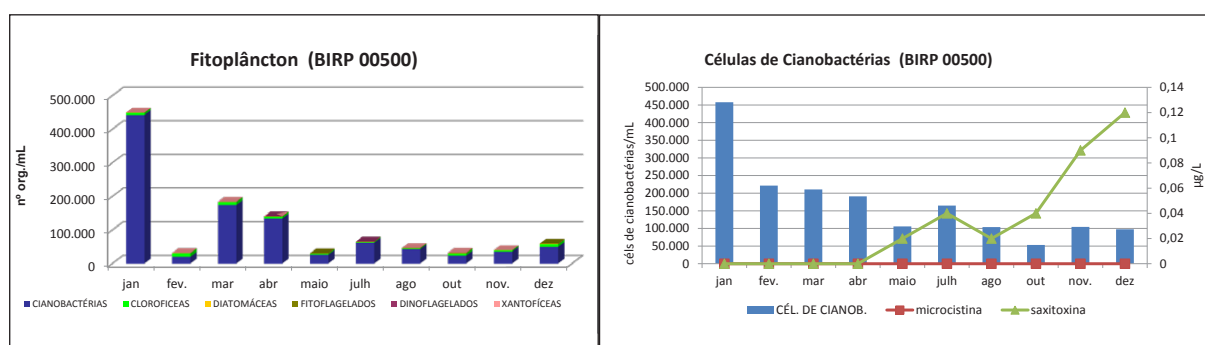


A Estação Taquacetuba determina a qualidade das águas revertidas do reservatório Billings para o reservatório Guarapiranga pela SABESP. O Oxigênio Dissolvido atende ao padrão de qualidade para corpos d'água Classe 1 em 93% dos resultados, sendo observados valores de concentração de até 15 mg.L⁻¹. Essas altas concentrações de Oxigênio são devidas ao *bloom* de algas e 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 cheia. O pH acompanha o comportamento observado para o Oxigênio Dissolvido, com valores que excedem o padrão de qualidade em 10% dos resultados. A Turbidez atendeu ao padrão de qualidade em 86% dos resultados, mas apresentou picos acima de 200 UNT.

Em 2017, no ponto do braço do rio Pequeno (BIRP 00500), as concentrações de Clorofila *a* (Gráfico 7.51) variaram de forma similar às densidades de organismos fitoplanctônicos influenciadas principalmente pela densidade das cianobactérias, e indicaram condições de Mesotrófica a Eutrófica superando, em 80% dos meses amostrados, o limite de 10 µg.L⁻¹ estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/05. Já as concentrações de Fósforo Total, superaram a legislação apenas em março e maio com valores que indicaram condições tróficas que variaram de Oligotrófica a Mesotrófica. Pelo IET, este reservatório foi classificado como Mesotrófico mantendo a classificação obtida no ano anterior.

Gráfico 7.51 – Concentrações de Clorofila *a* e Fósforo Total (PT) no reservatório Billings (BIRP00500) – 2017.

O braço do rio Pequeno (BIRP 00500), local de transposição de águas para o reservatório rio Grande, apresentou elevada densidade fitoplanctônica, Número de Células de Cianobactérias acima do estipulado pela Resolução CONAMA nº 357/05 para Classe Especial ($20.000 \text{ céls.mL}^{-1}$), permanecendo acima de $50.000 \text{ céls.mL}^{-1}$, e dominância de cianobactérias durante o ano todo, com predomínio do gênero *Planktolyngbya* e de uma cianobactéria filamentosa ainda não identificada, descrita no “*Atlas de Cianobactérias da Bacia do Alto Tietê*” desenvolvido pela CETESB (Lamparelli *et al.*, 2014). O mesmo foi observado em 2016, com exceção de agosto, setembro e outubro, quando as dominâncias foram dos gêneros *Woronichinia* e *Aphanocapsa*.

Figura 7.20 – Média mensal da Comunidade Fitoplanctônica e Contagem de Células de Cianobactérias no braço do rio Pequeno (BIRP 00500) – reservatório Billings – 2017.

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.

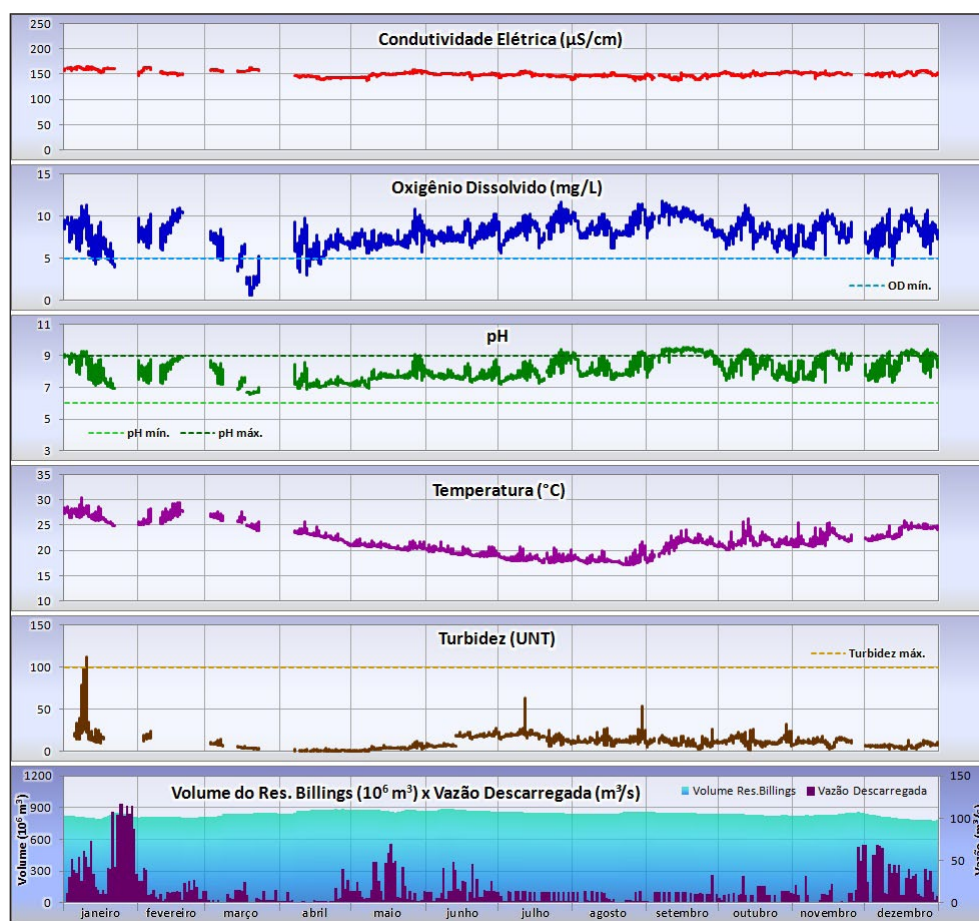
No ponto BILL 02030, as concentrações de microcistina foram superiores ao preconizado no anexo XX da Portaria de Consolidação nº 5/2017 para água tratada ($1,0 \mu\text{g.L}^{-1}$), em janeiro, maio e julho, não sendo quantificada em novembro, sendo o maior valor encontrado em janeiro ($14,5 \mu\text{g.L}^{-1}$), devido às elevadas densidades de células de cianobactérias pertencentes ao gênero *Microcystis*. No entanto, vale destacar que nesse ponto não há captação de água para abastecimento público.

No braço do Taquacetuba a microcistina foi quantificada em todos os meses, exceto outubro e novembro, e os valores ultrapassaram o limite para água potável ($1,0 \mu\text{g.L}^{-1}$) em fevereiro, março, abril, maio e setembro, sendo o maior valor obtido de $1,75 \mu\text{g.L}^{-1}$, inferior ao de 2016 que foi de $2,21 \mu\text{g.L}^{-1}$. Já a saxitoxina foi quantificada em abril, maio e outubro, com maior valor igual a $0,05 \mu\text{g.L}^{-1}$, abaixo do valor legislável para água tratada ($3,0 \mu\text{g.L}^{-1}$).

No braço do rio Pequeno as concentrações de microcistina ficaram abaixo do limite de detecção em todas as amostragens, e a saxitoxina foi quantificada em todas as amostragens a partir de maio, sempre em concentrações muito baixas, sendo que o maior valor foi obtido em dezembro ($0,12 \mu\text{g.L}^{-1}$), bem abaixo do valor estabelecido na legislação para água tratada ($3,0 \mu\text{g.L}^{-1}$).

O reservatório Billings, ainda se mantém com elevado grau de eutrofização apesar de, em relação ao ano anterior, exibir uma melhora nos pontos BITQ 00100, BILL 02500 e BILL 02900. Apenas os pontos no braço do rio Pequeno (BIRP 00500) e o próximo a barragem Billings-Pedras (BILL 02900) foram classificados como Mesotróficos, ou seja, ambiente em processo de eutrofização. Neste reservatório, 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 nº 357/05. A condição da qualidade das águas desse corpo d'água é monitorada sistematicamente considerando seu uso sazonal como reservatório de transferência de água para outros corpos hídricos utilizados como fonte de água bruta para tratamento.

A Figura 7.21 apresenta a evolução dos parâmetros medidos pela Estação Automática Summit Control em 2017.

Figura 7.21 – Evolução dos parâmetros medidos pela Estação Automática Summit Control de janeiro a dezembro de 2017

A Estação Summit Control localiza-se junto à saída das águas do reservatório Billings para a geração de energia na Usina Hidrelétrica Henry Borden. Essa Estação permite acompanhar a qualidade das águas que vão da UGRHI 6 para a UGRHI 7. A Condutividade permaneceu em torno de $150 \mu\text{S}.\text{cm}^{-1}$ ao longo do ano. O Oxigênio Dissolvido atendeu o padrão para corpos hídricos Classe 2 em 96% dos resultados, apresentando valores acima de $10 \text{ mg}.\text{L}^{-1}$. Os valores de OD que extrapolam a saturação podem ser atribuídos ao *bloom* de algas decorrente da eutrofização. O pH acompanhou o comportamento do OD, excedendo o limite máximo em 17% dos resultados. Os valores baixos de Turbidez, que atende ao padrão em praticamente 100% dos resultados, são devidos ao fato de a água apresentar um tempo de residência bastante significativo no reservatório, favorecendo a sedimentação da maior parte das partículas nela presentes. Alguns picos são observados nos períodos em que a descarga para o reservatório do rio das Pedras é mais intensa.

7.7.2 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 2017, 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 5 anos.

Gráfico 7.52 – Perfil do IQA no reservatório Guarapiranga em 2017 e nos últimos 5 anos.

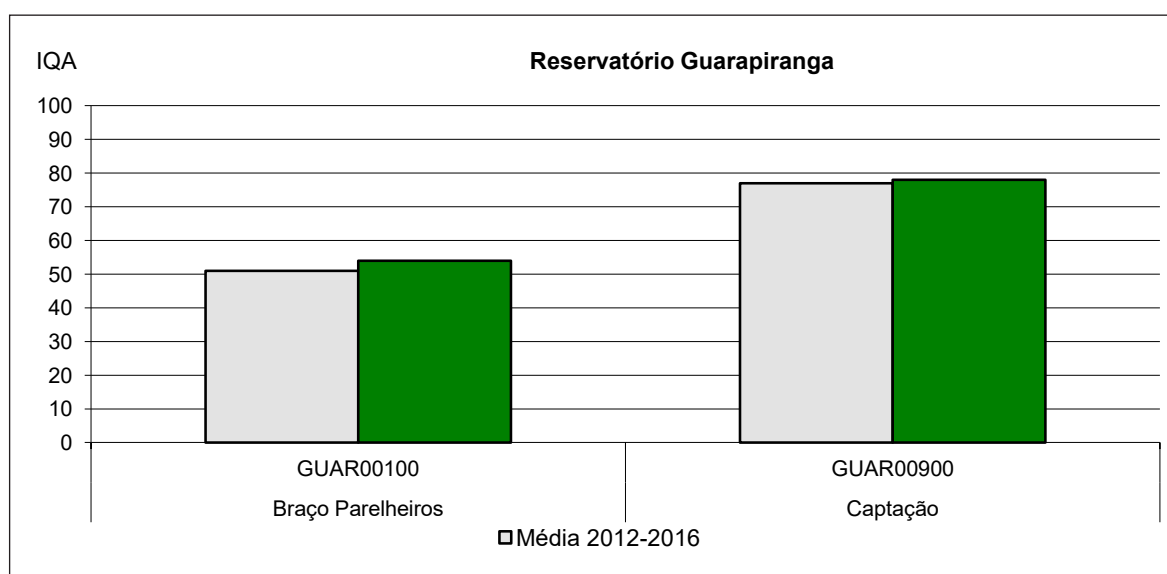
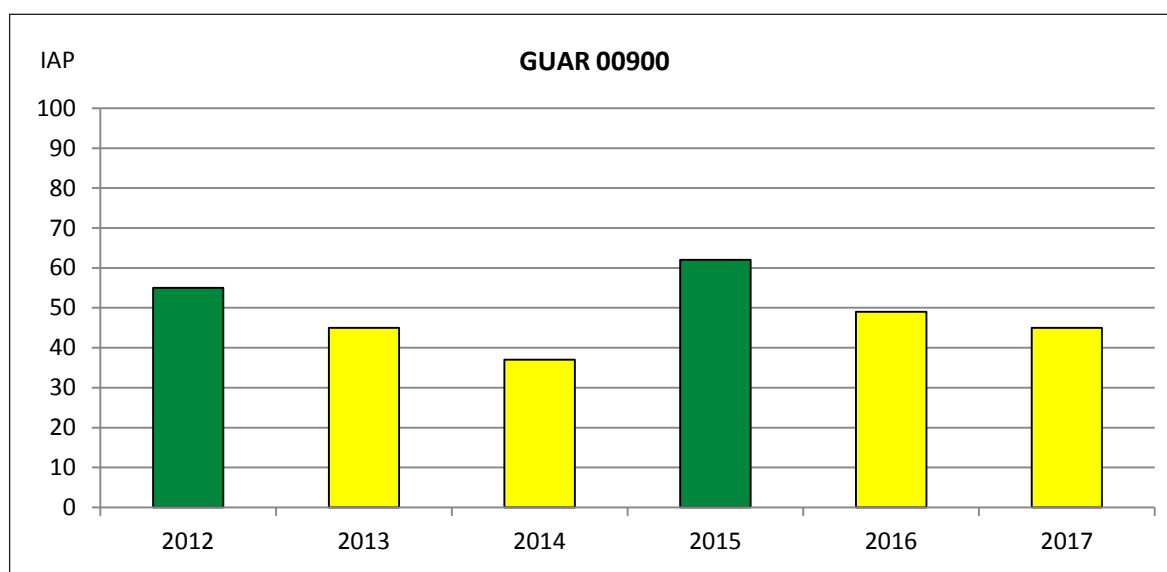
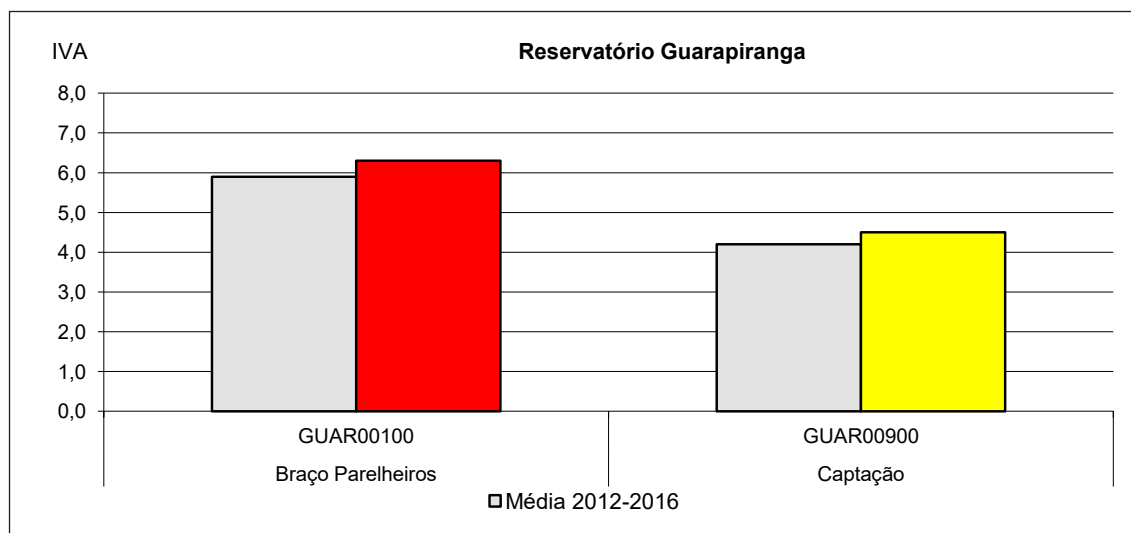


Gráfico 7.53 – Média Anual do IAP no ponto GUAR 00900 – reservatório Guarapiranga



Quanto a qualidade da água utilizada para fins de abastecimento público (IAP), a qualidade em 2017 se manteve na categoria Regular, sendo influenciada pelo registro, em algumas campanhas ao longo do ano, de resultados desconformes (> 20.000 céls.mL⁻¹) para a densidade de cianobactérias.

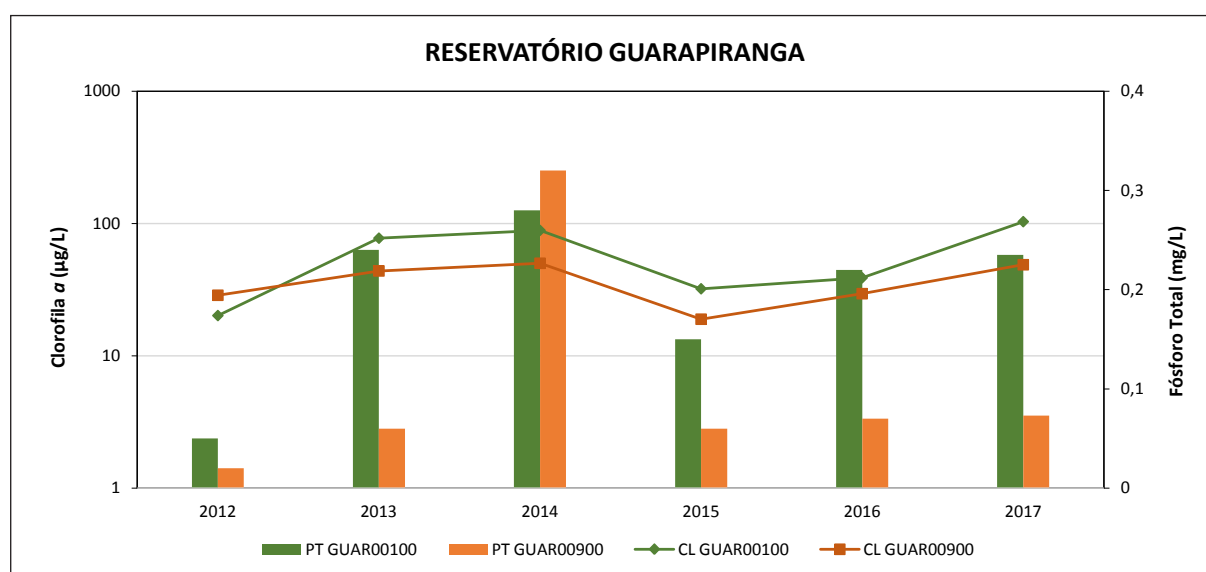
Gráfico 7.54 – Perfil do IVA no reservatório Guarapiranga em 2017 e nos últimos 5 anos.



Quanto ao Índice para fins de Proteção da Vida Aquática (IVA), a qualidade foi Ruim no braço do Parelheiros, em função da frequência elevada de resultados desconformes para a Clorofila *a* e para o Fósforo Total, e Regular na captação, havendo melhora em relação a 2016 em função da elevação dos níveis de Oxigênio Dissolvido.

O Gráfico 7.55 apresenta o histórico, do período de 2011 a 2017, das médias anuais das concentrações de Clorofila *a* e Fósforo Total nos dois pontos no reservatório Guarapiranga (GUAR 00100 e GUAR 00900).

Gráfico 7.55 – Média anual de Clorofila *a* e Fósforo Total (PT) no reservatório Guarapiranga de 2011 a 2017.



Os dados históricos mostram, que tanto a Clorofila *a*, quanto o Fósforo Total, vêm exibindo variações similares nos sete últimos anos, com os maiores valores encontrados em 2014 (Gráfico 7.55). As concentrações de Clorofila *a* no ponto GUAR 00100 variaram de forma similar às densidades totais de organismos fitoplanctônicos sendo bastante influenciadas pelos grupos das cianobactérias e diatomáceas. Esse ponto encontra-se extremamente eutrofizado desde 2013. Já no ponto GUAR 00900, a concentração de Clorofila *a* variou com estreita relação com as densidades totais de organismos fitoplanctônicos, influenciada principalmente pelos dois grupos mais abundantes, as clorofíceas e diatomáceas, este ponto também já eutrofizado, vem mantendo sua classificação Eutrófica.

Em 2017 foi possível observar nos dois pontos monitorados GUAR 00100 e GUAR 00900, condições Hipereutrófica e Eutrófica, respectivamente. O ponto próximo ao braço do Parelheiros (GUAR 00100), exibiu uma piora em relação ao ano anterior e foram observadas concentrações de Oxigênio Dissolvido, Demanda Bioquímica de Oxigênio, Fósforo Total, Clorofila *a* e a presença de *E. coli* em não conformidade com os limites estabelecidos pela legislação em todas as campanhas, indicando presença de esgotos domésticos.

No ponto da captação (GUAR 00900) as concentrações de Fósforo Total e Clorofila *a* superaram a legislação em todos os meses de amostragem. A condição trófica observada está provavelmente relacionada à presença de nutrientes e condições propícias para o estabelecimento da comunidade fitoplanctônica. No entanto, cabe ressaltar que em todos os meses monitorados foram observadas concentrações elevadas de Feofitina *a*, produto da degradação da Clorofila *a* e indicativas de uso de algicida, o que é corroborado pelas concentrações de Cobre Dissolvido, em todos meses, acima do limite estabelecido em legislação. Este reservatório, desde 2013, se encontra com elevado grau de eutrofização.

Em ambos os pontos do reservatório Guarapiranga, as densidades médias anuais da comunidade fitoplanctônica vêm aumentando desde 2015 (Figura 7.22), com destaque para o ponto próximo à captação (GUAR 00900), onde houve um aumento significativo da densidade média anual em 2017, com grande contribuição de clorofíceas, que estiveram em densidades elevadas em janeiro e maio e foram dominantes durante todo o ano. Essas elevadas densidades de janeiro e maio podem ter sido influenciadas pelas concentrações de Nitrogênio Total na água, que foram superiores aos encontrados no mesmo período de 2016. Em maio também foram obtidos elevados valores de diatomáceas, que possivelmente foram beneficiadas pela desestratificação da coluna d'água. Em relação ao ponto situado na entrada do rio Parelheiros (GUAR 00100), houve grande contribuição de diatomáceas durante o ano, que foram dominantes em 75% das amostragens e provavelmente também foram favorecidas pela desestratificação da coluna d'água. Além disso, a comunidade fitoplanctônica tende a ser beneficiada com elevados tempos de residência, fato constatado em janeiro e maio (Gráfico 7.56).

Em relação às densidades de células de cianobactérias, os pontos apresentaram cenários distintos. No ponto GUAR 00100, que apresentou sua maior densidade em janeiro (79.925 céls.mL⁻¹), houve discreto decréscimo da densidade anual com prevalência do gênero *Woronichinia*, organismo potencialmente produtor de cianotoxinas como microcistina e anatoxina-a/homomoanatoxina (Paerl & Otten, 2013). A presença de *Woronichinia* neste ponto é resultante da transferência das águas do ponto do Taquacetuba do reservatório Billings, que apresentou prevalência deste gênero de cianobactéria em várias ocasiões. Já no ponto GUAR 00900, a densidade anual aumentou, sendo influenciada pelos valores de janeiro (163.820 céls.mL⁻¹) e novembro (122.929 céls.mL⁻¹), quando houve dominância do gênero *Aphanocapsa*, picoplanctônico e potencial produtor de microcistina.

As concentrações mensais de cianobactérias estiveram acima do preconizado na Resolução CONAMA no 357/2005 para água de Classe Especial ($20.000 \text{ céls.mL}^{-1}$) em todas as amostragens em ambos os pontos, com exceção da amostragem realizada em julho no ponto de captação ($13.560 \text{ céls.mL}^{-1}$).

Apenas no ponto GUAR 00900 foi realizada análise para as cianotoxinas, sendo que a microcistina foi quantificável em julho ($0,17 \mu\text{g.L}^{-1}$), quando as densidades celulares foram de $13.560 \text{ céls.mL}^{-1}$, provavelmente devido a senescência das células de *Woronichinia* que estiveram elevadas na amostragem de maio (70% de $61.255 \text{ céls.mL}^{-1}$) e presentes em julho. A saxitoxina foi quantificada em maio ($0,14 \mu\text{g.L}^{-1}$) e julho ($0,02 \mu\text{g.L}^{-1}$). Todos os valores de cianotoxinas encontrados estiveram abaixo do recomendado no Anexo XX da Portaria de Consolidação nº 5/2017 para água tratada, ou seja, $1,0 \mu\text{g.L}^{-1}$ (microcistina) e $3,0 \mu\text{g.L}^{-1}$ (saxitoxina).

Figura 7.22 – Média anual da Comunidade Fitoplânctônica e Contagem de Células de Cianobactérias no reservatório Guarapiranga - 2012 a 2017.

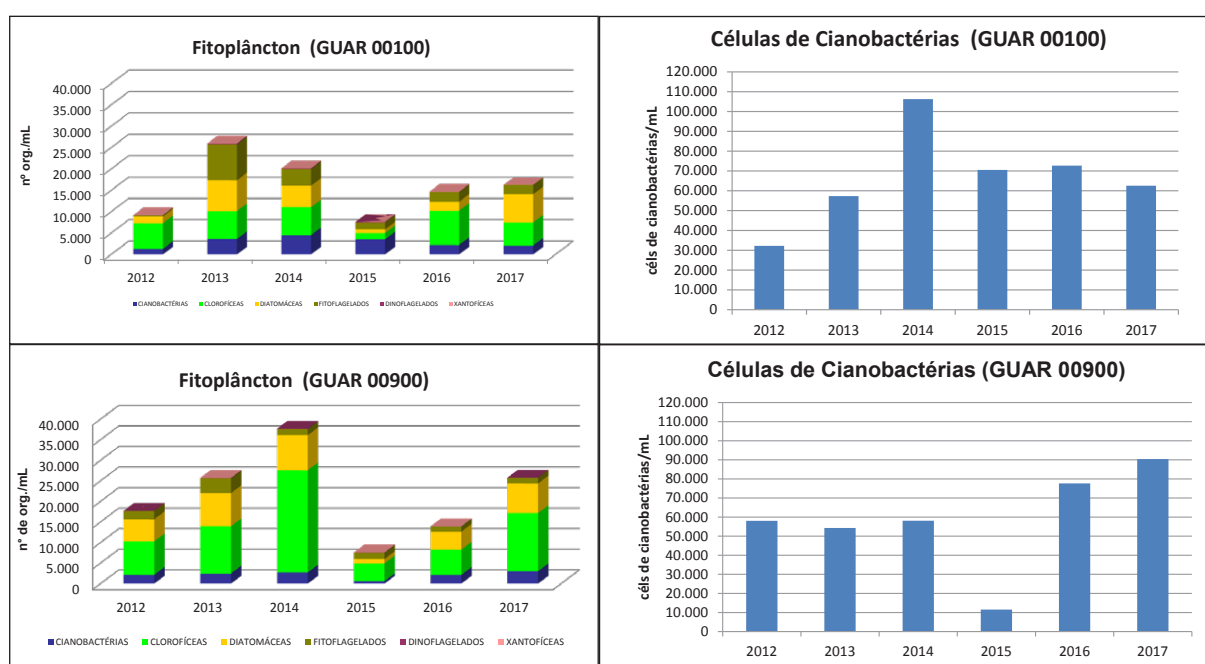
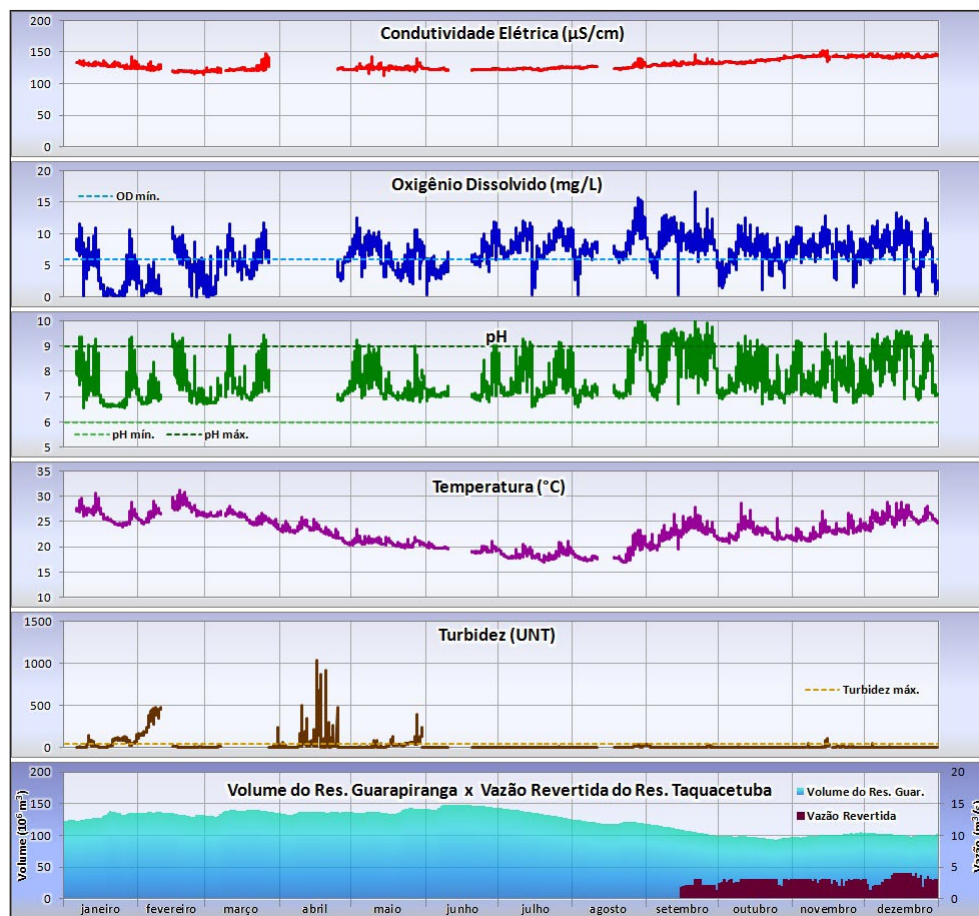


Gráfico 7.56 – Tempo de residência médio mensal e anual em dias do reservatório Guarapiranga. 2017.

A Figura 7.23 apresenta a evolução dos parâmetros medidos pela Estação Automática Guarapiranga em 2017.

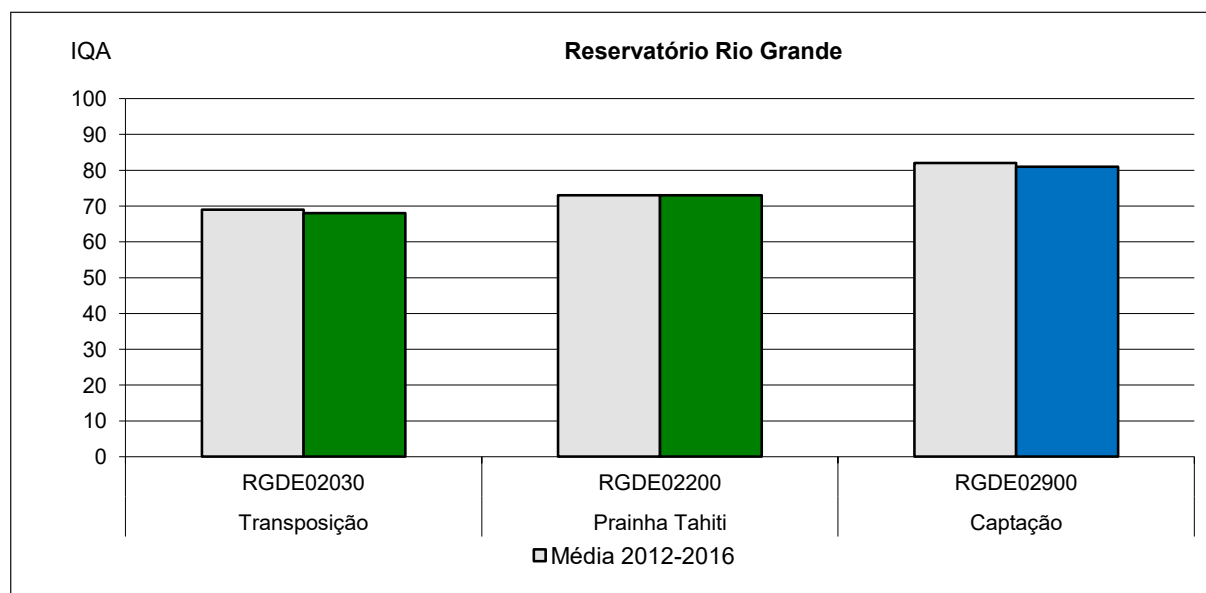
Figura 7.23 – Evolução dos parâmetros medidos pela Estação Automática Guarapiranga de janeiro a dezembro de 2017

A Estação Guarapiranga localiza-se na captação da SABESP para a ETA Alto da Boa Vista, que trata a vazão de $13 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. O Oxigênio Dissolvido atende o padrão de qualidade em 65% dos resultados e apresenta grande variabilidade, com valores próximos de zero e acima de $10 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$. 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 ao *bloom* de algas decorrente da eutrofização. O pH acompanha as variações observadas para o Oxigênio Dissolvido, encontrando-se acima do limite máximo estabelecido pela legislação em 11% dos resultados. A Condutividade Elétrica esteve em torno de $130 \mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$ ao longo do ano, apresentando tendência a aumento no segundo semestre, acompanhando a diminuição do volume do reservatório. A reversão das águas do reservatório Taquacetuba para o Guarapiranga ocorreu nos meses de setembro a dezembro. A vazão média revertida nesse período foi $2,9 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$.

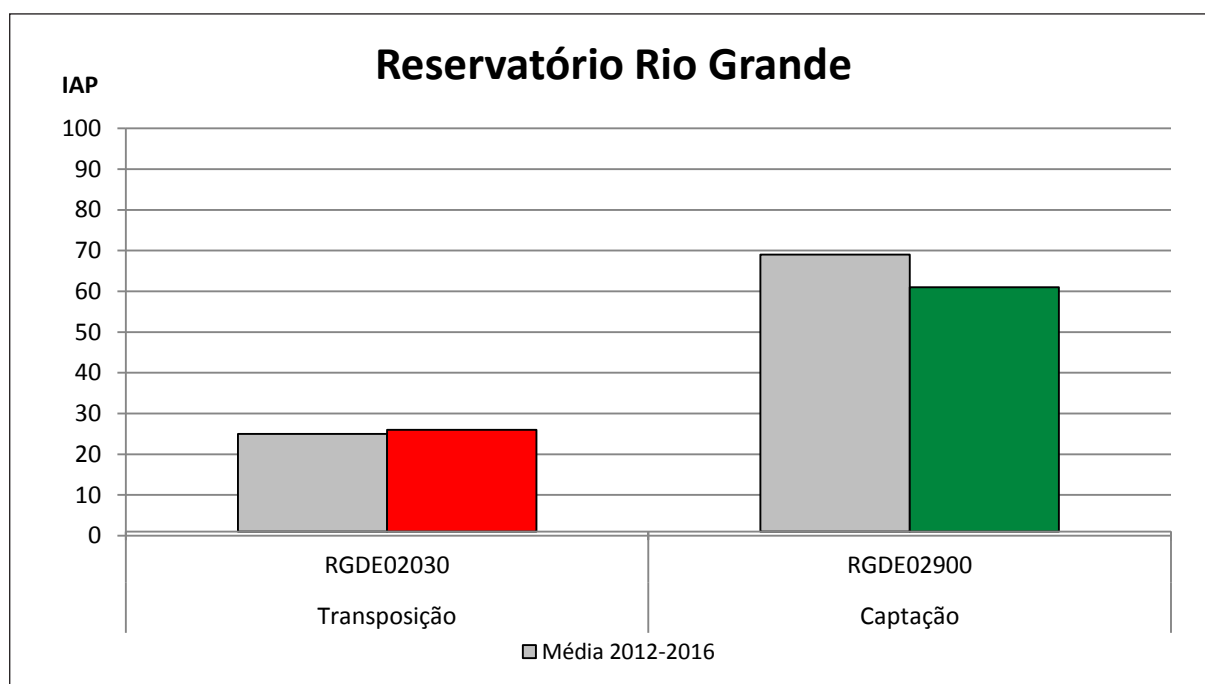
7.7.3 Reservatório Rio Grande

A partir de abril de 2015 o reservatório rio Grande foi monitorado mensalmente pela CETESB em três pontos: RGDE 02030 (Foz do rio Grande), RGDE 02200 (Prainha Tahiti) e RGDE 02900 (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 2017, a qualidade da água nesse reservatório, avaliada pelo IQA, manteve a mesma classificação do ano anterior variando entre Boa e Ótima (Gráfico 7.57).

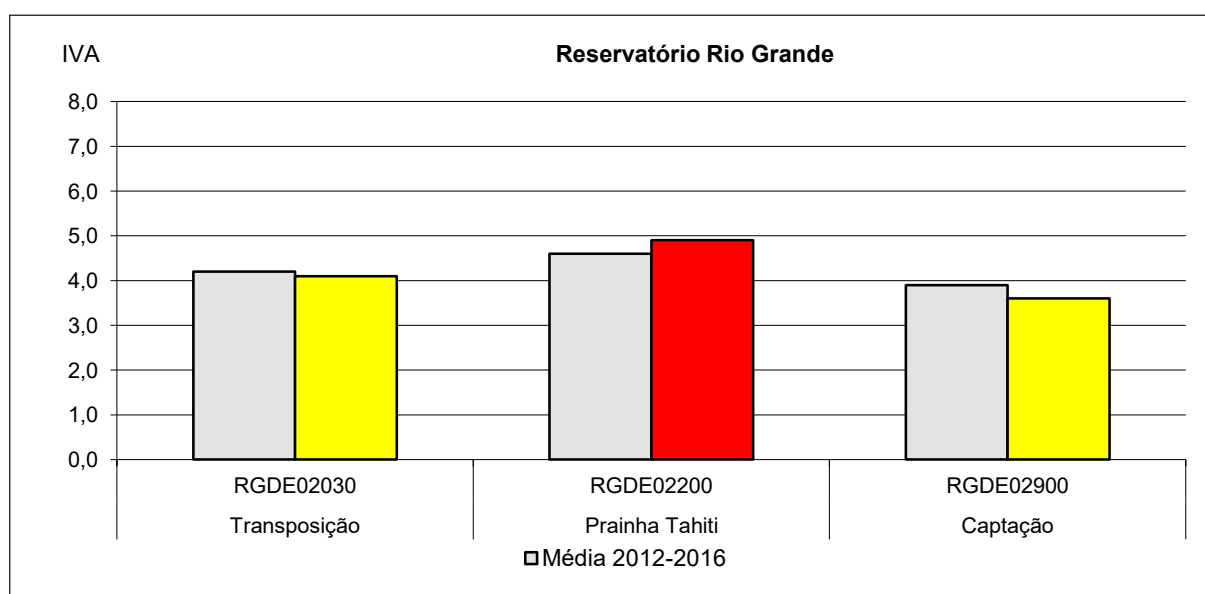
Gráfico 7.57 – Perfil do IQA no reservatório rio Grande em 2017 e nos últimos 5 anos.



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 à foz do rio Grande, a qual foi influenciada pelos valores elevados de PFTHM e pela ultrapassagem do padrão para Mercúrio em agosto e outubro. Já na captação da SABESP, o IAP manteve a classificação Boa (Gráfico 7.58).

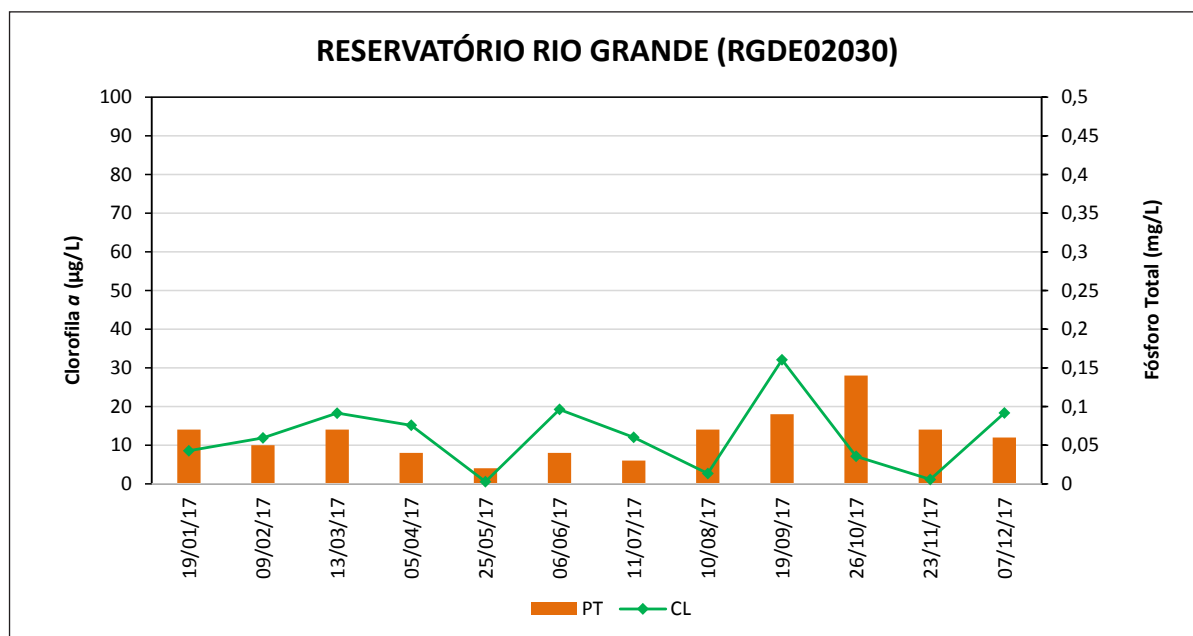
Gráfico 7.58 – Perfil do IAP no reservatório rio Grande em 2017 e nos últimos 5 anos.

O Gráfico 7.59 apresenta os valores do IVA no reservatório do rio Grande em 2017, os quais mantiveram a mesma classificação do ano passado. Assim, a qualidade foi Regular no ponto de transposição para o reservatório Taiaçupeba, sendo influenciada pelo grau de trofia (mesotrófico) e pelo OD. No ponto de captação, o IVA Regular foi influenciado pelo estado mesotrófico das águas, pela ecotoxicidade e, em menor grau, pelo pH. Já a prainha Tahiti (RGDE 02200) apresentou classificação Ruim decorrente do estado eutrófico de suas águas e do efeito tóxico crônico registrado em 4 das 10 campanhas realizadas no ano.

Gráfico 7.59 – Perfil do IVA no reservatório rio Grande em 2017 e nos últimos 5 anos.

O Gráfico 7.60 apresenta as concentrações de Clorofila *a* e Fósforo Total ao longo de 2017 no reservatório rio Grande, no ponto localizado próximo a região de transposição das águas do reservatório do rio Grande para o reservatório Taiaçupeba, (RGDE 02030), a cerca de 1 Km depois da desembocadura do rio Grande ou Jurubatuba.

Gráfico 7.60 – Concentrações de Clorofila *a* e Fósforo Total (PT) no reservatório rio Grande (RGDE 02030) – 2017.



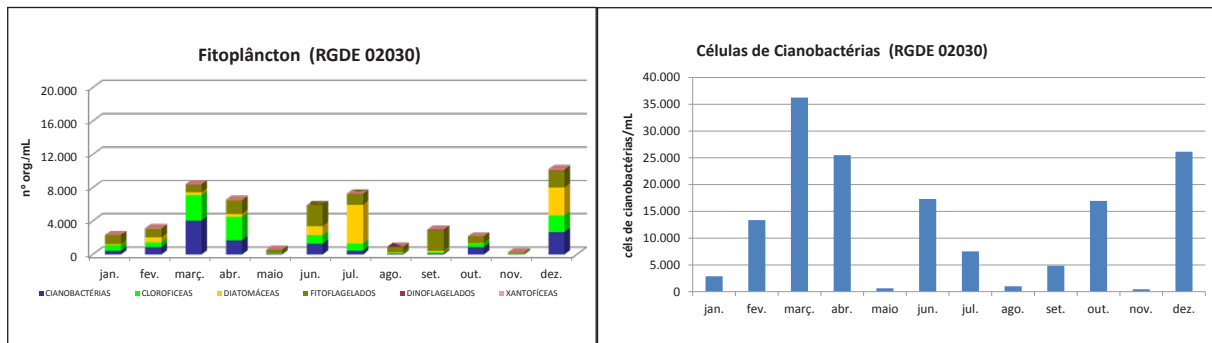
No ponto RGDE 02030 (Gráfico 7.60), as concentrações de Fósforo Total ultrapassaram os limites estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357/05 ao longo do ano com exceção de maio e julho, indicando um ambiente com condições tróficas que variaram de Mesotrófica a Supereutrófica. Já a concentração de Clorofila *a* ultrapassou o limite estabelecido em legislação apenas no mês de setembro, 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 nas densidades dos grupos de cianobactérias e fitoflagelados. Ao longo do ano, pelo IET médio, neste ponto, a condição trófica variou de Oligotrófica a Eutrófica sendo classificado pela média anual como Mesotrófica mantendo a classificação observada no ano anterior.

No ponto RGDE 02030 houve diminuição considerável dos valores médios anuais tanto para densidade de organismos (de 24.471 org.mL⁻¹ em 2016 para 4.227 org.mL⁻¹ em 2017) quanto para concentração de células de cianobactérias (de 36.820 céls.mL⁻¹ em 2016 para 12.738 céls.mL⁻¹ em 2017). O maior valor de densidade de organismos foi registrado em dezembro (10.212 org.mL⁻¹) e de células de cianobactérias em março (36.250 céls.mL⁻¹).

Quanto à comunidade, a composição permaneceu semelhante à de 2016, com abundância de cianobactérias e clorofíceas no primeiro semestre e maior contribuição dos demais grupos no segundo (Figura 7.24). No entanto, na densidade média anual de 2016 houve dominância de cianobactérias e em 2017 a distribuição ficou homogênea entre os grupos.

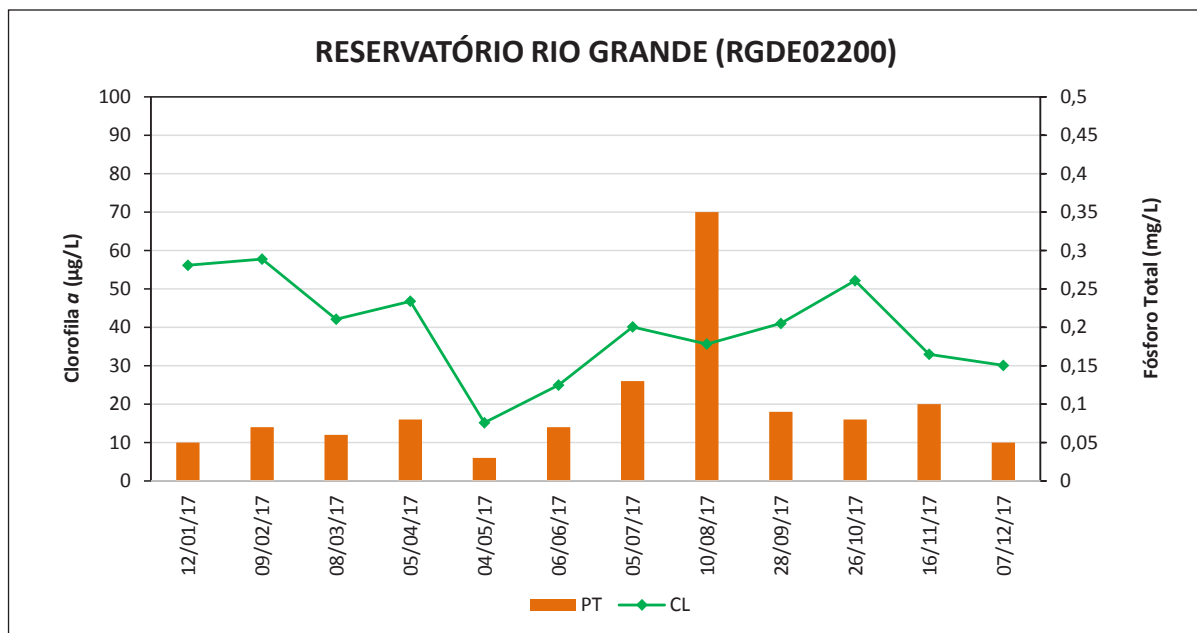
As concentrações mensais de células de cianobactérias estiveram abaixo do recomendado pela Resolução CONAMA nº 357/05 para Classe 2 ($50.000 \text{ céls.mL}^{-1}$) em todas as amostragens e os gêneros mais importantes em termos de densidades celulares foram *Aphanocapsa* (picoplanctônico e potencialmente produtor de microcistina) e *Pseudanabaena*, formado por organismos filamentosos que apresentaram toxicidade em bioensaios com ratos (Rangel *et al.*, 2014).

Figura 7.24 – Média mensal da Comunidade Fitoplancônica e Contagem de Células de Cianobactérias no reservatório rio Grande, corpo central (RGDE 02030). 2017.



O **Gráfico 7.61** apresenta as concentrações de Clorofila *a* e Fósforo Total no reservatório rio Grande (RGDE 02200), localizado no corpo central, ao longo de 2017.

Gráfico 7.61 – Concentrações de Clorofila *a* e Fósforo Total (PT) no reservatório rio Grande (RGDE02200) – 2017.

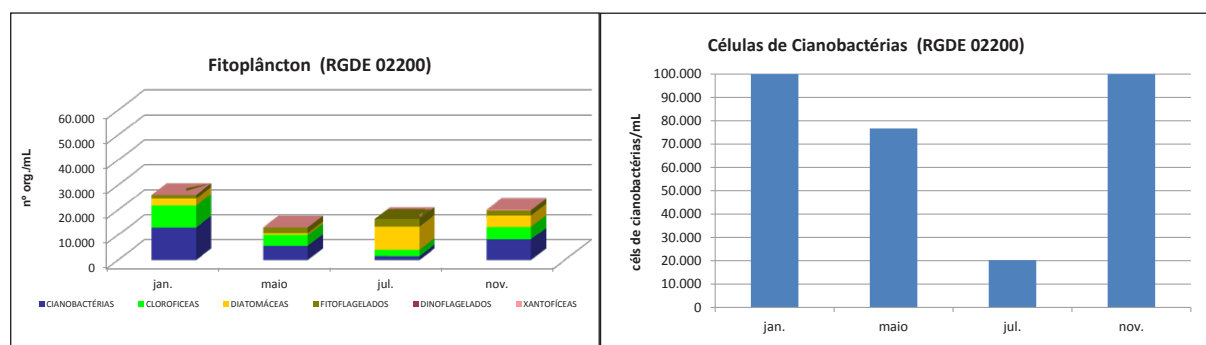


No ponto RGDE 02200 (Gráfico 7.61), as concentrações de Fósforo Total ultrapassaram os limites estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357/05, ao longo de todo ano, com exceção de maio, indicando um ambiente com condições tróficas que variaram de Mesotrófica a Hipereutrófica. Já as concentrações de Clorofila *a* exibiram concentrações elevadas ao longo de todo o ano, ultrapassando o limite estabelecido em legislação em 92% das amostragens. Considerando os meses em que houve amostragem da comunidade fitoplanctônica as concentrações de Clorofila *a*, refletiram de forma similar as flutuações observadas na densidade de organismos do grupo das diatomáceas. Ao longo do ano, pelo IET médio, 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.

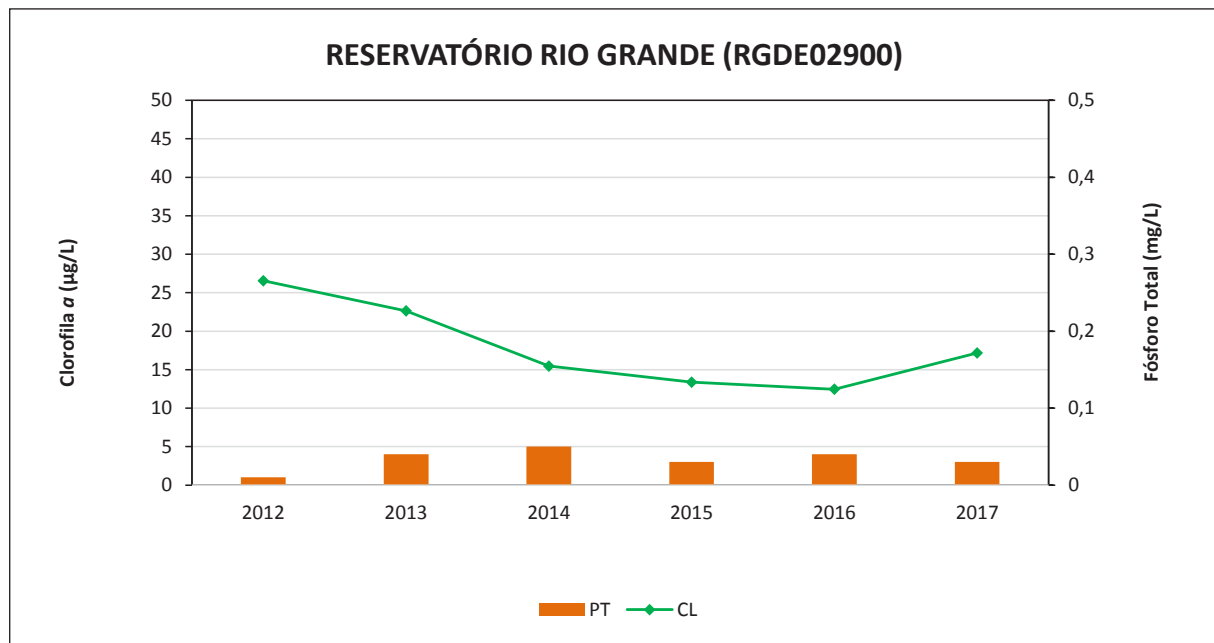
No reservatório rio Grande, no ponto do Clube Prainha – Tahiti, a média anual da densidade fitoplanctônica diminuiu de aproximadamente 25.000 org.mL⁻¹ em 2016 para aproximadamente 19.000 org.mL⁻¹ em 2017. As densidades mensais estiveram abaixo de 30.000 org.mL⁻¹ em todas as amostragens, com abundância de cianobactérias e clorofíceas em praticamente todos os períodos (Figura 7.25), com exceção de julho, quando houve prevalência de diatomáceas, provavelmente reflexo da desestratificação da coluna de água observada em junho, favorecendo a ressuspensão desses organismos.

A concentração de células de cianobactérias anual, aproximadamente 103.000 céls.mL⁻¹, foi superior a 2016 (aproximadamente 77.000 céls.mL⁻¹) e os valores mensais estiveram acima do recomendado pela Resolução CONAMA nº 357/2005 para classe 2 (50.000 céls.mL⁻¹) em praticamente todas as amostragens, com exceção de julho, quando houve dominância do gênero picoplanctônico *Aphanocapsa* (potencialmente produtor de microcistina) e da família Synechococcaceae. As cianobactérias devem ter sido favorecidas pelo aumento da concentração de fósforo total (0,09 mg.L⁻¹) e pelas elevadas temperaturas em janeiro e novembro, quando se obteve as maiores densidades de células.

Figura 7.25 – Média mensal da Comunidade Fitoplanctônica e Contagem de Células de Cianobactérias no reservatório rio Grande - Clube Tainha (RGDE 02200). 2017

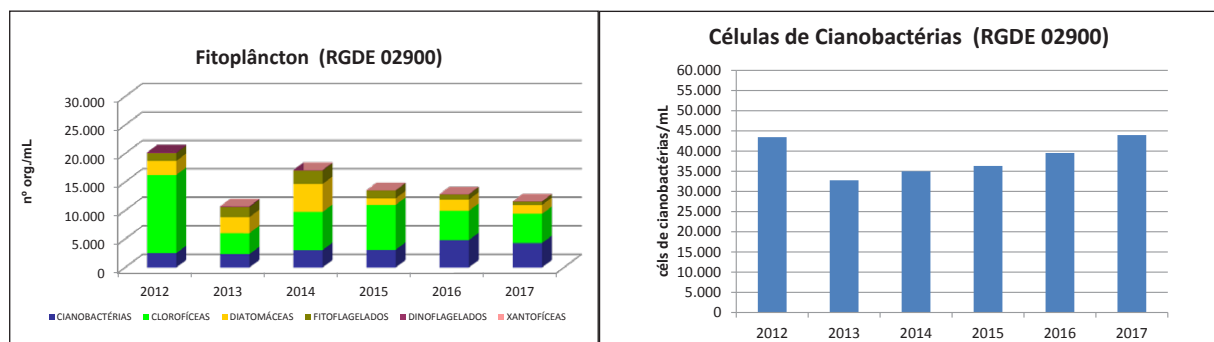


O Gráfico 7.62 apresenta as concentrações de Clorofila *a* e Fósforo Total no reservatório rio Grande no ponto localizado junto à captação da Sabesp (RGDE 02900), no período de 2012 a 2017.

Gráfico 7.62 – Concentrações de Clorofila *a* e Fósforo Total (PT) no reservatório rio Grande (RGDE 02900) de 2012 a 2017.

No ponto RGDE 02900 (Gráfico 7.62) as concentrações de Fósforo Total variaram, atingindo o maior valor em 2014. Já as concentrações de Clorofila *a* diminuíram em 2015 e 2016. A classificação segundo a média anual do IET, neste ponto foi Mesotrófica, classificação mantida desde 2010. Neste ponto, em 2017, a variável que mais influenciou na classificação trófica 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 nº 357/05 em algumas amostragens.

No ponto próximo à captação, as densidades médias anuais da comunidade fitoplanctônica apresentaram alterações pouco significativas entre 2016 e 2017, com tendência a diminuição, possivelmente influenciados pela diminuição da média anual de Fósforo Total, que passou de 0,04 mg.L⁻¹ para 0,03 mg.L⁻¹. A composição da estrutura também não apresentou variação importante entre 2016 e 2017 (Figura 7.26).

Figura 7.26 – Média anual da Comunidade Fitoplanctônica e Contagem de Células de Cianobactérias no reservatório rio Grande próximo da Captação da SABESP (RGDE 02900) - 2012 a 2017.

A densidade média anual de células de cianobactérias passou de aproximadamente 39.500 céls.mL⁻¹ em 2016 para 44.000 céls.mL⁻¹ em 2017, provavelmente em função do aumento do tempo médio de residência que passou de 227 dias para 246 dias (Gráfico 7.63). Aproximadamente 40% das amostragens em 2017 apresentaram valores superiores ao estipulado pela Resolução CONAMA nº 357/2005 para Classe 2 (50.000 céls.mL⁻¹), sendo os maiores valores de células de cianobactérias registrados em fevereiro e dezembro (75.675 céls.mL⁻¹ e 73.760 céls.mL⁻¹, respectivamente).

De modo geral as contagens celulares foram influenciadas por organismos picoplanctônicos do gênero *Aphanocapsa* (potencialmente produtor de microcistina), seguidos de organismos pertencentes a família Synechococcaceae, situação semelhante à observada em 2016. Também foram encontrados outros gêneros potencialmente produtores de cianotoxinas como *Cylindrospermopsis*, *Microcystis*, *Raphidiopsis*, *Aphanizomenon* e *Cuspidothrix*.

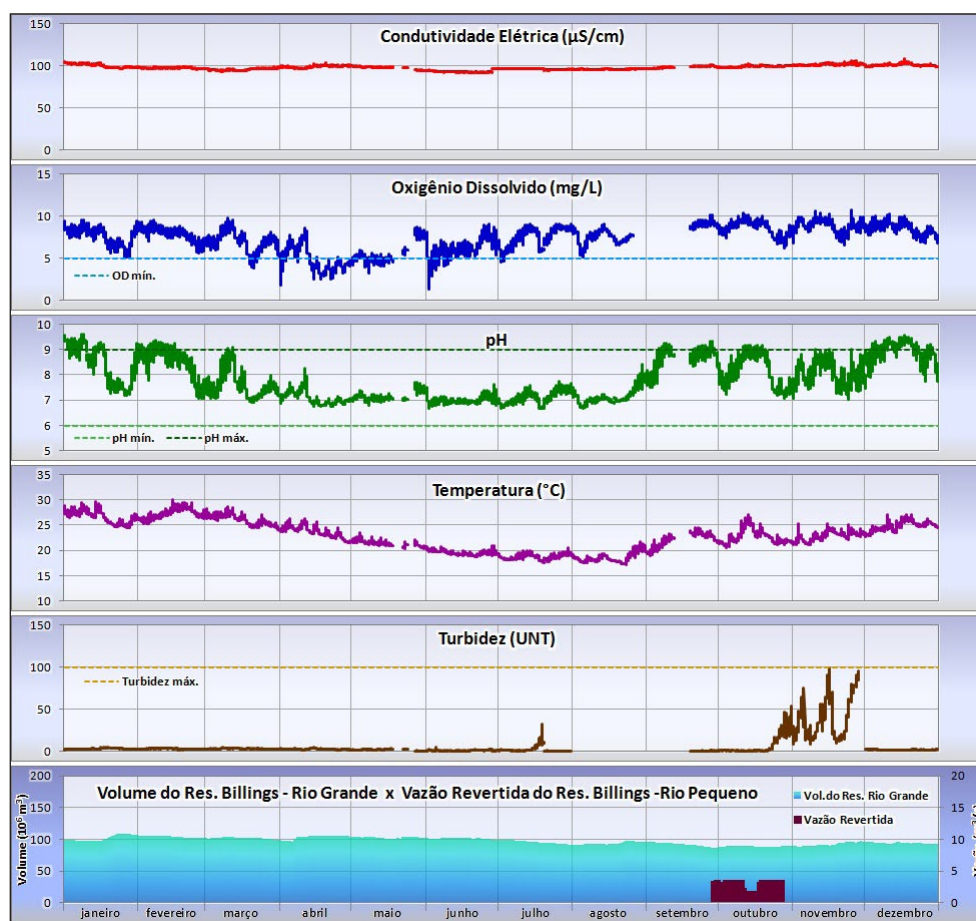
A microcistina só foi quantificada em dezembro (0,25 µg.L⁻¹), quando foi observada dominância dos organismos picoplanctônicos pertencentes à família Synechococcaceae.

A saxitoxina foi quantificada em todas as amostragens assim como o gênero potencialmente produtor, *Cylindrospermopsis*, sendo que o maior valor foi obtido em abril (0,22 µg.L⁻¹), coincidente com a dominância desse organismo. Todos os valores de cianotoxinas estiveram abaixo do preconizado no Anexo XX da Portaria de Consolidação nº 5/2017 para água tratada, 1,0 µg.L⁻¹ (microcistina) e 3,0 µg.L⁻¹ (saxitoxina).

Gráfico 7.63 – Tempo de residência (dias) do reservatório rio Grande, 2017



A Figura 7.27 apresenta a evolução dos parâmetros medidos pela Estação Automática rio Grande em 2017.

Figura 7.27 – Evolução dos parâmetros medidos pela Estação Automática rio Grande de janeiro a dezembro de 2017

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 nº 357/05 para corpos d'água Classe 2 em 89% e 88% dos resultados, respectivamente. Valores muito altos de OD, que extrapolam a saturação, são indicativos do fenômeno de eutrofização do corpo d'água, que causa crescimento desordenado (*bloom*) de algas. O pH acompanha a tendência de aumento do Oxigênio Dissolvido, ultrapassando, em alguns momentos, o limite máximo previsto na legislação. Nos meses de setembro e outubro, ocorreu a transferência das águas do braço rio Pequeno para o rio Grande, a uma vazão média de $3,3 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. A Condutividade Elétrica esteve em torno de $100 \mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$ ao longo do ano. A Turbidez atendeu ao padrão de qualidade em 100% dos resultados, apresentando alguns picos nos meses de outubro e novembro.

7.7.4 Sistema Alto Tietê

Na cabeceira do rio Tietê, existem os reservatórios de Ponte Nova, Biritiba-Mirim, Jundiá e Taiacupeba que são utilizados no suprimento do Sistema Produtor do Alto Tietê.

O Gráfico 7.64 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 Taiacupeba, onde é feita a adução para a ETA do SPAT. Em 2017, a qualidade dos reservatórios se manteve nas categorias Boa e Ótima, como no ano anterior.

Gráfico 7.64 – Perfil do IQA no Sistema Alto Tietê e rios afluentes em 2017 e nos últimos 5 anos

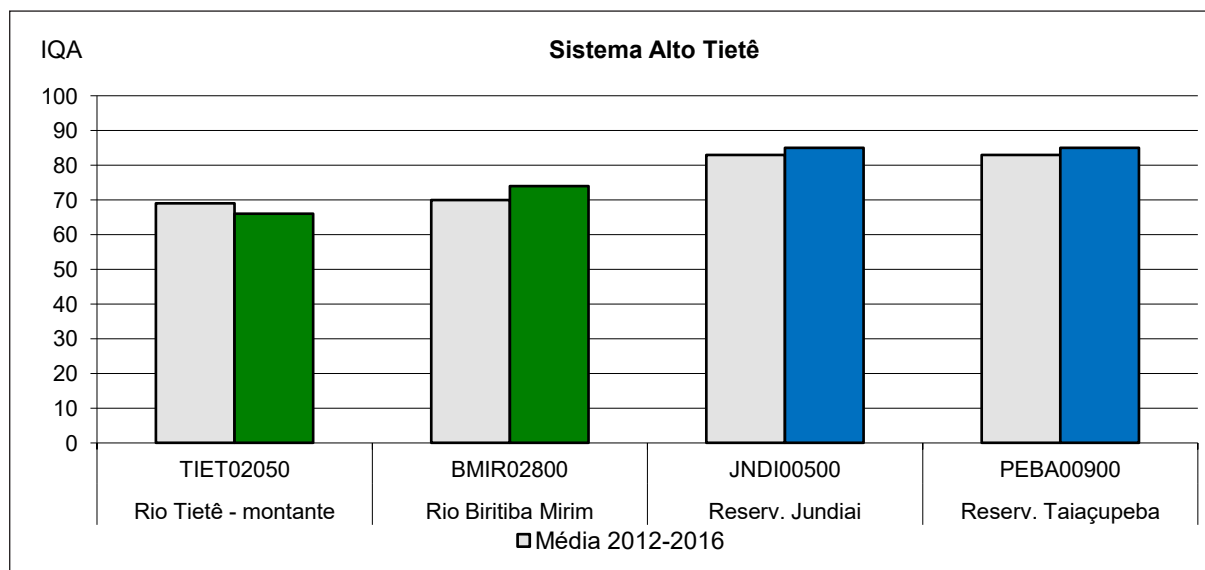
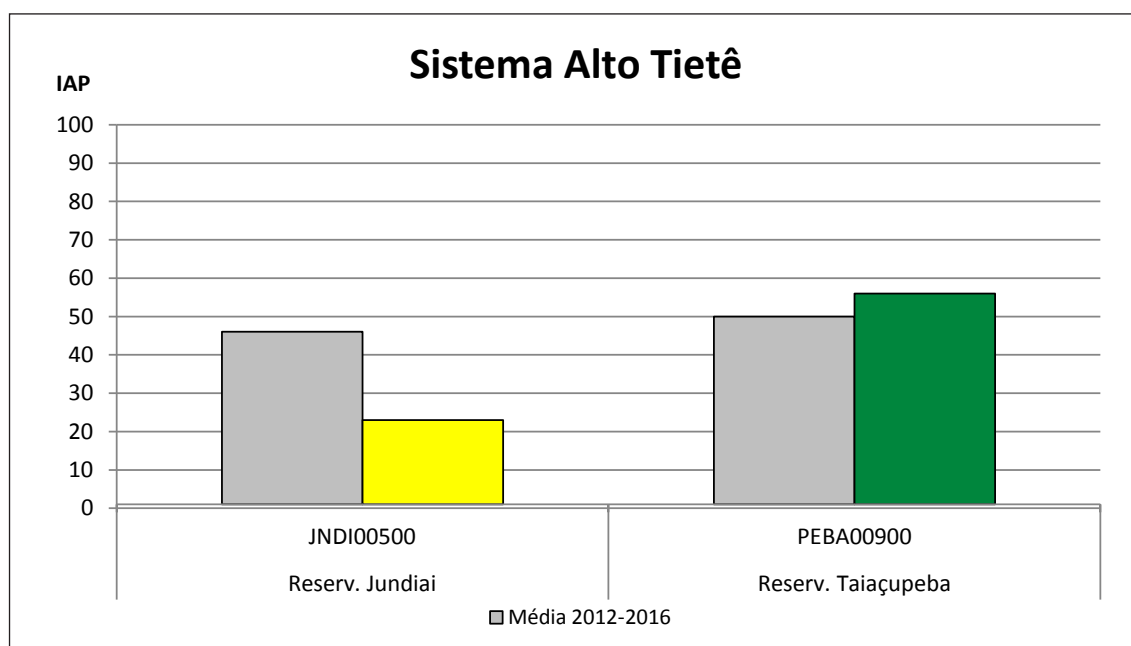


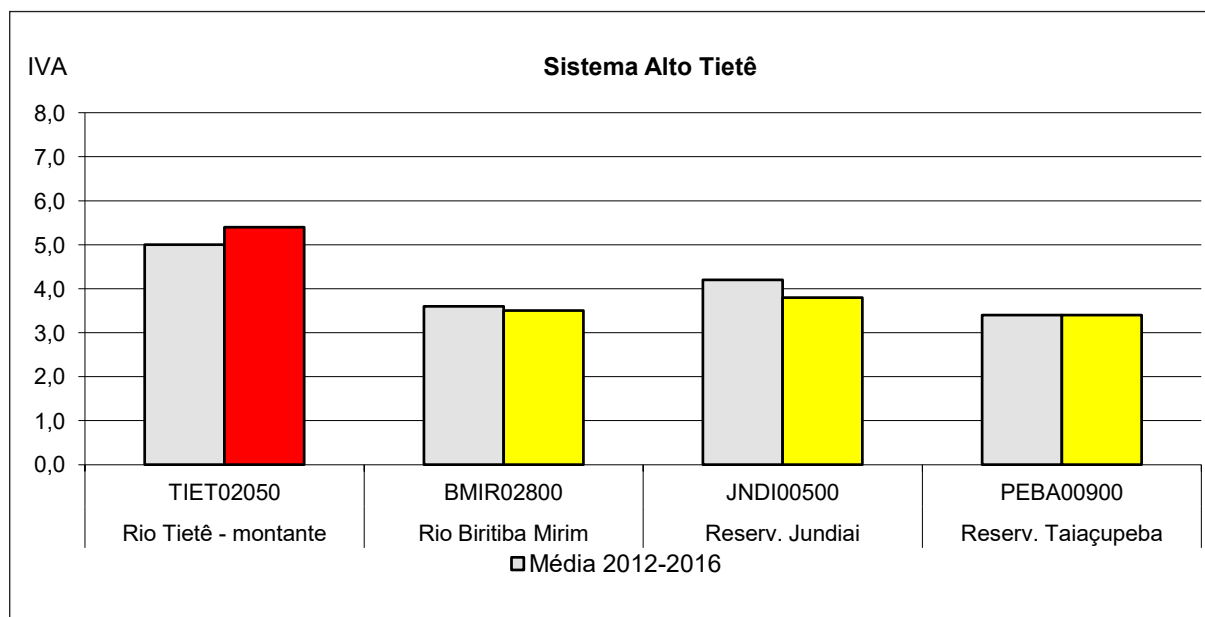
Gráfico 7.65 – Perfil do IAP no Sistema Alto Tietê e rios afluentes e efluentes em 2017 e nos últimos 5 anos.



O IAP do reservatório Jundiá em 2017 manteve a categoria Regular havendo, porém, decréscimo acentuado em relação à média histórica, em função do registro de valores mais elevados para o PFTHM ao longo do ano. Já o reservatório Taiaçupeba se manteve na categoria Boa.

O IVA (Gráfico 7.66) dos reservatórios Jundiá e Taiaçupeba em 2017 se manteve na categoria Regular devido a condição mesotrófica e ao efeito tóxico em algumas amostragens ao longo do ano. A qualidade da água no trecho de montante do rio Tietê, em Biritiba-Mirim, manteve a classificação Ruim, devido aos baixos valores de oxigênio dissolvido registrados em metade das campanhas realizadas.

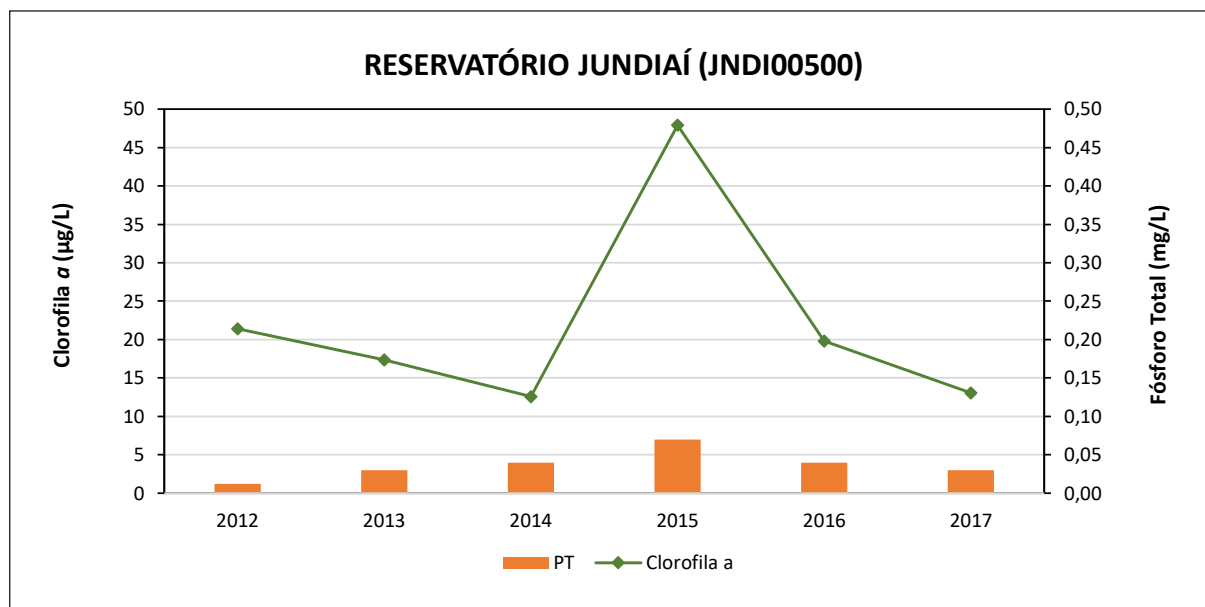
Gráfico 7.66 – Perfil do IVA no Sistema Alto Tietê e rios afluentes e efluentes em 2017 e nos últimos 5 anos



7.7.4.1 Reservatório Jundiáí

O Gráfico 7.67 apresenta o histórico, do período de 2012 a 2017, das médias anuais das concentrações de Clorofila *a* e Fósforo Total no reservatório Jundiáí.

Gráfico 7.67 – Média Anual de Clorofila *a* e Fósforo Total (PT) no reservatório Jundiáí – 2012 a 2017.



Na avaliação dos dados históricos do reservatório Jundiáí, 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 nos dois anos seguintes. 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. A classificação Eutrófica observada em 2014 e 2015 esteve relacionada aos anos de menor volume no reservatório, mas nos dois últimos anos retornou à classificação Mesotrófica observada desde 2007.

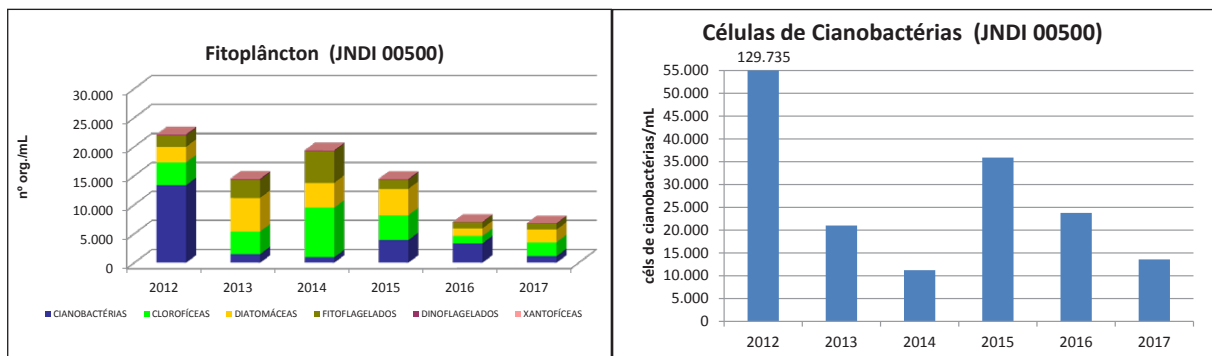
Em relação à 2017, esse reservatório exibiu concentrações de Fósforo Total superando em todos os meses o limite estabelecido pela Resolução nº CONAMA 357/05, com exceção de setembro. A Clorofila *a* esteve em conformidade com a legislação apenas em janeiro, mas muito próximo de seu limite máximo de 10 µg.L⁻¹. Em janeiro, maio e julho as concentrações de Clorofila *a* variaram de forma similar às densidades das cianobactérias, já em novembro ocorreu uma diminuição das cianobactérias e o aumento na concentração desta variável provavelmente está relacionado aos outros grupos presentes. Pelo IET, este reservatório se manteve ao longo do ano e na média anual como Mesotrófico, mantendo a classificação exibida no ano anterior.

No reservatório Jundiáí a densidade fitoplanctônica anual não apresentou diferença significativa em relação ao ano anterior, entretanto, a composição da comunidade passou a ter maior contribuição de clorófitas e diatômáceas (Figura 7.28).

A média anual de células de cianobactérias vem diminuindo desde 2015, fato este provavelmente atribuído à aplicação de algicidas no controle do desenvolvimento de cianobactérias, sendo que apenas em maio ($33.954 \text{ céls.mL}^{-1}$) superou ao estipulado pela Resolução CONAMA nº 357/2005 para água de Classe Especial. Os gêneros mais expressivos em termos de contagem foram os picoplantônicos *Aphanocapsa* (potencialmente produtor de microcistina), *Cyanogranis* e a família Synechococcaceae. Para esse reservatório foi realizada apenas análise de microcistina que não foi quantificada em nenhuma amostragem.

A alteração da comunidade fitoplanctônica e diminuição da densidade de células de cianobactérias foram relacionadas à aplicação de algicidas, como também à diminuição da concentração de Fósforo, que em 2016 apresentou um pico importante em janeiro ($0,09 \text{ mg.L}^{-1}$), mantendo valores de 0,04 em 50% das amostragens, enquanto em 2017 os valores foram de $0,03 \text{ mg.L}^{-1}$ em aproximadamente 80% das amostragens.

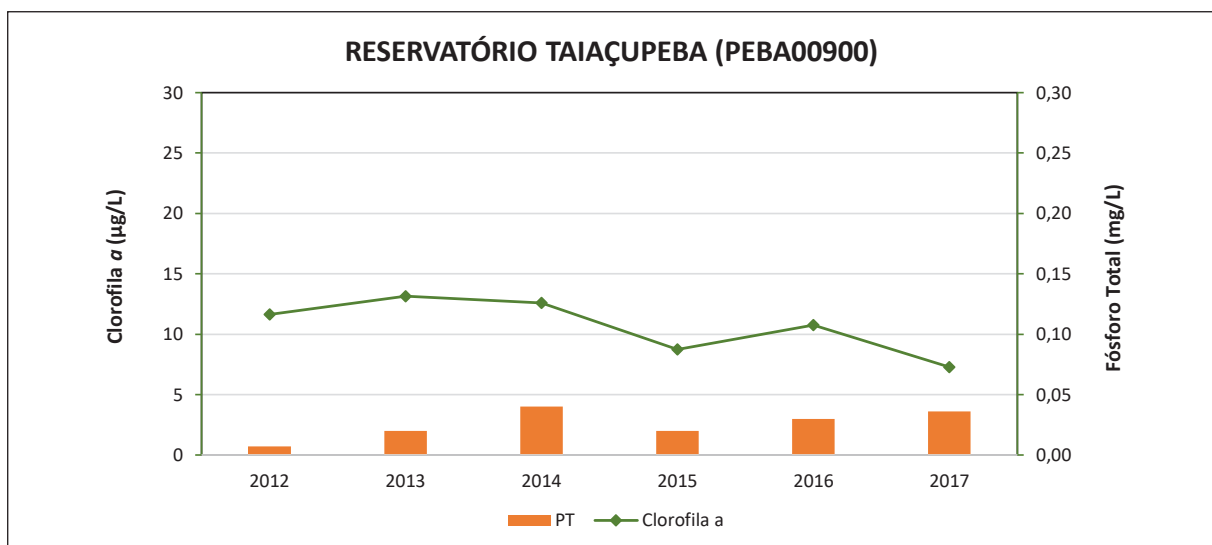
Figura 7.28 – Média anual da Comunidade Fitoplanctônica e Contagem de Células de Cianobactérias no reservatório Jundiá - 2012 a 2017.



7.7.4.2 Reservatório Taiáçupeba

O Gráfico 7.68 apresenta o histórico, no período de 2012 a 2017, das médias anuais das concentrações de Clorofila *a* e Fósforo Total no reservatório Taiáçupeba. Este reservatório foi incluído no monitoramento mensal em abril de 2015.

Gráfico 7.68 – Média Anual de Clorofila *a* e Fósforo Total (PT) no reservatório Taiáçupeba – 2012 a 2017.

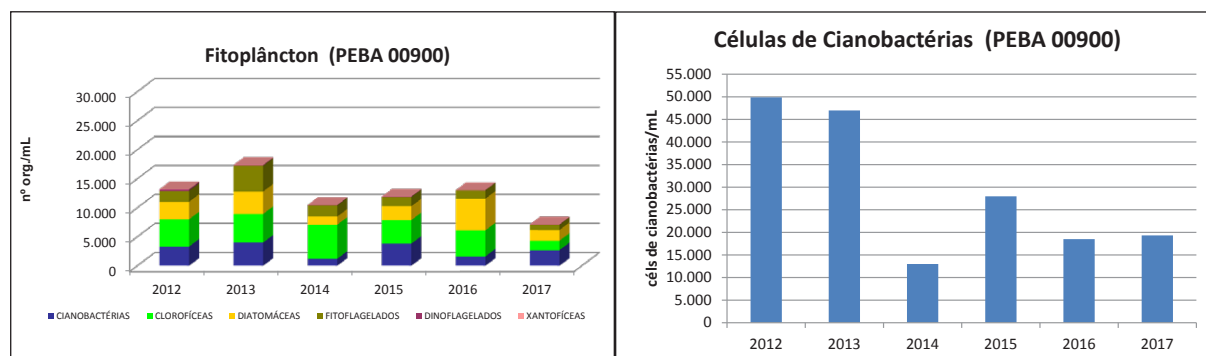


No reservatório Taiaçupeba, observa-se pelos dados históricos uma manutenção nas concentrações de Clorofila *a*, no entanto esses valores ainda são considerados elevados para um manancial enquadrado na Classe Especial. As variações nas concentrações de Clorofila *a* foram similares às da densidade de organismos fitoplanctônicos, influenciadas principalmente pela presença dos grupos das cianobactérias e diatomáceas. Para o Fósforo Total é possível observar, com exceção de 2012, valores similares ao longo desse período. Pelo IET este reservatório vem mantendo desde 2013 a condição Mesotrófica, ou seja, em processo de eutrofização.

Em 2017, as concentrações de Fósforo Total superaram o limite estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/05 em cinco campanhas, com sua maior concentração observada em fevereiro quando indicou condição Supereutrófica. Quanto a Clorofila *a* essa variável superou os limites da legislação em apenas três das campanhas, com concentrações que variaram de forma similar à comunidade fitoplanctônica, com forte influência dos grupos das cianobactérias e diatomáceas. Cabe ressaltar que foram observadas concentrações elevadas de feofitina a indicativo do uso de algicida, embora a concentração de Cobre Dissolvido tenha superado o limite estabelecido em legislação em apenas outubro e dezembro.

No reservatório Taiaçupeba a densidade média anual decresceu consideravelmente de 2016 (13.055 org.mL⁻¹) para 2017 (7.157 org.mL⁻¹), fato este que pode estar associado à aplicação de algicidas para controle de cianobactérias, sendo a maior densidade da comunidade foi obtida em setembro, com valor aproximado de 18.000 org.mL⁻¹, coincidente com o maior valor de células de cianobactérias (68.570 céls.mL⁻¹). Os organismos dessa comunidade, principalmente as cianobactérias, que foram dominantes, podem ter sido favorecidos pelo aumento da temperatura (aproximadamente 23°C) verificado em setembro após a ocorrência de dois meses seguidos de temperaturas abaixo de 20°C (Figura 7.29).

Figura 7.29 – Média anual da Comunidade Fitoplanctônica e Contagem de Células de Cianobactérias no reservatório Taiaçupeba - 2012 a 2017.



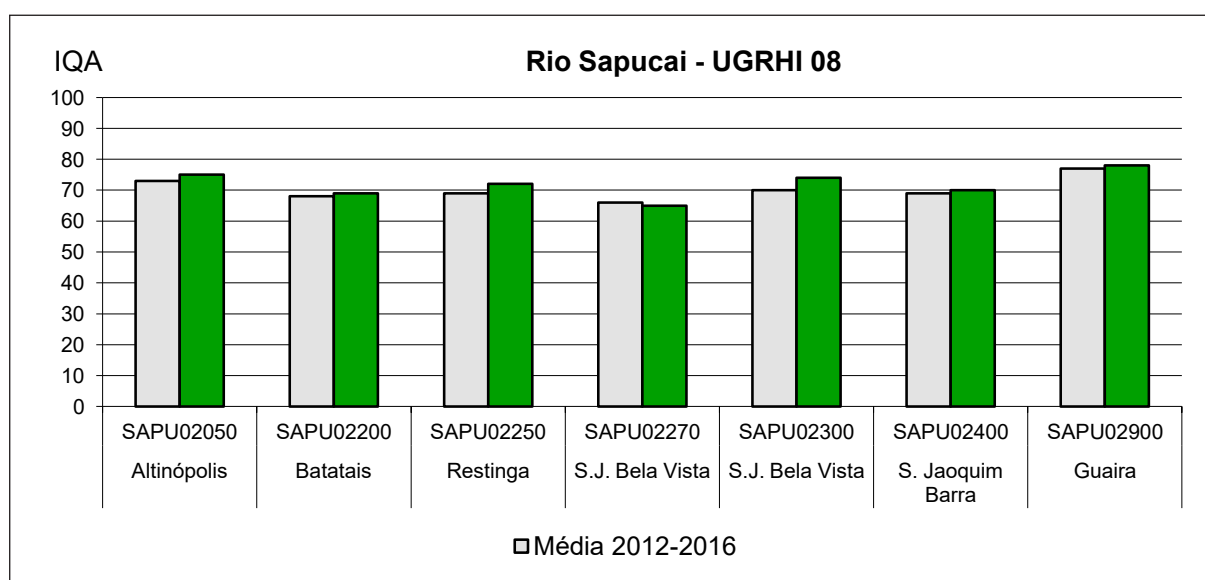
A média anual da concentração de células de cianobactérias permaneceu abaixo do valor estabelecido pela Resolução nº CONAMA 357/2005 para classe especial (20.000 céls.mL⁻¹), os meses em que os valores estiveram acima do legislado foram: abril (29.345 céls.mL⁻¹), setembro (68.571 céls.mL⁻¹) e novembro (41.085 céls.mL⁻¹). Os gêneros mais importantes em termos de densidades celulares foram os picoplanctônicos *Aphanocapsa* (potencialmente produtor de microcistina), *Cyanogranis* e a família Synechococcaceae. A dominância desses gêneros pode estar relacionada à sua habilidade competitiva de adquirir nutriente (Edwards, 2011).

As concentrações de saxitoxina e microcistina estiveram abaixo do limite de detecção em todas as amostragens.

7.8 UGRHI 08 – SAPUCAI / GRANDE

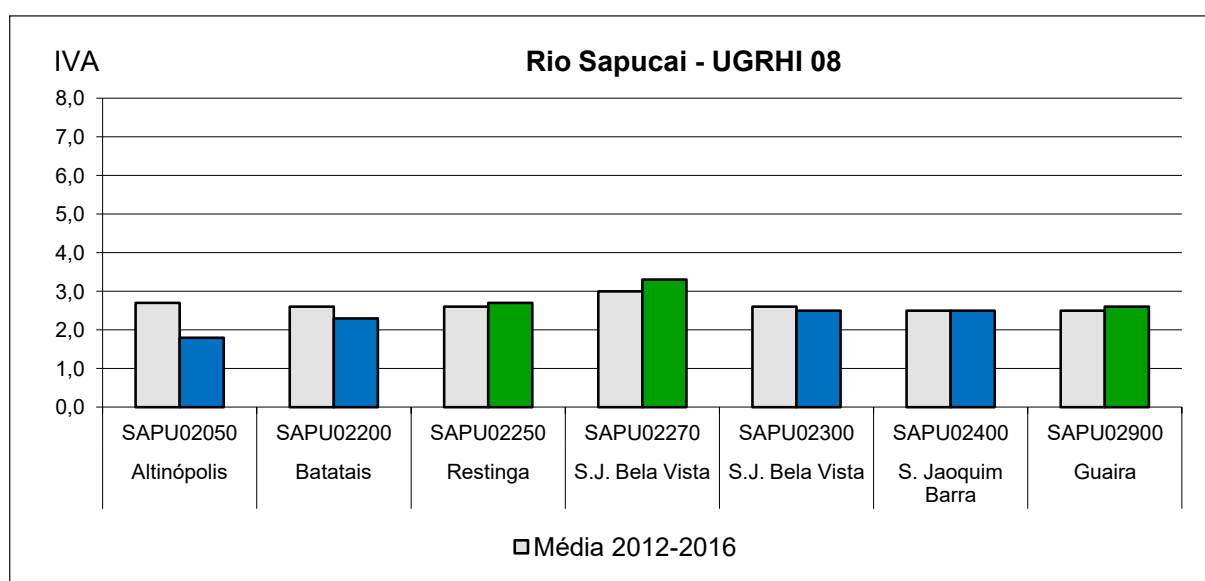
7.8.1 Rio Sapucaí – UGRHI 08

Gráfico 7.69 – Perfil do IQA no rio Sapucaí – UGRHI 08 em 2017 e nos últimos 5 anos



O perfil do IQA ao longo do rio Sapucaí em 2017 está mostrado no Gráfico 7.69. A qualidade da água de acordo com esse índice se manteve na categoria Boa e próxima da média histórica de 5 anos. Já o IVA variou entre as categorias Boa e Ótima (Gráfico 7.70).

Gráfico 7.70 – Perfil do IVA no rio Sapucaí – UGRHI 08 em 2017 e nos últimos 5 anos.



O perfil do IQA para o ribeirão dos Bagres pode ser visualizado no Gráfico 7.71. Verifica-se que a qualidade foi predominantemente Boa, apresentado-se na categoria Regular no trecho em Restinga, devido a elevada concentração de DBO e de *E. coli*, indicando a presença de carga orgânica.

Gráfico 7.71 – Perfil do IQA no ribeirão dos Bagres – UGHRI 08 em 2017 e nos últimos 5 anos.

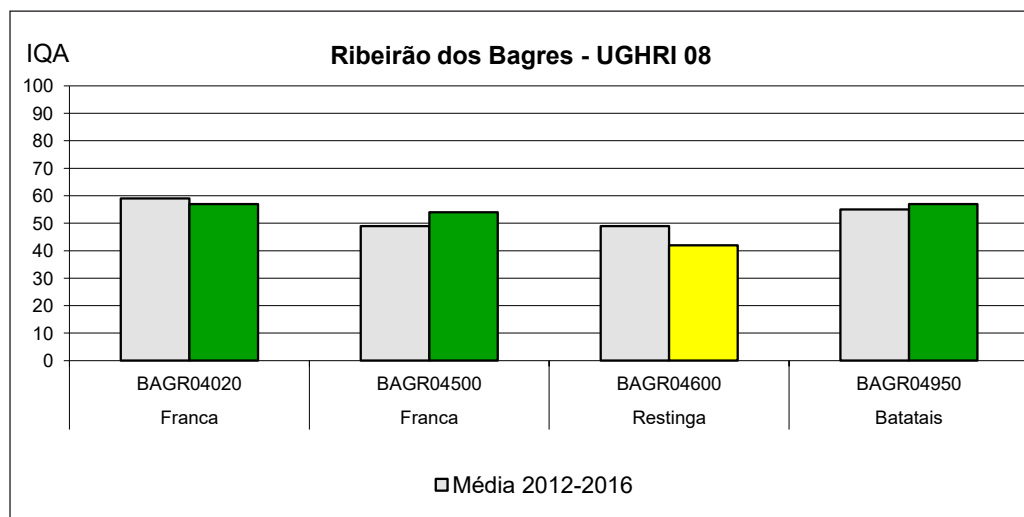
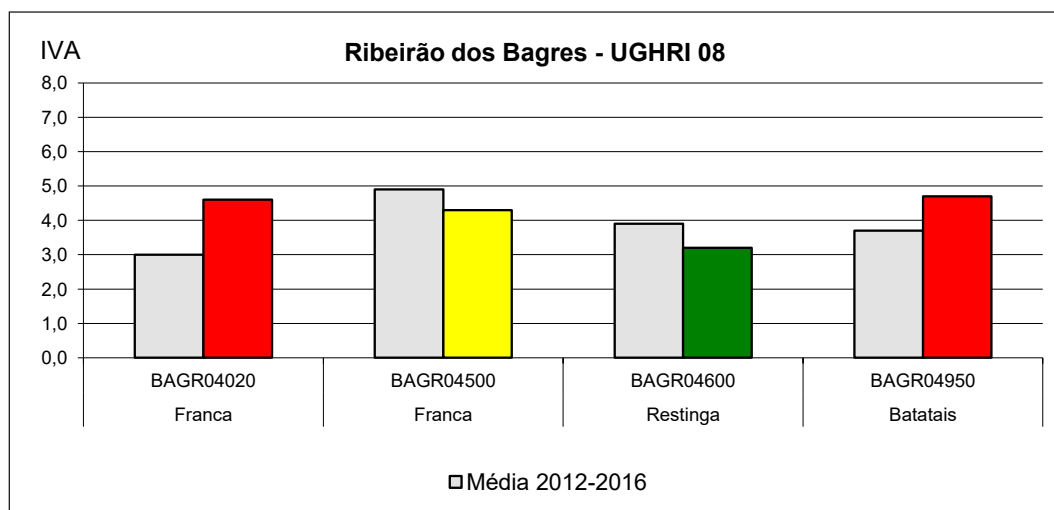


Gráfico 7.72 – Perfil do IVA no ribeirão dos Bagres – UGHRI 08 em 2017 e nos últimos 5 anos.

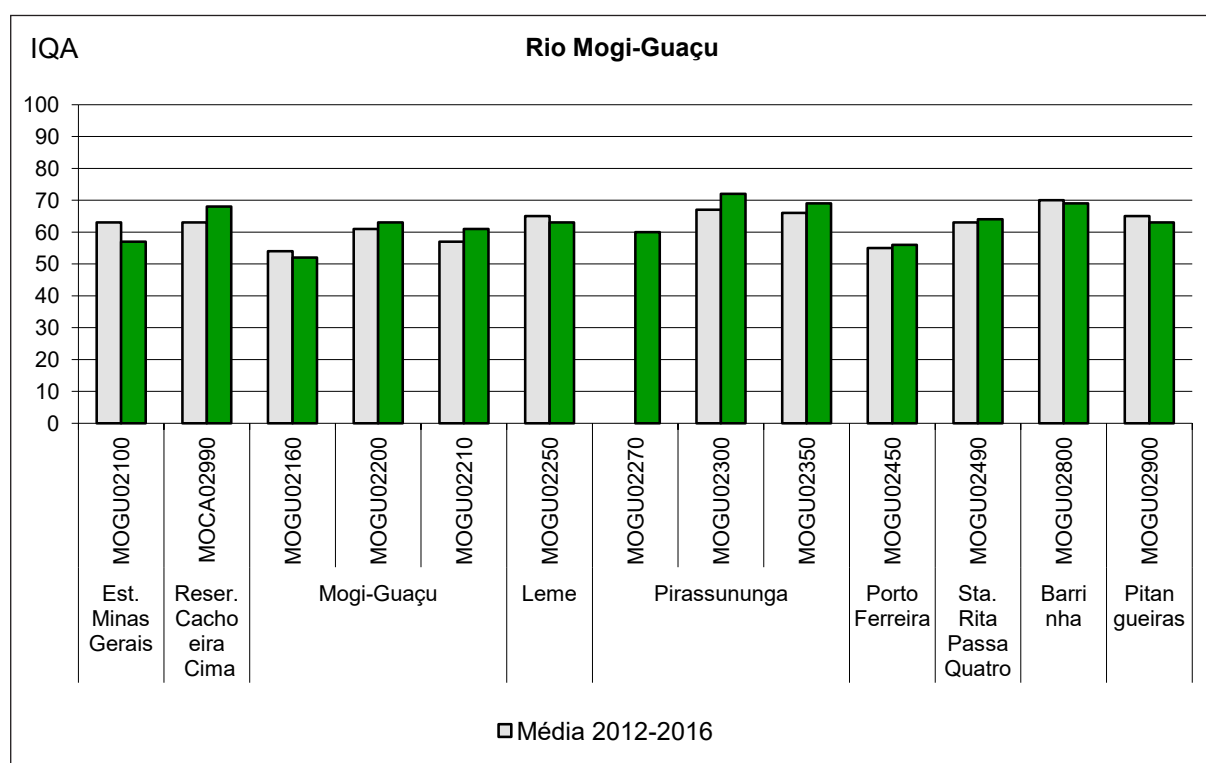


O perfil do IVA (Gráfico 7.72), mostrou classificação Ruim e Regular nos pontos localizados em Franca. O IVA no ponto BAGR 04020 foi influenciado pela toxicidade crônica e pela concentração elevada de surfactantes na campanha de agosto ao passo que o ponto BAGR 04500 foi influenciado por efeito tóxico crônico na campanha de janeiro. Já no trecho em Batatais, o IVA na categoria Ruim foi influenciado pela detecção de concentrações desconformes de Mercúrio na campanha de agosto (0,002 mg.L⁻¹).

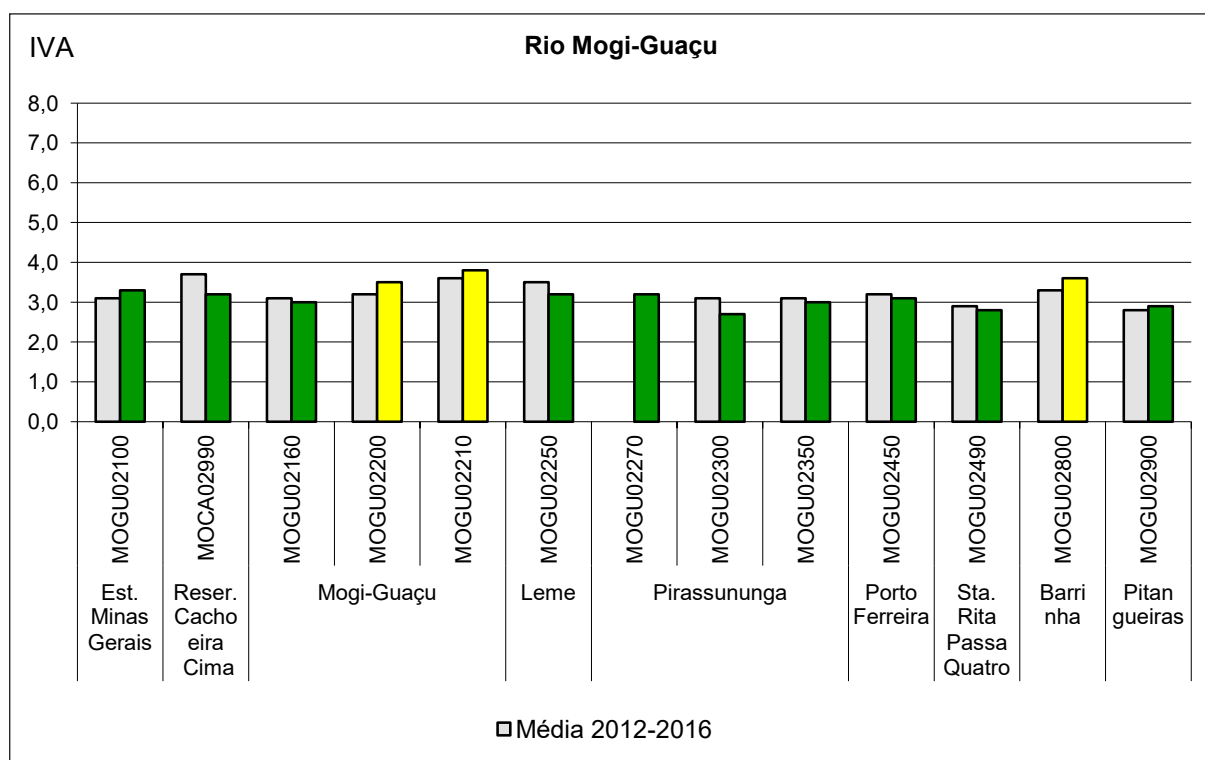
7.9 UGRHI 09 – MOGI-GUAÇU

7.9.1 Rio Mogi-Guaçu

Gráfico 7.73 – Perfil do IQA no rio Mogi-Guaçu em 2017 e nos últimos 5 anos

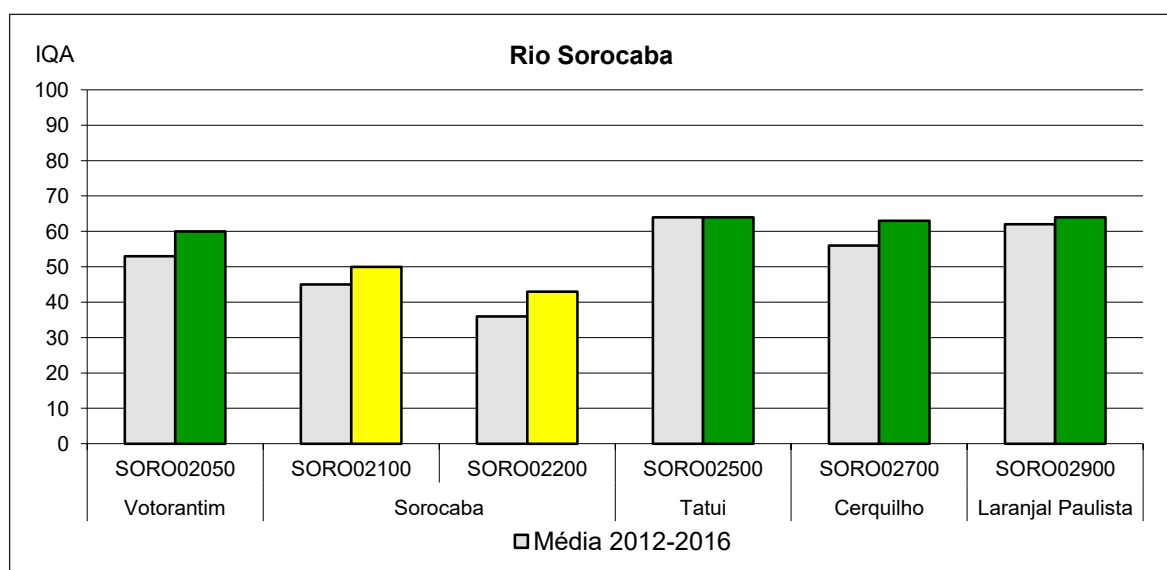


O perfil do IQA para o rio Mogi-Guaçu pode ser visualizado no Gráfico 7.73. A qualidade da água de acordo com esse índice se manteve na categoria Boa e próxima da média histórica de 5 anos. Já o IVA apresentou classificação predominantemente Boa, com exceção dos trechos em Mogi-Guaçu e Barrinha, onde a qualidade foi classificada na categoria Regular principalmente devido ao registro de efeitos tóxicos crônicos em algumas campanhas (Gráfico 7.74).

Gráfico 7.74 – Perfil do IVA no rio Mogi-Guaçu em 2017 e nos últimos 5 anos

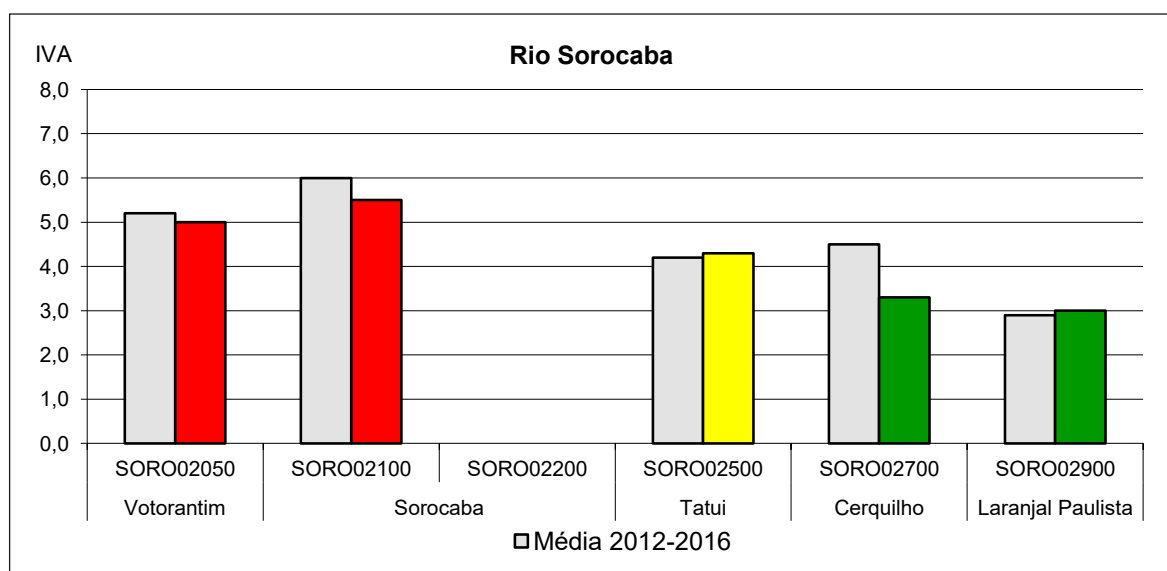
7.10 UGRHI 10 – SOROCABA / MÉDIO TIETÊ

7.10.1 Rio Sorocaba

Gráfico 7.75 – Perfil do IQA no rio Sorocaba em 2017 e nos últimos 5 anos.

O perfil do IQA e do IVA do rio Sorocaba pode ser visualizado nos Gráfico 7.75 e Gráfico 7.76. A classificação do IQA se mostrou predominantemente Boa, com exceção do trecho em Sorocaba, que apresentou classificação Regular, devido a presença de *E. coli* e de elevadas concentrações de Fósforo Total e de DBO (somente no SORO 02100 em algumas campanhas) e baixos níveis de OD (principalmente no SORO 02200). Contudo, houve melhora da qualidade desses dois pontos em relação à média dos 5 anos anteriores

Gráfico 7.76 – Perfil do IVA no rio Sorocaba em 2017 e nos últimos 5 anos.

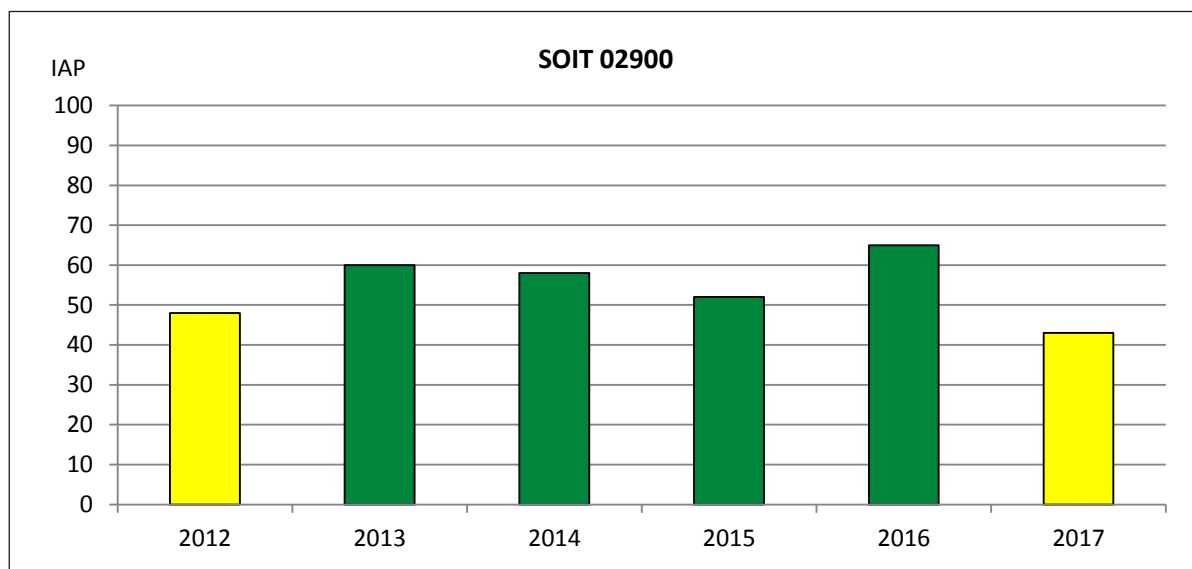


Já o estado supereutrófico influenciou o IVA nos trechos iniciais em Votorantim e em Sorocaba, que obtiveram classificação Ruim. Além disso, o efeito tóxico crônico e o Oxigênio Dissolvido influenciaram a classificação do IVA nos trechos em Sorocaba e em Tatui, respectivamente. Ressalta-se que o IVA não é calculado no ponto SORO 02200, uma vez que os níveis de OD, nesse ponto são historicamente inferiores a 2 mg.L⁻¹.

7.10.2 Reservatório Itupararanga

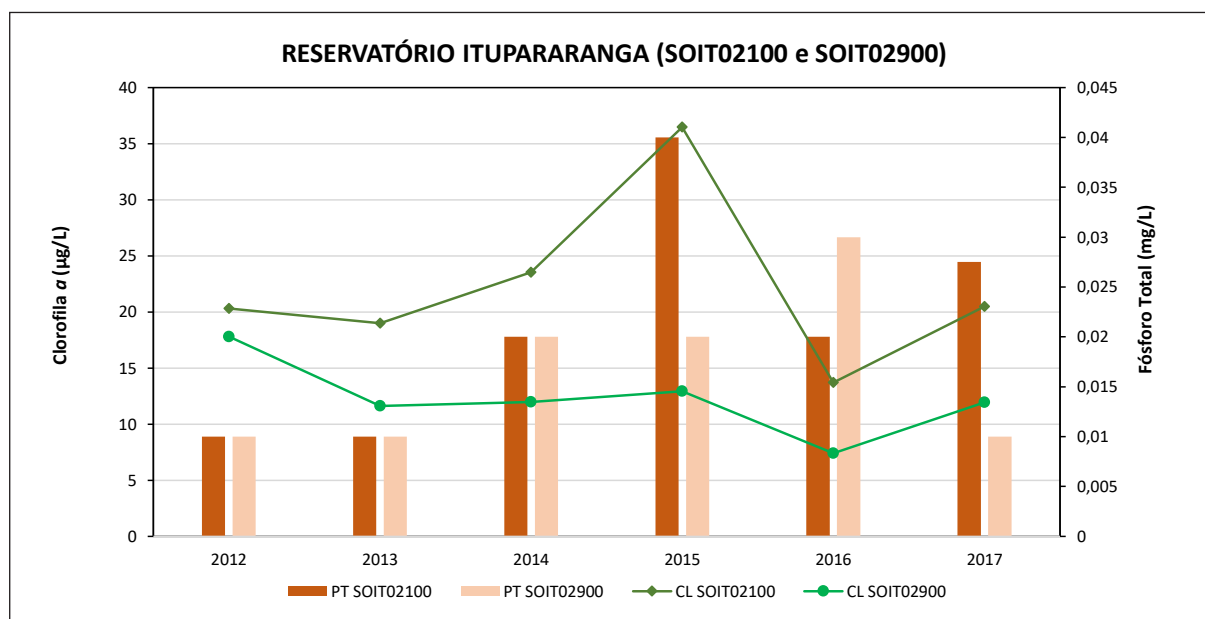
O Gráfico 7.77 apresenta o histórico das médias anuais do IAP no reservatório Itupararanga no ponto SOIT 02900, próximo à barragem. O IAP médio anual de Itupararanga, que vinha mantendo a classificação Boa desde 2013, apresentou classificação na categoria Regular, influenciado pela elevada densidade de cianobactérias registrada em todas as campanhas realizadas em 2017.

Gráfico 7.77 – Classificação do IAP no reservatório de Itupararanga entre 2012 e 2017.



O Gráfico 7.78 apresenta o histórico, do período de 2012 a 2017, 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 7.78 – Média anual de Clorofila *a* e Fósforo Total (PT) no reservatório Itupararanga de 2012 a 2017.



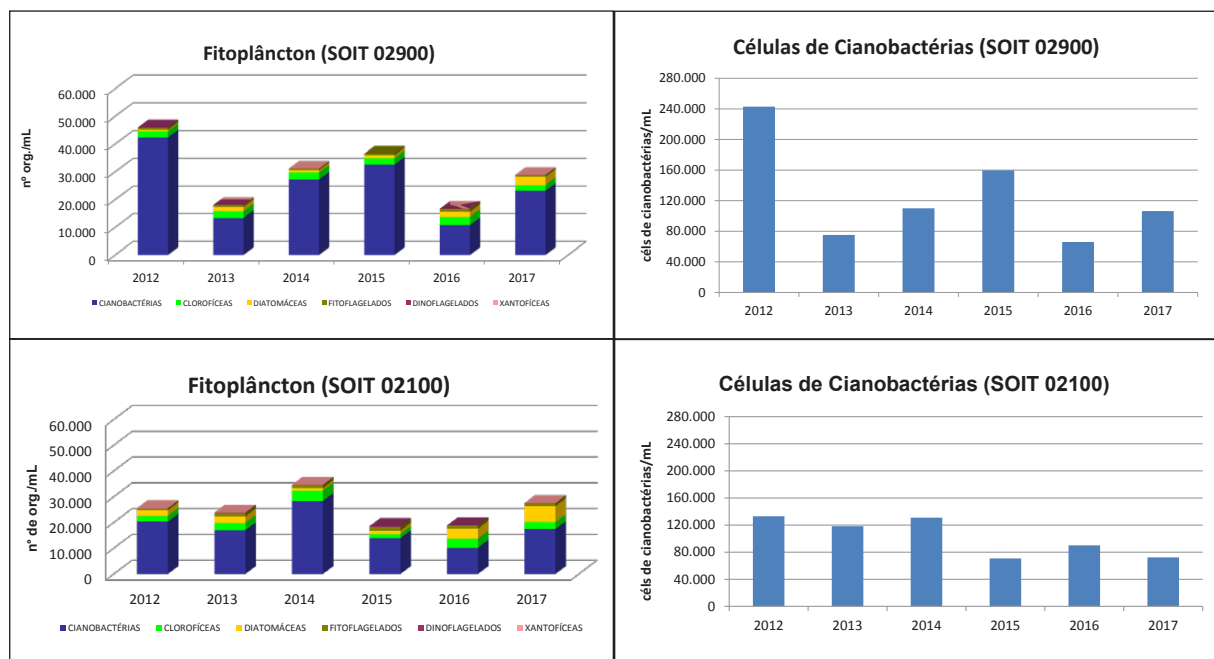
No reservatório Itupararanga, nos dois pontos monitorados (SOIT 02100 e SOIT 02900), a concentração de Fósforo Total variou da condição Oligotrófica a Mesotrófica com os maiores valores nos últimos quatro anos. Em relação à concentração de Clorofila *a* os dois pontos variaram, ao longo dos anos, em concentrações indicativas de condição Mesotrófica a Supereutrófica com estreita relação com a comunidade fitoplanctônica e principalmente com a densidade de organismos do grupo das Cianobactérias. O ponto SOIT 02100 exibiu concentrações de Clorofila *a* ligeiramente maiores, contudo pela média anual do IET ambos os pontos vêm mantendo a condição Mesotrófica desde 2006.

Ao longo de 2017, o ponto SOIT 02100 exibiu concentrações de Fósforo Total que ultrapassaram, em 50% das campanhas, o limite estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/05. Já as concentrações de Clorofila *a*, com exceção de novembro, estiveram em conformidade com a legislação. Segundo o IET, ao longo do ano este ponto variou de Mesotrófico a Eutrófico. No ponto SOIT 02900, tanto a variável Fósforo Total quanto a Clorofila *a* estiveram em conformidade com a legislação e segundo o IET, exibiu condição Mesotrófica ao longo deste ano. Neste reservatório a Clorofila *a*, foi a variável que mais influenciou na condição trófica observada (Mesotrófica).

No entanto, nos dois pontos houve aumento da densidade média anual de organismos fitoplanctônicos. No ponto localizado próximo à entrada dos rios formadores do reservatório (SOIT 02100), apesar da dominância de cianobactérias, também apresentou contribuições importantes de diatomáceas (Figura 7.30).

O ponto que apresenta maiores densidades tanto de organismos quanto de células de cianobactérias é o que se encontra próximo da barragem (SOIT 02900). Essa situação, provavelmente é influenciada pela estabilidade da água de cada local amostrado (o ponto próximo da barragem apresenta menor turbulência da massa de água), uma vez que os nutrientes presentes na água e os valores de turbidez não apresentaram valores significativamente discrepantes entre ambos os pontos em 2017.

Figura 7.30 – Média anual da Comunidade Fitoplanctônica e Contagem de Células de Cianobactérias no reservatório Itupararanga - 2012 a 2017.



As concentrações de células de cianobactérias nos dois pontos ultrapassaram o estabelecido na Resolução CONAMA nº 357/2005 para classe 2 (50.000 céls.mL⁻¹) em todos os meses amostrados, sendo que os maiores valores foram registrados no mês de janeiro (92.590 céls.mL⁻¹) tanto para o ponto SOIT 02100, como para o ponto SOIT 02900 (142.930 céls.mL⁻¹).

O gênero mais abundante em termos de porcentagem de células em ambos os pontos foi *Cylindrospermopsis* (potencialmente produtor de saxitoxina e cylindrospermopsina). A filamentosa não identificada registrada no “*Atlas de Cianobactérias da Bacia do Alto Tietê*” desenvolvido pela CETESB (Lamparelli *et al.*, 2014), também esteve presente em abundância em ambos os pontos e em todos os períodos amostrados.

Os valores de microcistina permaneceram abaixo do limite de quantificação em todas as amostragens e em ambos os pontos, cenário semelhante ao observado em 2016. A saxitoxina, analisada apenas no ponto SOIT 02900, foi quantificada em todas as amostragens, com valores abaixo do proposto no anexo XX da Portaria de Consolidação nº 5/2017 para água tratada (3,0 µg.L⁻¹), sendo o maior valor obtido em janeiro, 0,3 µg.L⁻¹.

7.11 UGRHI 11 – RIBEIRA DE IGUAPE / LITORAL SUL

7.11.1 Rio Ribeira e Rio Ribeira de Iguape

O perfil do IQA e do IVA nos rios Ribeira e Ribeira de Iguape pode ser visualizado nos Gráfico 7.79 e Gráfico 7.80. A qualidade da água foi classificada na categoria Boa para ambos os corpos d'água, situando-se próximo à média histórica de 5 anos. Já o IVA foi classificado na categoria Ótima no rio Ribeira, havendo melhora de qualidade em relação ao ano anterior. No rio Ribeira de Iguape o IVA manteve-se na categoria Boa.

Gráfico 7.79 – Perfil do IQA nos rios Ribeira e Ribeira de Iguape em 2017 e nos últimos 5 anos.

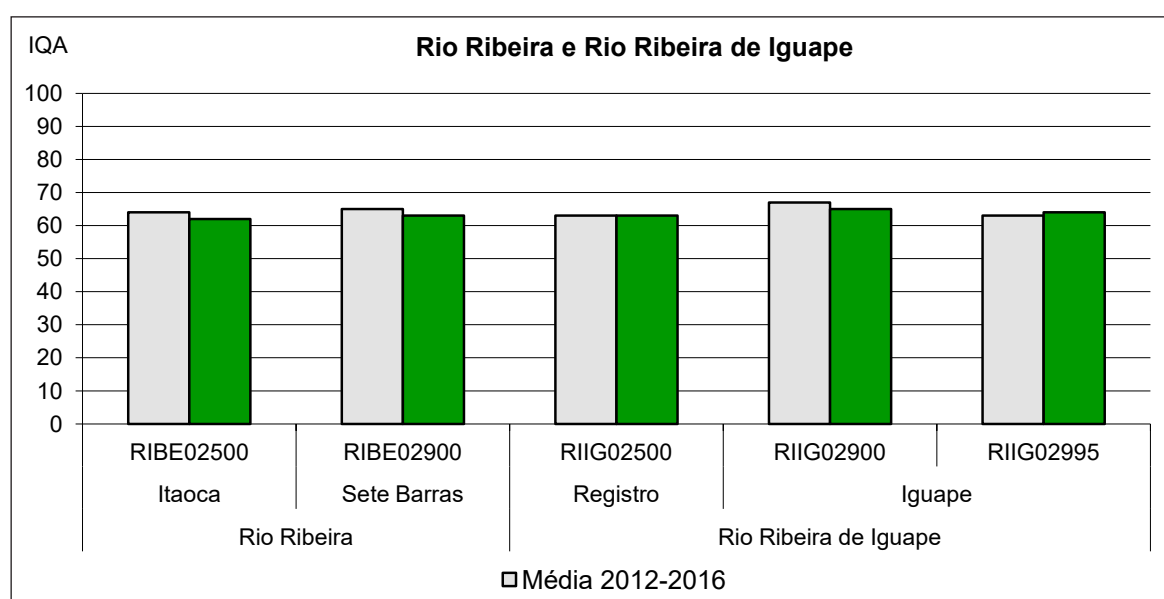
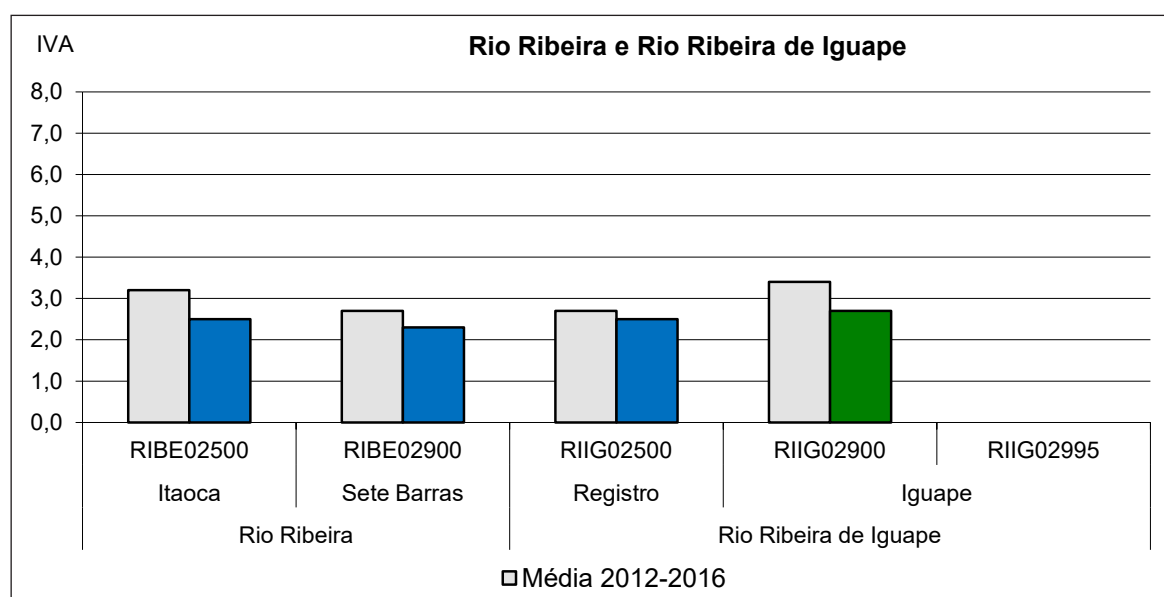


Gráfico 7.80 – Perfil do IVA nos rios Ribeira e Ribeira de Iguape em 2017 e nos últimos 5 anos.



7.12 UGRHI 16 – TIETÊ / BATALHA

7.12.1 Rio Batalha

O perfil do IQA e do IVA no rio Batalha pode ser visualizado no Gráfico 7.81 e no Gráfico 7.82. A qualidade da água ao longo da calha desse rio manteve-se dentro da categoria Boa em termos de diluição de efluentes e variando entre as categorias Boa e Ótima para a proteção da vida aquática.

Gráfico 7.81 – Perfil do IQA nos rio Batalha em 2017 e nos últimos 5 anos.

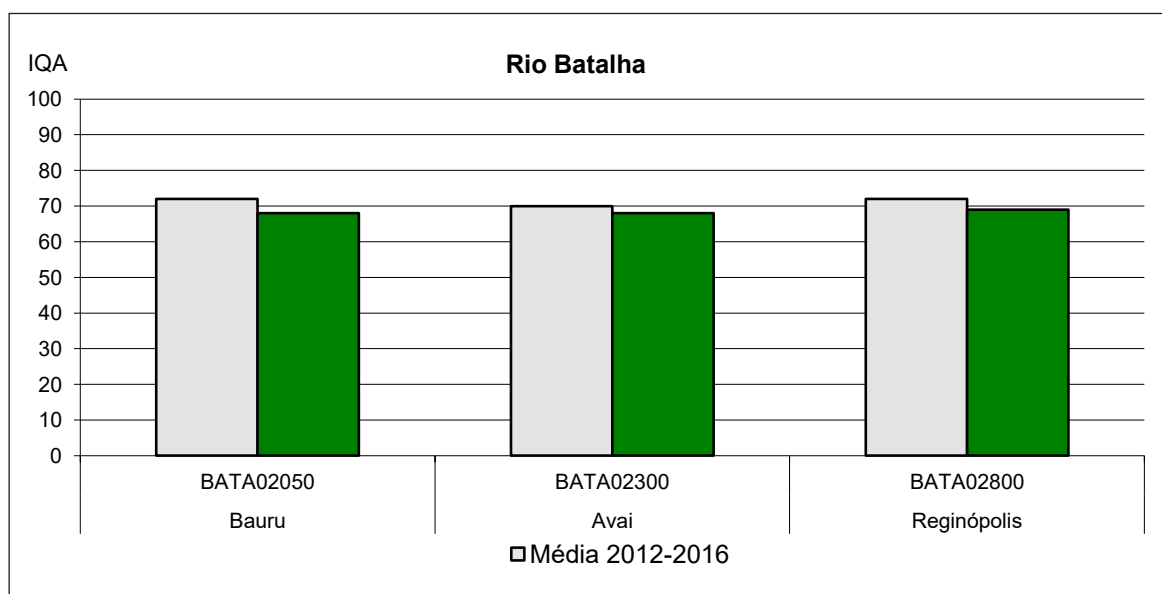
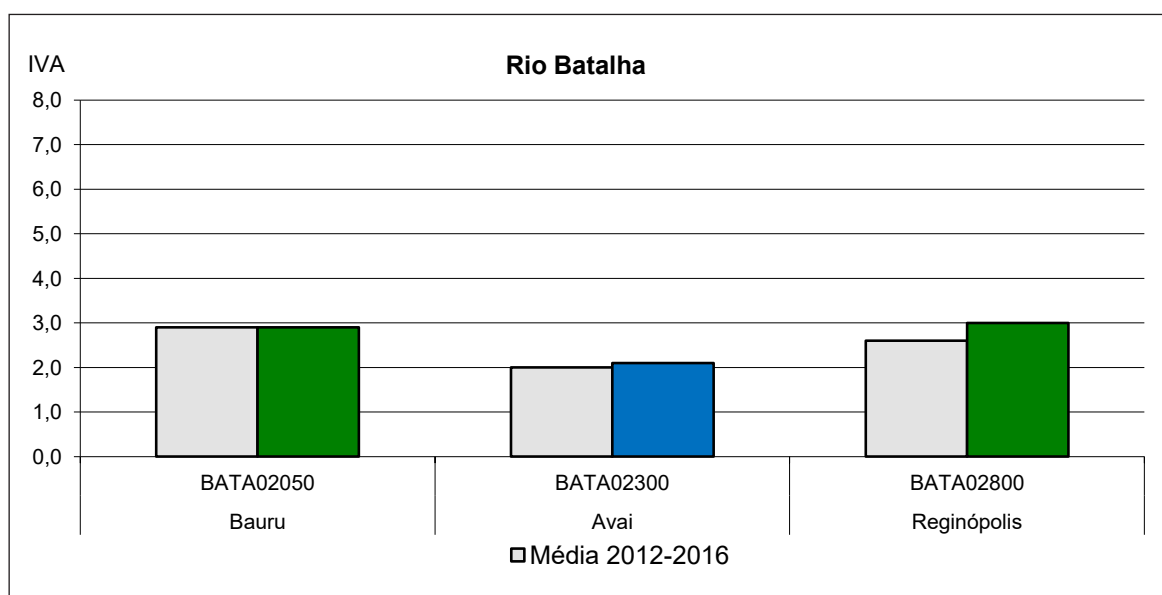


Gráfico 7.82 – Perfil do IVA no rio Batalha em 2017 e nos últimos 5 anos.

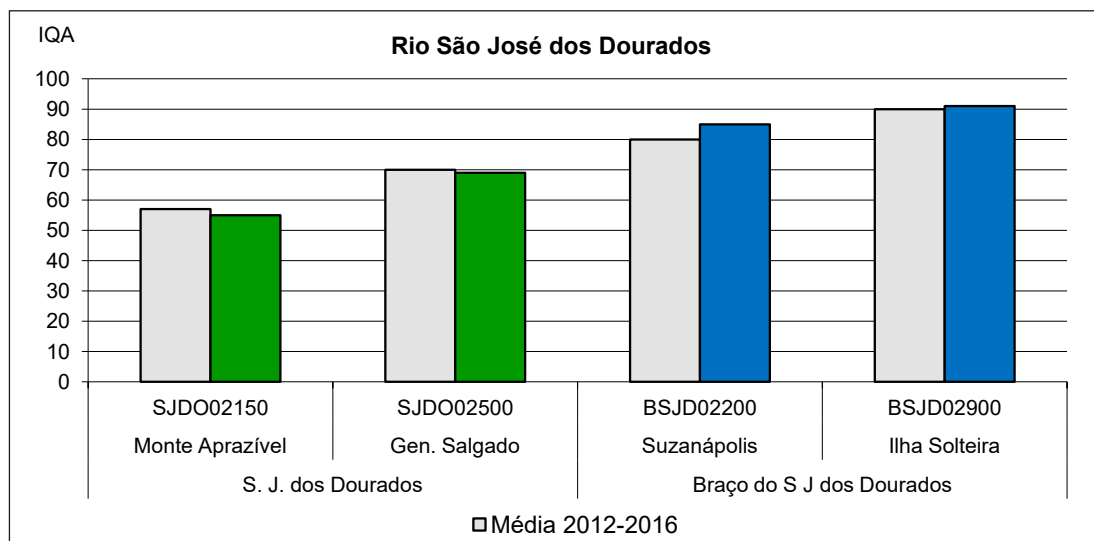


7.13 UGRHI 18 – SÃO JOSÉ DOS DOURADOS

7.13.1 Rio São José dos Dourados

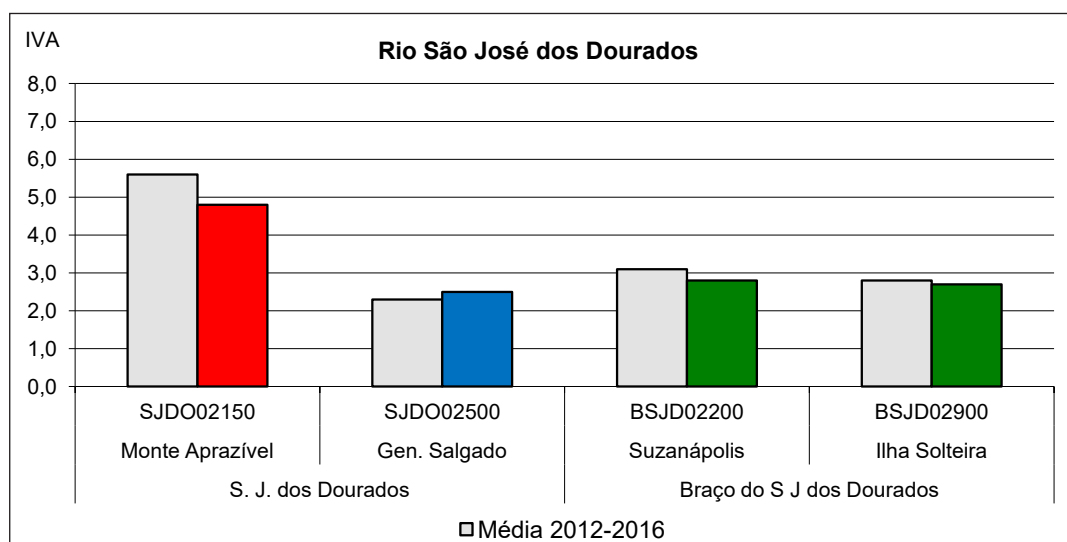
O perfil do IQA no rio São José dos Dourados pode ser visualizado no Gráfico 7.83. A qualidade ao longo da calha, assim como nos braços variou entre as categorias Boa e Ótima, mantendo-se próximo à média histórica.

Gráfico 7.83 – Perfil do IQA no rio São José dos Dourados em 2017 e nos últimos 5 anos.



O perfil do IVA é mostrado no Gráfico 7.84. No trecho de montante, em Monte Aprazível, a qualidade foi classificada na categoria Ruim, sendo influenciada pelos baixos níveis de Oxigênio Dissolvido, pelo registro de efeito tóxico crônico e pelo estado de trofia (variando entre Eutrófico a Supereutrófico) das suas águas. No trecho em General Salgado e no braço, a qualidade da água para fins de proteção da vida aquática variou entre Boa e Ótima.

Gráfico 7.84 – Perfil do IVA no rio São José dos Dourados em 2017 e nos últimos 5 anos.



7.14 UGRHI 20 - AGUAPEI

7.14.1 Rio Aguapeí

O perfil do IQA e do IVA no rio Aguapeí pode ser visualizado no Gráfico 7.85 e no Gráfico 7.86. A qualidade da água ao longo do trecho monitorado foi classificada na categoria Boa, de acordo com o IQA, se mantendo próxima à média dos últimos 5 anos. Já em relação ao IVA, os trechos de montante foram classificados na categoria Ótima, havendo melhora em relação ao ano anterior, quando foram classificados na categoria Boa. Nos trechos de Adamantina e Junqueirópolis, a qualidade vem se mantendo na categoria Boa.

Gráfico 7.85 – Perfil do IQA no rio Aguapeí em 2017 e nos últimos 5 anos.

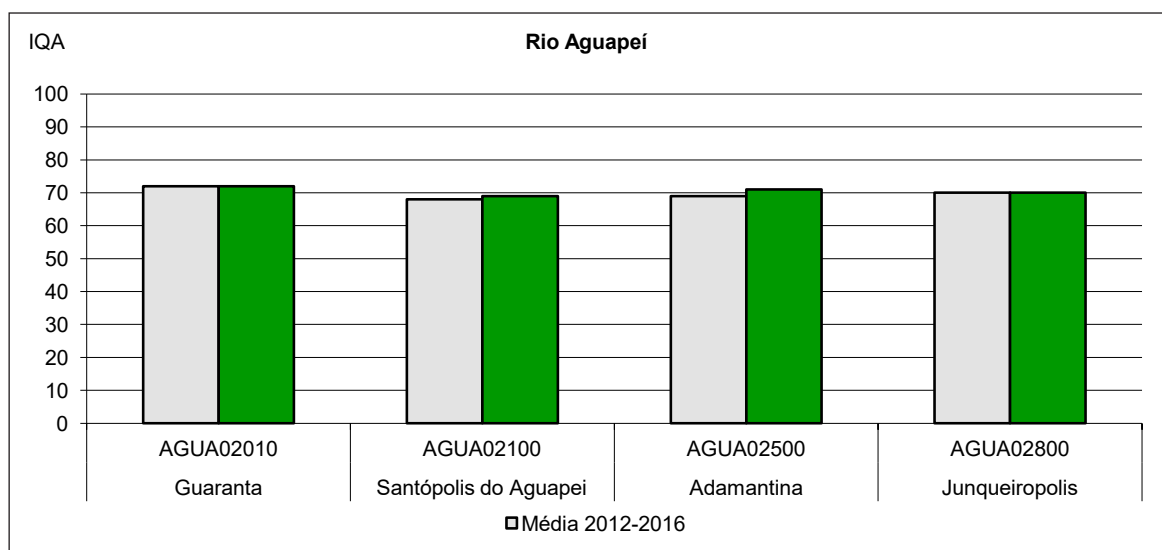
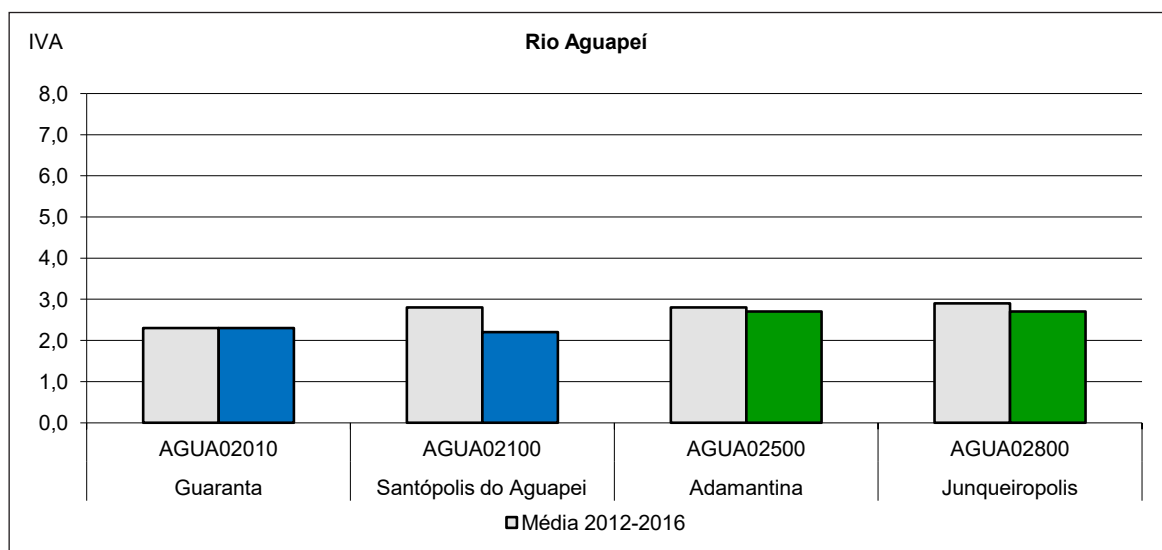


Gráfico 7.86 – Perfil do IVA no rio Aguapeí em 2017 e nos últimos 5 anos.



7.15 UGRHI 21 - PEIXE

7.15.1 Rio do Peixe – UGRHI 21

O perfil do IQA e do IVA no rio do Peixe pode ser visualizado no Gráfico 7.87 e no Gráfico 7.88. A qualidade da água ao longo da calha desse rio foi classificada na categoria Boa, mantendo a mesma qualidade dos últimos 5 anos. Já o IVA manteve a qualidade variando entre Boa e Ótima, com exceção no trecho mais jusante onde houve piora em relação ao ano anterior. Nesse trecho o IVA foi influenciado principalmente pelo estado Supereutrófico na campanha de dezembro, e também pelo registro de baixos níveis de Oxigênio Dissolvido e de efeito tóxico crônico nas campanhas de fevereiro e agosto, respectivamente.

Gráfico 7.87 – Perfil do IQA no rio do Peixe em 2017 e nos últimos 5 anos.

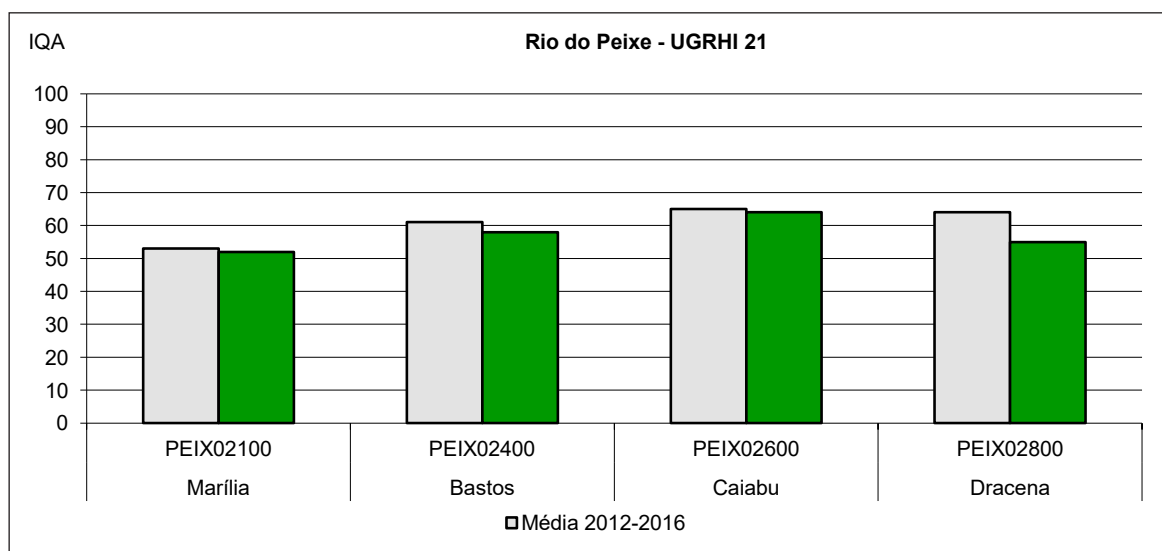
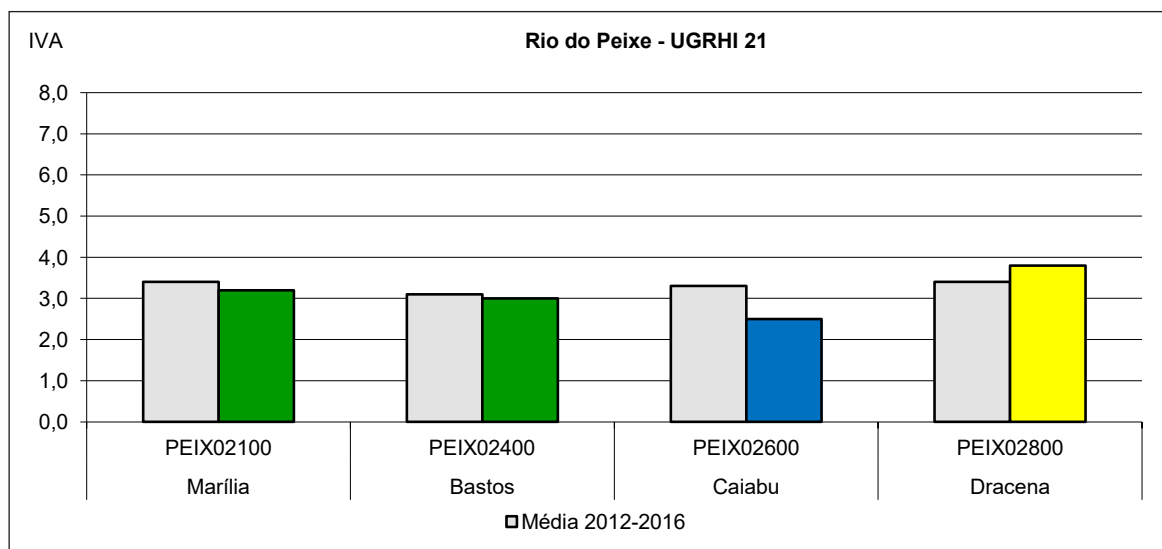


Gráfico 7.88 – Perfil do IVA no rio do Peixe em 2017 e nos últimos 5 anos.



7.16 DIVISAS DO ESTADO

7.16.1 Rio Grande – UGRHs 08, 12 e 15

O perfil do IQA e do IVA no rio Grande, na divisa com o Estado de Minas Gerais, pode ser visualizado no Gráfico 7.89 e no Gráfico 7.90. A qualidade da água desse rio, tanto para fins de diluição de efluentes (IQA) como para proteção da vida aquática (IVA), se manteve na categoria Ótima. Destaca-se a melhora da qualidade do IVA nos trechos em Colômbia e Icem (UGRHI 12), que no ano anterior foram classificados nas categorias Regular e Boa, respectivamente.

Gráfico 7.89 – Perfil do IQA no rio Grande em 2017 e nos últimos 5 anos.

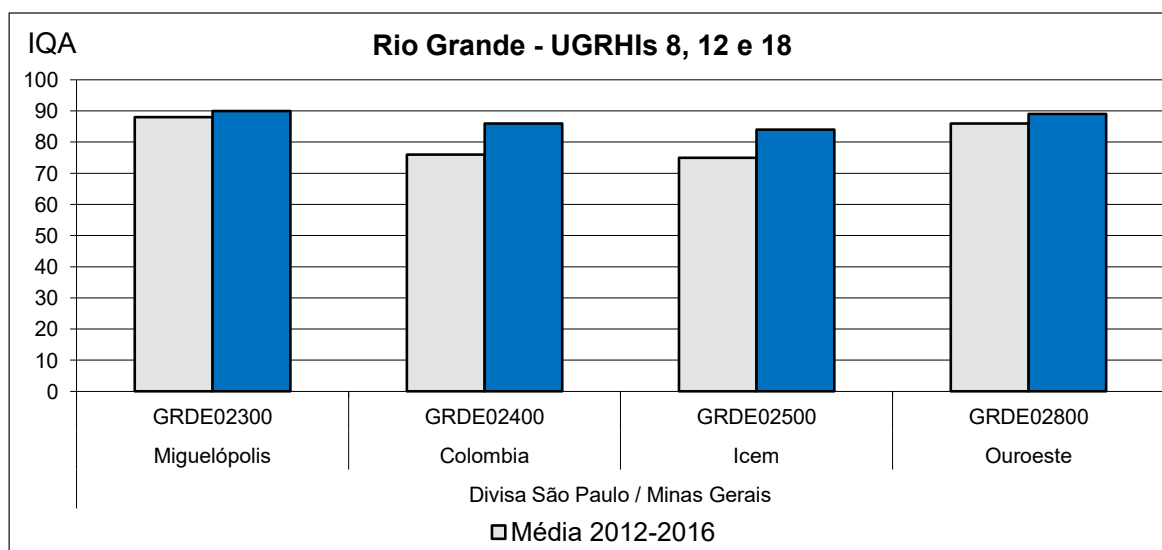
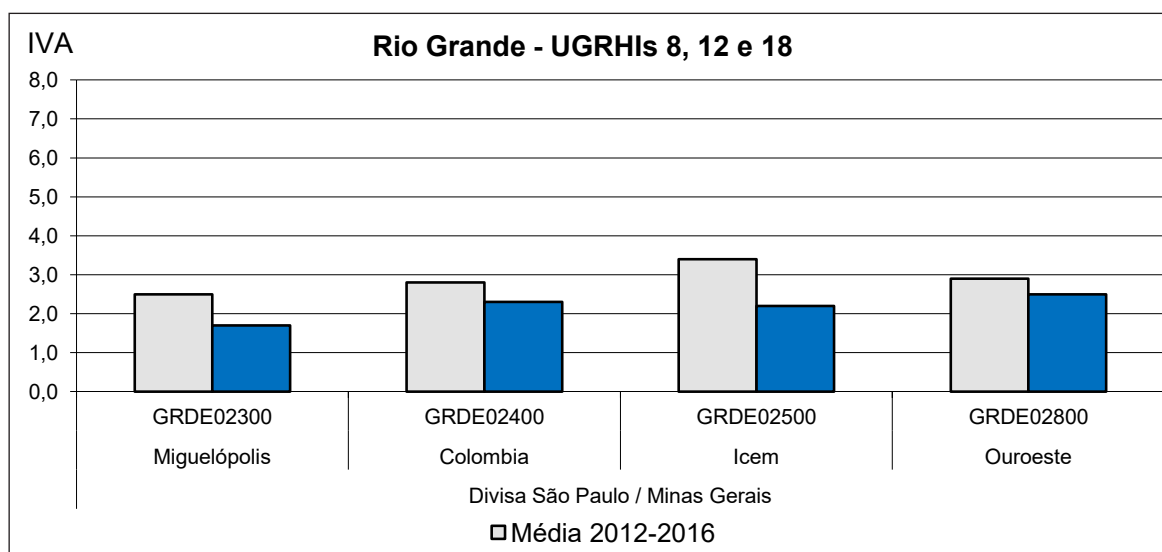


Gráfico 7.90 – Perfil do IVA no rio Grande em 2017 e nos últimos 5 anos.



7.16.2 Rio Paraná – UGRHs 18, 19, 20, 21 e 22

O perfil do IQA e do IVA no rio Paraná, na divisa com o Estado de Mato Grosso do Sul, pode ser visualizado nos Gráficos 7.91 e 7.92. A qualidade da água desse rio se apresentou na categoria Ótima em todos os trechos monitorados, se mantendo próxima a média histórica nos trechos em Ilha Solteira (UGRHI 18) e a montante dos reservatórios de Jupia (UGRHI 19) e de Porto Primavera (UGRHI 22). Já o IVA, que foi calculado nos pontos com histórico de monitoramento, se manteve nas categorias Ótima e Boa.

Gráfico 7.91 – Perfil do IQA no rio Paraná em 2017 e nos últimos 5 anos.

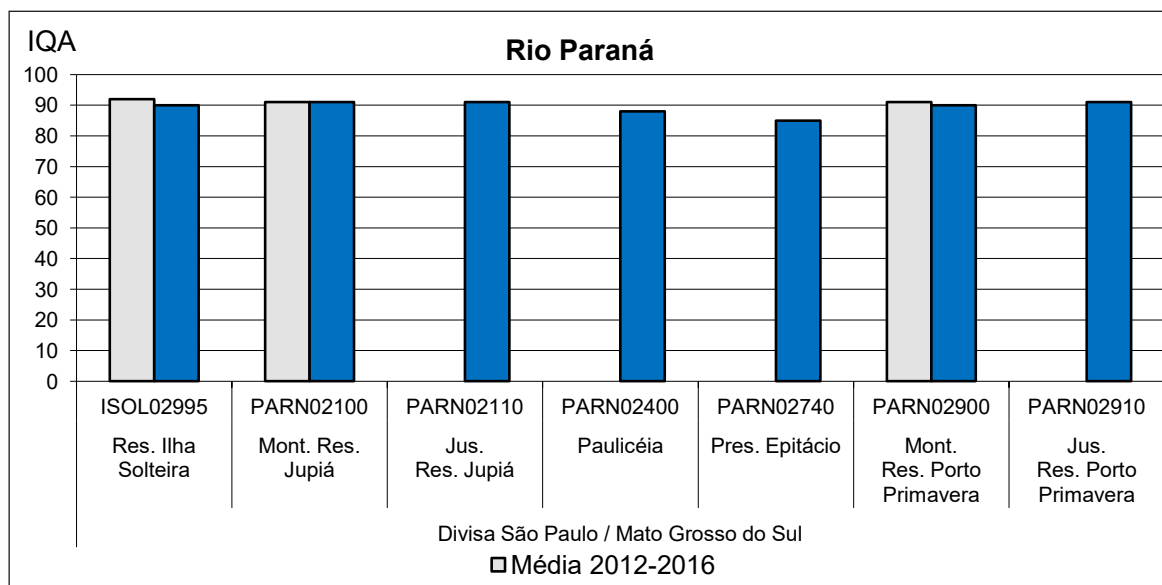
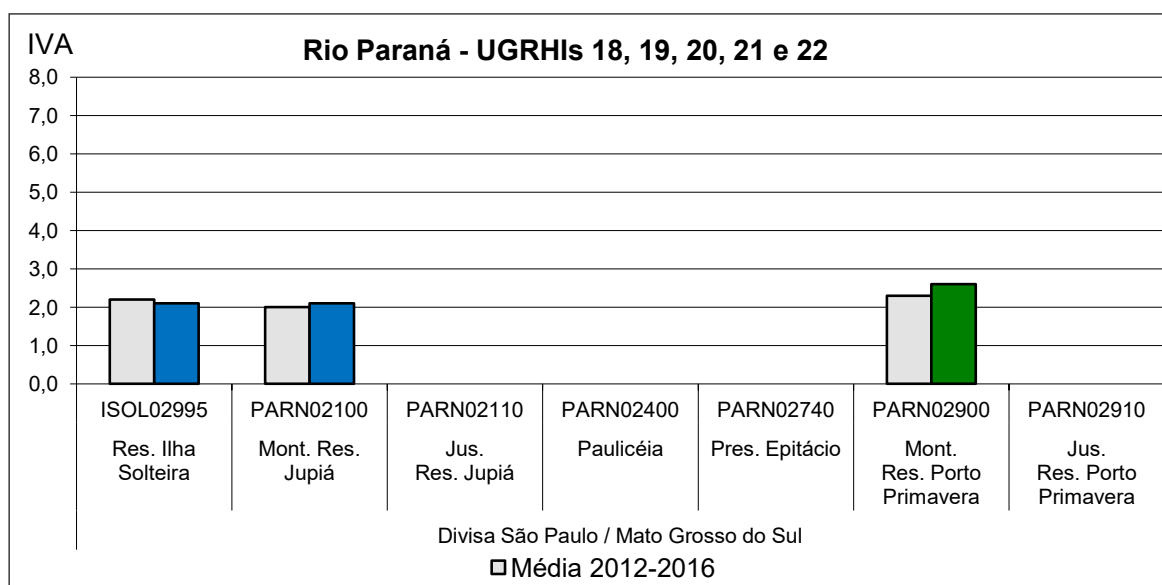


Gráfico 7.92 – Perfil do IVA no rio Paraná em 2017 e nos últimos 5 anos.



7.16.3 Rio Paranapanema – UGRHs 14, 17 e 22

O perfil do IQA e do IVA no rio Paranapanema, na divisa com o Estado do Paraná, pode ser visualizado nos Gráficos 7.93 e 7.94. A qualidade da água foi classificada nas categorias Boa e Ótima, tanto para fins de diluição de efluentes quanto para proteção da vida aquática, se mantendo próxima à média dos últimos cinco anos.

Gráfico 7.93 – Perfil do IQA no rio Paranapanema em 2017 e nos últimos 5 anos.

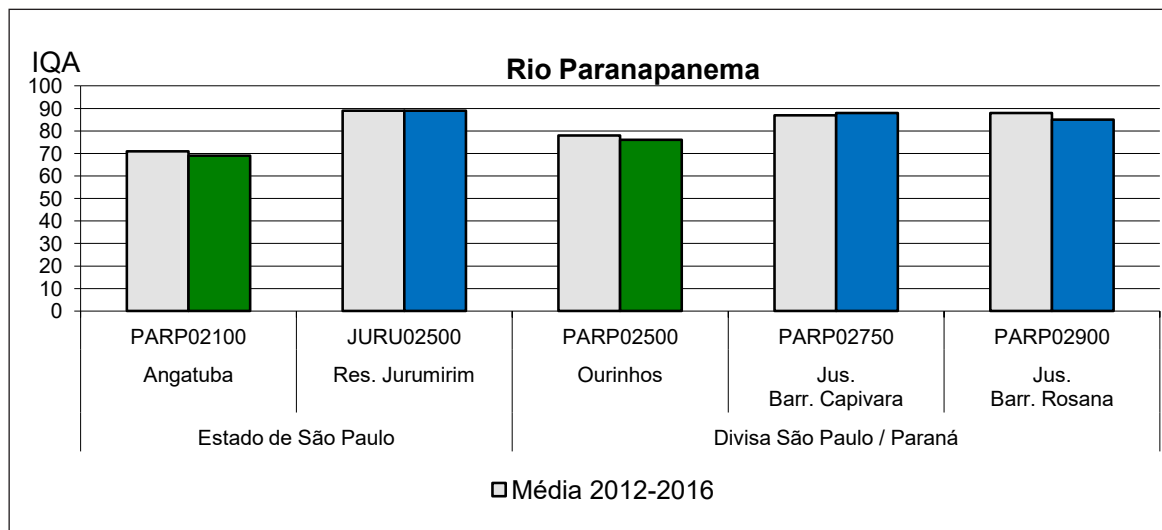
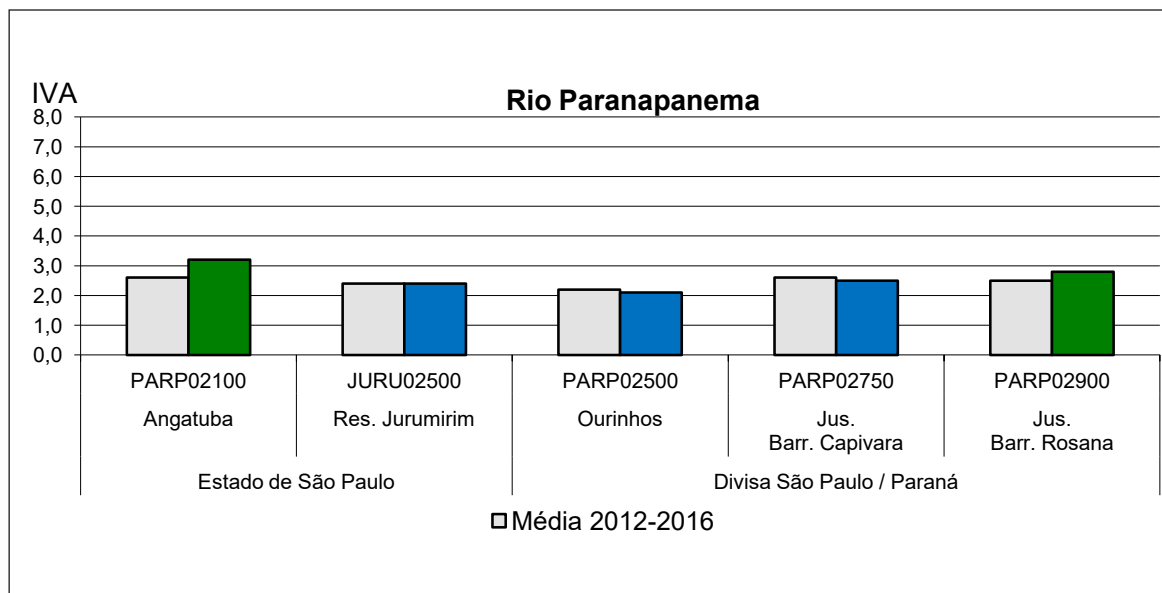


Gráfico 7.94 – Perfil do IVA no rio Paranapanema em 2017 e nos últimos 5 anos.



8 • Qualidade dos sedimentos

Em 2017, a avaliação química da qualidade do sedimento foi realizada em 26 pontos (Mapa 8.1) distribuídos em UGRHs de diferentes tipos de uso do solo. Ressalta-se que em 2016 foram incorporados pontos na rede para avaliação da presença de agrotóxicos (Projeto 2011-CORHI-123, Contrato Fehidro nº 054/2012), o que resultou em um incremento do número de pontos nesse ano.

A análise dos resultados do monitoramento do sedimento é realizada com base em três linhas de evidência: química (concentração), ecológica (comunidade bentônica) e ecotoxicológica, (*Hyalella azteca* e *Chironomus sancticarioli*), além de ensaios de mutagenicidade (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 fósforo total e variáveis microbiológicas para identificar uma possível fonte.

A tabela com os dados brutos das análises do sedimento, os diagnósticos pelas variáveis de sedimento e os comentários relacionados aos perfis de sedimento, utilizados para avaliar se um elemento tem origem natural ou antrópica, estão nos apêndices K, J e P, respectivamente.

Em todos os pontos foram feitas análises de metais e semi-metais, nutrientes, granulometria, sólidos voláteis totais e de contaminantes orgânicos, com exceção do ponto LSAI 02500 (Lagoa do Saibro), onde só foram realizadas as análises de inorgânicos.

As concentrações dos contaminantes orgânicos e inorgânicos foram comparadas com os limites em que há baixa (TEL) e Alta (PEL) probabilidade de ocorrência de efeitos adversos à biota aquática, e classificados em cinco categorias (Apêndice D). Alguns elementos em concentrações acima destes limites podem ser de origem natural, podendo mesmo assim causar efeito em ensaios de laboratório e na biota local. A Tabela 8.1 mostra a frequência de ocorrência dos contaminantes detectados acima dos limites TEL/PEL.

Pela análise do perfil sedimentar, arsênio, níquel e zinco, em concentrações entre TEL e PEL, foram considerados de origem litológica. Nestas concentrações o cádmio e mercúrio foram os metais que tiveram contribuição apenas por origem antrópica. Todos os metais que ocorreram em concentrações acima de PEL, ou seja, níquel, zinco, cobre, mercúrio e crômio, foram considerados de origem antrópica. Todos os compostos orgânicos foram considerados de origem antrópica.

Tabela 8.1 – Porcentagem (%) de pontos em que cada contaminante encontrava-se entre os limites de TEL e PEL ou superior ao limite de PEL

Contaminantes químicos		≥TEL e < PEL		≥PEL	
		nº pontos	%	nº pontos	%
Inorgânicos	crômio	13	50,0	1	3,8
	chumbo	12	46,2	0	0
	cobre	7	26,9	3	11,5
	arsênio	7	26,9	0	0
	mercúrio	5	19,2	3	11,5
	cádmio	4	15,4	0	0
	níquel	3	11,5	4	15,4
	zinco	2	7,7	4	15,4
Orgânicos	PCDD/F	12	48,0	1	4,0
	HPA	10	40,0	1	4,0
	PCB	2	8,0	0	0
	organoclorados	3	12,0	0	0

número total de pontos: 26 (inorgânicos) e 25 (orgânicos)

PCDD/F: dioxinas e furanos; HPA: hidrocarbonetos policíclicos aromáticos; PCB: bifenilas policloradas

Problemas com metais foram observados nas UGRHIs 2, 4, 5, 6, 8 e 13, mas só nas UGRHIs 4, 5 e 6 foram relacionados com fontes antrópicas. Dioxinas e furanos ocorreram nas UGRHIs 5, 6 e 13. PCBs, pesticidas e seus subprodutos foram registrados apenas na UGRHI 6, enquanto que os HPAs foram registrados nas UGRHIs 5, 6 e 13.

A Tabela 8.2 apresenta uma avaliação geral integrada ao diagnóstico realizado com os resultados da análise da água, apresentando também os históricos de cada ponto e os principais problemas observados.

Em 13 localidades (50%), distribuídas nas UGRHIs 2, 5, 6, 10 e 13, foi constatado enriquecimento orgânico, pela elevada concentração de fósforo total nos sedimentos, que pode decorrer tanto do uso agrícola do solo quanto de despejos domésticos. Destes locais, 11 são reservatórios, mostrando que ambientes lênticos favorecem a deposição e acúmulo desse elemento. Em dois destes locais (rios Quilombo e Tietê), os dados microbiológicos indicam efluentes domésticos próximos como sendo, pelo menos, uma das fontes deste nutriente. De fato, são locais que recebem lançamentos de esgotos municipais e/ou de efluentes de ETEs.

Aproximadamente 35% dos ambientes avaliados apresentaram comprometimento, tanto com relação a presença de contaminantes potencialmente tóxicos de origem antrópica como por enriquecimento orgânico.

As análises de efeitos em campo e/ou laboratório evidenciaram a biodisponibilidade de contaminantes em 5 dos 15 locais investigados (rios Atibainha, Jundiá e Quilombo e os reservatórios Taiapuê e do Broa). Nos outros 9 locais, a alteração na biota pode ser relacionada a outros estressores (ver capítulo 6).

Tabela 8.2 – Avaliação dos sedimentos. (continua)

UGRHI	Ponto	Análise	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2017		
			Diagnóstico						Principais problemas	Comentário	
1	SAGU 02250 Rio Sapucaí-Guaçu	Substâncias químicas							Pequena alteração na biota.	Ambiente mesotrófico com indícios de erosão na bacia pelas variáveis da água. Apesar da boa qualidade do sedimento, a alta densidade e a dominância de organismos tolerantes refletem enriquecimento orgânico por esgoto doméstico.	
		Fósforo total									
		Toxicidade <i>Vibrio fischeri</i>									
		Mutagenicidade									
		Microbiológico	<i>Escherichia coli</i>								
			<i>Clostridium perfringens</i>								
		Ecotoxicidade	<i>Chironomus sancticarloi</i>								
Bentos											
2	PARB 02850 Rio Paraíba do Sul	Substâncias químicas							Enriquecimento de fósforo nos sedimentos. Presença de Pb, Cr e fonte remota de esgoto.	Ambiente mesotrófico com indícios de erosão na bacia pelas variáveis da água. Pb e Cr detectados nos sedimentos aparentemente de origem litológica. Enriquecimento orgânico por fonte pontual e/ou difusa.	
		Fósforo total									
		Toxicidade <i>Vibrio fischeri</i>									
		Microbiológico	<i>Escherichia coli</i>								
			<i>Clostridium perfringens</i>								
4	PARD 02100 Rio Pardo	Substâncias químicas							Pequena alteração na biota. Presença de esgoto.	Ambiente ultraoligotrófico mas com indícios de erosão pelas variáveis da água. <i>Clostridium</i> nos sedimentos sugere presença de fonte remota de esgoto doméstico. Boa qualidade para a fauna aquática apesar da presença de espécies exóticas invasoras (mexilhão dourado, <i>Corbicula</i> e <i>Melanoideis</i>)	
		Fósforo total									
		Toxicidade <i>Vibrio fischeri</i>									
		Microbiológico	<i>Escherichia coli</i>								
			<i>Clostridium perfringens</i>								
		Ecotoxicidade	<i>Hyalella azteca</i>								
			<i>Chironomus sancticarloi</i>								
	Bentos										
	LSAI 02500 Lag do Saibro	Substâncias químicas							Presença de Cu e Cr.	Cr e possivelmente Cu de origem litológica.	
		Fósforo total									
5	RAIN 00880 Res. Atibainha	Substâncias químicas							Presença de esgoto, com fontes próximas ao reservatório.	Ambiente mesotrófico com presença de cianobactérias eventualmente ultrapassando os padrões de qualidade da água. A melhora das condições pode estar associada à normalização das chuvas.	
		Fósforo total									
		Toxicidade <i>Vibrio fischeri</i>									
		Microbiológico	<i>Escherichia coli</i>								
			<i>Clostridium perfringens</i>								
5	BAIN 02950 Rio Atibainha	Substâncias químicas							Presença de esgoto, HPA e concentração alta de Ni. Toxicidade e deformidade em organismo bentônico e condição ruim para a vida aquática.	Ambiente mesotrófico e de baixa oxigenação, provavelmente decorrente de esgoto doméstico detectado na água e nos sedimentos. Investigar fonte de Ni, especialmente no trecho de 10 Km a jusante do reservatório.	
		Fósforo total									
		Toxicidade <i>Vibrio fischeri</i>									
		Mutagenicidade									
		Deformidade em <i>Chironomus</i>									
		Microbiológico	<i>Escherichia coli</i>								
			<i>Clostridium perfringens</i>								
		Ecotoxicidade	<i>Hyalella azteca</i>								
			<i>Chironomus sancticarloi</i>								
		Bentos									

Tabela 8.2 – Avaliação dos sedimentos. (continua)

UGRHI	Ponto	Análise	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2017		
			Diagnóstico						Principais problemas	Comentário	
5	PINO 03900 Rib. dos Pinheiros	Substâncias químicas							Presença de esgoto.	Ambiente mesotrófico, mas com fonte de esgoto da região de Vinhedo e Valinhos, que provocam queda nas concentrações de oxigênio dissolvido. Esta condição também foi detectada pelas variáveis da água superficial.	
		Fósforo total									
		Toxicidade <i>Vibrio fischeri</i>									
		Microbiológico	<i>Escherichia coli</i>								
			<i>Clostridium perfringens</i>								
5	ATSG 02800 Res. Salto Grande	Substâncias químicas							Massa interna de fósforo elevada. Há evidências de entrada de esgoto doméstico. Observação de mutagenicidade.	Ambiente supereutrófico. Esta condição já é descrita desde a década de 1970 e pode estar sendo mantido pela carga interna de fósforo e/ou pela entrada de esgoto doméstico. Foi observada toxicidade na água provavelmente associada às altas densidades de cianobactérias. Mutagenicidade também observada na 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 sancti-caroli</i>								
		5	QUIL 03990 Rio Quilombo	Substâncias químicas							
Fósforo total											
Toxicidade <i>Vibrio fischeri</i>											
Mutagenicidade											
Deformidade em <i>Chironomus</i>											
Microbiológico	<i>Escherichia coli</i>										
	<i>Clostridium perfringens</i>										
Ecotoxicidade	<i>Hyalella azteca</i>										
	<i>Chironomus sancti-caroli</i>										
Bentos											
5	PCAB 02130 Rio Piracicaba	Substâncias químicas							Presença de esgoto, HPA e dioxinas e furanos. Observação de mutagenicidade.	Ambiente eutrófico com indícios de erosão detectados pelas variáveis de água superficial. A menor concentração de fósforo nos sedimentos pode ser devido ao local de coleta, já que o substrato foi mais arenoso. Os mesmos HPAs que ocorreram no rio Quilombo, sugerindo mesma fonte.	
		Fósforo total									
		Toxicidade <i>Vibrio fischeri</i>									
		Mutagenicidade									
		Microbiológico	<i>Escherichia coli</i>								
			<i>Clostridium perfringens</i>								
5	JUNA 03900 Rio Jundiá	Substâncias químicas							Presença de dioxinas e furanos e fonte de esgoto. Observação de toxicidade e condição ruim para a biota.	Ambiente hipereutrófico. A toxicidade observada também na água pode estar associada a substância química não analisada e/ou a dioxinas e furanos.	
		Fósforo total									
		Toxicidade <i>Vibrio fischeri</i>									
		Mutagenicidade									
		Microbiológico	<i>Escherichia coli</i>								
			<i>Clostridium perfringens</i>								
		Ecotoxicidade	<i>Hyalella azteca</i>								
			<i>Chironomus sancti-caroli</i>								
		Bentos									

Tabela 8.2 – Avaliação dos sedimentos. (continua)

UGRHI	Ponto	Análise	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2017	
			Diagnóstico						Principais problemas	Comentário
6	PEBA 00900 Res. Taiapuê	Substâncias químicas							Presença de Cu, Zn, Hg, dioxinas e furanos e HPA, com destaque para os dois primeiros. Observação de efeito tóxico para organismo bentônico e condição ruim para a vida aquática.	Ambiente mesotrófico, com presença de Cu na água superficial, eventualmente ultrapassando os padrões de qualidade. A toxicidade detectada na água pode estar associada à cianobactérias ou ao Cu. O efeito tóxico observado nos sedimentos e a baixa densidade da fauna bentônica evidenciam a biodisponibilidade dos contaminantes.
		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										
6	TIET 04160 Rio Tietê	Substâncias químicas							Presença de vários contaminantes, com altas concentrações de Ni, Zn e HPA. Acúmulo de fósforo e presença de esgoto.	Contaminantes provenientes de efluentes industriais podem ser responsáveis pela toxicidade para bactérias observada na água e nos sedimentos.
		Fósforo total								
		Toxicidade <i>Vibrio fischeri</i>								
		Microbiológico	<i>Escherichia coli</i>							
			<i>Clostridium perfringens</i>							
6	RGDE 02030 Res. do Rio Grande	Substâncias químicas							Presença de vários contaminantes inorgânicos e orgânicos, com destaque para as altas concentrações de Hg, Zn e dioxinas e furanos. Acúmulo elevado de fósforo nos sedimentos. Presença de esgoto. Comunidade bentônica alterada.	Ambiente mesotrófico. Hg também observado na água indicando ressuspensão ou fonte ativa. Contaminantes dos sedimentos não biodisponíveis. Alteração na biota associada ao enriquecimento orgânico por esgoto doméstico, que também é a provável fonte de fósforo.
		Fósforo total								
		Toxicidade <i>Vibrio fischeri</i>								
		Mutagenicidade								
		Deformidade em <i>Chironomus</i>								
		Microbiológico	<i>Escherichia coli</i>							
			<i>Clostridium perfringens</i>							
		Ecotoxicidade	<i>Hyalella azteca</i>							
			<i>Chironomus sancticaroli</i>							
		Bentos								
6	RGDE 02900 Res. do Rio Grande	Substâncias químicas							Presença de vários metais, dioxinas e furanos e HPA, destacando-se as concentrações altas de Hg e Cu. Acúmulo de fósforo e presença de esgoto.	Ambiente mesotrófico, com presença de cianobactérias e Cu na água e nos sedimentos, sugerindo o uso de algicidas. Condição persistente.
		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							Presença de Cd, Hg, Pb, dioxinas e furanos e HPA. Pequena alteração na biota.	Ambiente mesotrófico. As, Ni e Cr de origem litológica. A ausência de toxicidade indica que os contaminantes não estão biodisponíveis.
		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 8.2 – Avaliação dos sedimentos. (continua)

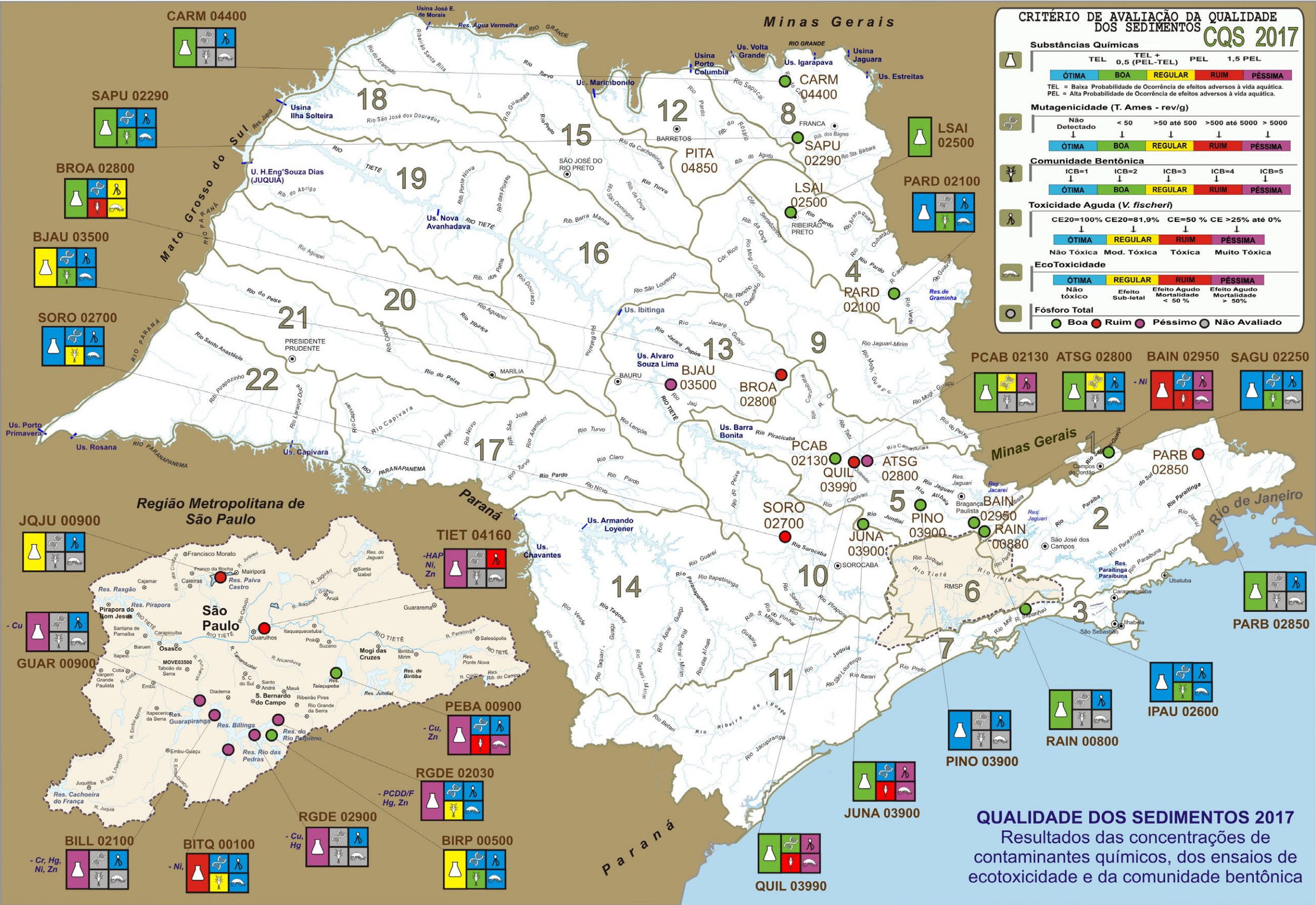
UGRHI	Ponto	Análise	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2017	
			Diagnóstico						Principais problemas	Comentário
6	BITQ 00100 Braço do Taquacetuba	Substâncias químicas							Acúmulo de fósforo no sedimento. Presença de vários metais, destacando-se Cr, Hg e Ni, dioxinas e furanos e DDE, sem observação de efeito em bioensaios. Biota alterada indicando condição regular.	Ambiente eutrófico. Hg detectado na água pode resultar de ressuspensão dos sedimentos. As, Cu e Pb de origem litológica. Contaminantes presentes não biodisponíveis. Alteração na biota associada ao grau de trofia.
		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								
6	BILL 02100 Res. Billings	Substâncias químicas							Elevada concentração de vários contaminantes e massa interna de fósforo.	Ambiente hipereutrófico, com toxicidade na água provavelmente relacionada às cianobactérias. Condição persistente.
		Fósforo total								
		Toxicidade <i>Vibrio fischeri</i>								
		Microbiológico	<i>Escherichia coli</i>							
			<i>Clostridium perfringens</i>							
6	GUAR 00900 Res. Guarapiranga	Substâncias químicas							Presença de vários contaminantes, incluindo HPA e dioxinas e furanos com destaque para a alta concentração de Cu. Fonte remota de esgoto.	Ambiente eutrófico com presença cianobactérias e Cu na água e nos sedimentos, sugerindo o uso de algicidas. Condição persistente.
		Fósforo total								
		Toxicidade <i>Vibrio fischeri</i>								
		Microbiológico	<i>Escherichia coli</i>							
			<i>Clostridium perfringens</i>							
6	JQU 00900 Res. Juqueri	Substâncias químicas							Presença Pb, Hg, Cu e dioxinas e furanos. Acúmulo de fósforo no sedimento com indicio de que seja uma fonte de esgoto remota.	Ambiente oligotrófico. As e Cr nos sedimentos de origem litológica. Foi observada toxicidade na água superficial e em anos anteriores foi observado efeito tóxico em bioensaios com sedimento, indicando a presença de agente tóxico.
		Fósforo total								
		Toxicidade <i>Vibrio fischeri</i>								
		Microbiológico	<i>Escherichia coli</i>							
			<i>Clostridium perfringens</i>							
7	IPAU 02600 Rio Itapanhaú	Substâncias químicas							Leve alteração na biota.	Ambiente ultraoligotrófico mas com ocorrência de toxicidade e mutagenicidade na água. O sedimento indica boa qualidade para a vida aquática.
		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								
8	CARM 04400 Rio do Carmo	Substâncias químicas							Pequena contribuição de esgotos.	Ambiente eutrófico, ainda sem acúmulo de fósforo nos sedimentos. Parte do fósforo pode ter fonte difusa (agrícola). Cr de origem litológica.
		Fósforo total								
		Toxicidade <i>Vibrio fischeri</i>								
		Microbiológico	<i>Escherichia coli</i>							
			<i>Clostridium perfringens</i>							

Tabela 8.2 – Avaliação dos sedimentos. (conclusão)

UGRHI	Ponto	Análise	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2017	
			Diagnóstico						Principais problemas	Comentário
8	SAPU 02290 Rio Sapucaí	Substâncias químicas							Presença de esgoto doméstico. Pequena alteração na biota.	Ambiente mesotrófico e indício de erosão na bacia. Cr no sedimento de origem litológica. Boa qualidade para a vida aquática apesar da presença da espécie exótica invasora <i>Corbicula fluminea</i> .
		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								
10	SORO 02700 Rio Sorocaba	Substâncias químicas							Acúmulo de fósforo nos sedimentos. Presença de esgoto. Biota alterada.	Ambiente mesotrófico com indícios de erosão. O fósforo acumulado nos sedimentos e observado na água superficial indicam fonte ativa. Baixo teor de oxigênio na água de superfície e de fundo foram condições restritivas para a biota bentônica. Presença das espécies exóticas invasoras <i>Corbicula</i> e <i>Melanoïdes</i> .
		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								
13	BJAU 03500 Braço Rio Jaú	Substâncias químicas							Acúmulo de fósforo nos sedimentos, com pequena alteração na biota. Presença de esgoto.	Pb, Cu, Cr, Ni e Zn de origem litológica. O fósforo observado pode ser de origem urbana e/ou agrícola. Presença do mexilhão dourado, espécie exótica invasora.
		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								
13	BROA 02800 Res. Broa	Substâncias químicas							Presença de dioxinas e furanos e HPA. Acúmulo de fósforo nos sedimentos superficiais. Observação de toxicidade e forte alteração na biota.	Ambiente mesotrófico com toxicidade na água provavelmente relacionada com as cianobactérias. A toxicidade do sedimento pode indicar a biodisponibilidade de contaminantes, assim como a fauna, também afetada pela baixa concentração de oxigênio na água de fundo.
		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								

Os 5 (cinco) pontos localizados nas UGRHIs 1, 4, 7 e 8 exibiram boa qualidade na avaliação dos sedimentos, considerando todos os indicadores. Os fatores que mais contribuíram para o comprometimento da qualidade dos sedimentos, em todos os pontos avaliados, foram o enriquecimento orgânico e a presença de contaminantes, sobretudo os metais Cr, Cu, Hg, Ni e Zn, além de Dioxinas e Furanos e HPAs. Destaca-se a alta concentração de Ni encontrada no rio Atibainha e a presença de Hg nos reservatórios Taiaçupeba, Rio Grande e Juqueri. A UGRHI 6 novamente se destacou pela má qualidade dos sedimentos de todos os pontos avaliados. Desde o início do monitoramento, em 2002, a região da Billings, em frente ao braço do rio Bororé, apresenta péssima condição, mostrando que um ambiente exposto a poluentes em elevadas concentrações e por longo período de tempo pode demorar décadas para se recuperar, mesmo se restringidas as contribuições.

Mapa 8.1 – Localização dos pontos da rede de sedimento em 2017



(*) Valores > PEL: As, Cd, Cr, Cu, DDE, Hg, Ni, Pb, Zn, HAP, PCB, PCDD/F (Dioxinas e Furanos)

9 • Mortandades de Peixes

9.1 Registros de 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 UGRHs. A CETESB realiza atendimento a ocorrências de mortandades de peixes por meio da ação das Agências Ambientais distribuídas em diferentes municípios do Estado e do Setor de Comunidades Aquáticas (ELHC) pertencente à Divisão de Análises Hidrobiológicas (ELH), lotado em São Paulo, na Sede.

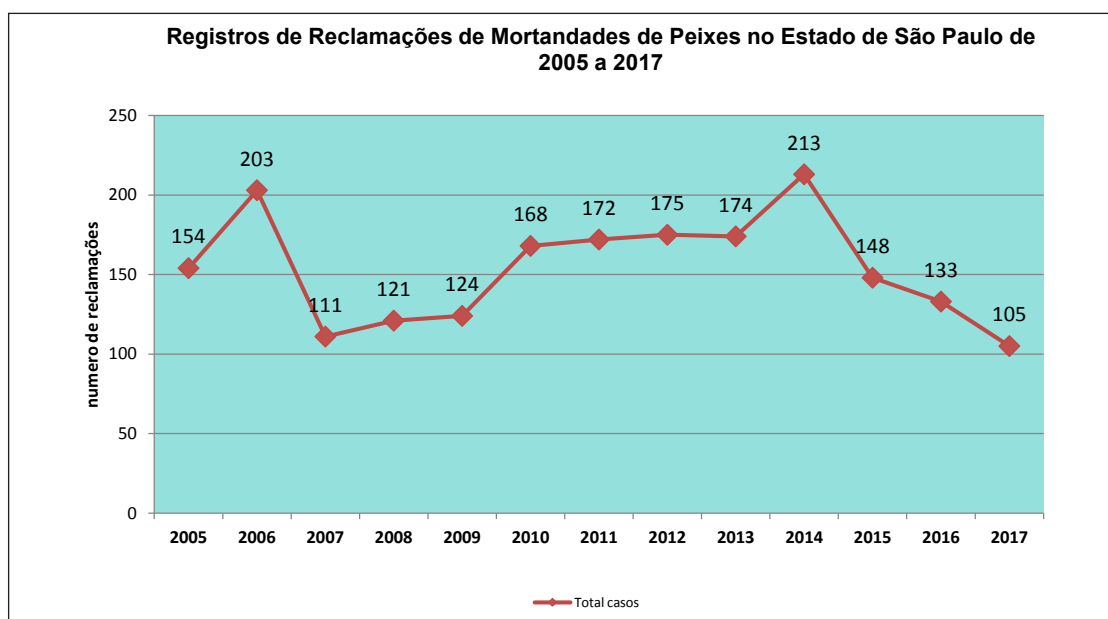
O levantamento dos dados aqui apresentados foi baseado em registros de reclamações no Sistema de Informações sobre Fontes de Poluição (SIPOL) pelas Agências Ambientais da Diretoria de Controle e Licenciamento Ambiental da CETESB, no “Disque Meio Ambiente” da Secretaria do Meio Ambiente, no acionamento do Setor de Emergências da CETESB, nos atendimentos realizados pelo ELHC, além de pesquisas na mídia, para identificação de reportagens, seja na internet ou em jornais, inclusive locais.

Dentre os acidentes ambientais relacionados à qualidade dos corpos d’água, foram registradas 105 ocorrências de mortandade de peixes e/ou outros organismos aquáticos em 2017 no Estado de São Paulo, atendidas pela CETESB, Sede e Agências Ambientais. Houve uma diminuição de 21% em relação ao número de ocorrências de 2016 e de 50,5% em relação ao ano de 2014, quando ocorreu um pico no número de ocorrências. Observando o número de ocorrências registradas no período de 2012 a 2017, há uma tendência de queda no número de eventos no Estado de São Paulo.

A evolução no número de atendimentos às reclamações de ocorrências de mortandades de peixes no período de 2012 a 2017, pode ser vista no Gráfico 9.1.

A queda no número de registros de mortandades de peixes é nítida após o pico de casos em 2014, auge da crise hídrica no estado. Levando-se em conta um histórico mais longo, desde 2005, verifica-se que em 2010 foram registradas 168 ocorrências, sendo que em 2007, 2008 e 2009 o número de eventos atendidos pela CETESB foi menor em São Paulo, sendo registradas 111, 121 e 124 mortandades, respectivamente. Entretanto, em 2006, ano que foi mais seco que a média dos dez anos anteriores, fica patente um pico com 203 registros de ocorrências.

Desta forma, a diminuição observada no número de registros em 2017, representa a recuperação da qualidade de alguns dos corpos d’água que foram duramente prejudicados pela seca e, com isso, deve estar ocorrendo também um processo de restabelecimento das comunidades da fauna aquática, que foram atingidas durante a crise hídrica por extensas mortandades, em muitos casos durante o período de reprodução.

Gráfico 9.1 – Evolução dos registros de Mortandades de Peixes de 2005 a 2017 no Estado de São Paulo

A Tabela 9.1 apresenta o número de casos de mortandade de peixes atendidas pela CETESB, em 2017, por UGRHI segundo dados 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 9.1 – Número de registros de reclamações de mortandade de peixes por UGRHI, no Estado de São Paulo em 2017.

UGRHI	Registros
UGRHI 01 – Mantiqueira	0
UGRHI 02 – Paraíba do Sul	4
UGRHI 03 – Litoral norte	4
UGRHI 04 – Pardo	3
UGRHI 05 – Piracicaba, Capivari e Jundiaí	19
UGRHI 06 – Alto Tietê	7
UGRHI 07 – Baixada Santista	2
UGRHI 08 – Sapucaí/Grande	2
UGRHI 09 – Mogi-Guaçu	11
UGRHI 10 – Sorocaba/Médio Tietê	8
UGRHI 11 – Ribeira do Iguape/Litoral Sul	9

UGRHI	Registros
UGRHI 12 – Baixo Pardo/Grande	4
UGRHI 13 – Tietê/Jacaré	11
UGRHI 14 – Alto Paranapanema	3
UGRHI 15 – Turvo/Grande	8
UGRHI 16 – Tietê/Batalha	3
UGRHI 17 – Médio Paranapanema	1
UGRHI 18 – São José dos Dourados	1
UGRHI 19 – Baixo Tietê	2
UGRHI 20 – Aguapeí	2
UGRHI 21 – Peixe	0
UGRHI 22 – Pontal do Paranapanema	1

O número de ocorrências por UGRHI ao longo do ano de 2017 está discriminado no Apêndice J, assim como o registro dos atendimentos feitos pelas Agências Ambientais e/ou Setor de Comunidades Aquáticas.

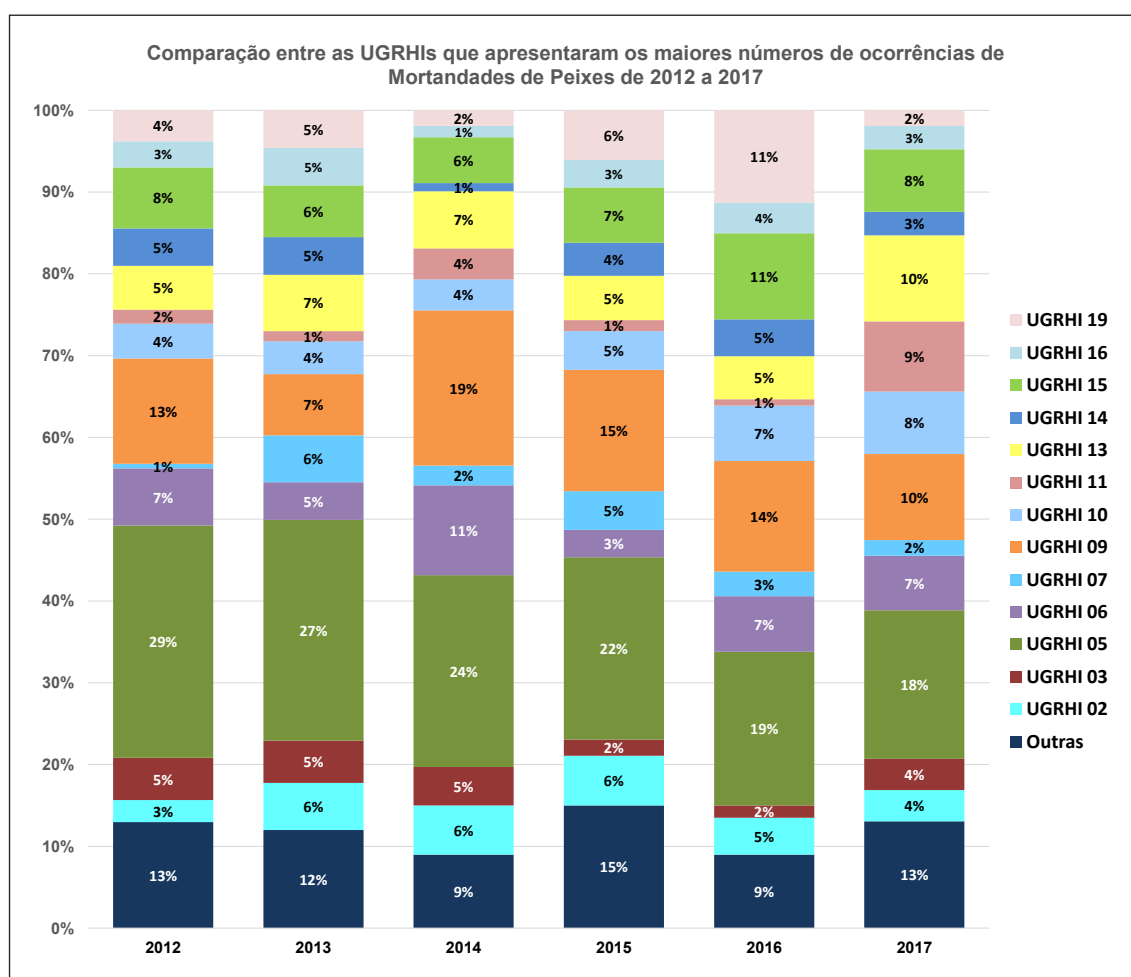
9.2 Distribuição nas UGRHIs

A distribuição espacial dessas ocorrências no Estado pode ser observada no Gráfico 9.2, o qual compara as UGRHIs que apresentaram as maiores parcelas relativas ao total de ocorrências de Mortandades de Peixes no Estado de São Paulo no período de 2012 a 2017.

Entre os atendimentos realizados pela CETESB, em 2017, treze UGRHIs concentraram 87% dos registros, enquanto que as outras nove UGRHIs foram responsáveis pelas demais 13% das ocorrências reportadas. Em cada uma dessas treze UGRHIs foram registradas mais de duas mortandades de peixes em 2017.

Observa-se que, assim como em anos anteriores, em 2017 a UGRHI 5 (Piracicaba/Capivari/Jundiaí), teve a maior proporção de casos registrados, sendo que a parcela relativa a essa UGRHI (18%) se manteve estável em relação a 2016. Após 2012, entretanto, pode ser observada uma queda na parcela de registros relativos à UGRHI 5, bem como uma queda nos números absolutos.

Gráfico 9.2 – Comparação entre as UGRHIs que apresentaram as maiores participações relativas (%) ao total de ocorrências de Mortandades de Peixes de 2012 a 2017



Em segundo lugar em número de ocorrências, duas UGRHIs apresentaram a mesma porcentagem de registros de mortandades: 9 (Mogi-Guaçu) e 13 (Tietê/Jacaré), ambas respondendo por 10% das ocorrências do estado cada uma. A UGRHI 9, considerando os dados desde 2005 apresentou um aumento nas ocorrências de mortandade de peixe a partir de 2010, passando de uma média de 6 ocorrências anuais para 18. O pior cenário ocorreu em 2014, devido à crise hídrica e consequente redução de vazão nos corpos d'água, quando foram registradas 40 ocorrências. Em 2015 e 2016 os registros foram menores que os de 2014, mas ainda se mantiveram em um patamar elevado enquanto que em 2017 o número de registros diminuiu bastante (11 registros). Na UGRHI 13 (Tietê/Jacaré), houve pouca alteração do cenário, mantendo a UGRHI entre as bacias de maior número de ocorrências no estado.

Em seguida na porcentagem de ocorrências no estado, a UGRHI 11 (Ribeira de Iguape/Litoral Sul) ficou responsável por 9% dos atendimentos, mantendo-se o histórico de ocorrências de mortandade de peixes sendo que as causas são variadas, sendo em 2017 registradas mais ocorrências de mortandade do que o usual, inclusive do que as registradas em 2014.

A UGRHI 10 - Sorocaba/Médio Tietê respondeu por 8% dos registros de mortandade em 2017, apresentando um aumento na parcela relativa dessa UGRHI no estado de São Paulo. Entretanto, o número de ocorrências manteve o mesmo patamar desde 2012. A UGRHI 15 - Turvo Grande também respondeu por 8% das ocorrências, mas o número de ocorrências foi menor desde 2012.

A UGRHI 6 - Alto Tietê respondeu por 7% dos registros, mesma participação registrada em 2016 mesmo que tenha apresentado menos ocorrências em 2017. A UGRHI 6 tem apresentado pouca variação nos registros, apenas com um aumento verificado, em 2014, devido à crise hídrica que atingiu a região. O número de atendimentos na UGRHI 2 - Paraíba do Sul em 2017 foi menor que nos anos anteriores e essa bacia vem diminuindo a participação dentro das ocorrências no estado, tendo respondido por 4% delas em 2017. A diminuição tem sido mais expressiva no período após 2014, sendo ainda um período curto para que se possa ter certeza de uma tendência.

As UGRHIs 14 - Alto Paranapanema e 16 - Tietê/Batalha, apresentaram o mesmo número de registros (3), bem como queda no número de registros de mortandades em 2017 com relação a 2016.

Em 2016, a UGRHI 19 - Baixo Tietê teve o terceiro maior número de ocorrências no estado e apresentou aumentos progressivos nos registros de mortandades de peixes. Em 2017, o número de atendimentos caiu muito nessa UGRHI e seus registros representaram apenas 3% das ocorrências do estado de São Paulo. A UGRHI 3 - Litoral Norte, apresentou aumento no número de registros em relação a 2016. A participação da UGRHI no estado é de 4% das ocorrências. A UGRHI 4 - Pardo, foi responsável por 3% dos registros no estado e o histórico de 2012 a 2017 apresenta uma tendência de queda nas ocorrências na bacia. A UGRHI 7 - Baixada Santista, respondeu por 2% das ocorrências em 2017, sendo que a avaliação do período de 2013 a 2017 indicam uma tendência de queda nos registros de mortandade de peixes nessa bacia.

Apenas nas UGRHIs 1 - Mantiqueira e 21 - Peixe não houve nenhum registro de mortandade de peixes em 2017.

Considerando o número absoluto de ocorrências de mortandades por UGRHI entre 2012 e 2017 foi verificado se havia uma tendência histórica de piora ou melhora ao longo deste período. O Quadro 9.1 a seguir apresenta esquematicamente a tendência de melhora, piora, ou estabilidade por UGRHI.

Como apontado anteriormente as UGRHIs 4 (Pardo), 5 (Piracicaba/Capivari/Jundiaí) e 7 (Baixada Santista) apresentaram uma tendência de melhora, indicando uma queda entre 2012 a 2017 nos registros de mortandade de peixes nestas bacias.

Quadro 9.1 – Tendência estatística de melhora ou piora em relação ao número de registros de mortandades de peixes apresentada pelas UGRHI de 2012 a 2017

UGRHI	Tendência
	2012 a 2017
UGRHI 01 – Mantiqueira	➡
UGRHI 02 - Paraíba do Sul	➡
UGRHI 03 - Litoral norte	➡
UGRHI 04 – Pardo	⬆
UGRHI 05 - Piracicaba, Capivari e Jundiaí	⬆
UGRHI 06 - Alto Tietê	➡
UGRHI 07 - Baixada Santista	⬆
UGRHI 08 – Sapucaí/Grande	➡
UGRHI 09 – Mogi-Guaçu	➡
UGRHI 10 – Sorocaba/Médio Tietê	➡
UGRHI 11 – Ribeira do Iguape/Litoral Sul	➡
UGRHI 12 – Baixo Pardo/Grande	➡
UGRHI 13 – Tietê/Jacaré	➡
UGRHI 14 – Alto Paranapanema	➡
UGRHI 15 – Turvo/Grande	➡
UGRHI 16 – Tietê/Batalha	➡
UGRHI 17 – Médio Paranapanema	➡
UGRHI 18 – São José dos Dourados	➡
UGRHI 19 – Baixo Tietê	➡
UGRHI 20 – Aguapeí	➡
UGRHI 21 – Peixe	➡
UGRHI 22 – Pontal do Paranapanema	➡

-  - piora – tendência de aumento no número de ocorrências
 - melhora – tendência de diminuição no número de ocorrências
 - estável – não há alteração sensível

9.3 Atendimentos pelo Setor de Comunidades Aquáticas

O Setor de Comunidades Aquáticas da CETESB tem a atribuição de dar suporte às Agências Ambientais no atendimento aos episódios de mortandade de peixes. Alguns eventos foram atendidos por consulta telefônica e encaminhados à Agência Ambiental competente, enquanto outros tiveram uma equipe do setor diretamente no local, quando foi possível pela localização e rapidez na comunicação do evento. O Quadro 9.2 destaca alguns dos eventos de mortandade de peixes atendidos pelas Agências Ambientais da CETESB e pelo Setor de Comunidades Aquáticas durante o ano de 2017. No apêndice Q podem ser consultados todos os eventos de 2017.

Quadro 9.2 – Atendimentos de ocorrências de mortandade de peixes, realizados em 2017 pela CETESB (continua)

MORTANDADE DE PEIXES E/OU ORGANISMOS AQUÁTICOS - 2017 ATENDIMENTO REALIZADO PELAS AGÊNCIAS AMBIENTAIS E/OU SETOR DE COMUNIDADES AQUÁTICAS					
Data	UGRHI	Local	Organismo	Motivo	Município/Atendimento
19/1	3	Foz do rio na praia de Maresias "Canto do Moreira"	Não especificado	Contaminação por hipoclorito de sódio devido a vazamento de um caminhão tanque acidentado na Rodovia SP 55 Km 157, entre Maresias e Boiçucanga	São Sebastião. Atendimento realizado pela Agência Ambiental de São Sebastião (CMS)
19/1	9	Lagoa do Bosque, bairro Nova Divinolândia	Tilápias, carás, cascudos	Baixa concentração de oxigênio dissolvido na água	Divinolândia. Atendimento realizado pela Agência Ambiental de São João da Boa Vista (CCV) com suporte técnico da Divisão de Análises Hidrobiológicas (ELH)
18/3	5	Lagoa do Parque Jardim Botânico, bairro Jardim Tulipas	Tilápias, traíras	Contaminação por esgoto devido a vazamento em tubulação que desemboca no lago	Jundiaí. Atendimento realizado pela Agência Ambiental de Jundiaí (CJJ)
31/3	5	Rio Jaguari	Lambaris, corimbas, cascudos	Contaminação por hipoclorito de sódio devido a vazamento do SAAE de Pedreira.	Atendimento realizado pela Agência Ambiental de Paulínia (CJU) com suporte técnico da Divisão de Análises Hidrobiológicas (ELH)
6/4	15	Rio Preto	Não especificado	Baixa concentração de oxigênio dissolvido na água	Ipiguá. Atendimento realizado pela Agência Ambiental de São José do Rio Preto (CFR)
26/4	19	Córrego Azul	Tilápia, porquinho, traíra	Provável contaminação por despejo de vinhaça	Araçatuba. Atendimento realizado pela Agência Ambiental de Araçatuba (CFU)
4/5	6	Córrego na Rua Albert Fink, Parque Maria Helena	Não especificado	Baixa concentração de oxigênio dissolvido na água	Suzano. Atendimento realizado pela Agência Ambiental de Mogi das Cruzes (CLM)
16/5	14	Ribeirão na bacia do Rio Apiaí Guaçu	Traíras, carás, lambaris	Provável contaminação por defensivos agrícolas	Ribeirão Branco. Atendimento realizado pela Agência Ambiental de Capão Bonito (CMC)
1/6	7	Praia do Centro, próximo ao Aquário Municipal	Peixes (pampas, corvinas, peixes-galo, bagres), siris-chita, Bolachas-de-praia, camarões, moluscos (gastropode e bivalve) e cracas	Organismos provavelmente carregados para a praia pela ação de uma forte ressaca causada por condições climáticas adversas, com correntes favoráveis para o transporte de material (sedimento)	Peruíbe. Atendimento realizado pela Agência Ambiental de Santos (CMN) com suporte técnico da Divisão de Análises Hidrobiológicas (ELH)

Quadro 9.2 – Atendimentos de ocorrências de mortandade de peixes, realizados em 2017 pela CETESB (conclusão)

MORTANDADE DE PEIXES E/OU ORGANISMOS AQUÁTICOS - 2017 ATENDIMENTO REALIZADO PELAS AGÊNCIAS AMBIENTAIS E/OU SETOR DE COMUNIDADES AQUÁTICAS					
Data	UGRHI	Local	Organismo	Motivo	Município/Atendimento
10/7	9	Lagoa do Parque Municipal Dr Luis Carlos Raya	Tilápias	Baixa concentração de oxigênio dissolvido na água	Ribeirão Preto. Atendimento realizado pela Agência Ambiental de Ribeirão Preto (CGR)
2/8	11	Reservatório Cachoeira do França	Lambaris, carás	Queda na concentração de oxigênio dissolvido em decorrência de uma intensa floração de cianobactérias potencialmente tóxicas	Juquitiba. Atendimento realizado pela Agência Ambiental de Embu das Artes (CLB), pelo Setor de Comunidades Aquáticas (ELHC) e pela Divisão de Amostragem (ELC)
23/8	9	Canal de derivação em sítio	Carás e tilápias	Provável contaminação por substância tóxica	São João da Boa Vista. Atendimento realizado pela Agência Ambiental de São João da Boa Vista (CGV) com suporte técnico da Divisão de Análises Hidrobiológicas (ELH)
25/8	10	Rio Tietê	Não especificado	Provável contribuição de fontes difusas de poluição providas de montante, somando-se à falta de pluviosidade da estação fria na região.	Laranjal Paulista. Atendimento realizado pela Agência Ambiental de Botucatu (CGT)
12/9	5	Rio Corumbataí (trecho da ponte estaiada de Santa Terezinha)	Não especificado	Baixa concentração de oxigênio dissolvido na água.	Piracicaba. Atendimento realizado pela Agência Ambiental de Piracicaba (CJP).
2/10	5	Rio Atibaia, mini pantanal, Parque da Represa	Curimatás, traíras, mandis, cascudos, piaus, lambaris, piaparas	Provável queda na concentração de oxigênio dissolvido na água, associada ao revolvimento do sedimento devido ao grande aumento na vazão causado pelas chuvas.	Paulínia. Atendimento realizado pela Agência Ambiental de Paulínia (CJU).
24/10	6	Reservatório Rio Grande	Sardinha de água doce, da espécie <i>Platanichthys platana</i>	Provável aplicação de algicidas feita para o controle de floração de algas/cianobactérias tóxicas	Ribeirão Pires. Atendimento realizado pela Divisão de Amostragem (ELC) com apoio do Setor de Comunidades Aquáticas (ELHC) e comunicação à Agência Ambiental de ABC 1 (CLA)
24/10	14	Córrego Lavapés, Jardim Lúcia	Não especificado	Contaminação devido a vazamento de esgoto em rede da SABESP próxima ao local	Itaberá. Atendimento realizado pela Agência Ambiental de Capão Bonito (CMC)
8/11	3	Praia do Porto Novo	Bagres	Provável despesca	Caraguatatuba. Atendimento realizado pela Agência Ambiental de São Sebastião (CMS)
10/11	11	Reservatório Cachoeira de França	Cascudos e outros	Queda abrupta no nível do reservatório com isolamento de peixes em poças em diversos pontos	Juquitiba. Comunicado da Secretaria do Meio Ambiente de Juquitiba para a Divisão de Análises Hidrobiológicas (ELH), Agência Ambiental de Embu das Artes (CLB) e Departamento de Avaliação Ambiental de Empreendimentos (IE), todos da CETESB
18/12	13	Rio Jacaré-Guaçu em Guarapiranga	Não especificado	Baixa concentração de oxigênio dissolvido na água	Ribeirão Bonito. Atendimento realizado pelas Agências Ambientais de Araraquara (CGA) e São Carlos (CGC)

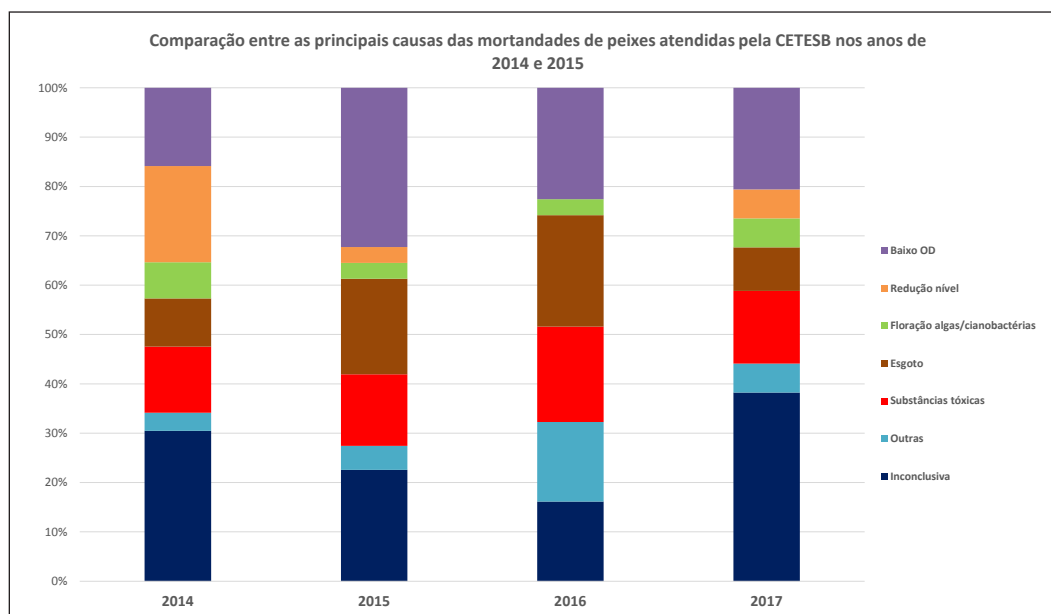
9.4 Causas das Mortandades de peixes

Aproximadamente 62% das ocorrências atendidas pela CETESB, em 2017, puderam ser esclarecidas, porcentagem um pouco acima da registrada em 2014. Os registros decorrentes de baixa concentração de oxigênio dissolvido na água foram os mais frequentes, em 2017, assim como nos anos anteriores. As mortandades decorrentes da presença de contaminantes, que incluem tanto esgotos domésticos como ocorrência de derrames tóxicos, voltaram a representar uma parcela significativa das ocorrências (24%). As ocorrências resultantes de florações de algas ou cianobactérias potencialmente tóxicas foram constatadas em uma participação maior do que em 2016.

A proporção entre as principais causas de mortandades no período de 2014 a 2017 pode ser observada no Gráfico 9.3.

A contaminação por substâncias tóxicas superou os registros de contaminação por esgoto doméstico. Ao contrário de outros anos, as mortandades decorrentes de contaminações por substâncias tóxicas não foram causadas em sua maioria por acidentes rodoviários e contaminação de corpos d'água próximos a rodovias.

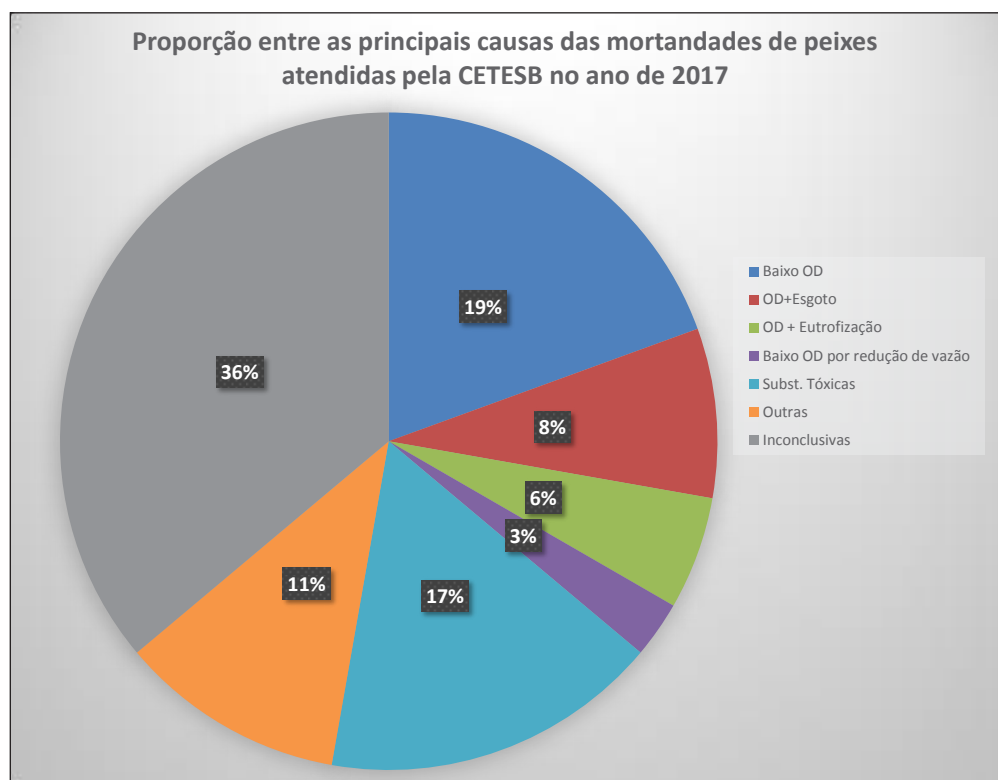
Gráfico 9.3 – Proporção entre as principais causas das ocorrências de mortandade de peixes atendidas pela CETESB no período de 2014 a 2017.



Em 2017, a contaminação foi proveniente de fontes variadas: vazamento de ETA, defensivos agrícolas carreados pela chuva para o corpo d'água, vinhaça carreada pela chuva, ou derrame devido a acidente rodoviário com caminhão tanque. A ausência de mata ciliar em áreas agrícolas piorou o cenário de mananciais que foram contaminados por produtos aplicados nas áreas cultivadas. A contaminação por esgoto doméstico foi verificada em muitos casos devido a falhas de equipamentos, vazamentos de tubulações; além de fontes difusas.

Algumas ocorrências foram decorrentes de uma combinação de fatores, como baixo OD por presença de esgotos ou de eutrofização. Um detalhamento das causas das mortandades de peixes, em 2017, pode ser vista no Gráfico 9.4.

Gráfico 9.4 – Detalhamento das causas das mortandades de peixes no Estado de São Paulo em 2017.



Uma causa de mortandade de peixes verificada no estado e que está enquadrada na categoria “outras” é a prática da “despesca”, que consiste no descarte de peixes capturados, gerando alerta entre a população. Ainda na categoria “outras” foi enquadrada a ocorrência verificada em Peruíbe em junho de 2017, quando diversos organismos foram carregados para a praia provavelmente pela ação de uma forte ressaca causada por condições climáticas adversas, com correntes favoráveis para o transporte de material sólido (sedimento).

Os atendimentos realizados pela CETESB– Sede e Agências Ambientais ocorreram ao longo de todo o ano de 2017, com 49% dos atendimentos no período seco (de abril a setembro) e 51% no período chuvoso (de outubro a março).

Esses atendimentos refletiram muitos dos chamados de emergências recebidos em casos de acidentes com substâncias tóxicas, cuja investigação conta com o apoio e parceria da população no empenho em comunicar ocorrências. A investigação de uma mortandade de peixes pode começar durante atividades rotineiras desenvolvidas pela CETESB ou por denúncia da população, sendo crucial a comunicação imediata de eventos de mortandade de peixes, para que seja possível a determinação das causas.

10 • Conclusões

Em 2017, às ações de controle das fontes poluidoras pontuais, associada a intensidade de chuvas próxima à média histórica, mantiveram a classificação do IQA nos mesmos patamares do ano anterior, uma vez que as categorias Ótima, Boa e Regular contabilizaram 85% dos pontos monitorados. Na UGRHI 6 (Alto Tietê), os esgotos domésticos ainda representam uma contribuição significativa para a degradação dos corpos hídricos, sendo responsável por cerca de 57% de toda a carga orgânica remanescente. Vale destacar que a população desta bacia corresponde a cerca de 48 % da população total do Estado, e que também contribuem para a degradação dos corpos hídricos nessa UGRHI problemas históricos relacionados a ocupações irregulares, crescimento urbano desordenado, aportes de cargas difusas e disposição inadequada de resíduos sólidos. As UGRHIs 5 (Piracicaba/Capivari/Jundiaí) e 7 (Baixada Santista) também se destacaram pela elevada carga orgânica remanescente, sendo que para a UGRHI litorânea, a carga elevada é reflexo da disposição oceânica, realizada por meio de EPCs seguidas de emissários submarinos, considerando que a CETESB adota, desde 2008, uma eficiência nula para esses sistemas de disposição oceânica. O ICTEM (Índice de Coleta e Tratabilidade de Esgotos da População Urbana de Municípios) do Estado de São Paulo, obteve uma média de 6,27 em 2017.

Do ponto de vista hidrológico, as chuvas no Estado atingiram um acumulado de 1.414 mm, aproximando-se da média histórica que considera os dados dos últimos 20 anos. Em relação ao ano crítico de 2014, quando foram registrados somente 1.066 mm de chuvas, 2017 foi 33% mais chuvoso. As precipitações apresentaram-se bastante irregulares no período de estiagem em 2017, com os meses de julho e setembro muito mais secos que o esperado e abril, maio e agosto bem mais chuvosos. Com relação a variação espacial das chuvas nas UGRHIs, destacam-se os déficits pluviométricos observados nas regiões litorâneas, sendo de aproximadamente 30% na UGRHI 3 e 10% na UGRHI 7 em relação à média histórica.

O percentual de tratamento de esgotos domésticos no Estado de São Paulo, em 2017, apresentou um aumento de 2% em relação ao ano anterior, atingindo a marca de 64%. Isso representou uma diminuição de 48 t DBO dia⁻¹ lançada nos corpos hídricos do estado. Contribuiu para essa melhora a implantação de novas ETEs nos municípios de Agudos, Alumínio, Ariranha, Artur Nogueira, Barra do Chapéu, Águas de São Pedro, Onda Verde, Pontal, Reginópolis, Ribeira e São Roque. Além desses, também foram concluídas em 2017, ETEs nos distritos de Pirambóia, em Anhembi, Ameliópolis, em Presidente Prudente, e Socimbra, em Nova Canaã Paulista e nos bairros de Engano e Oliveira Barros, em Miracatu e de Rio Bonito e Mina, em Botucatu. Os municípios de Guaratinguetá, Óleo, Santo Antônio de Posse, Ibaté, Leme, José Bonifácio, Mirassolândia, Anhembi, Ourinhos, Campinas e Álvares Florence também tiveram a ampliação dos índices de tratamento em 2017. Ressalta-se ainda em 2017, a conclusão da primeira fase das obras de ampliação da ETE Barueri, uma das maiores da América Latina, por meio do Projeto Tietê, atualmente em sua terceira etapa. A capacidade dessa ETE passou de 9,5 m³/s para 12m³/s, o que corresponde ao tratamento de esgoto de 5,8 milhões de pessoas.

Embora a maioria dos rios no estado tenha apresentado uma qualidade aceitável, o rio Tietê no seu trecho Classe 4, dentro da Região Metropolitana de São Paulo, manteve qualidade Péssima pelo IQA. Tal classificação foi influenciada pela elevada carga orgânica remanescente (612 t DBO dia⁻¹) dessa UGRHI, decorrente principalmente da presença de esgotos domésticos. Em seu exutório, localizado em Pirapora, a bacia do Alto Tietê exporta uma carga estimada em 283 t DBO dia⁻¹.

Considerando que os corpos d'água enquadrados na Classe 4 se destinam a usos menos exigentes, buscou-se avaliar as variáveis relacionadas à proteção da vida aquática nos trechos que vem mantendo a classificação do IQA nas categorias Regular e Boa. A avaliação da ecotoxicidade no ribeirão Vermelho (VEME 04250), e no córrego Piedade (IADE 04500), em São José do Rio Preto, assim como no ribeirão Ponte Alta (PALT 04970), no rio Santo Anastácio (pontos STAN 04400 e STAN 04300), no rio do Carmo (CARM 04400), no rio Monjolinho (MONJ 04400) e no rio Pitangueiras (PITA 04800), não mostrou efeito tóxico adverso à vida aquática. Neste sentido entende-se que os Comitês de Bacia poderiam promover uma discussão sobre a possibilidade de reenquadramento desses rios para classes de qualidade mais exigentes.

As variáveis *Escherichia coli* e Fósforo Total, associadas à presença de esgotos domésticos, contabilizaram 60 e 45%, respectivamente, de desconformidades em relação aos padrões de qualidade da Classe 2, em 2017. Por outro lado, as variáveis DBO, surfactantes e Nitrogênio Amoniacal, que são removidas prioritariamente no tratamento secundário, além do Oxigênio Dissolvido, apresentaram uma diminuição em 2017 ao redor de 4% nas desconformidades em relação aos 5 anos anteriores, indicando uma melhora em função dos investimentos em saneamento.

O enriquecimento orgânico também foi constatado em metade dos 26 pontos avaliados pela rede de sedimentos em 2017. Ressalta-se que a presença de elevadas concentrações de fósforo, associadas à matéria orgânica no sedimento, pode decorrer tanto do lançamento de despejos domésticos, quanto do uso agrícola do solo. Dentro do contexto agrícola, merece atenção o aporte de fósforo decorrente da poluição difusa, que contribui para o processo de eutrofização. Além disso, ressalta-se a presença de agrotóxicos, quantificados principalmente nos seguintes corpos d'água: ribeirão Preto, córrego do Onça, córrego Rico e córrego Sertãozinho nas UGRHIs 4 e 9, aonde predomina o cultivo de cana-de-açúcar, reforçando assim a importância, dentre outros, da recomposição da vegetação ripária para a manutenção da qualidade das águas.

Nos últimos anos, a qualidade das águas de aproximadamente 20% dos corpos d'água monitorados no Estado de São Paulo encontra-se comprometida com relação ao estado trófico. Na Bacia do Alto Tietê destacam-se os reservatórios Billings, rio Grande e Guarapiranga, utilizados para abastecimento público, com estado trófico elevado e, nas UGRHIs 5 e 10, os reservatórios de Salto Grande e Barra Bonita, respectivamente. Para atendimento à legislação, é primordial a continuidade nos investimentos para atingir a universalização do tratamento de esgoto no Estado em nível secundário, em conformidade com as metas progressivas de recuperação de qualidade dos corpos d'água previstas na Resolução Conama nº 357/05. Desta forma, recomenda-se investimentos na ampliação de redes de coleta e tratamento de esgotos, na exportação de esgotos dessas bacias ou em unidades de tratamento de esgotos em nível terciário, com remoção de nutrientes, além da ampliação de ações integradas de prevenção e controle da poluição dos mananciais. Essas medidas são fundamentais para a manutenção da qualidade da água.

O Índice de Abastecimento Público (IAP), que avalia a qualidade da água bruta de mananciais, não mostrou uma tendência definida ao longo dos últimos seis anos, mantendo-se em torno de 80% dos pontos nas categorias Ótima, Boa e Regular. Como verificado em anos anteriores, os resultados de 2017 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, principalmente em reservatórios.

Ainda em relação a qualidade dos mananciais superficiais, avaliou-se a presença dos protozoários *Giardia* spp. e *Cryptosporidium* spp., em 15 pontos de captação, onde as médias geométricas anuais de *Escherichia coli* foram superiores ou iguais a 1.000 UFC.100 mL⁻¹, nos dois anos anteriores. Embora em 2017 a água bruta captada pela ETA do Baixo Cotia (Rio Cotia) na média tenha atendido ao critério estabelecido para *Cryptosporidium* spp, foram observadas elevadas concentrações de *Giardia* spp neste ponto, assim como nas captações de Campo Limpo Paulista (Rio Jundiá), Cajamar (Ribeirão dos Cristais) e Aparecida (Rio Paraíba do Sul). Em função desses resultados a CETESB, vem avaliando ações no que se refere ao licenciamento ambiental e subsidiando o Centro de Vigilância Sanitária, no âmbito do Comitê Permanente para Gestão Integrada da Qualidade de Água destinada ao Consumo Humano no Estado de São Paulo, para que sejam adotadas as providências necessárias.

O Sistema de Abastecimento do Cantareira foi o mais atingido pela escassez hídrica dos anos 2013/2014 e, desde então, tem apresentado uma recuperação de seus níveis. Em 2017, os dados do IQA do monitoramento indicaram, na maioria dos pontos, qualidade variando entre Boa e Ótima. Os reservatórios apresentaram predominantemente condição mesotrófica, embora com períodos de altas densidades de cianobactérias, com a presença de gêneros potencialmente produtores de cianotoxina, o que resultou na aplicação de algicidas no reservatório Atibainha em 2017, como medida paliativa, o que reforça a necessidade que sejam tomadas medidas corretivas, pelas prefeituras e concessionárias, como ações de saneamento, para minimizar a ocorrência de florações. 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 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 em 2017, que leva em consideração a influência das variáveis químicas e ecotoxicológicas na qualidade dos ambientes para os organismos aquáticos, manteve a mesma classificação de 2016, com 80% dos pontos classificados nas categorias Ótima, Boa e Regular. As principais variáveis que influenciaram negativamente o IVA foram o grau de trofia, seguido das baixas concentrações de Oxigênio Dissolvido e dos efeitos tóxicos, que juntos representaram 88% dos fatores que resultaram em classificações Ruim e Péssima para o IVA.

As UGRHs 5, 6, 7, 10 e 12, apresentaram pontos com classificação super e hipereutrófico, resultantes tanto de intensa urbanização, como de lançamentos industriais e de fontes difusas da atividade agrícola.

No tocante aos metais tóxicos, que estão associados com o lançamento de efluentes industriais, destaca-se a baixa porcentagem (inferior ou igual a 4%) de valores em desacordo com os padrões de qualidade de água da Classe 2. As concentrações mais elevadas ocorreram principalmente nas UGRHIs mais urbanizadas - 5 (Piracicaba/Capivari/Jundiaí) e 6 (Alto Tietê), notadamente o Cobre Dissolvido, que é utilizado como algicida em alguns mananciais. Já os resultados para os sedimentos evidenciaram, em alguns locais, elevadas concentrações de Cr, Cu, Hg, Ni e Zn, além de Dioxinas e Furanos e HPAs, destacando-se as concentrações de Ni no rio Atibainha, pela primeira vez, e de mercúrio, principalmente nos reservatórios Taiaçupeba e rio Grande. É importante salientar que, no caso do rio Grande, o Hg nos sedimentos é monitorado desde 2002 e está relacionado a presença de contaminação oriunda de atividade industrial pretérita no trecho de montante do rio formador. No caso do Ni no rio Atibainha, a CETESB deverá prosseguir nas avaliações a fim de se determinar a sua origem.

O Índice da Comunidade Fitoplanctônica-ICF, avaliado em 64 pontos e associado à eutrofização, apresentou 63% de pontos 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.

Em quatro dos quatorze pontos onde foram realizadas as análises que compõem a tríade de qualidade do sedimento, foram observados efeitos em ensaios ecotoxicológicos e comunidade bentônica com qualidade Ruim, indicando risco potencial de efeito à biota aquática pela presença de contaminantes biodisponíveis.

Dentro das amostragens e análises realizadas no monitoramento de 2017 os seguintes organismos exóticos invasores foram observados nos corpos d'água: os moluscos bivalves *Limnoperna fortunei* (mexilhão-dourado) e *Corbicula fluminea*; e gastrópoda *Melanoides tuberculatus*, e a alga fitoplanctônica *Ceratium*. Embora esses organismos já tenham sido observados pela CETESB em anos anteriores, em várias localidades, pela primeira vez foi registrada a ocorrência de mexilhão-dourado na Bacia do rio Pardo (UGRHI 4).

Em 2017, verificou-se o menor número de registros de mortandades de peixes no Estado de São Paulo, desde 2011. Dentre todas as UGRHIs, as bacias dos rios Piracicaba-Jundiaí- Capivari – PCJ (UGRHI 5), Mogi-Guaçu (UGRHI 9), Tietê-Jacaré (UGRHI 13) concentraram cerca de 40% das ocorrências registradas. No entanto, a UGRHI 5 (PCJ) tem apresentado tendência de melhora, assim como as UGRHIs 4 (Pardo) e 17 (Médio Paranapanema). A falta de oxigênio dissolvido na água continua sendo a principal causa dessas ocorrências, embora a contaminação dos corpos d'água, por substâncias tóxicas ou por esgotos, em decorrência de acidentes e vazamentos, também seja causa frequente de mortandades de peixes.

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.
- ALVES, R.G.; MARCHESE, M.R.; ESCARPINATI, S.C. Oligochaeta (Annelida, Clitellata) in lotic environments in the state of São Paulo, Brazil. *Iheringia* (sér. zool.), vol. 96, n.4, p. 431-435, 2006.
- 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&valorA-no=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. Ministério da Saúde. Portaria de Consolidação nº 5, de 28 de Setembro de 2017. Consolidação das normas sobre as ações e os serviços de saúde do Sistema Único de Saúde. Publicação DOU no. 190, de 03 de outubro de 2017. Disponível em: http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2017/prc0005_03_10_2017.html. Acesso em: abr 2018.

BRIGAGÃO, C. **Dicionário de ecologia**. Rio de Janeiro: TopBooks, 1992. 340 p.

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.

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/publicacoes-e-Relatorios/1-Publicacoes/-Relatorios>>. 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_techrptfctsht_e.pdf>. Acesso em: abr. 2014.

CETESB (São Paulo). **Alguns aspectos da recuperação da qualidade das águas do Reservatório Billings na vigência do Artigo 46**. São Paulo, 1995.

_____. **Avaliação do complexo Billings: comunidades aquáticas, água e sedimento (out/92 a out/93)**. São Paulo, 1996. 146 p.

_____. **Avaliação ecotoxicológica do Reservatório do Guarapiranga, com ênfase ao problema de algas tóxicas e algicidas**. São Paulo, 1995. 115 p.

_____. **Comunidade planctônica e Clorofila - A do complexo Billings: (out/92 a out/93)**. São Paulo, 1996. 2 v. 61 p.

_____. **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.

- _____. **Dicionário de termos técnicos de saneamento ambiental**: português-ínglês. São Paulo, 1985. 389 p.
- _____. **Eutrofização e contaminação por metais no Reservatório do Guarapiranga**: dados preliminares. São Paulo, 1992. 131 p.
- _____. **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.
- _____. **L5.213**: Determinação do número mais provável de clostrídios sulfito redutores (*Clostridium perfringens*): Método de ensaio. Norma CETESB. 1993. 28p.
- _____. **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.
- _____. **L5.241**: 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.
- _____. **L5.303**: 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.
- _____. **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.
- _____. **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.
- _____. **Levantamento da contaminação ambiental do Sistema Estuarino de Santos e São Vicente**. São Paulo, 2001.
- _____. **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.
- _____. **Operação Bertioga**. São Paulo, 1984.
- _____. **Qualidade ambiental do rio Ribeira de Iguape com relação à presença de metais pesados e arsênio**. São Paulo, 2000. 70 p.

_____. **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 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.

_____. **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.

_____. **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.

_____. **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.

_____. **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.

_____. **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.

_____. **SQ PR/LB 018:** teste de toxicidade aguda com *Vibrio fischeri* - Microtox®. Versão 14. São Paulo, 2013. 13 p.

_____. **SQ PR/LB 085:** ensaio ecotoxicológico com *Hyalella azteca* - sedimento. Versão 18. São Paulo, 2017. 7 p.

_____. **SQ PR/LB 088:** ensaio ecotoxicológico com *Ceriodaphnia dubia* - águas superficiais. Versão 17. São Paulo, 2017. 8 p.

_____. **SQ PR/LB 153:** ensaio ecotoxicológico com *Chironomus sancti-caroli* – sedimento. Versão 12. São Paulo, 2017. 7 p.

_____. **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.

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.

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.

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.

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.ipepesquisas.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.

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.

LILIAMTIS, 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.

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. **Mutation Research**, 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. 465p.

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.; MARTINS, J. C. G.; GARCIA, A. N.; CONSERVA, G. A. A., COSTA-NEVES, A., SANT'ANNA, C. L., CARVALHO, L. R. Analysis of the Toxicity and Histopathology Induced by the Oral Administration of *Pseudanabaena galeata* and *Geitlerinema splendidum* (Cyanobacteria) Extracts to Mice. **Marine Drugs**, v. 12, p. 508-524, 2014.

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.

_____. **Decreto Estadual nº 10.755, de 22 de novembro de 1977**. Disponível em: <<https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/decreto/1977/decreto-10755-22.11.1977.html>> Acesso em 22/2/2018

_____. 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.

TUCCI, C. E. M. (Org.). **Hidrologia:** ciência e aplicação. 3. ed. Porto Alegre: UFRGS: ABRH, 2004.

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**. 2.nd. 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.

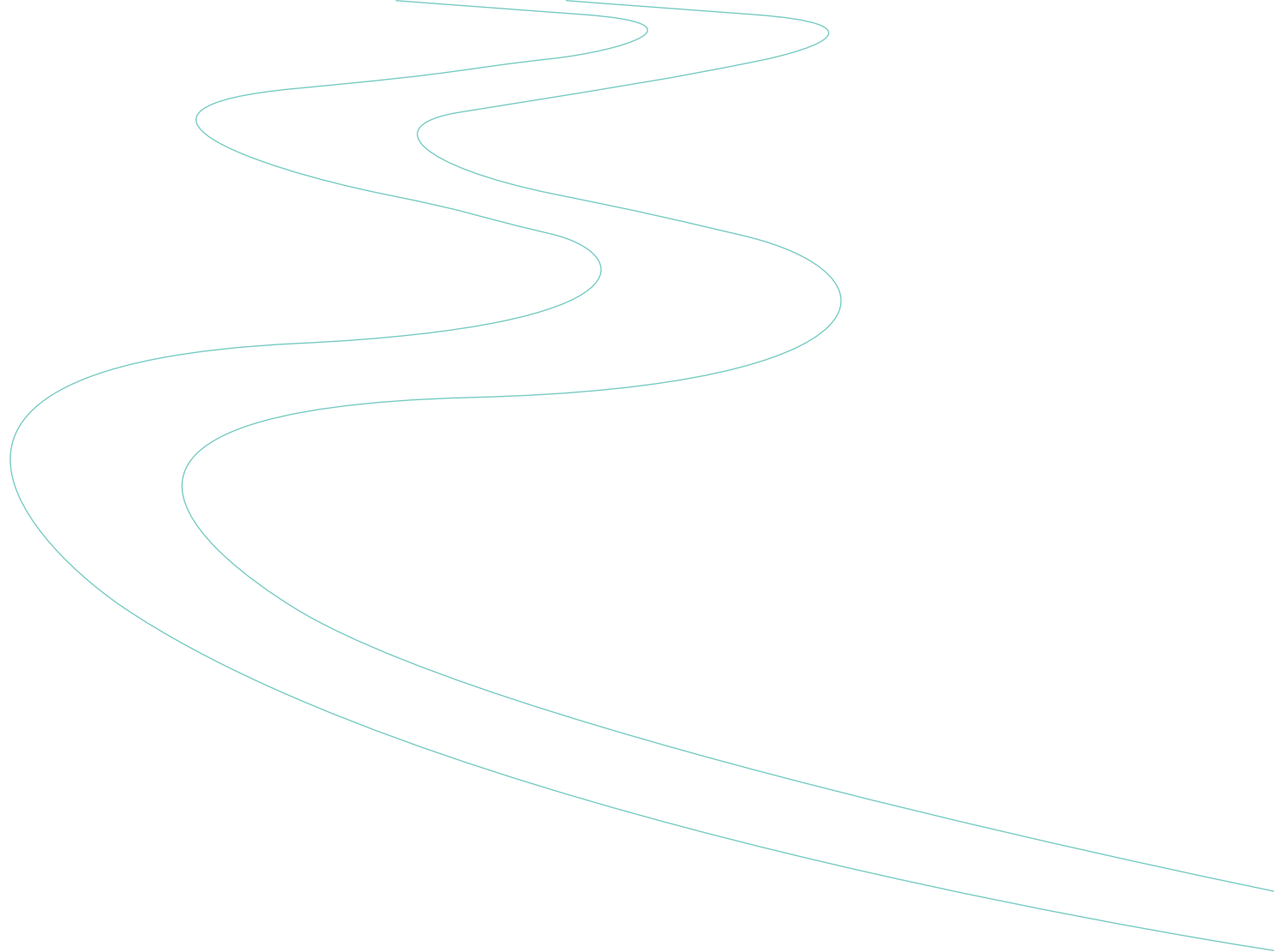
_____. **Chemical hazards in drinking-water**. Geneva, c2014. Disponível em: <http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/chemicals/en/>. Acesso em: abr. 2014

_____. **Microbial Aspects**. In: Guidelines for Drinking water. 3rd Edition. Vol. 1. Recommendations. p. 121-144. 2011.

_____. **Aquatic Life Benchmarks and Ecological Risk Assessments for Registered Pesticides**. Office of Pesticide Programs. Disponível em: <https://www.epa.gov/pesticide-science-and-assessing-pesticide-risks/aquatic-life-benchmarks-and-ecological-risk>. Acesso em: abr 2018

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



CETESB



Sistema Ambiental Paulista



GOVERNO DO ESTADO
DE SÃO PAULO

ISBN 978-85-9467-062-5