



SÉRIE RELATÓRIOS

QUALIDADE DAS ÁGUAS INTERIORES NO ESTADO DE SÃO PAULO

2 0 1 8

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

QUALIDADE DAS ÁGUAS INTERIORES NO ESTADO DE SÃO PAULO

SÉRIE RELATÓRIOS

2 0 1 8

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

São Paulo
2019

Dados Internacionais de Catalogação

(CETESB – Biblioteca, SP, Brasil)

C418q CETESB (São Paulo)
Qualidade das águas interiores no estado de São Paulo 2018 [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 Luiz Antônio Medeiros ... [et al.]. – São Paulo : CETESB, 2019.
1 arquivo de texto (284 p.) : il. color., PDF ; 38 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: <<https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/publicacoes-e-relatorios/>>
ISBN 978-85-9467-090-8

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

CDD (21.ed. Esp.) 363.739 463 169 081 61
CDU (2.ed. Port.) 502.175 (282:815.6)

Catalogação na fonte: Margot Terada - CRB 8.4422

Direitos reservados de distribuição e comercialização.
Permitida a reprodução desde que citada a fonte.

© CETESB 2019.
Av. Prof. Frederico Hermann Jr., 345
Pinheiros – SP – Brasil – CEP 05459900



**GOVERNO DO ESTADO
DE SÃO PAULO**

Governador João Dória

SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA E MEIO AMBIENTE

Secretário Marcos Penido

CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo

Diretora-Presidente Patrícia Iglecias

Diretor de Gestão Corporativa Clayton Paganotto

Diretor de Engenharia e Qualidade Ambiental Carlos Roberto dos Santos

Diretora de Controle e Licenciamento Ambiental Zuleica Maria de Lisboa Perez

Diretor de Avaliação de Impacto Ambiental Domenico Tremaroli

São Paulo
2019

FICHA TÉCNICA

Diretoria de Engenharia e Qualidade Ambiental

Eng. Carlos Roberto dos Santos
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
Biol. Marta Condé Lamparelli
Gerente da Divisão de Análises Hidrobiológicas
Biol. 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. Luiz Antonio Medeiros

Setor de Águas Interiores
Biol. Cláudio Roberto Palombo
Eng. Quím. Uladyr Ormindo Nayme

Setor de Programas e Ações Institucionais
Téc. Adm. João Bosco Ferraz

Departamento de Análises Ambientais
Farm. Bioq. Maria Inês Zanoli Sato

Setor de Comunidades Aquáticas
Biol. Maria do Carmo Carvalho
Biol. Guiomar Johnscher Fornasaro
Biol. Adriana C. C. Ribeiro de Deus
Biol. Ana Maria Brockelmann
Biol. Denise Amazonas Pires
Biol. Helena Mitiko Watanabe
Biol. Hélio Rubens Victorino Imbimbo
Biol. Luciana Haipek Mosolino Lerche
Biol. Mônica Luisa Kuhlmann

Setor de Ecotoxicologia Aquática

Biol. William Viveiros
Farm. Bioq. Rosalina Pereira de Almeida Araújo
Biol. Lucy Lina Ogura
Biol. Márcia Aparecida Aragão
Biol. Sandra Valéria Buratini

Setor de Análises Toxicológicas

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

Setor de Toxicologia e Genotoxicidade

Biol. Deborah Arnsdorff Roubicek
Biol. Flávia Mazzini Bertoni
Biom. Célia Maria Rech
Biol. Celso Fumio Suzuki
Biol. Cynthia Muniz Soares
Eng. Quím. Márcia Sayuri Ohba

Divisão de Microbiologia e Parasitologia

Biol. Mikaela Renata Funada Barbosa
Farm. Bioq. Solange Rodrigues Ramos
Farm. Bioq. Ana Tereza Galvani

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

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

Contribuições

CIIAGRO – 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
INMET – Instituto Nacional de Meteorologia
SABESP – Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo

Projeto Gráfico

Vera Severo

Editores/Diagramação

Phábrica de Produções

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

Nos últimos anos o Brasil presenciou atônito, dois desastres ambientais de grande envergadura, com graves consequências ao meio ambiente e à população. Além de danos irreparáveis à vida humana, a recuperação ambiental dessas áreas envolverá um longo período de tempo e recursos vultosos. Esses fatos reforçam a importância em se buscar o desenvolvimento sustentável, que tem como um dos pilares a questão ambiental, além da econômica e da social. Não por poucas vezes se torna clara a importância do monitoramento das diferentes atividades como forma de prevenir, quando não mesmo eliminar, a ocorrência de desastres ambientais.

Embora essa busca envolva responsabilidades e ações que são compartilhadas entre as diversas esferas do poder e da sociedade, a CETESB tem um papel importante na complexa tarefa de realizar a gestão de qualidade ambiental do Estado de São Paulo, buscando conciliar a sustentabilidade com as pressões oriundas da expansão urbana e do desenvolvimento econômico.

Nesse sentido, o monitoramento ambiental permite um diagnóstico amplo, identificando vulnerabilidades e áreas prioritárias de atuação. Dessa forma, norteia e subsidia o desenvolvimento dos programas e ações de controle, incluindo o licenciamento ambiental.

Para tanto, a CETESB possui e opera, há várias décadas, diversas redes de monitoramento ambiental visando avaliar a qualidade do ar, das águas superficiais e subterrâneas, assim como das praias e águas costeiras.

O comprometimento e a excelência das equipes multidisciplinares da CETESB envolvidas nas atividades de planejamento das redes, coleta, análise, monitoramento e interpretação dos dados de qualidade ambiental são reconhecidos pela coletividade e contribuem para a grande credibilidade das informações geradas.

Com objetivo de prestar conta do trabalho desenvolvido e de apresentar à sociedade, de forma transparente, os resultados desse 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 e o Relatório de Qualidade das Águas Subterrâneas, que é publicado a cada três anos. Sintetizam os resultados apresentando dados medidos, comparação com valores legais, desconformidades, evolução do comportamento dos poluentes, tendências históricas dos indicadores de qualidade ambiental, entre outros.

Todo este trabalho e esforço colocam a CETESB em destaque como uma agência ambiental de referência, estando em consonância com sua própria missão na busca da melhoria contínua da qualidade do meio ambiente no Estado de São Paulo.

Boa leitura!

Patrícia Iglecias

Diretora-Presidente da CETESB

Listas

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.1 – Redes de monitoramento de água doce – 2018	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 2018	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 2018.....	43
Tabela 3.4 – Percentual de Tempo de operação com geração/transmissão de dados 2018.....	46
Tabela 3.5 – Descrição dos pontos de amostragem das redes de monitoramento – 2018	47
Tabela 3.6 – Resumo de pontos monitorados por UGRHI, tipo de projeto e densidade da rede em 2018	70
Tabela 3.7 – Composição da Matriz de análise dos fatores da Análise Multi-critério.....	71
Tabela 3.8 – Dados originais para geração do Índice de Abrangência Espacial do Monitoramento 2008 e 2018	72
Tabela 3.9 – Classes do Índice de Abrangência Espacial do Monitoramento (IAEM).....	74
Tabela 4.1 – Porcentagem da população atendida pela coleta e pelo tratamento de esgotos e ICTEM nas áreas urbanas das 22 UGRHIs - 2018.	88
Tabela 5.1 – Índice de Balneabilidade.....	129
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 2018.	134
Tabela 6.3 – Descrição dos pontos de Classes Especial, 2 e 3 que apresentaram Toxicidade Aguda para o <i>Vibrio fischeri</i>	142
Tabela 6.4 – Evolução da classificação segundo o ICZRES médio anual entre 2013 e 2018	152
Tabela 8.1 – Avaliação dos sedimentos.	261
Tabela 8.2 – Quantidade de pontos com elementos e substâncias acima dos critérios de TEL e PEL e os considerados de origem antrópica.....	268
Tabela 9.1 – Número de registros de reclamações de mortandade de peixes por UGRHIs, no estado de São Paulo em 2018.	274

LISTA DE QUADROS

Quadro 6.1. – Relação dos locais de amostragem da comunidade bentônica em 2018.....	153
Quadro 6.2. – Qualidade ecológica dos corpo-d'água medida pelo ICB com relação ao seu enquadramento.	160
Quadro 6.3 – Avaliação integrada das comunidades biológicas. Inserir Quadro (A3 – paisagem).....	163
Quadro 9.1 – Tendência estatística de melhora ou piora em relação ao número de registros de mortandades de peixes apresentada pelas UGRHIs no período de 2013 a 2018	276
Quadro 9.2 – Atendimento de ocorrências de mortandade de peixes, realizados em 2018 pela CETESB (continua).....	277

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 anual no Estado de São Paulo em 2018.....	29
Gráfico 2.2 – Chuvas nas UGRHs em 2018 em relação à média histórica do Estado de São Paulo.....	30
Gráfico 3.1 – Distribuição dos pontos de amostragem por tipo de monitoramento 2018.....	69
Gráfico 4.1 – Evolução do tratamento de esgotos domésticos no Estado de São Paulo – 2013 a 2018.....	86
Gráfico 4.2 – Evolução da carga remanescente no Estado de São Paulo – 2013 a 2018.....	87
Gráfico 4.3 – Carga remanescente de DBO por UGRHI – 2018.....	90
Gráfico 4.4 – Porcentagens de resultados não-conformes na Rede Básica com relação aos padrões estabelecidos para a Classe 2, em 2018 e no período de 2013 a 2017.....	93
Gráfico 4.5 – Porcentagem de não conformidade de <i>Escherichia coli</i> por UGRHI e no estado em 2018.....	95
Gráfico 4.6 – Porcentagem de não conformidade dos metais Ferro Dissolvido, Alumínio Dissolvido e Manganês Total por UGRHI e no estado em 2018.....	96
Gráfico 4.7 – Porcentagem de não conformidade de Fósforo Total por UGRHI e no estado em 2018.....	97
Gráfico 4.8 – Porcentagem de não conformidade de Oxigênio Dissolvido por UGRHI e no estado em 2018.....	98
Gráfico 4.9 – Porcentagem de não conformidade de DBO _(5,20) por UGRHI e no estado em 2018.....	99
Gráfico 4.10 – Porcentagem de não conformidade de Nitrogênio Amoniacal por UGRHI e no estado em 2018.....	100
Gráfico 5.1 – Distribuição percentual das categorias do IQA por UGRHI em 2018.....	104
Gráfico 5.2 – Evolução da Distribuição do IQA, no período de 2013 a 2018.....	108
Gráfico 5.3 – Influência das variáveis no resultado do IAP em 2018.....	111
Gráfico 5.4 – Evolução da Distribuição do IAP, no período de 2013 a 2018.....	112
Gráfico 5.5 – Distribuição percentual das categorias do IVA por UGRHI em 2018.....	114
Gráfico 5.6 – Influência das variáveis no resultado do IVA em 2018.....	117
Gráfico 5.7 – Distribuição percentual do IET por UGRHI em 2018.....	118
Gráfico 5.8 – Distribuição percentual de efeito tóxico observado por UGRHI em 2018.....	121
Gráfico 5.9	122
Gráfico 5.10 – Evolução da Distribuição do IVA, no período de 2013 a 2018.....	125
Gráfico 5.11 – Evolução da Distribuição do IET, no período de 2013 a 2018.....	125
Gráfico 5.12 – Porcentagem de ocorrência de efeitos tóxicos, no período de 2013 a 2018.....	126
Gráfico 5.13 – Evolução da distribuição dos níveis de Oxigênio Dissolvido no período de 2013 a 2018.....	127
Gráfico 6.1 – 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 2018.....	135
Gráfico 6.2 – Concentrações médias de cistos de <i>Giardia</i> spp. em pontos de captação em amostragens realizadas no ano de 2018, e no período 2014 a 2017.....	136
Gráfico 6.3 – Concentrações médias de oocistos de <i>Cryptosporidium</i> spp. em pontos de captação em amostragens realizadas no ano de 2018, e no período 2014 a 2017.....	137
Gráfico 6.4. – Ranking dos mananciais considerando os resultados do monitoramento de <i>Giardia</i> spp., <i>Cryptosporidium</i> spp. e <i>E. coli</i> no período de 2014 a 2018. (MGL = Modelo Linear Geral).	138
Gráfico 6.5 – Porcentagem dos resultados de Toxicidade Aguda com <i>Vibrio fischeri</i> nas amostras de água, por UGRHI, distribuídos em cada categoria.....	141
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.....	144
Gráfico 6.7 – Porcentagem dos resultados de Toxicidade aguda com <i>Vibrio fischeri</i> nos pontos coincidentes nos anos de 2013 a 2018.....	144
Gráfico 6.8 – Evolução da classificação segundo o ICF médio anual dos 42 pontos analisados entre 2013 e 2018.....	151
Gráfico 6.9 – Densidade média anual e distribuição dos grupos da comunidade zooplancônica dos reservatórios Jaguari (JARI 00800), Jacarei (JCRE 00500), Atibaia (RAIN 00880), Juqueri (JQUJ 00900), Billings (BILL 02100 e BITQ 00100), Guarapiranga (GUAR 00100 e GUAR 00900), e Barra Bonita (TIBB 02700) em 2018.....	152
Gráfico 6.10 – Atividade estrogênica média nos locais avaliados em 2018.....	165
Gráfico 7.1 – Perfil do IQA ao longo do rio Paraíba do Sul em 2018 e nos últimos 5 anos.....	168
Gráfico 7.2 – Perfil do IVA ao longo do rio Paraíba do Sul em 2018 e nos últimos 5 anos.....	169
Gráfico 7.3 – Perfil do IQA ao longo do rio Jaguari – UGRHI 02 em 2018 e nos últimos 5 anos.....	169
Gráfico 7.4 – Perfil do IVA ao longo do rio Jaguari – UGRHI 02 em 2018 e nos últimos 5 anos.....	170
Gráfico 7.5 – Perfil do IQA ao longo dos cursos de água do Litoral Norte em 2018 e nos últimos 5 anos.....	173
Gráfico 7.6 – Perfil do IQA ao longo do rio Pardo – UGRHs 04 e 12 em 2018 e nos últimos 5 anos.....	174
Gráfico 7.7 – Perfil do IVA ao longo do rio Pardo – UGRHs 04 e 12 em 2018 e nos últimos 5 anos.....	174
Gráfico 7.8 – Perfil do IQA ao longo do rio Atibaia em 2018 e nos últimos 5 anos.....	175
Gráfico 7.9 – Perfil do IVA ao longo do rio Atibaia em 2018 e nos últimos 5 anos.....	176

Gráfico 7.10 – Carga de DBO em 2018 no ponto ATIB02300.	176
Gráfico 7.11 – Carga de Fósforo em 2018 no ponto ATIB02300.	177
Gráfico 7.12 – Perfil do IQA ao longo do rio Jaguari em 2018 e nos últimos 5 anos.	178
Gráfico 7.13 – Perfil do IVA ao longo do rio Jaguari em 2018 e nos últimos 5 anos.	178
Gráfico 7.14 – Vazões e Carga de DBO em 2018, no Ponto JAGR 02800.	179
Gráfico 7.15 – Vazões e carga de Fósforo em 2018, no Ponto JAGR 02800.	179
Gráfico 7.16 – Perfil do IQA ao longo do rio Piracicaba em 2018 e nos últimos 5 anos.	180
Gráfico 7.17 – Perfil do IVA ao longo do rio Piracicaba em 2018 e nos últimos 5 anos.	181
Gráfico 7.18 – Vazões e carga de DBO em 2018 no ponto PCAB02800.	181
Gráfico 7.19 – Vazões e carga de Fósforo em 2018 no ponto PCAB02800.	182
Gráfico 7.20 – Perfil do IQA ao longo do rio Capivari em 2018 e nos últimos 5 anos.	184
Gráfico 7.21 – Perfil do IVA ao longo do rio Capivari em 2018 e nos últimos 5 anos.	184
Gráfico 7.22 – Perfil do IQA ao longo do rio Jundiaí – UGRHI 05 em 2018 e nos últimos 5 anos.	185
Gráfico 7.23 – Perfil do IVA ao longo do rio Jundiaí – UGRHI 05 em 2018 e nos últimos 5 anos.	185
Gráfico 7.24 – Evolução do volume do Sistema Equivalente ao longo de 2018.	186
Gráfico 7.25 – Perfil do IQA nos reservatórios do Sistema Cantareira em 2018 e nos últimos 5 anos.	187
Gráfico 7.26 – Perfil do IAP nos reservatórios do Sistema Cantareira em 2018 e nos últimos 5 anos.	187
Gráfico 7.27 – Perfil do IVA nos reservatórios do Sistema Cantareira em 2018 e nos últimos 5 anos.	188
Gráfico 7.28 – Média Anual de Clorofila <i>a</i> e Fósforo Total no reservatório Jaguari – 2013 a 2018.	189
Gráfico 7.29 – Concentrações de Clorofila <i>a</i> e Fósforo Total (PT) no reservatório Jaguari – 2018.	190
Gráfico 7.30 – Concentrações de Clorofila <i>a</i> e Fósforo Total (PT) no reservatório Jacareí 2018.	191
Gráfico 7.31 – Média Anual de Clorofila <i>a</i> e Fósforo Total (PT) no reservatório Jacareí - 2014 a 2018.	192
Gráfico 7.32 – Concentrações de Clorofila <i>a</i> e Fósforo Total (PT) no reservatório Cachoeira – 2018.	193
Gráfico 7.33 – Média Anual de Clorofila <i>a</i> e Fósforo Total (PT) no reservatório Cachoeira - 2014 a 2018.	194
Gráfico 7.34 – Concentrações mensais de Clorofila <i>a</i> e Fósforo Total (PT) no reservatório Atibainha - 2018.	196
Gráfico 7.35 – Média Anual de Clorofila <i>a</i> e Fósforo Total (PT) no reservatório Atibainha - 2014 a 2018.	197
Gráfico 7.36 – Média Anual de Clorofila <i>a</i> e Fósforo Total no reservatório Juqueri – 2013 a 2018.	198
Gráfico 7.37 – Concentrações mensais de Clorofila <i>a</i> e Fósforo Total no reservatório Juqueri em 2018.	199
Gráfico 7.38 – Concentrações de Clorofila <i>a</i> e Fósforo Total (PT) no reservatório Águas Claras – 2018.	202
Gráfico 7.39 – Perfil do IQA ao longo do rio Tietê em 2018 e nos últimos 5 anos.	204
Gráfico 7.40 – Perfil do IVA ao longo do rio Tietê em 2018 e nos últimos 5 anos.	204
Gráfico 7.41 – Vazões e carga de DBO em 2018, no Ponto TIPI 04900.	207
Gráfico 7.42 – Vazões e carga de Fósforo em 2018, no Ponto TIPI 04900.	207
Gráfico 7.43 – Vazões médias de descarga e cargas de DBO e Carbono Orgânico Total, no ponto TIPI 04900.	208
Gráfico 7.44 – Perfil de COT nos Afluentes do rio Tietê em 2018 e nos últimos 5 anos.	208
Gráfico 7.45 – Perfil do IQA ao longo do rio Tamanduatei em 2018 e nos últimos 5 anos.	211
Gráfico 7.46 – Perfil do IQA ao longo do rio Pinheiros em 2018 e nos últimos 5 anos.	212
Gráfico 7.47 – Médias anuais de DBO e Carbono Orgânico Total no ponto PINH 04900.	214
Gráfico 7.48 – Perfil de COT nos afluentes do rio Pinheiros em 2018 e nos últimos 5 anos.	214
Gráfico 7.49 – Perfil do IQA – reservatório Billings em 2018 e nos últimos 5 anos.	215
Gráfico 7.50 – Perfil do IAP reservatório Billings em 2018 e nos últimos 5 anos.	216
Gráfico 7.51 – Perfil do IVA reservatório Billings em 2018 e nos últimos 5 anos.	217
Gráfico 7.52 – Média anual de Clorofila <i>a</i> e Fósforo Total (PT) no reservatório Billings (BILL02100 e BITQ00100) de 2006 a 2018.	217
Gráfico 7.53 – Tempo de residência (dias) do reservatório Billings em 2018.	219
Gráfico 7.54 – Concentrações de Clorofila <i>a</i> e Fósforo Total (PT) no reservatório Billings (BIRP00500) – 2018.	221
Gráfico 7.55 – Perfil do IQA no reservatório Guarapiranga em 2018 e nos últimos 5 anos.	224
Gráfico 7.56 – Média Anual do IAP no ponto GUAR 00900 – reservatório Guarapiranga.	224
Gráfico 7.57 – Perfil do IVA no reservatório Guarapiranga em 2018 e nos últimos 5 anos.	225
Gráfico 7.58 – Média anual de Clorofila <i>a</i> e Fósforo Total (PT) no reservatório Guarapiranga de 2013 a 2018.	225
Gráfico 7.59 – Tempo de residência médio mensal e anual em dias do reservatório Guarapiranga. 2018.	227
Gráfico 7.60 – Perfil do IQA no reservatório rio Grande em 2018 e nos últimos 5 anos.	230

Gráfico 7.61 – Perfil do IAP no reservatório rio Grande em 2018 e nos últimos 5 anos.	230
Gráfico 7.62 – Perfil do IVA no reservatório rio Grande em 2018 e nos últimos 5 anos.	231
Gráfico 7.63 – Concentrações de Clorofila <i>a</i> e Fósforo Total (PT) no reservatório rio Grande (RGDE02030) – 2018.	232
Gráfico 7.64 – Concentrações de Clorofila <i>a</i> e Fósforo Total (PT) no reservatório rio Grande (RGDE02200) – 2018.	233
Gráfico 7.65 – Concentrações de Clorofila <i>a</i> e Fósforo Total (PT) no reservatório rio Grande (RGDE02900) de 2013 a 2018.	235
Gráfico 7.66 – Tempo de residência (dias) do reservatório rio Grande, 2018.	236
Gráfico 7.67 – Perfil do IQA no Sistema Alto Tietê e rios afluentes em 2018 e nos últimos 5 anos.	238
Gráfico 7.68 – Perfil do IAP no Sistema Alto Tietê e rios afluentes e efluentes em 2018 e nos últimos 5 anos.	238
Gráfico 7.69 – Perfil do IVA no Sistema Alto Tietê e rios afluentes e efluentes em 2018 e nos últimos 5 anos.	239
Gráfico 7.70 – Média Anual de Clorofila <i>a</i> e Fósforo Total (PT) no reservatório Jundiá – 2013 a 2018.	240
Gráfico 7.71 – Média Anual de Clorofila <i>a</i> e Fósforo Total (PT) no reservatório Taiaçupeba – 2013 a 2018.	241
Gráfico 7.72 – Perfil do IQA no rio Sapucaí – UGRHI 08 em 2018 e nos últimos 5 anos.	244
Gráfico 7.73 – Perfil do IVA no rio Sapucaí – UGRHI 08 em 2018 e nos últimos 5 anos.	244
Gráfico 7.74 – Perfil do IQA no ribeirão dos Bagres – UGRHI 08 em 2018 e nos últimos 5 anos.	245
Gráfico 7.75 – Perfil do IVA no ribeirão dos Bagres – UGRHI 08 em 2018 e nos últimos 5 anos.	245
Gráfico 7.76 – Perfil do IQA no rio Mogi-Guaçu em 2018 e nos últimos 5 anos.	246
Gráfico 7.77 – Perfil do IVA no rio Mogi-Guaçu em 2017 e nos últimos 5 anos.	247
Gráfico 7.78 – Perfil do IQA no rio Sorocaba em 2018 e nos últimos 5 anos.	247
Gráfico 7.79 – Perfil do IVA no rio Sorocaba em 2018 e nos últimos 5 anos.	248
Gráfico 7.80 – Classificação do IAP no reservatório de Itupararanga entre 2013 e 2018.	249
Gráfico 7.81 – Média anual de Clorofila <i>a</i> e Fósforo Total (PT) no reservatório Itupararanga de 2013 a 2018.	249
Gráfico 7.82 – Perfil do IQA nos rios Ribeira e Ribeira de Iguape em 2018 e nos últimos 5 anos.	252
Gráfico 7.83 – Perfil do IVA nos rios Ribeira e Ribeira de Iguape em 2018 e nos últimos 5 anos.	252
Gráfico 7.84 – Perfil do IQA no rio Batalha em 2018 e nos últimos 5 anos.	253
Gráfico 7.85 – Perfil do IVA no rio Batalha em 2018 e nos últimos 5 anos.	253
Gráfico 7.86 – Perfil do IQA no rio São José dos Dourados em 2018 e nos últimos 5 anos.	254
Gráfico 7.87 – Perfil do IVA no rio São José dos Dourados em 2018 e nos últimos 5 anos.	255
Gráfico 7.88 – Perfil do IQA no rio Aguapeí em 2018 e nos últimos 5 anos.	255
Gráfico 7.89 – Perfil do IVA no rio Aguapeí em 2018 e nos últimos 5 anos.	256
Gráfico 7.90 – Perfil do IQA no rio do Peixe em 2018 e nos últimos 5 anos.	256
Gráfico 7.91 – Perfil do IVA no rio do Peixe em 2018 e nos últimos 5 anos.	257
Gráfico 7.92 – Perfil do IQA no rio Grande em 2018 e nos últimos 5 anos.	257
Gráfico 7.93 – Perfil do IVA no rio Grande em 2018 e nos últimos 5 anos.	258
Gráfico 7.94 – Perfil do IQA no rio Paraná em 2018 e nos últimos 5 anos.	258
Gráfico 7.95 – Perfil do IVA no rio Paraná em 2018 e nos últimos 5 anos.	259
Gráfico 7.96 – Perfil do IQA no rio Paranapanema em 2018 e nos últimos 5 anos.	259
Gráfico 7.97 – Perfil do IVA no rio Paranapanema em 2018 e nos últimos 5 anos.	260
Gráfico 9.1 – Evolução dos registros de Mortandades de Peixes de 2005 a 2018 no estado de São Paulo.	274
Gráfico 9.2 – Comparação entre as UGRHIs que apresentaram as maiores participações relativas (%) ao total de ocorrências de Mortandades de Peixes de 2013 a 2018.	275
Gráfico 9.3 – Proporção entre as principais causas das ocorrências de mortandade de peixes atendidas pela CETESB no período de 2014 a 2018.	280
Gráfico 9.4 – Detalhamento das causas das mortandades de peixes no estado de São Paulo em 2018.	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 GUAR 009000, na Represa Guarapiranga, para cadastro no Banco Interáguas.	34
Figura 3.3 – Pontos ANA propostos inicialmente para o estado de SP.	36

Figura 3.4 – Ex. Medição de vazão realizada pela CETESB no PARB 02400, no Vale do Paraíba. (Foto: R. Rossetti)	37
Figura 3.5 – Prainha do Parque Ecológico de Sertãozinho (LVEN 02501). (Foto: E. Savazzi)	44
Figura 3.6 – Estação TIET 04160 - EF- 29, no Rio Tietê, na Barragem da Penha.	45
Figura 3.7 – Registro fotográfico da sonda da Estação Automática EF. 09– PEBA 00900– EF-10 – Taquacetuba (Fotos: Valter S. Ferreira)	45
Figura 5.1 – Distribuição porcentual das categorias do IQA em 2018 em função da época do ano.	107
Figura 5.2 – Distribuição porcentual das categorias do IAP em função da época do ano em 2018	113
Figura 6.1 – Resultados de mutagenicidade dos ensaios de <i>Salmonella</i> /microssoma e Micronúcleo nas amostras de água avaliadas no período de 2016 a 2018.	140
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 2018.	143
Figura 6.3 – Estruturas das comunidades fitoplanctônicas - 2018.	149
Figura 6.4 – Estruturas das comunidades bentônicas em 2018.	155
Figura 6.5. – Dendrograma resultante da análise de agrupamento por Ligação Simples e o Índice de Similaridade de Bray-Curtis.	158
Figura 7.1 – Evolução dos parâmetros medidos na Estação Automática Santa Branca de janeiro a dezembro de 2018.	171
Figura 7.2 – Evolução dos parâmetros medidos na Estação Automática Queluz de janeiro a dezembro de 2018.	172
Figura 7.3 – Evolução dos parâmetros medidos pela Estação Automática Piracicaba de janeiro a dezembro de 2018	183
Figura 7.4 – Média anual da Comunidade Fitoplanctônica e Contagem de Células de Cianobactérias no reservatório Jaguari – 2013 a 2018.	190
Figura 7.5 – Média mensal da Comunidade Fitoplanctônica e Contagem de Células de Cianobactérias no reservatório Jaguari em 2018.	191
Figura 7.6 – Média mensal da Comunidade Fitoplanctônica, Contagem de Células de Cianobactérias e concentrações de cianotoxinas (microcistina e saxitoxina) no reservatório Jacaré em 2018.	193
Figura 7.7 – Média anual da Comunidade Fitoplanctônica e Contagem de Células de Cianobactérias no reservatório Jacaré – 2014 a 2018.	193
Figura 7.8 – Média anual da Comunidade Fitoplanctônica e Contagem de Células de Cianobactérias no reservatório Cachoeira – 2014 a 2018.	195
Figura 7.9 – Média mensal da Comunidade Fitoplanctônica e Contagem de Células de Cianobactérias no reservatório Cachoeira. 2018.	195
Figura 7.10 – Média anual da Comunidade Fitoplanctônica e Contagem de Células de Cianobactérias no reservatório Atibainha – 2014 a 2018.	197
Figura 7.11 – Média mensal da Comunidade Fitoplanctônica, Contagem de Células de Cianobactérias e concentração de microcistina no reservatório Atibainha. 2018.	198
Figura 7.12 - Média anual da Comunidade Fitoplanctônica e Contagem de Células de Cianobactérias no reservatório Juqueri - 2013 a 2018.	199
Figura 7.13 – Média mensal da Comunidade Fitoplanctônica, Contagem de Células de Cianobactérias e concentrações de microcistina e saxitoxina no reservatório Juqueri 2018.	200
Figura 7.14 – Evolução dos parâmetros medidos pela Estação Automática Águas Claras de janeiro a dezembro de 2018.	201
Figura 7.15 – Média mensal da Comunidade Fitoplanctônica e Contagem de Células de Cianobactérias no reservatório Águas Claras. 2018.	203
Figura 7.16 – Evolução dos parâmetros medidos pela Estação Automática Mogi das Cruzes de janeiro a dezembro de 2018.	205
Figura 7.17 – Evolução dos parâmetros medidos pela Estação Automática Penha de janeiro a dezembro de 2018.	206
Figura 7.18 – Evolução dos parâmetros medidos pela Estação Automática Rasgão de janeiro a dezembro de 2018.	209
Figura 7.19 – Evolução dos parâmetros medidos pela Estação Automática Laranjal Paulista de janeiro a dezembro de 2018.	210
Figura 7.20 – Evolução dos parâmetros medidos pela Estação Automática Pedreira de janeiro a dezembro de 2018.	213
Figura 7.21 – Média anual da composição da Comunidade fitoplanctônica e média anual do Número de Células de Cianobactérias – reservatório Billings – 2005 a 2018.	219
Figura 7.22 – Evolução dos parâmetros medidos na Estação Automática Taquacetuba de janeiro a dezembro de 2018.	220
Figura 7.23 – Média mensal da Comunidade Fitoplanctônica e Contagem de Células de Cianobactérias no braço do rio Pequeno (BIRP 00500) – reservatório Billings – 2018.	222
Figura 7.24 – Evolução dos parâmetros medidos pela Estação Automática <i>Summit Control</i> de janeiro a dezembro de 2018.	223
Figura 7.25 – Média anual da Comunidade Fitoplanctônica e Contagem de Células de Cianobactérias no reservatório Guarapiranga - 2013 a 2018.	227
Figura 7.26 – Evolução dos parâmetros medidos na Estação Automática Caulim de janeiro a dezembro de 2018.	228
Figura 7.27 – Evolução dos parâmetros medidos pela Estação Automática Guarapiranga de janeiro a dezembro de 2018.	229
Figura 7.28 – Média mensal da Comunidade Fitoplanctônica e Contagem de Células de Cianobactérias no reservatório rio Grande, corpo central (RGDE 02030). 2018.	233
Figura 7.29 – Média mensal da Comunidade Fitoplanctônica e Contagem de Células de Cianobactérias no reservatório rio Grande - Clube Tainha (RGDE 02200). 2018.	234
Figura 7.30 – Média anual da Comunidade Fitoplanctônica e Contagem de Células de Cianobactérias no reservatório rio Grande próximo da Captação da SABESP (RGDE 02900) - 2013 a 2018	235
Figura 7.31 – Evolução dos parâmetros medidos pela Estação Automática Rio Grande de janeiro a dezembro de 2018.	237
Figura 7.32 – Média anual da Comunidade Fitoplanctônica e Contagem de Células de Cianobactérias no reservatório Jundiá - 2013 a 2018	241
Figura 7.33 – Média anual da Comunidade Fitoplanctônica e Contagem de Células de Cianobactérias no reservatório Taiapuê - 2013 a 2018	242
Figura 7.34 – Evolução dos parâmetros medidos na Estação Automática Taiapuê de janeiro a dezembro de 2018.	243
Figura 7.35 – Média anual da Comunidade Fitoplanctônica e Contagem de Células de Cianobactérias no reservatório Ituparanga - 2013 a 2018.	250

LISTA DE MAPAS

Mapa 3.1 – Pontos de Monitoramento da Rede Básica CETESB/ Rede Nacional de Monitoramento da Qualidade das Águas 2018	39
Mapa 3.2 – Pontos por projeto 2018	67
Mapa 3.3 – Cenário das UGRHs no Estado de São Paulo em função do IAEM para o ano de 2008.	75
Mapa 3.4 – Situação das UGRHs no Estado de São Paulo em função do IAEM - 2018.	79
Mapa 4.1 – Porcentagem de tratamento de esgoto doméstico por município – 2018.	91
Mapa 4.2 – ICTEM por município – 2018.	92
Mapa 5.1 – Médias anuais do IQA para o ano de 2018.	105
Mapa 5.2 – Médias anuais do IAP para o ano de 2018.	109
Mapa 5.3 – Médias anuais do IVA para o ano de 2018.	115
Mapa 5.4 – Médias anuais do IET para o ano de 2018.	119
Mapa 5.5 – Localização e classificação das praias de rios e reservatórios - 2018.	131
Mapa 8.1 – Localização dos pontos da rede de sedimento em 2018.	271

Sumário

1 • Conceitos e Metodologia	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	22
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	23
1.2.3.5 ICF, ICZ e ICB – Índice da Comunidade Fitoplânctônica, Índice da Comunidade Zooplânctônica 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	35
3.2.2 Rede de Sedimentos.....	42
3.2.3 Rede de Balneabilidade em Rios e Reservatórios	44
3.3 Rede Automática.....	44
3.4 Distribuição dos pontos de amostragem.....	46
3.4.1 Distribuição por UGRHI	69
3.5 Índice de Abrangência Espacial do Monitoramento- IAEM	71
3.5.1 Cenário do IAEM para os anos de 2008 e 2018.....	74
3.5.2 IAEM 2018	77
4 • Saneamento e Aspectos Legais	85
4.1 Coleta e Tratamento de Esgotos no Estado de São Paulo	85
4.1.1 Carga Orgânica Potencial e Remanescente.....	87
4.1.2 Porcentagens de Coleta e Tratamento por Município e por UGRHI	88
4.2 Atendimento aos Padrões da Legislação.....	93
4.2.1 Porcentagem de resultados desconformes das principais variáveis por UGRHI	94
4.2.1.1 <i>Escherichia coli</i>	95
4.2.1.2 Ferro Dissolvido, Alumínio Dissolvido e Manganês	96
4.2.1.3 Fósforo Total	97

4.2.1.4 Oxigênio Dissolvido.....	98
4.2.1.5 DBO _(5,20)	99
4.2.1.6 Nitrogênio Amoniacal.....	100
4.2.2 Outras Variáveis.....	100
4.2.2.1 Compostos Orgânicos Voláteis (COVs)	100
4.2.2.2 BTEX.....	101
4.2.2.3 Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPAs).....	101
4.2.2.4 Fenóis Totais	101
4.2.2.5 Boro Total	102
4.2.2.6 Fluoreto	102
4.2.2.7 Óleos e Graxas	102
5 • Índices de Qualidade das Águas.....	103
5.1 IQA – Índice de Qualidade das Águas	103
5.1.1 Distribuição percentual das categorias do IQA por UGRHI	103
5.1.2 Influência da sazonalidade na distribuição percentual das categorias do IQA.....	107
5.1.3 IQA entre 2013 e 2018.....	107
5.2 IAP – Índice de qualidade de água para fins de abastecimento público.....	108
5.2.1 IAP entre 2013 e 2018.....	112
5.2.2 Influência da sazonalidade na distribuição percentual das categorias do IAP	113
5.3 IVA – Índice de qualidade das águas para a proteção da vida aquática.....	113
5.3.1 Distribuição percentual das categorias do IVA por UGRHI	114
5.3.2 IVA entre 2013 e 2018	124
5.4 IB – Índice de Balneabilidade das praias em reservatórios e rios	127
6 • Avaliação Biológica	133
6.1 MICROBIOLOGIA.....	133
6.2 TOXICOLOGIA	139
6.2.1 Testes de Mutagenicidade	139
6.2.1.1 Teste de <i>Salmonella</i> /microsoma – teste de Ames	139
6.2.1.2 Ensaio de Micronúcleo <i>in vitro</i>	140
6.2.2 Toxicidade aguda com <i>Vibrio fischeri</i>	141
6.3 COMUNIDADES AQUÁTICAS.....	145
6.3.1 Comunidade Fitoplantônica	145
6.3.2 Comunidade Zooplantônica	151
6.3.3 Comunidade de Macroinvertebrados Bentônicos.....	153
6.3.3 Espécies Exóticas Invasoras - EEI.....	160
6.3.4 Diagnóstico Integrado das Comunidades Aquáticas.....	161
6.4 Interferentes endócrinos (atividade estrogênica).....	165
7 • Avaliação por corpo-d'água	167
7.1 UGRHI 02 – RIO PARAIBA DO SUL.....	168
7.1.1 Rio Paraíba do Sul	168
7.1.2 Rio Jaguari – UGRHI 02.....	169
7.2 UGRHI 03 – LITORAL NORTE	173
7.2.1 Cursos de água do Litoral Norte.....	173
7.3 UGRHI 04 e 12 – PARDO / BAIXO PARDO	174
7.3.1 Rio Pardo – UGRHIs 04 e 12.....	174
7.4 UGRHI 05 – PIRACICABA / JUNDIAI / CAPIVARI.....	175
7.4.1 Rio Atibaia	175
7.4.2 Rio Jaguari	177
7.4.3 Rio Piracicaba.....	180

7.4.4 Rio Capivari.....	184
7.4.5 Rio Jundiaí	185
7.5 SISTEMA CANTAREIRA – UGRHIs 05 e 06	186
7.5.1 Reservatório Jaguari	188
7.5.2 Reservatório Jacarei.....	191
7.5.3 Reservatório Cachoeira.....	193
7.5.4 Reservatório Atibainha.....	196
7.5.5 Reservatório Juqueri (Paiva Castro)	198
7.5.6 Reservatório Águas Claras	201
7.6 Rio Tietê – UGRHIs 06, 10, 13, 16 e 19.....	203
7.6.1 Rio Tamanduatei.....	211
7.6.2 Rio Pinheiros	212
7.7 RESERVATÓRIOS DA UGRHI 06 – ALTO TIETÊ	215
7.7.1 Reservatório Billings	215
7.7.2 Reservatório Guarapiranga	224
7.7.3 Reservatório Rio Grande	230
7.7.4 Sistema Alto Tietê.....	238
7.7.4.1 Reservatório Jundiaí	240
7.7.4.2 Reservatório Taiaçupeba.....	241
7.8 UGRHI 08 – SAPUCAI / GRANDE.....	244
7.8.1 Rio Sapucaí – UGRHI 08.....	244
7.9 UGRHI 09 – MOGI-GUAÇU.....	246
7.9.1 Rio Mogi-Guaçu	246
7.10 UGRHI 10 – SOROCABA / MÉDIO TIETÊ	247
7.10.1 Rio Sorocaba	247
7.10.2 Reservatório Itupararanga.....	248
7.11 UGRHI 11 – RIBEIRA DE IGUAPE / LITORAL SUL.....	251
7.11.1 Rio Ribeira e Rio Ribeira do Iguape	251
7.12 UGRHI 16 – TIETÊ / BATALHA.....	253
7.12.1 Rio Batalha	253
7.13 UGRHI 18 – SÃO JOSÉ DOS DOURADOS.....	254
7.13.1 Rio São José dos Dourados	254
7.14 UGRHI 20 - AGUAPEÍ	255
7.14.1. Rio Aguapeí.....	255
7.15 UGRHI 21 - PEIXE	256
7.15.1 Rio do Peixe – UGRHI 21	256
7.16 DIVISAS DO ESTADO	257
7.16.1 Rio Grande – UGRHIs 08, 12 e 15	257
7.16.2 Rio Paraná – UGRHIs 18, 19, 20, 21 e 22	258
7.16.2 Rio Paranapanema – UGRHIs 14, 17 e 22.....	259
8 • Qualidade dos sedimentos	261
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 e Agências Ambientais	277
9.4 Causas das Mortandades de Peixes.....	280
10 • Conclusões.....	283
Referências.....	287

1 • Conceitos e Metodologia

Neste capítulo, são apresentados os objetivos do monitoramento, os conceitos relativos às redes de monitoramento da CETESB, as variáveis de qualidade adotadas para o monitoramento da água doce e do sedimento, 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 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, sendo essas definidas a partir de um conjunto de condições e padrões de qualidade necessários ao atendimento dos usos preponderantes, atuais ou futuros.

Essa mesma resolução define padrão de qualidade como sendo o valor limite adotado como requisito normativo de um parâmetro de qualidade da água, ao passo que a condição de qualidade representa a qualidade apresentada por um segmento do corpo-d'água num determinado momento, em termos de usos possíveis com

segurança adequada, frente às classes de qualidade. Assim, para cada classe 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.

Salienta-se que os corpos de água doce foram enquadrados pelo Decreto Estadual nº10.755 de 1977. Uma vez que esse enquadramento, respeitando os padrões de qualidade, consiste numa meta ou objetivo de qualidade da água a ser, obrigatoriamente, alcançado ou mantido em um segmento de corpo-d'água 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 – 2018

Monitoramento CETESB	Objetivos	Início de Operação	Pontos	Frequência	Variáveis
Rede Básica	Fornecer um diagnóstico geral dos recursos hídricos no Estado de São Paulo.	1974	471	Bimestral	Físicas Químicas Biológicas
Rede de Sedimento	Complementar o diagnóstico da coluna de água.	2002	25	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	14	Horária	Físicas Químicas

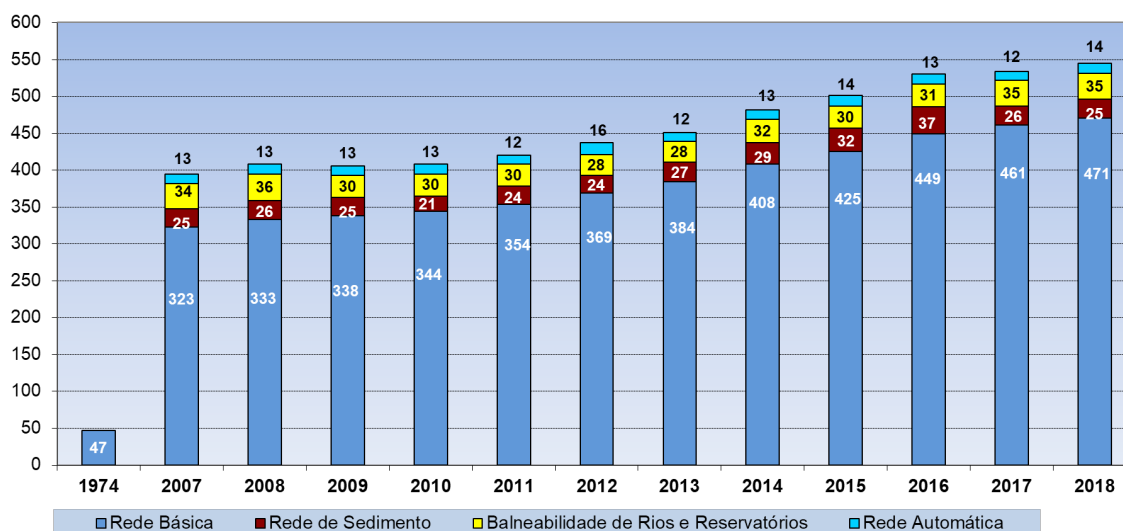
O aperfeiçoamento sistemático da rede da CETESB atende a diversos objetivos inerentes ao monitoramento de qualidade das águas, destacando-se:

- 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, a Rede da CETESB também pode sofrer modificações no seu plano de monitoramento que podem incluir ampliações ou reduções do número de pontos de amostragem, adequações 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 no Sistema Billings/Rio Grande, cujas águas são bombeadas para reforço do abastecimento dos sistemas Alto Tietê e Guarapiranga. No caso da transferência da água do reservatório Rio Grande para o Sistema Alto Tietê, a rede específica da CETESB monitorou em 2018, com frequência bimestral, 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 monitorou em 2018, com frequência bimestral, a qualidade da água no braço do rio Taquacetuba e em dois pontos no reservatório Guarapiranga.

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 razão 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 estão descritas no Apêndice E.

Por causa 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 razão 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).

Rede de 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. reagem c/ Azul Metileno, Sulfato, Zinco Total	Agrotóxicos (herbicidas, inseticidas, fungicidas 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 Fitoplantônica e Zooplantônica
	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;

** Variáveis adicionais – monitoradas em menos de 70% dos pontos

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 2018, a Rede Básica gerou um volume de dados correspondente aos resultados de aproximadamente 120.000 análises físicas, químicas, biológicas, ecotoxicológicas e bioanalíticas.

O Apêndice F apresenta as variáveis e a quantidade de resultados por ponto de amostragem em 2018.

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 de 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. As variáveis monitoradas no sedimento estão descritas no Apêndice E.

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 sancticarloi</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 de Consolidação no. 05/2017 do Ministério da Saúde (Anexo XX) 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 Canadian Council of Ministers of the Environment (CCME, 1999)

b) ICB – Índice de Comunidade Bentônica

c) TEL- Threshold Effect Level

d) PEL - Probable Effect Level

e) CE₂₀ - Concentração que causa efeito agudo em 20% da população de *V. fischeri*

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 Léntico), 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 de água de corpos hídricos lênticos é desejável onde se constata a ocorrência da estratificação térmica, principalmente no verão. Neste período, a camada superficial do reservatório apresenta temperatura mais elevada, acarretando menor densidade da água (epilímnio), enquanto que a camada mais profunda apresenta temperatura mais baixa e com maior densidade (hipolímnio).

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

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

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

1.2.5 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 UGRHs. 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.

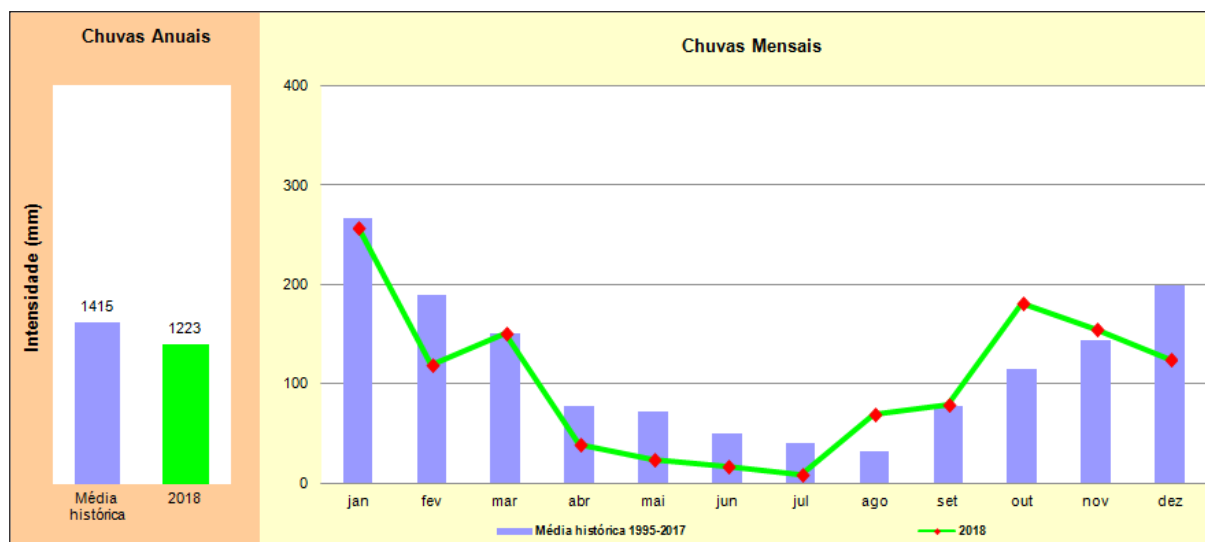
O indicador permite transformar os valores nominais de carga orgânica em valores de comparação entre situações distintas dos vários municípios, refletindo a evolução ou estado de conservação de um sistema público de tratamento de esgotos.

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 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 1.078 postos pluviométricos distribuídos pelas 22 UGRHIs, conforme apresentado no Apêndice A. Os valores de precipitação média mensal e anual do Estado foram calculados proporcionalmente à área de cada UGRHI, ou seja, ainda que tenham menos postos, as UGRHIs com maior área têm peso maior no cálculo das médias do Estado. O resultado é apresentado no Gráfico 2.1.

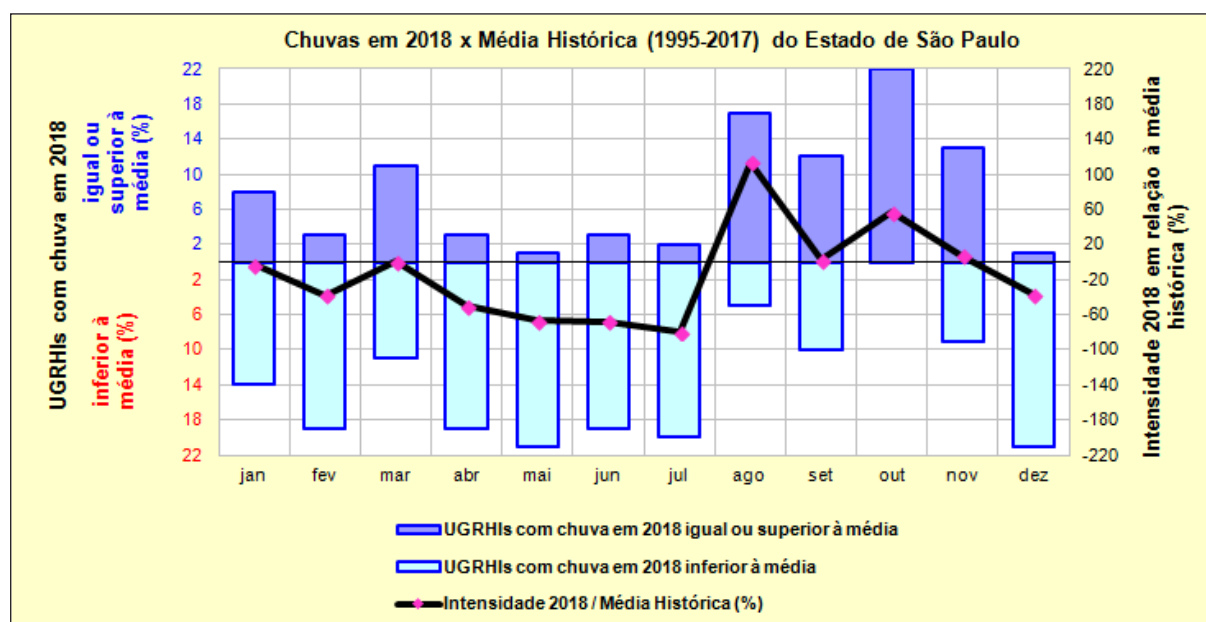
Gráfico 2.1 – Intensidades de chuva mensais e anual no Estado de São Paulo em 2018.



O Gráfico 2.1 mostra que o Estado de São Paulo apresenta média histórica de chuva de 1.415 mm ao ano, considerando-se o período 1995-2017. Esse intervalo temporal foi selecionado por apresentar dados em todas as UGRHIs. O ano de 2018 apresentou um volume anual de chuvas de 1.223 mm, ou seja, um total 13,6% inferior à média dos 23 anos anteriores.

Ainda no Gráfico 2.1, é possível observar a distribuição mensal das chuvas. O período de estiagem, historicamente considerado de abril a setembro, com precipitações mensais inferiores a 100 mm, apresentou-se ainda mais seco em 2018, com destaque para os meses de abril a julho. Já o período tradicionalmente mais úmido, que se estende de outubro a março, mostrou maior variabilidade na distribuição das chuvas, com os meses de fevereiro e dezembro bem mais secos e outubro acentuadamente mais chuvoso.

Para avaliar as precipitações ocorridas ao longo de 2018 no conjunto das UGRHIs, foi elaborado o Gráfico 2.2. Para tanto, foram comparadas as precipitações mensais em cada uma das UGRHIs 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 UGRHIs em relação à média histórica do Estado.

Gráfico 2.2 – Chuvas nas UGRHs em 2018 em relação à média histórica do Estado de São Paulo.

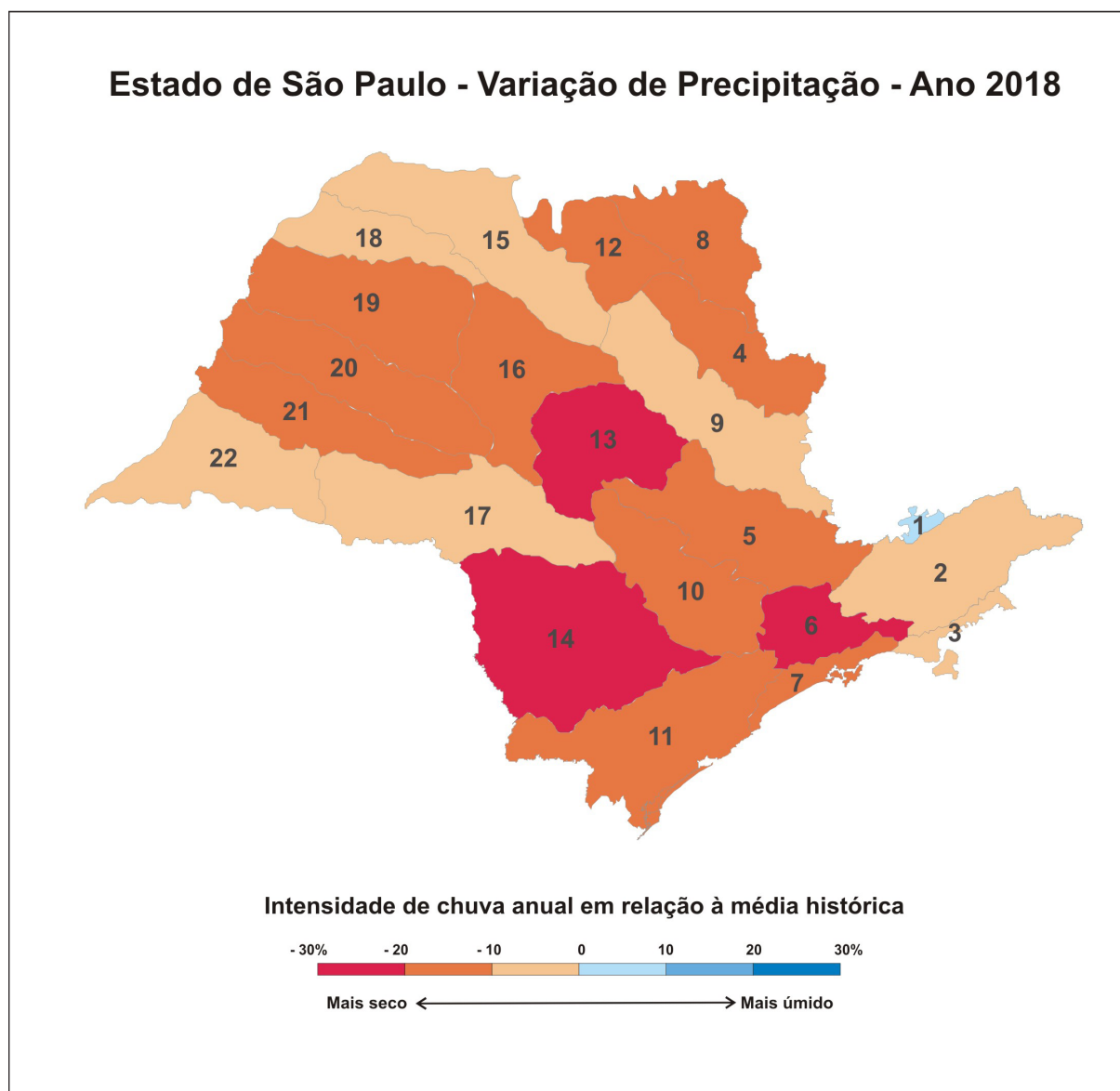
Os resultados mostrados no Gráfico 2.2 corroboram os do Gráfico 2.1. Constata-se no Gráfico 2.2 que os deslocamentos da linha são compatíveis com o posicionamento das barras azuis. Exemplificando, abril de 2018 apresentou intensidade de chuva 50% inferior à média histórica, podendo-se observar a linha no campo negativo (-50%) e a barra azul indicando que 19 das 22 UGRHs tiveram um mês de maio 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 uma tendência ao déficit pluviométrico, o que condiz com o fato de a precipitação de 2018 ter sido inferior 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 2018 e a série histórica de cada bacia. Essas informações foram consolidadas na Figura 2.1, onde se visualiza espacialmente a ocorrência de chuvas em 2018 nas 22 UGRHs do Estado, comparativamente às médias históricas de cada uma. Nesse mapa, observa-se que, em 2018, 21 UGRHs apresentaram volumes anuais de chuva inferiores às respectivas médias históricas, destacando-se os déficits de 24% na UGRHI 6, 21% na UGRHI 13 e 26% na UGRHI 14.

Saliente-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 razão 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

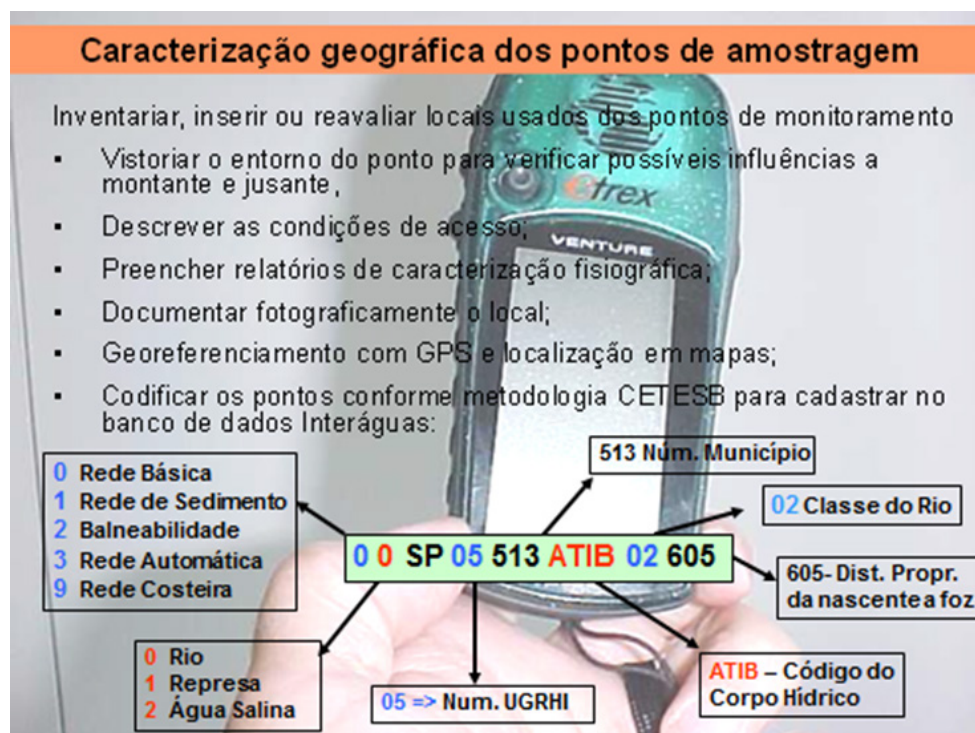
O monitoramento da qualidade das águas superficiais em corpos de água doce, como rios e reservatórios, é constituído pelas redes de amostragem manual e automática, que objetivam um diagnóstico dos usos múltiplos do recurso hídrico. Para o acompanhamento das condições de contato primário das praias de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

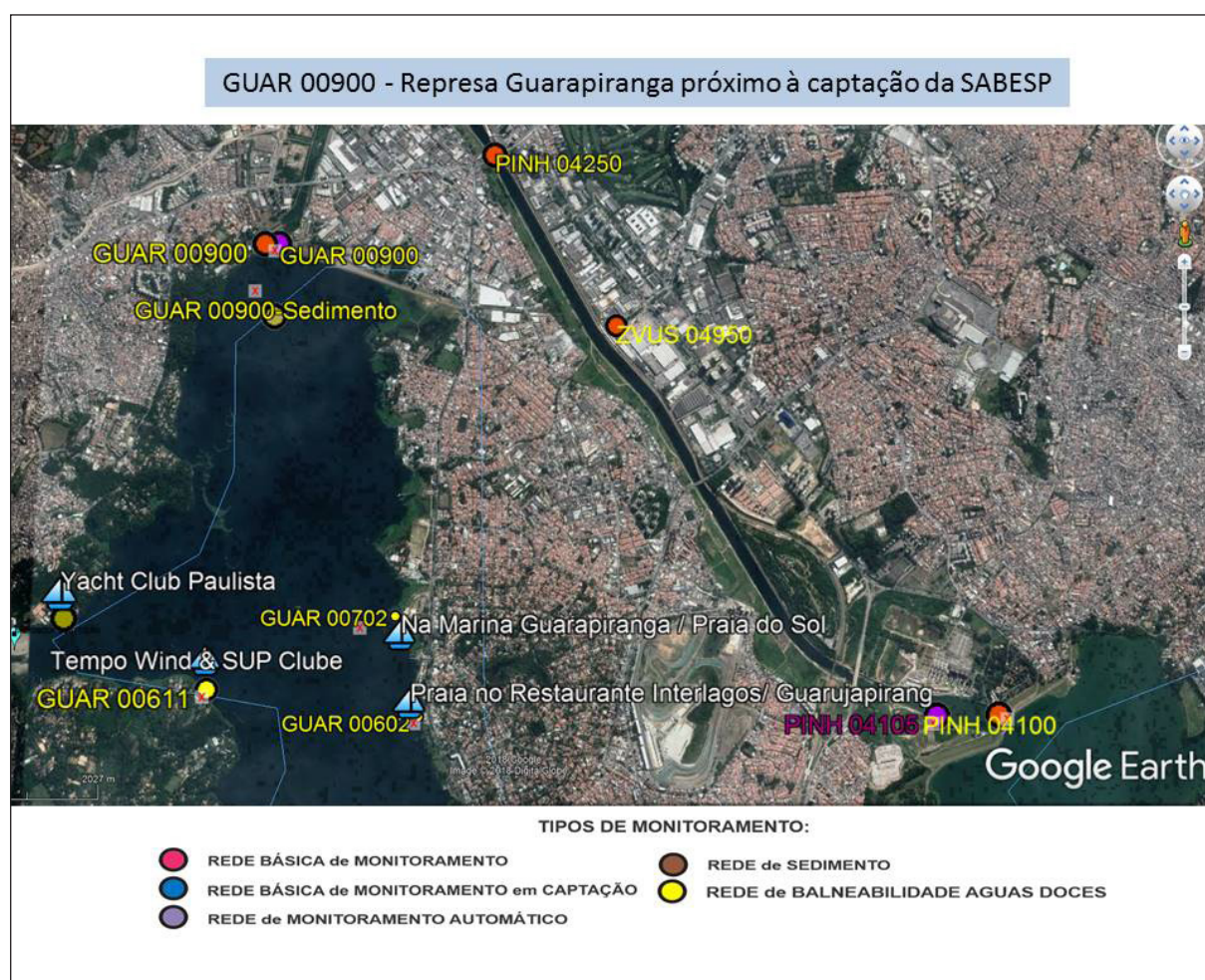
Figura 3.1 – Processo de codificação e georeferenciamento dos pontos de amostragem.



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

A Figura 3.2, extraída do *Google Earth*, apresenta um exemplo da localização do ponto GUAR 009000- Na Captação da SABESP, junto à casa de Bombas.

Figura 3.2 – Exemplo de localização do ponto GUAR 009000, na Represa Guarapiranga, para cadastro no Banco Interáguas.



3.2 Rede de Amostragem Manual

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

3.2.1 A Rede Básica

A Rede básica de água doce superficial, em 2018, foi constituída por 471 pontos de amostragem. Em relação ao ano anterior houve um acréscimo de 10 pontos. Na rede básica da CETESB foram incluídos 14 novos pontos: VIDK 04900 (UGRHI 02), JCBA 02950, QUIL 03030 e QUIL 03500 (UGRHI 05), NAEM 02850 (UGRHI 07), KNOA 02500 (UGRHI 08), JIBU 02750 (UGRHI 10), KERI 02900 (UGRHI 13), BOIB 02950 (UGRHI 14), VEAD 02950 (UGRHI 21), e KAIU 02950 (UGRHI 22). Outros 4 pontos são resultantes do acordo CETESB/ CESP para monitoramento conjunto do Rio Paraná: PARN 02110 (UGRHI 19); PARN 02400 (UGRHI 20), PARN 02740 e PARN 02910 (UGRHI 22) que foram mantidos em 2018. Além disto, houve uma substituição na UGRHI 7, o NAEM 02900 para o NAEM 02850.

Com relação à rede integrada com a ANA de 2017, houve apenas a substituição acima citada no Rio Itanhaém, do NAEM 02900 (desintegrado) para o NAEM 02850 que foi integrado.

Na Tabela 3.1, são discriminadas as alterações ocorridas na Rede Básica CETESB ao longo de 2018.

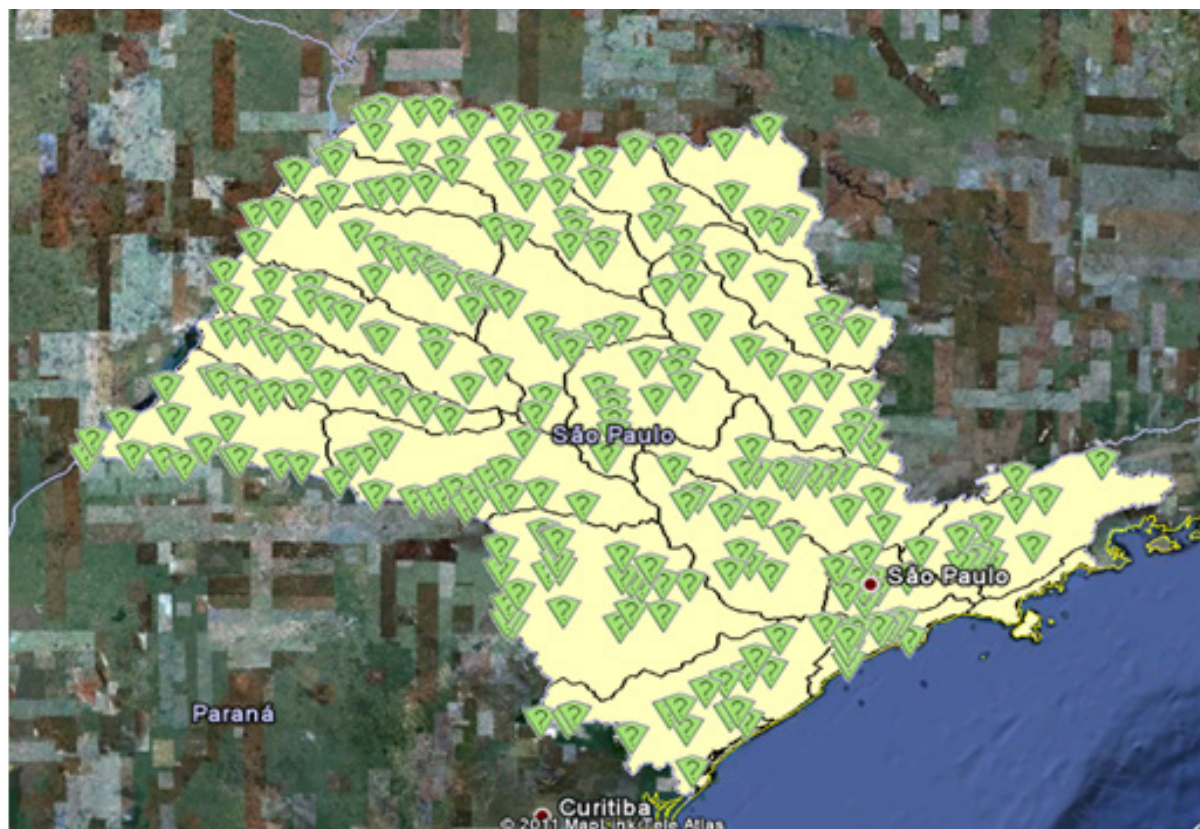
Tabela 3.1 – Alterações de Pontos de Amostragem na Rede Básica em 2018

UGRHI	Núm. de Pontos	Situação	Corpo Hídrico / Código CETESB	Motivo
2	1	Inclusão	Córrego do Vidoca VIDK 04900	Ponto Novo. Inserido para avaliar o impacto de efluentes urbanos/ carga difusa de São José dos Campos
5	1	Inclusão	Ribeirão Jacuba JCBA 02950	Por solicitação da Agencia Ambiental de AMERICANA para verificar os aportes do esgoto doméstico ao longo do Rio Quilombo.
	2	Inclusão	Ribeirão Quilombo QUIL 03030	Ponto Novo. Inserido para avaliar carga urbana difusa de Campinas. Esta à 500m jusante da ETE San Martin da SANASA.
			Ribeirão Quilombo QUIL 03500	Por solicitação da Agência Ambiental de AMERICANA, para avaliar os aportes do esgoto doméstico ao longo do Rio Quilombo, a montante da ETE Palmital de Nova Odessa.
7	1	Exclusão	Rio Itanhaém NAEM 02900	Proximidade da foz junto ao mar impede a medição de vazão.
	1	Inclusão	Rio Itanhaém NAEM 02850	O ponto já esta integrado à rede Ana e passará a ter medição de vazão.
8	1	Inclusão	Rio Canoas KNOA 02500	Por solicitação da Agencia Ambiental de Franca para avaliar o manancial da cidade de Franca durante a escassez hídrica. Ponto Ana
10	1	Inclusão	Rio Pirajibu JIBU 02750	Avaliar a presença de fluoreto nesse rio corpo hídrico.
13	1	Inclusão	Ribeirão Itaqueri KERI 02900	Afluente da Represa da Broa. Ponto inserido para complementar estudo do Ministério Público. Ponto ANA.
14	1	Inclusão	Rio Boi Branco BOIB 02950	Inserção de pontos novos da Rede ANA na Rede Estadual da CETESB.
21	1	Inclusão	Ribeirão do Veadó VEAD 02950	Inserção de pontos novos da Rede ANA na Rede Estadual da CETESB.
22	1	Inclusão	Ribeirão CAIUÁ - UGRHI 22 KAIU 02950	Inserção de pontos novos da Rede ANA na 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 pela integração de outros 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 nº 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 vigências do contrato. Além disto, estabelece metas semestrais de integração progressiva de pontos de quantidade e qualidade no programa de monitoramento da CETESB.

Assim, dando sequência ao processo, a CETESB continua com a inserção de novos pontos, através do processo de visita, caracterização geográfica, codificação e cadastramento de novos locais no Banco Interáguas. A meta da Agencia 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 no contrato acima citado, 107 teriam dados integrados aos dados de quantidade, com dados de medição de vazão simultânea tal como mostrado na Figura 3.4, gerando informação quali-quantitativa com frequência de 4 vezes por ano.

Portanto, com os 4 novos pontos VIDK 04900, KNOA 02500, BOIB 02950, e KAIU 02950 que foram adicionados/integrados/reintegrados à rede básica da CETESB, a rede Federal da ANA no estado de São Paulo contou com 234 pontos operados em 2018, sendo 111 desse total com monitoramento quali-quantitativo. Com isto a CETESB já está atendendo a meta prevista para as duas primeiras fases, pois já tem cerca de 94 % dos pontos de qualidade e 89 % dos pontos quali/quantitativos previstos, sendo que estes últimos serão operados através de parceria entre a CETESB e o DAEE.

Durante este próximo período 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 Mogi-Guaçu; Bacia do Rio Pardo e trecho do Rio Paranapanema na divisa com o Paraná.

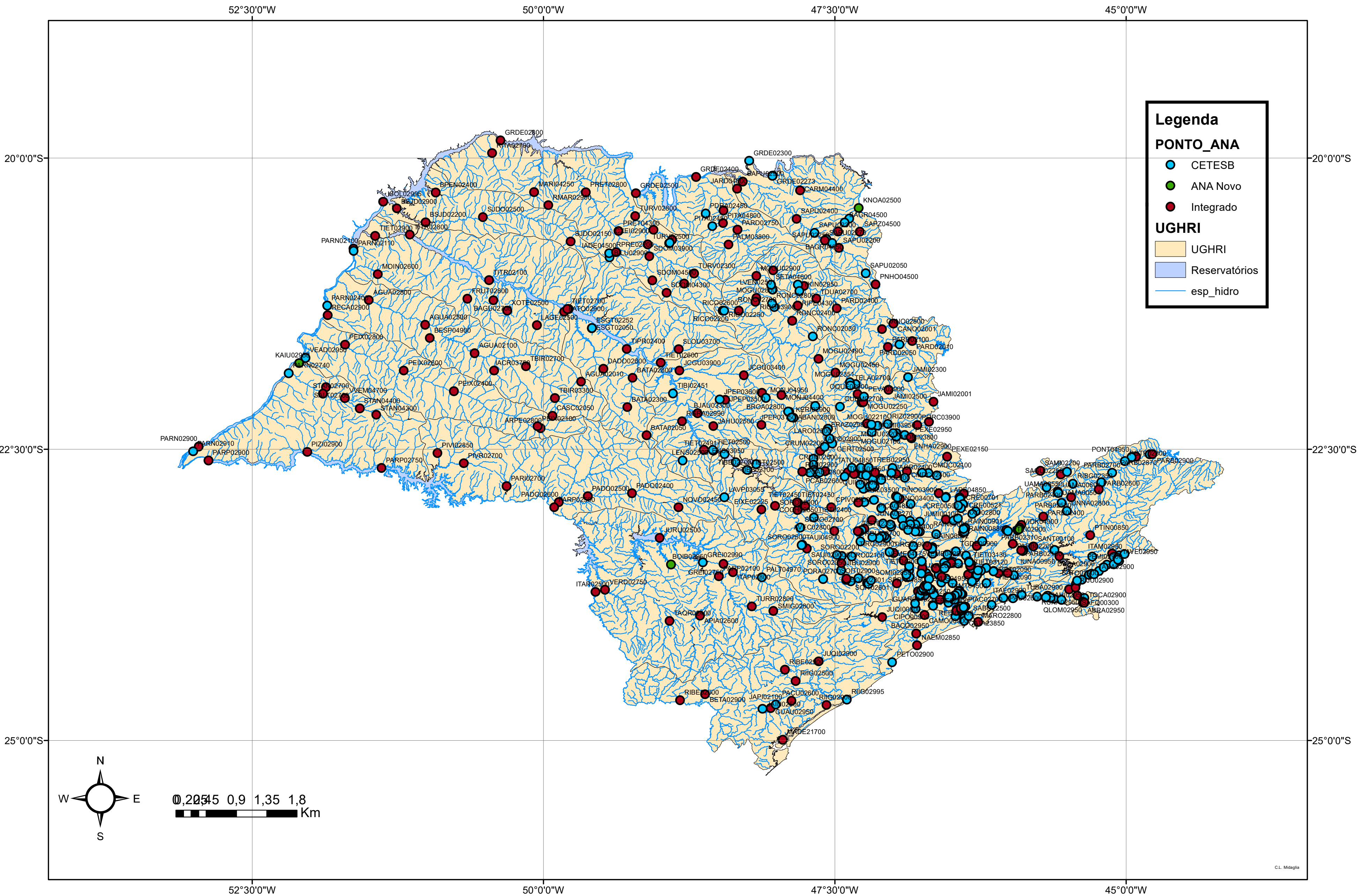
Figura 3.4 – Ex. Medição de vazão realizada pela CETESB no PARB 02400, no Vale do Paraíba. (Foto: R. Rossetti)



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 2018

Pontos da Rede CETESB e da Rede Federal ANA- 2018



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 2018, estando alguns deles, próximos a réguas fluviométricas.

Tabela 3.2– Registros Fotográficos dos novos pontos da CETESB e da Rede ANA/CETESB (continua)

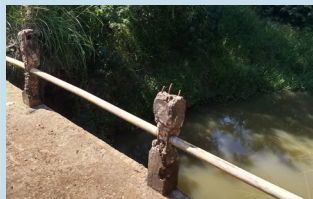
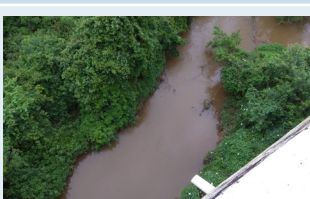
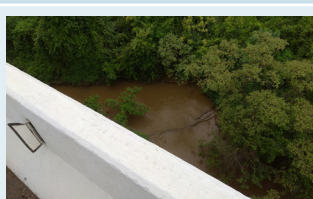
UGRHI	Corpo Hídrico / Ponto CETESB/ Ponto ANA	Código CETESB / Local de Amostragem do Ponto	Registros Fotográficos	
2	CÓRREGO DO VIDOCA	Córrego do Vidoca VIDK 04900 Na ponte da Travessa Lineu de Moura, próxima da foz com o Rio Paraíba do Sul.		
5	RIBEIRÃO JACUBA JCBA 02950 PONTO CETESB	JCBA 02950 Ponte na Estrada Municipal Teodora Condiev, próximo da foz com o Rio Quilombo.		
5	RIBEIRÃO QUILOMBO QUIL 03030 PONTO CETESB	QUIL 03030 Ponte da Estr. Mun. Joannine Caumo na divisa Campinas/ Sumaré. Cerca de 500m a jusante da ETE San Martin da SANASA.		
5	RIBEIRÃO QUILOMBO QUIL03500 PONTO CETESB	QUIL 03500 Na passarela de pedestres em frente à Rua 2 . À montante da ETE Palmital de Nova Odessa.		
7	RIO ITANHAÉM NAEM 02850 CETESB/ANA	NAEM 02850 Rio Itanhaém No Pôr da sede do DAEE de Itanhaém, junto ao posto DAEE 3F-006.		
8	RIO CANOAS KNOA 02500 CETESB/ANA	KNOA 02500 Na captação da SABESP de Franca no Rio Canoas, na divisa de SP/ MG.		
10	RIO PIRAJIBÚ JIBU 02750 PONTO CETESB	JIBU 02750 Ponte na SP - 075 na divisa de Itu / Sorocaba.		

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	
13	RIBEIRÃO ITAQUERI KERI 02900 PONTO CETESB	KERI 02900 500 m a jusante da confluência com o Rib. Água Branca.		
14	RIO BOI BRANCO BOIB 02950 CETESB/ANA	BOIB 02950 Ponte a 200m da entrada da Faz. Boi Branco, no distrito Holambra II.		
21	RIBEIRÃO DO VEADO VEAD 02950 CETESB	VEAD 02950 Ponte na Vicinal Pres. Epitácio/ Campinal.		
22	RIBEIRÃO CAIUÁ - UGRHI 22 KAIU 02950 CETESB/ANA	KAIU 02950 Na ponte na vicinal SPV-71, próximo à Delegacia fluvial de Pres. Epitácio.		

Fotos: C.L. Midaglia./ J.Manuel Evandro/ Carmo Sireno/ Waldir Gonçalves./ Enilson Giroto- Fotos do acervo do Banco de Dados Interáguas.

3.2.2 Rede de Sedimentos

Em 2018, a rede de sedimento contou com 25 pontos em 8 diferentes UGRHIs. A maioria dos pontos concentrou-se nas UGRHIs com maior atividade industrial: 17 pontos, sendo 14 na Região Metropolitana de São Paulo. Outros 6 pontos em UGRHIs com atividades agroindustriais e 2 em UGRHIs onde predominam unidades de conservação ambiental. Neste ano não houve amostras nas UGRHIs com predominância de atividades agropecuárias no oeste do Estado.

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.

Quanto aos pontos assinalados como “consolidados”, eles formam um núcleo de locais que já foram sistematicamente amostrados nos 15 últimos anos. Mas no ano de 2018, nenhum deles foi amostrado.

A Tabela 3.3 apresenta a distribuição dos 25 pontos de sedimento por UGRHI, que foram amostrados em 2018, sendo que 12 deles foram coletados em novos locais, indicando uma renovação de metade da rede. A tabela também indica os principais motivos da seleção deste conjunto de pontos.

Tabela 3.3 – Pontos de amostragem da rede de sedimento em 2018.

UGRHI	Núm. Pontos	Cód. CETESB	Corpo Hídrico	Motivo
1- Mantiqueira	1	SAGU 02250	Rio Sapucaí-Guaçu	Ponto mantido: Aportes de carga difusa à montante.
4 – Pardo	1	PARD 02050	Rio Pardo - UGRHIs 4 e 12	Ponto novo: avaliar a carga de poluentes à próxima da Barragem Euclides da Cunha.
05 - Piracicaba / Jundiá / Capivari	2	ATSG 02800	Reservatório de Salto Grande (UGRHI 05)	Ponto mantido: avaliar episódios de eutrofização no reservatório e mortandade de peixes.
		RAIN 00880	Represa do Rio Atibainha	Ponto mantido: Avaliar o corpo hídrico antes do início da transposição com o Res. do Jaguari
6- Alto Tietê	14	ACLA 00900	Reservatório Águas Claras	Ponto reativado: Manancial receptor do sistema Cantareira.
		BIRP 00500	Braço do Rio Pequeno	Ponto mantido: Sistema de transposição do Res. Billings-Rio Grande-Taiaçupeba.
		CRIS 03400	Ribeirão dos Cristais	Ponto reativado: Avaliar o corpo hídrico utilizado como captação de Cajamar.
		JQJU 00900	Reservatório do Juqueri ou Paiva Castro	Ponto mantido: avaliar a possível carga de poluentes no Sistema Cantareira.
		LJAR 02990	Na saída do Lago 1 do Parque do Jaraguá.	Ponto Reativado: Reavaliação feita por solicitação da Fundação Florestal (SIMA).
		PEBA00200	Reservatório Taiaçupeba	Ponto Reativado: para avaliar Sistema Billings-Rio Grande-Taiaçupeba antes da transposição.
		PEBA 00900	Reservatório Taiaçupeba	Ponto mantido: para avaliar Sistema Billings-Rio Grande-Taiaçupeba antes da transposição.
		PEOV 03900	Ribeirão Perová	Ponto novo: avaliar a carga de poluentes domésticos e industriais na foz do Rib. Perová
		PIRE 02999	Ribeirão Pires	Ponto novo: Avaliar carga de poluentes na foz, junto ao Reservatório do Rio Grande.
		RGDE 02030	Reservatório Rio Grande	Ponto mantido: Avaliar Sist. Billings- Rio Grande/ Taiaçupeba (área da transposição de água).
		RGDE 02400	Reservatório Rio Grande	Ponto novo: Avaliar Sist. Billings- Rio Grande no corpo central.
		TAIM 00800	Rio Taiaçupeba-Mirim	Ponto novo: Em função da Transposição de água para abastecimento.
		TIET 04160	Reservatório de Pirapora	Ponto reativado: Acompanhar obras do Hidroanel na Barragem da Penha.
		VEME 04175	Ribeirão Vermelho ou Mutinga	Ponto novo: No meio do Lago 2 do Parque do Pico do Jaraguá para avaliação a pedido da Fundação Florestal (SIMA).
7- Baixada Santista	1	IPAU 02600	Rio Itapanhaú	Ponto mantido: Avaliar a água bruta da Estação de Tratamento de Água Itapanhaú.
9-Mogi-Guaçu	3	MOMI 03950	Rio Mogi-Mirim.	Ponto novo: Avaliar aportes de carga doméstica e industrial na foz do rio Mogi-Mirim.
		RICO 02250	Córrego Rico- UGRHI 9	Ponto novo: Investigar a carga difusa / agrícola.
		RONC 02700	Ribeirão das Onças - UGRHI 9	Ponto novo: Investigar a carga difusa / agrícola.
13-Tiete/ Jacaré	2	BROA 02800	Represa do Broa	Ponto novo: Avaliar os aportes de nutrientes e presença de algas na Represa do Broa.
		MONJ 04950	Rio Monjolinho	Ponto novo: Verificar as contribuições das cargas industriais e domésticas de São Carlos.
14-Alto Paranapanema	1	GREI 02990	Rio Guareí	Ponto novo: Reavaliar o Rio Guareí próximo da sua foz.

3.3.3 Rede de Balneabilidade em Rios e Reservatórios

Em 2018, o programa de balneabilidade de rios e reservatórios foi executado em 36 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 2018, foram:

Na UGRHI 9-Mogi-Guaçu houve a inclusão de um novo ponto de monitoramento de balneabilidade no município de Sertãozinho, situado no Lago do Córrego da Vendinha, na Prainha do Parque Ecológico de Sertãozinho (Figura 3.5). O ponto foi codificado como LVEN 02501 e sendo realizado monitoramento semanal.

Figura 3.5 – Prainha do Parque Ecológico de Sertãozinho (LVEN 02501). (Foto: E. Savazzi)



3.3 Rede Automática

Em 2018 a rede de monitoramento automático operou com 14 estações. Na UGRHI 6 – Alto Tietê houve acréscimo de duas novas estações em 2018:

A estação TIET 04160 - EF- 29 foi instalada no Rio Tietê na Barragem da Penha, em substituição a EF-15 - TIET 03140, que também estava localizada no Rio Tietê, que ficava à montante da ETE da SABESP, em São Miguel Paulista e que foi desativada em 2016.

Figura 3.6 – Estação TIET 04160 - EF- 29, no Rio Tietê, na Barragem da Penha.



Uma outra nova estação foi inaugurada em abril, a EF- 20 - PEBA 00900, localizada na captação da SABESP do Reservatório Taiaçupeba, na cidade de Suzano, (Figura 3.7)

Figura 3.7 – Registro fotográfico da sonda da Estação Automática EF. 09– PEBA 00900– EF-10 – Taquacetuba (Fotos: Valter S. Ferreira).



Foi feita uma exclusão: a EF-04 – Cotia, localizada na ETA da SABESP do Baixo Cotia, deixou de fazer parte da Rede Automática pois foi desativada em maio de 2018 devido ao fato do ponto COTI 03900, no Rio Cotia ter deixado de ter suas águas utilizadas para abastecimento público.

A estação EF 25- Santa Branca, a 1,5 Km da barragem da represa de Santa Branca foi reativada e voltou a fazer parte da rede automática em 2018.

Portanto a rede de monitoramento automática que esteve em operação em 2018 foi composta por 14 estações que geraram dados acima de 50% do tempo.

Entre as estações automáticas em operação da CETESB, 7 situam-se em rios, a saber: duas no Rio Paraíba do Sul, duas no Rio Tietê, e uma nos rios Pinheiros, Cotia e Piracicaba. As outras 7 estão nos seguintes reservatórios: Billings, Braço do Ribeirão Taquacetuba, Rasgão, Guarapiranga, Águas Claras, Reservatório do Taiaçupeba e

Rio Grande, que observam constantemente a condição da qualidade da água bruta utilizada para o abastecimento público de parte da RMSP.

Ainda no final de 2018 foi feita a inclusão de uma nova estação na rede, localizada no Ribeirão do Caulim, denominada de CAUL 00800, inaugurada em setembro de 2018, mas que só será contabilizada no ano que vem, uma vez que esta estação não gerou dados acima de 50% do tempo.

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 2018

UGHRI	Nome da Estação	Código CETESB	% dados válidos / ano				
			2014	2015	2016	2017	2018
2	EF-25 – Santa Branca	PARB 02040	-	73,77	-	-	82,65
	EF-26 -Queluz	PARB 02870	-	-	-	93,35	93,61
5	EF-06 – Piracicaba (sonda)	PCAB 02600	86,88	96,68	95,8	91,66	89,39
6	EF-09 – Águas Claras	ACLA 00500	87,11	86,72	86,76	73,47	90,75
	EF-11 – Summit Control	BILL 02900	74,09	60,66	80,34	81,62	96,95
	EF-10 – Taquacetuba (Sonda)	BITQ 00100	94,68	86,69	91,19	83,50	89,82
	EF-04 – Cotia	COTI 03900	76,7	73,64	56,74	74,73	*
	EF-08 – Guarapiranga	GUAR 00900	71,82	84,82	83,95	83,75	81,06
	EF 20 - Taiaçupeba	PEBA 00900					59,55
	EF-14 – Pedreira	PINH 04105	84,11	79,33	79,76	68,70	91,95
	EF-07 – Rio Grande	RGDE 02900	77,06	93,3	76,71	91,86	94,95
	EF-01 – Mogi das Cruzes	TIET 02090	84,41	79,23	93,76	89,79	89,32
	EF- 29 -Na Barragem da Penha	TIET 04160	-	-	-		78,74
10	EF-02 – Rasgão	TIRG 02900	89,22	83,33	88,07	76,19	91,10
	EF-03 – Laranjal Paulista	TIET 02450	77,47	73,9	32,34	75,06	59,79

* 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 – 2018. (continua)

Corpo Hídrico	UGRHI	Código CETESB	Projeto	Ponto ANA	Local de amostragem	Município	Manancial	Latitude S	Longitude W
Rio da Prata	1	PRAT 02400	R.B.	Não	Na ponte da entrada do Cond. Residencial Santo Antonio, a jusante da ETE.	SANTO ANTONIO DO PINHAL	Não	22 49 36	45 40 51
Rio Sapucaí-Guaçu		SAGU 02050	R.B.	Integrado	Ponte na Av. Emilio Lang Jr. com a Rua Engenheiro Prudente de Moraes, na saída para a estrada do Horto Florestal.	CAMPOS DO JORDÃO	Não	22 42 58	45 33 36
		SAGU 02250	R.B.	Integrado	Ponte na estrada de acesso ao Borboletário, a jusante da ETE de Campos do Jordão.		Não	22 41 37	45 30 19
		SAGU 02250	Sed.	Não	Próximo da ponte na estrada de acesso ao Borboletário. A jusante da ETE de Campos do Jordão.		Não	22 41 37	45 30 19
Rio Sapucaí-Mirim		SAMI 02200	R.B.	Integrado	Ponte na estrada Municipal de São Bento do Sapucaí - Paíol Grande, junto à régua do IGAM.	SAO BENTO DO SAPUCAÍ	Não	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	Não	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	Não	23 09 00	45 53 54
Rio Guaratinguetá		GUAT 02800	R.B.	Não	Na captação de Guaratinguetá (SAEG), em frente a ETA.	GUARATINGUETA	Sim	22 47 00	45 12 46
Braço do Rio Paraitinga		INGA 00850	R.B.	Não	Próximo à área de lazer da CESP	PARAIBUNA	Não	23 21 56	45 36 45
Braço do Rio Paraibuna		IUNA 00950	R.B.	Integrado	Na junção dos braços do Rio Paraibuna e dos rios da serra.		Não	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	Não	22 33 48	44 54 46
Rio Jaguari - UGRHI 02		JAGI 00350	R.B.	Integrado	Na régua da CESP, à montante da Cachoeira do Jaguaripe.	SANTA ISABEL	Não	23 19 48	46 16 50
		JAGI 02900	R.B.	Integrado	Próximo à foz no Rio Paraíba do Sul, no município de São José dos Campos.	SÃO JOSÉ DOS CAMPOS	Não	23 10 21	45 54 49
Reservatório do Jaguari - UGRHI 02		JAGJ 00200	R.B.	Não	Ponte na rodovia SP-056 que liga Santa Isabel a Igaratá, no município de Santa Isabel.	SANTA ISABEL	Sim	23 17 27	46 14 02
		JAGJ 00900	R.B.	Integrado	Na tomada d'água do Reservatório Jaguari.	SÃO JOSÉ DOS CAMPOS	Não	23 11 37	46 01 39
Rio Paraíba do Sul		PARB 02040	Monit. Aut.	Não	EF-25. A aproximadamente 1,5 Km da barragem da Represa de Santa Branca.	SANTA BRANCA	Não	23 22 04	45 52 41
		PARB 02050	R.B.	Não	Na captação de Santa Branca (SAEE), no bairro Angola de Cima.		Sim	23 22 32	45 53 12
		PARB 02100	R.B.	Integrado	Ponte na rodovia SP-77, no trecho que liga Jacareí a Santa Branca.		Não	23 22 05	45 53 59
		PARB 02200	R.B.	Integrado	Junto à captação do município de Jacareí	JACAREI	Sim	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	Não	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.		Sim	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	Não	23 04 42	45 42 39
		PARB 02490	R.B.	Não	Na captação da SABESP em Tremembé, que abastece Taubaté.	TREMEMBÉ	Sim	22 57 40	45 33 10
		PARB 02530	R.B.	Integrado	Na captação da SABESP de Pindamonhangaba	PINDAMONHANGABA	Sim	22 54 42	45 28 13
		PARB 02600	R.B.	Integrado	Na captação de Aparecida	APARECIDA	Sim	22 50 40	45 14 04
		PARB 02700	R.B.	Não	Ponte na rodovia BR-459, no trecho que liga Lorena a Piquete.	LORENA	Não	22 42 12	45 07 10
		PARB 02870	Monit. Aut.	Não	EF-26. Na PCH de Queluz.	QUELUZ	Não	22 32 43	44 47 48
		PARB 02900	R.B.	Integrado	Ponte na cidade de Queluz.		Não	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	Não	22 34 06	44 57 12	

Tabela 3.5 – Descrição dos pontos de amostragem das redes de monitoramento – 2018. (continua)

Corpo Hídrico	UGRHI	Código CETESB	Projeto	Ponto ANA	Local de amostragem	Município	Manancial	Latitude S	Longitude W
Rio Piquete	2	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	Não	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	Não	23 12 14	46 00 50
Rio Paraitinga		PTIN 00850	R.B.	Integrado	Na régua da CESP do Rio Paraitinga, 2 km a montante do centro da cidade S. L. Paraitinga.	SAO LUIS DO PARAITINGA	Não	23 14 20	45 18 23
Rio Paraibuna		PUNA 00800	R.B.	Não	Ponte no bairro das Palmeiras, a montante da régua da CESP.	NATIVIDADE DA SERRA	Não	23 25 17	45 17 19
Ribeirão Grande - UGRHI 02		RIBG 02352	Baln.	Não	Próximo a passarela de ferro, a montante do Bar do Edmundo, no Ribeirão Grande.	PINDAMONHANGABA	Não	22 47 46	45 27 21
Reservatório Santa Branca		SANT 00100	R.B.	Integrado	No meio do corpo central, na junção dos braços Capivari e Paraibuna.	JAMBEIRO	Não	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	Não	22 51 53	45 35 05
		UAMA 00550	R.B.	Não	Ponte sobre o Rio Piracuama ao lado da Estação Centenário da Estrada de Ferro.		Não	22 51 55	45 35 05
		UAMA 00601	Baln.	Não	No Balneário de Piracuama - Reino das Águas Claras.		Não	22 52 31	45 34 56
Rio Una - UGRHI 02		UNNA 02800	R.B.	Não	Na captação da SABESP de Taubaté.	TAUBATÉ	Sim	23 01 49	45 30 26
Córrego do Vidoca		VIDK 04900	R.B.	ANA Novo	Na ponte da Travessa Lineu de Moura, próxima da foz com o Rio Paraíba do Sul.	SÃO JOSÉ DOS CAMPOS	Não	23 11 18	45 54 57
Ribeirão Água Branca	3	ABRA 02950	R.B.	Não	Ponte sobre a Av. Cel. Vicente Faria Lima, em Ilhabela.	ILHABELA	Não	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	Não	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	Não	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		Não	23 45 28	45 40 24
Rio Boiçucanga		BOIC 02950	R.B.	Não	Ponte da Av. Walkir Vergani (SP-055)		Não	23 47 02	45 37 13
Rio Camburi		BURI 02950	R.B.	Não	Estrada do Cambury, na ponte sobre o rio Cambury	CARAGUATATUBA	Não	23 46 32	45 38 51
Rio Claro - UGRHI 03		CARO 02800	R.B.	Integrado	Na captação da SABESP do Baixo Claro.		Sim	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.	UBATUBA	Não	23 34 41	45 19 09
Rio Escuro		CURO 02900	R.B.	Não	Rodovia Rio - Santos, ponte sobre o rio na Praia Dura.		Não	23 29 27	45 09 50
Rio Indaiá		DAIA 02900	R.B.	Não	Ponte na Rodovia BR - 101, em Perequê-Açu.		Não	23 24 41	45 03 26
Rio Maranduba		DUBA 02900	R.B.	Não	Ponte na Rodovia Caraguá - Ubatuba.		Não	23 32 45	45 13 57
Rio Lagoinha		GOIN 02900	R.B.	Não	Ponte na Rodovia Manuel Hyppolito Rego (SP-55).		Não	23 30 52	45 11 31
Rio Grande - UGRHI 03		GRAN 00400	R.B.	Integrado	Na captação de agua bruta da SABESP, no bairro do Horto Florestal, em Ubatuba.		Sim	23 23 44	45 07 11
		GRAN 02800	R.B.	Não	Entrada do Aterro Sanitário de Ubatuba.		Não	23 25 32	45 06 19
		GRAN 02900	R.B.	Não	No ancoradouro, junto aos barcos.		Não	23 25 54	45 04 13
Rio Guaxinduba		GUAX 02950	R.B.	Não	Próximo a praia Martim de Sá	CARAGUATATUBA	Não	23 37 15	45 22 36
Rio Itamambuca		ITAM 02950	R.B.	Não	Próximo ao Condomínio Itamambuca	UBATUBA	Não	23 24 05	45 00 47

Tabela 3.5 – Descrição dos pontos de amostragem das redes de monitoramento – 2018. (continua)

Corpo Hídrico	UGRHI	Código CETESB	Projeto	Ponto ANA	Local de amostragem	Município	Manancial	Latitude S	Longitude W
Rio Maresias	3	MARE 02900	R.B.	Não	Ponte na Rodovia SP-55, km 153, sobre o Rio Maresias	SÃO SEBASTIAO	Não	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	Não	23 34 11	45 17 46
Rio Nossa Senhora da Ajuda		NSRA 02900	R.B.	Não	Ponte de madeira na Rua São Benedito - nº 202.	ILHABELA	Não	23 46 36	45 21 27
Rio Perequê-Mirim		PEMI 02900	R.B.	Não	Ponte na Rodovia Rio - Santos, em Perequê-Mirim	UBATUBA	Não	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	Não	23 48 35	45 21 55
Rio Lagoa		RGOA 02900	R.B.	Não	No Jardim Britânia, próximo da Praia das Frecheiras.	CARAGUATATUBA	Não	23 39 25	45 25 45
Rio Juqueriquerê		RIJU 02900	R.B.	Integrado	No pier do Condomínio Marina New Port.		Não	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 SEBASTIÃO	Não	23 45 54	45 45 44
Rio São Francisco		SAFO 00300	R.B.	Integrado	Na captação da SABESP de São Sebastião - Bairro São Francisco.		Sim	23 45 25	45 25 01
Rio Saí		SAHI 02950	R.B.	Não	Na Praia do Sahy.		Não	23 46 17	45 41 18
Rio Santo Antonio		SATO 02900	R.B.	Não	Avenida da Praia, Bairro de Indaiá	CARAGUATATUBA	Não	23 37 39	45 25 10
Rio Tabatinga		TABA 02900	R.B.	Não	Praia de Tabatinga. Ponte de madeira no final da Rua 18		Não	23 34 25	45 16 26
Rio Lagoa ou Tavares		TAVE 02950	R.B.	Não	Ponte na Rua Rio Grande do Sul	UBATUBA	Não	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	Sim	23 49 08	45 21 21	
Rio Canoas - UGRHI 04	4	CANO 02001	R.B.	Integrado	Ponte na Rodovia SP-340 que liga Mococa e Arceburgo, na divisa SP/MG	MOCOCA	Não	21 25 20	46 59 45
		CANO 02800	R.B.	Integrado	Ponte na Rod. SP-338, em direção a Cajuru.		Não	21 28 14	47 05 38
PARD 02050		Sed.	Não	A cerca de 2 km da Barragem Euclides da Cunha, no Rio Pardo.	SÃO JOSÉ DO RIO PARDO	Não	21 36 06	46 56 37	
PARD 02010		R.B.	Integrado	Ponte na rodovia SP-350, no trecho que liga São José do Rio Pardo à Guaxupé.		Não	21 34 20	46 50 09	
PARD 02100		R.B.	Integrado	Ponte na rodovia SP-340, trecho que liga Casa Branca a Mococa.	MOCOCA	Não	21 37 24	47 02 36	
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	Não	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	Não	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	Não	20 57 58	48 01 40	
Ribeirão Preto		RIPE 04300	R.B.	Integrado	Ponte na Rua Dr. Sarabá em Bonfim Paulista, junto a régua do DAEE 4C-018.	RIBEIRÃO PRETO	Não	21 16 02	47 49 08
		RIPE 04900	R.B.	Não	A jusante da ETE de Ribeirão Preto.		Não	21 05 13	47 48 56
Ribeirão do Tamandua		TDUA 02700	R.B.	Integrado	Ponte na SP-333, entre Serrana e Ribeirão Preto.	SERRANA	Não	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	Não	21 08 34	47 48 09
Rio Atibaia		5	ATIB 02010	R.B.	Integrado	Na captação do município de Atibaia, junto a régua do DAEE 3E-063.	ATIBAIA	Sim	23 06 12
	ATIB 02030		R.B.	Não	Na captação de Itatiba. Rua Fioravante Piovani.	ITATIBA	Sim	22 58 11	46 50 48
	ATIB 02035		R.B.	Integrado	Na captação de Valinhos, junto a régua do DAEE 3D-007.	VALINHOS	Sim	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	Sim	22 54 18	46 58 26
	ATIB 02300		R.B.	Integrado	No canal de captação da Rhodia, em Paulínia.	PAULINIA	Não	22 45 07	47 06 20

Tabela 3.5 – Descrição dos pontos de amostragem das redes de monitoramento – 2018. (continua)

Corpo Hídrico	UGRHI	Código CETESB	Projeto	Ponto ANA	Local de amostragem	Município	Manancial	Latitude S	Longitude W
Rio Atibaia		ATIB 02605	R.B.	Não	Ponte da Rodovia SP-332 que liga Campinas a Cosmópolis.	PAULÍNIA	Não	22 44 43	47 09 35
		ATIB 02800	R.B.	Não	Na captação de Sumaré, perto do Mini-Pantanal de Paulínia.		Sim	22 45 41	47 10 24
		ATIB 02900	R.B.	Integrado	Ponte de Salto Grande, a jusante do Reservatório da CPFL.	AMERICANA	Não	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.		Não	22 42 58	47 16 02
			Sed.	Não	No corpo central do Reservatório do Salto Grande, em frente a Praia Azul.	AMERICANA	Não	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 PERDOES	Não	23 06 48	46 28 45
Reservatório do Rio Cachoeira		CACH 00500	R.B.	Não	No meio do corpo central, cerca de 3,5 km da barragem	PIRACAIA	Sim	23 02 01	46 17 24
		CACH 00902	Baln.	Não	Na praia da Tulipa.		Não	23 03 22	46 19 08
Rio Cachoeira		CAXO 0 2800	R.B.	Não	Ponte sobre o Rio Cachoeira na estrada que liga a Rod. D. Pedro I a Piracaia.	BOM JESUS DOS PERDOES	Não	23 05 43	46 26 31
Rio Camanducaia		CMDC 02050	R.B.	Não	Ponte no Distrito de Mostardas, em Amparo.	MONTE ALEGRE DO SUL	Não	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.		Não	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	Sim	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.		Não	22 41 21	46 52 51
		CMDC 02900	R.B.	Não	Ponte na Rodovia SP-340 no trecho que liga Campinas à Mogi-Mirim.	JAGUARIUNA	Não	22 39 42	47 00 11
Rio Capivari	5	CPIV 02030	R.B.	Não	Ponte na Estrada SP-360 Jundiá/Itatiba, no bairro do Mato - dentro.	JUNDIAÍ	Não	23 06 54	46 51 09
		CPIV 02060	R.B.	Não	Ponte próxima à Granja Dina, em Louveira.	LOUVEIRA	Não	23 06 06	46 55 20
		CPIV 02100	R.B.	Não	No condomínio São Joaquim, em Vinhedo.	VINHEDO	Não	23 03 49	46 59 03
		CPIV 02130	R.B.	Não	Na captação de Campinas-ETA Capivari na Rodovia dos Bandeirantes.	CAMPINAS	Sim	23 00 22	47 06 00
		CPIV 02160	R.B.	Não	Na estrada de terra que liga Campinas a Monte Mor.		Não	22 57 18	47 14 37
		CPIV 02200	R.B.	Integrado	Ponte na estrada que liga Monte Mor a Fazenda Rio Acima.	MONTE MOR	Não	22 57 34	47 17 51
		CPIV 02700	R.B.	Integrado	Ponte na represa da Usina São Paulo.	RAFARD	Não	22 59 58	47 31 52
Rio Corumbataí		CPIV 02900	R.B.	Integrado	Ponte no canal, próximo à foz do Rio Tietê.	TIETE	Não	22 59 21	47 45 17
		CRUM 02050	R.B.	Não	Na régua do DAEE 4D-023R, em Analândia.	ANALÂNDIA	Não	22 07 45	47 40 05
		CRUM 02080	R.B.	Não	Na captação da ETA II de Rio Claro.	RIO CLARO	Sim	22 19 29	47 33 32
		CRUM 02100	R.B.	Não	Ponte na Rodovia São Pedro/Araras, próximo ao Distrito industrial de Rio Claro.		Não	22 20 49	47 34 12
		CRUM 02200	R.B.	Integrado	Ponte na Estr. Assistência/Paraisolândia, em Rio Claro		Não	22 30 54	47 37 26
		CRUM 02300	R.B.	Não	No Bairro Recreio, Usina Tamandupá, em Charqueada, junto a DAEE 4D-021.	CHARQUEADA	Não	22 34 53	47 41 01
		CRUM 02500	R.B.	Não	Na captação da SEMAE de Piracicaba.	PIRACICABA	Sim	22 38 01	47 40 58
Ribeirão do Caxambu		CRUM 02850	R.B.	Não	A 1 km da foz com o Rio Piracicaba. Ponte na R. Virgílio da Silva Fagundes.		Não	22 40 45	47 40 31
		CXBU 02900	R.B.	Não	Na captação de Itupeva.	ITUPEVA	Sim	23 09 51	47 00 54
Córrego Santa Gertrudes		GERT 02500	R.B.	Não	Na captação de Santa Gertrudes.	SANTA GERTRUDES	Sim	22 27 10	47 31 12

Tabela 3.5 – Descrição dos pontos de amostragem das redes de monitoramento – 2018. (continua)

Corpo Hídrico	UGRHI	Código CETESB	Projeto	Ponto ANA	Local de amostragem	Município	Manancial	Latitude S	Longitude W
Rio Pirai		IRIS 02100	R.B.	Não	Na captação de Cabreúva, no Bairro do Jacaré.	CABREÚVA	Sim	23 15 43	47 03 28
Rio Pirai		IRIS 02200	R.B.	Não	Ponte na Rodovia Marechal Rondon, em frente à indústria Crown Cork.		Não	23 14 52	47 04 24
Rio Pirai		IRIS 02250	R.B.	Não	Na segunda ponte de concreto na saída para o Bairro do Pinhal.		Não	23 14 48	47 05 44
Rio Pirai		IRIS 02400	R.B.	Não	Estrada sentido Faz. Santana, após aproximadamente 500m do trevo.		Não	23 15 44	47 07 13
Rio Pirai		IRIS 02600	R.B.	Não	Rodovia Marechal Rondon, altura do km 91, nos fundos da Olaria Tijolar.		Não	23 15 23	47 10 34
Rio Pirai		IRIS 02900	R.B.	Integrado	Na barragem de captação dos municípios de Salto e Indaiatuba.	INDAIATUBA	Sim	23 10 59	47 14 38
Rio Jaguari - UGRHI 05		JAGR 00002	R.B.	Integrado	Ponte sobre o Rio Jaguari, no km 2.	VARGEM	Não	22 52 53	46 23 28
		JAGR 00005	R.B.	Não	Ponte na SP - 381 (Fernão Dias), a jusante do reservatório da SABESP.	BRAGANÇA PAULISTA	Não	22 54 54	46 25 41
		JAGR 02010	R.B.	Integrado	Na captação da SABESP de Bragança Paulista, no bairro Curitibaanos.		Sim	22 54 30	46 32 37
		JAGR 02100	R.B.	Integrado	Ponte na rodovia SP- 95 no trecho que liga Bragança Paulista/Amparo (km 9).		Não	22 52 39	46 36 26
		JAGR 02200	R.B.	Não	Ponte Pênsil, na captação de Pedreira.	PEDREIRA	Sim	22 44 48	46 53 52
		JAGR 02300	R.B.	Integrado	Na captação de Jaguariúna - DAE.	JAGUARIUNA	Sim	22 42 44	46 58 17
		JAGR 02400	R.B.	Não	Na ponte da Rodovia SP-340.		Não	22 42 15	47 00 51
		JAGR 02500	R.B.	Integrado	Na ponte da rodovia SP-332, próximo às captações de Paulínia e Hortolândia.	PAULÍNIA	Sim	22 41 56	47 09 07
		JAGR 02800	R.B.	Integrado	Na captação de Limeira, junto à regua do DAE 4D-013.	LIMEIRA	Sim	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	Sim	22 55 40	46 25 27
Ribeirão Jacuba	5	JCBA 02950	R.B.	Não	Ponte na Estrada Municipal Teodora Condiev, próximo da foz com o Rio Quilombo.	SUMARE	Não	22 50 30	47 15 11
Reservatório do Rio Jacaré-UGRHI -5		JCRE 00500	R.B.	Não	No corpo central.	VARGEM	Sim	22 58 16	46 24 03
		JCRE 00521	Baln.	Não	Praia do Condomínio Novo Horizonte, no reservatório Jacaré-Jaguari.	PIRACAIÁ	Não	23 00 21	46 24 59
		JCRE 00701	Baln.	Não	No pier da Marina Confiança, no Reservatório Jacaré-Jaguari.	BRAGANÇA PAULISTA	Não	22 58 59	46 26 23
Ribeirão Jundiá-Mirim		JUMI 00100	R.B.	Não	No bairro Pitanga, em Jarinu.	JARINU	Não	23 07 18	46 46 15
		JUMI 00250	R.B.	Não	Ponte na Estrada Jundiá/Jarinu, em frente ao Condomínio Campo Verde.	JUNDIAÍ	Não	23 08 47	46 48 22
		JUMI 00500	R.B.	Não	Ponte a jusante da Cereser.		Não	23 08 43	46 51 04
		JUMI 00800	R.B.	Não	Na captação de Jundiá.		Sim	23 09 30	46 54 34
Rio Jundiá - UGRHI 05		JUNA 02010	R.B.	Não	Na captação de Campo Limpo Paulista.	CAMPO LIMPO PAULISTA	Sim	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.		Não	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	Não	23 12 29	46 48 30
		JUNA 03150	R.B.	Não	Na Ponte da Av. Antônio Frederico Ozanan, alt. da Rua Angelo Corradini.	JUNDIAÍ	Não	23 11 37	46 52 10
		JUNA 03190	R.B.	Não	Ponte de acesso à Akzo Nobel, em Itupeva.	ITUPEVA	Não	23 08 49	47 01 22
		JUNA 03200	R.B.	Não	Ponte sobre o Rio Jundiá, na estrada do Bairro Monte Serrat.		Não	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 regua do DAE 4E-017.	INDAIATUBA	Não	23 06 30	47 10 49
		JUNA 03700	R.B.	Não	Ponte no Jardim das Nações, em Salto.	SALTO	Não	23 11 42	47 16 07
		JUNA 03900	R.B.	Integrado	Ponte na Praça Álvaro Guião, próximo à foz com o Rio Tietê, na área urbana de Salto.		Não	23 12 36	47 17 28

Tabela 3.5 – Descrição dos pontos de amostragem das redes de monitoramento – 2018. (continua)

Corpo Hídrico	UGRHI	Código CETESB	Projeto	Ponto ANA	Local de amostragem	Município	Manancial	Latitude S	Longitude W
Rio Jundiázinho		JUZI 02400	R.B.	Não	Ponte na Estr. Mun. José Cintra, no bairro Portão.	ATIBAIA	Não	23 13 46	46 37 44
Ribeirão Lavapés-UGRHI 5		LAPE 04850	R.B.	Não	Ponte na Rua Antonio Sabella, cerca de 1 km da Foz com o Rio Jaguari.	BRAGANCA PAULISTA	Não	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	Sim	22 24 33	47 32 25
		LARO 02900	R.B.	Não	Ponte próxima à foz do Rio Claro com o Rio Corumbatai, no distrito de Assistência.		Não	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.	PAULINIA	Não	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	Sim	22 42 39	47 19 22
		PCAB 02135	R.B.	Integrado	Na ponte de concreto da estrada Americana-Limeira, na divisa de Limeira e Sta. Bárbara d'Oeste.	LIMEIRA	Não	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	Não	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.		Sim	22 42 44	47 38 58
		PCAB 02300	R.B.	Não	Na ponte do Caixão.		Não	22 41 44	47 40 19
		PCAB 02600	Monit. Aut.	Não	EF-06. No Sítio Paudalinho, na estrada dos Marins, S/N, em Piracicaba. EF-06 (Piracicaba)		Não	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.		Não	22 41 31	47 46 39
		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	Não	22 37 44	48 10 27
Ribeirão do Pinhal	5	PIAL 02900	R.B.	Não	No canal do Rib.Pinhal na Captação Águas de Limeira.	LIMEIRA	Sim	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	Não	22 56 09	47 09 45
Ribeirão Piracicamirim		PIMI 02900	R.B.	Não	Na foz com o Rio Piracicaba.	PIRACICABA	Não	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	Não	22 59 19	46 59 19
Ribeirão Pinheiros		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.		Não	22 54 53	46 57 39
Ribeirão Quilombo		QUIL 03030	R.B.	Não	Ponte da Estr. Mun. Joannine Caumo na divisa Campinas/ Sumaré. Cerca de 500m a jusante da ETE San Martin da SANASA.	CAMPINAS	Não	22 49 14	47 09 24
		QUIL 03200	R.B.	Não	Ponte na estrada que liga a Via Anhanguera a Paulínia.	SUMARÉ	Não	22 49 07	47 11 55
		QUIL 03500	R.B.	Não	Na passarela de pedestres em frente a Rua 2 . À montante da ETE Palmital de Nova Odessa.		Não	22 48 14	47 16 50
		QUIL 03900	R.B.	Integrado	Na foz com o Rio Piracicaba. Na ETE de Americana, no bairro Carioba.	AMERICANA	Não	22 42 52	47 20 02
Represa do Rio Atibainha		RAIN 00402	Baln.	Não	Praia da Utinga, em Nazaré Paulista.	NAZARÉ PAULISTA	Não	23 13 03	46 23 52
		RAIN 00802	Baln.	Não	Na rampa de barco próxima do Hotel Varanda do Lago (em frente ao bar).		Não	23 10 29	46 22 49
		RAIN 00880	R.B.	Não	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.	NAZARÉ PAULISTA	Sim	23 12 35	46 23 10
			Sed.	Não			Sim	23 12 35	46 23 10

Tabela 3.5 – Descrição dos pontos de amostragem das redes de monitoramento – 2018. (continua)

Corpo Hídrico	UGRHI	Código CETESB	Projeto	Ponto ANA	Local de amostragem	Município	Manancial	Latitude S	Longitude W
Represa do Rio Atibainha	5	RAIN 00901	Baln.	Não	Praia do Lavapés, em Nazaré Paulista.	NAZARÉ PAULISTA	Não	23 11 03	46 23 35
Ribeirão Tatu		TATU 04850	R.B.	Não	Ponte 2 km a montante da foz do Rio Piracicaba.	LIMEIRA	Não	22 39 36	47 21 09
Ribeirão Tijuco Preto		TIJU 02900	R.B.	Não	Próximo à sua foz.	SUMARÉ	Não	22 48 39	47 10 24
Ribeirão dos Toledos		TOLE 03750	R.B.	Não	Ponte próxima da Rua Rafarde, Bairro São Joaquim.	SANTA BÁRBARA d'OESTE	Não	22 44 09	47 24 52
Ribeirão Três Barras		TREB 02950	R.B.	Não	Na foz do Rib. Três Barras com o Rio Pirapitingui.	COSMÓPOLIS	Não	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	Sim	23 23 52	46 39 30
			Monit. Aut.	Não	EF-09. No Reservatório Águas Claras-SABESP, na Serra da Cantareira. Estrada Sta Inês s/n. EF-09 Águas Claras		Sim	23 23 52	46 39 31
			Sed.	Não	No Reservatório Águas Claras- SABESP, na Serra da Cantareira. A cerca de 50 m da barragem.		Sim	23 23 53	46 39 29
Reservatório Billings		BILL 02030	R.B.	Não	No meio do corpo central, cerca de 1,5 km da Barragem de Pedreira	SÃO PAULO	Não	23 43 04	46 39 51
		BILL 02100	R.B.	Não	No meio do corpo central, na direção do braço do Bororé.		Não	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 SÃO BERNARDO DO CAMPO	Não	23 47 27	46 35 54
		BILL 02801	Baln.	Não	Praia do Riacho Grande, próxima à barragem do Rio Grande, ao lado da Rodovia Anchieta.		Não	23 46 37	46 32 01
		BILL 02900	R.B.	Não	Próximo à barragem reguladora Billings-Pedras (Summit Control).		Não	23 49 06	46 31 25
			Monit. Aut.	Não	EF-11. Próximo à barragem reguladora Billings-Pedras no Summit Control. (EF-11-Summit Control)		Não	23 49 04	46 31 23
Braço do Rio Pequeno		BIRP 00500	R.B.	Não	No Braço do Rio Pequeno, a aproximadamente 2 km à montante da Rodovia Caminhos do Mar.		Sim	23 47 28	46 28 41
			Sed.	Não			Sim	23 47 28	46 28 14
Braço do Ribeirão Taquacetuba	6	BITQ 00100	R.B.	Não	Na baía situada no final da Rua Tomekichi Inouye (captação da SABESP).	SÃO PAULO	Sim	23 50 41	46 39 20
			Monit. Aut.	Não	EF-10. Na captação da SABESP de Taquacetuba, estrada Santa Rita, no. 1000, no bairro Herplin. (EF-10-Taquacetuba)		Sim	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, à 600 m da captação da SABESP.	BIRITIBA MIRIM	Sim	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	Não	23 24 49	46 22 18
		BQGU 03850	R.B.	Não	Ponte na Rua José Marques Prata, a jusante da Penitenciária de Guarulhos	GUARULHOS	Não	23 28 03	46 29 16
Rio Cabuçú		CABU 04700	R.B.	Não	Ponte na Rod. Fernão Dias, altura do km 88, perto da passarela do Parque Eloi Chaves	SÃO PAULO	Não	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	Não	23 52 18	46 48 17
Reservatório das Graças		COGR 00900	R.B.	Integrado	Na barragem, junto à captação do Alto Cotia.	COTIA	Sim	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	Não	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	Não	23 35 56	46 52 53
		COTI 03900	R.B.	Não	No canal de captação de águas para a ETA do Baixo Cotia.	CARAPICUÍBA	Sim	23 32 25	46 51 45

Tabela 3.5 – Descrição dos pontos de amostragem das redes de monitoramento – 2018. (continua)

Corpo Hídrico	UGRHI	Código CETESB	Projeto	Ponto ANA	Local de amostragem	Município	Manancial	Latitude S	Longitude W
Ribeirão dos Cristais		CRIS 03400	R.B.	Não	Na captação da ETA de Cajamar.	CAJAMAR	Sim	23 19 54	46 49 29
			Sed.	Não	Na captação da SABESP de Cajamar.		Sim	23 19 53	46 49 28
Rio Aricanduva		DUVA 04900	R.B.	Não	Ponte Ely Lopes Meireles, no município de São Paulo.	SÃO PAULO	Não	23 31 28	46 33 30
Rio Embu-Guaçu		EMGU 00800	R.B.	Não	Ponte na estrada que liga Embu-Guaçu à Fazenda da Ilha.	EMBU-GUAÇU	Não	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	Não	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	Não	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	Sim	23 34 35	46 21 19
		GUAO 02900	R.B.	Não	Ponte na Rod. 066 (Rod. Henrique Eroles), na sua foz em Suzano.	SUZANO	Não	23 31 16	46 19 41
Reservatório do Guarapiranga	6	GUAR 00051	Baln.	Não	Na praia do Bairro do Crispim.	ITAPECERICA DA SERRA	Não	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	Não	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		Não	23 45 12	46 46 01
		GUAR 00301	Baln.	Não	Praia Miami Paulista (Aracati).		Não	23 42 54	46 45 07
		GUAR 00401	Baln.	Não	Na Marina Guaraci.		Não	23 42 41	46 45 20
		GUAR 00452	Baln.	Não	Prainha do Jardim Represa / Hidroavião		Não	23 43 07	46 43 09
		GUAR 00602	Baln.	Não	Praia no Restaurante Interlagos/ Guarujapiranga Praia V-Decreto Municipal 53.538 de 2012		Não	23 42 10	46 42 57
		GUAR 00611	Baln.	Não	No Pier da Escola de Esportes Nauticos Wind Clube.		Não	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		Não	23 41 48	46 43 11
		GUAR 00751	Baln.	Não	Em frente ao Pier do Yacht Club Paulista.		Não	23 41 47	46 44 26
		GUAR 00900	R.B.	Integrado	Na Captação da SABESP, junto à casa de Bombas.		Sim	23 40 27	46 43 40
			Monit. Aut.	Não	EF-08. Na Captação da SABESP junto à casa de Bombas no Bairro Capela do Socorro (EF-08-Guarapiranga).		Sim	23 40 17	46 43 35
Ribeirão Ipiranga		IPIG 03950	R.B.	Não	Na foz do Rio Ipiranga, na ponte da Rua Casajeros, ao lado da SEMAE.	MOGI DAS CRUZES	Não	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	Não	23 34 41	46 36 32
Ribeirão Jaguari - UGRHI 06		JGUA 03950	R.B.	Não	Na ponte da Estrada Gov. Mario Covas, Bairro Mandi, em Itaquaquecetuba.	ITAQUAQUECETUBA	Não	23 29 19	46 19 37
Reservatório do Rio Jundiá - UGRHI 06		JNDI 00500	R.B.	Não	No canal de interligação do Res. do Rio Jundiá com o reservatório Taiaçupeba.	MOGI DAS CRUZES	Sim	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	MAIRIPORÃ	Sim	23 20 25	46 39 45
			Sed.	Não	Próximo a Ponte Santa Inês, na rodovia que liga Mairiporã à Franco da Rocha	FRANCO DA ROCHA	Sim	23 21 13	46 39 56
Rio Juqueri		JQRI 03300	R.B.	Integrado	Ponte na entrada da portaria 2 do Parque Estadual do Juqueri.		Não	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	Não	23 24 09	46 50 09
Córrego do Pirajussara		JUÇA 04900	R.B.	Não	Ponte na entrada da USP.	SÃO PAULO	Não	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	Não	23 32 34	46 14 37

Tabela 3.5 – Descrição dos pontos de amostragem das redes de monitoramento – 2018. (continua)

Corpo Hídrico	UGRHI	Código CETESB	Projeto	Ponto ANA	Local de amostragem	Município	Manancial	Latitude S	Longitude W	
Ribeirão Itaquera	6	KERA 04990	R.B.	Não	Ponte a cerca de 70 metros da sua foz no Rio Tiete.	SÃO PAULO	Não	23 28 50	46 26 25	
Lago 1 do Parque do Jaragua		LJAR 02990	Sed.	Não	Na saída do Lago 1 do Parque do Jaraguá.		Não	23 27 32	46 45 20	
Ribeirão Moinho Velho		MOVE 03500	R.B.	Não	No Ribeirão Moinho Velho, Ponte do km 26 da Raposo Tavares, antes da Indústria Firmenich.	COTIA	Não	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	Não	23 36 00	46 34 43	
Reservatório da Ponte Nova		NOVA 00800	Sed.	Não	No corpo central do reservatório Ponte Nova, no município de Salesópolis.	SALESOPOLIS	Não	23 34 53	45 57 44	
Reservatório Taiaçupeba		PEBA 00900	PEBA 00200	Sed.	Não	No corpo central, cerca de 1 km da entrada do Rio Taiaçupeba-Mirim.	SUZANO	Sim	23 36 06	46 17 34
				R.B.	Integrado	Na captação da SABESP.		Sim	23 34 43	46 16 41
				Monit. Aut.	Não	EF 20 - Na captação da SABESP de Taiaçupeba		Sim	23 34 43	46 16 41
				Sed.	Não	No Reservatório Taiaçupeba, no corpo central a 1 km da barragem. A jusante dos braços do Taiaçupeba-Mirim e Taiaçupeba-Guaçu.		Sim	23 34 43	46 16 41
Ribeirão das Pedras		PEDA 03900	R.B.	Não	A jusante da ponte da Rodovia Fernando Nobre.	COTIA	Não	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	Não	23 27 52	46 20 51	
			Sed.	Não	Na passarela da Rua Nossa Sra. de Lourdes, Bairro Jardim Japão.		Não	23 27 52	46 20 51	
Rio Pinheiros		PINH 04100	R.B.	Integrado	Na Usina Elevatória de Pedreira, no centro do canal	SÃO PAULO	Não	23 42 09	46 40 26	
		PINH 04105	Monit. Aut.	Não	EF-14. No Rio Pinheiros, próxima da Usina Elevatória de Pedreira, na margem oposta do escritório da EMAE. (EF-14- Pedreira).		Não	23 42 10	46 40 45	
		PINH 04250	R.B.	Não	Na Ponte do Socorro.		Não	23 39 53	46 42 35	
		PINH 04500	R.B.	Integrado	Embaixo da Ponte Ari Torres (Av. Bandeirantes).		Não	23 35 38	46 41 37	
		PINH 04900	R.B.	Não	Próximo à sua foz no Rio Tietê, na Estrutura de Retiro.		Não	23 31 52	46 44 54	
Ribeirão Pires		PIRE0 2900	R.B.	Não	Ponte da Eletropaulo, na Av. Rotary, no bairro Estância Noblesse, quase às margens do Reservatório do Rio Grande	RIBEIRÃO PIRES	Não	23 42 52	46 25 45	
		PIRE 02999	Sed.	Não	Na sua foz, junto ao Reservatório do Rio Grande.		Não	23 43 14	46 26 14	
Reservatório do Cabuçu		RCAB 00900	R.B.	Não	Junto à barragem da captação do município de Guarulhos (SAEE).	GUARULHOS	Sim	23 24 18	46 31 59	
Reservatório do Rio Grande		RGDE 02030	R.B.	Não	1 km depois da desembocadura do Rio Grande ou Jurubatuba, próximo a transposição da SABESP.	RIBEIRÃO PIRES	Sim	23 44 30	46 24 59	
Reservatório do Rio Grande		RGDE 02030	Sed.	Não	1 km depois da desembocadura do Rio Grande ou Jurubatuba., próximo a transposição da Sabesp	RIBEIRÃO PIRES	Sim	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.		Não	23 44 23	46 26 44	
		RGDE 02301	Baln.	Não	Prainha do Clube Tahiti.		Não	23 44 15	46 26 47	
		RGDE 02400	Sed.	Não	No corpo central, próximo ao linhão da Eletropaulo	SANTO ANDRÉ	Não	23 45 16	46 28 10	
		RGDE 02701	Baln.	Não	Clube de Campo Sindicato dos Metalúrgicos do ABC.	SÃO BERNARDO DO CAMPO	Não	23 46 07	46 29 49	
		RGDE 02851	Baln.	Não	Prainha do Parque Municipal Estoril, próximo ao Zoo.		Não	23 46 18	46 30 54	
		RGDE 02900	R.B.	Integrado	Próximo à rodovia Anchieta, junto à captação da SABESP		Sim	23 46 07	46 32 00	

Tabela 3.5 – Descrição dos pontos de amostragem das redes de monitoramento – 2018. (continua)

Corpo Hídrico	UGRHI	Código CETESB	Projeto	Ponto ANA	Local de amostragem	Município	Manancial	Latitude S	Longitude W
Reservatório do Rio Grande	6	RGDE 02900	Monit. Aut.	Não	EF-07. Próxima à rodovia Anchieta, junto à captação da SABESP. (EF -07- Rio Grande).	SÃO BERNARDO DO CAMPO	Sim	23 46 09	46 31 59
		RGDE 02901	Baln.	Não	Praia do Parque Municipal do Estoril.		Não	23 46 11	46 31 10
Córrego São João do Barueri		SJBA 04950	R.B.	Não	Na alça de retorno da Av. Boulevard Arnaldo Bittencout sobre o Córrego São João do Barueri	BARUERI	Não	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	Não	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	Não	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.		Sim	23 38 04	46 19 17
			Sed.	Não	Próximo da ponte na estrada de terra, no final da Trav. Crispim Adelino Cardoso, ao lado da EEE da SABESP.		Não	23 38 04	46 19 17
Rio Tamanduaí		TAMT 04250	R.B.	Não	Na ponte da Av. do Estado, na divisa de Santo André com Mauá.	MAUA	Não	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	Não	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 DAAE para PQS.	SÃO PAULO	Não	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		Não	23 31 36	46 37 56
Reservatório de Tanque Grande		TGDE 00900	R.B.	Não	Junto à barragem, no município de Guarulhos.	GUARULHOS	Sim	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 aguapés.	SANTANA DO PARNAIBA	Não	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, à 800 m da ETA da SABESP.	BIRITIBA MIRIM	Não	23 33 54	46 00 57
		TIET 02090	R.B.	Não	Na captação principal do município de Mogi das Cruzes	MOGI DAS CRUZES	Sim	23 32 55	46 08 09
			Monit. Aut.	Não	EF-01. Na captação principal do município de Mogi das Cruzes- (Mogi das Cruzes).		Sim	23 32 45	46 08 04
		TIET 03120	R.B.	Integrado	À jusante da ETE de Suzano.	SUZANO	Não	23 30 11	46 20 13
		TIET 03130	R.B.	Não	Ponte na Estrada de Santa Isabel, na entrada de Itaquaquecetuba.	ITAQUAQUECETUBA	Não	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	Não	23 28 36	46 29 59
		TIET 04160	Monit. Aut.	Não	EF- 29. Na Barragem da Penha	GUARULHOS	Não	23 30 06	46 32 31
		TIET 04170	R.B.	Não	Ponte na Av. Aricanduva.	SÃO PAULO	Não	23 31 22	46 33 29
	TIET 04180	R.B.	Integrado	Ponte das Bandeiras, na Av. Santos Dumont.	Não		23 31 18	46 37 52	
	TIET 04200	R.B.	Integrado	Ponte dos Remédios, na Av. Marginal (Rodovia Presidente Castelo Branco).	Não		23 31 11	46 44 47	
Reservatório de Pirapora	TIPI 04900	R.B.	Integrado	Próximo às comportas da barragem do Reservatório de Pirapora	PIRAPORA DO BOM JESUS	Não	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	Não	23 34 03	46 45 25	
Ribeirão Vermelho ou Mutinga	VEME 04175	Sed.	Não	No meio do Lago 2 do Parque do Pico do Jaraguá		Não	23 27 50	46 45 14	
	VEME 04250	R.B.	Não	Na Aldeia Indígena Jaraguá, a jusante do lago do Parque do Jaraguá.		Não	23 27 50	46 45 15	
Córrego Zavuvus	ZVUS 04950	R.B.	Não	Ponte em frente a entrada da Estação CPTM Jurubatuba		Não	23 40 35	46 42 04	

Tabela 3.5 – Descrição dos pontos de amostragem das redes de monitoramento – 2018. (continua)

Corpo Hídrico	UGRHI	Código CETESB	Projeto	Ponto ANA	Local de amostragem	Município	Manancial	Latitude S	Longitude W
Rio Branco	7	ANCO 02900	R.B.	Não	Ponte na BR -101/SP-055, altura do km 279, antes do pedágio.	SÃO VICENTE	Não	23 56 05	46 27 52
Rio Branco (Itanhaém)		BACO 02950	R.B.	Integrado	Ponte próxima da captação do Mambú-SABESP	ITANHAEM	Sim	24 04 56	46 48 05
Reservatório Capivari-Monos		CAMO 00900	R.B.	Integrado	Junto à Estação de Recalque da SABESP.	SÃO PAULO	Sim	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	Não	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	Sim	23 52 36	46 27 09
Rio Cubatão		CUBA 02700	R.B.	Integrado	Na ponte Preta, em frente à antiga Estação de Tratamento de Água do Rio Cubatão.		Sim	23 53 18	46 27 19
		CUBA 03900	R.B.	Não	Ponte da estrada de ferro Santos-Jundiá cerca de 1,5 km a jusante da confluência com o Rio Perequê.		Não	23 52 58	46 24 49
Rio Itapanhaú		IPAU 02600	R.B.	Integrado	Na captação da SABESP de Bertioga - Estação de Tratamento de Água Itapanhaú e captação da Riviera de São Lourenço.	BERTIOGA	Sim	23 46 37	46 03 12
			Sed.	Não	Na captação da SABESP de Bertioga-Estação de Tratamento de Água Itapanhaú e captação da Riviera de São Lourenço.		Sim	23 46 37	46 03 12
		IPAU 02900	R.B.	Não	Margem esquerda, no ancoradouro da Marina do Forte.		Não	23 50 08	46 09 07
Rio Itaguaré		ITAE 02900	R.B.	Não	Na ponte da Rodovia Rio / Santos.		Não	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	Não	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.	CUBATAO	Não	23 51 08	46 22 41
Rio Itanhaém		NAEM 02850	R.B.	Integrado	Rio Itanhaém No Pier da sede do DAEE de Itanhaém, junto ao posto DAEE 3F-006.	ITANHAÉM	Não	24 10 58	46 47 36
Rio Perequê		PERE 02601	Baln.	Não	Praia do Parque Ecológico de Cubatão.	CUBATAO	Não	23 50 52	46 24 59
		PERE 02900	R.B.	Integrado	No Rio Perequê, junto a captação da Carbocloro.		Não	23 52 06	46 25 04
Rio Preto - UGRHI 07		PETO 02900	R.B.	Não	Na ponte do caminho do Guaraú.	PERUÍBE	Não	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	Não	23 51 27	46 23 33
Rio Canal Barreiros		REIS 02900	R.B.	Não	Na ponte pênsil.	SÃO VICENTE	Não	23 58 29	46 23 19
Rio Saboó		SABO 22500	R.B.	Não	Ponte na Av. Pres. Getúlio Vargas, ao lado Centro de Treinamento Meninos da Vila.	SANTOS	Não	23 55 51	46 20 59
Rio Guaratuba		TUBA 02900	R.B.	Não	Ponte na Rio Santos, no fim da praia do Guaratuba.	BERTIOGA	Não	23 45 08	45 53 40
Ribeirão dos Bagres	8	BAGR 04020	R.B.	Não	Ponte sob a Av. Hélio Palermo, a 500 metros da nascente, em Franca.	FRANCA	Não	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.		Não	20 33 18	47 24 50
		BAGR 04600	R.B.	Integrado	Ponte na rodovia vicinal 384 que liga Restinga a SP 344.	RESTINGA	Não	20 37 51	47 28 18
		BAGR 04950	R.B.	Não	Ponte na Fazenda Boa Sorte, a 2 km da foz, em Batatais.	BATATAIS	Não	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	Não	20 16 47	47 47 49	

Tabela 3.5 – Descrição dos pontos de amostragem das redes de monitoramento – 2018. (continua)

Corpo Hídrico	UGRHI	Código CETESB	Projeto	Ponto ANA	Local de amostragem	Município	Manancial	Latitude S	Longitude W
Rio Grande - UGRHI 08, 12 e 15	8	GRDE 02271	Baln.	Não	No pier da praia Municipal de Miguelópolis.	MIGUELÓPOLIS	Não	20 09 10	48 01 58
		GRDE 02273	Baln.	Não	Na parte central da praia Municipal de Miguelopolis.		Não	20 09 15	48 02 03
		GRDE 02300	R.B.	Não	Ponte na rod. SP-413, no trecho que liga Miguelópolis/Guaíra a Uberaba, a jusante Usina Volta Grande.		Não	20 01 27	48 14 04
Ribeirão do Jardim		JARD 04800	R.B.	Integrado	Ponte na área rural de Guaíra, a jusante do lançamento das ETEs Matadouro, Fogão e Santa Quitéria.	GUAÍRA	Não	20 15 51	48 20 19
Rio Canoas		KNOA 02500	R.B.	ANA Novo	Na captação da SABESP de Franca no Rio Canoas, na divisa de SP/MG.	FRANCA	Sim	20 25 49	47 17 38
Ribeirão Pinheirinho - UGRHI 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	Não	21 05 10	47 08 56
Rio Sapucaí - UGRHI 8		SAPU 02050	R.B.	Não	Ponte na Rod. do Gardinha, cerca de 5 km da divisa de Minas Gerais.	ALTINÓPOLIS	Não	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	Não	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	Não	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	Não	20 42 27	47 35 05
	SAPU 02300	R.B.	Não	Ponte na rodovia que liga Nuporanga a São José da Bela Vista, próxima da PCH dos Dourados.	Não		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	Não	20 31 24	47 49 39	
	SAPU 02900	R.B.	Integrado	Ponte na estrada vicinal que liga Guaíra ao Rio Grande, alt. do km 13 + 200m, junto a régua do DAEE (5B -007).	GUAÍRA	Não	20 12 13	48 17 24	
Rio Sapucaizinho	SAPZ 04500	R.B.	Integrado	Ponte na Rod. SP 345, km 3, na entrada da cidade, a jusante do Lactínio Jussara. Junto a régua do DAEE 4B-015.	PATROCINIO PAULISTA	Não	20 37 59	47 17 02	
Rio das Araras	ARAS 02900	R.B.	Integrado	Ponte de madeira na foz Rio Araras.	ARARAS	Não	22 16 46	47 13 23	
Ribeirão da Penha	ENHA 02900	R.B.	Não	Ponte na estrada IPI-080, a jusante da ETE de Itapira.	ITAPIRA	Não	22 24 22	46 50 23	
Ribeirão Ferraz	ERAZ 02700	R.B.	Não	Ponte na SP 191, km 23,5	CONCHAL	Não	22 21 15	47 10 55	
	ERAZ 02990	R.B.	Não	Foz do Ribeirão Ferraz próximo ao Pesqueiro na cidade de Conchal.		Não	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	Não	22 05 32	46 39 07	
	JAMI 02300	R.B.	Não	Na ponte da SP 344, depois do Bairro do Pedregulho, na altura do km 238,5.	SAO JOAO DA BOA VISTA	Não	21 52 59	46 52 10	
Rio Jaguari-Mirim	JAMI 02500	R.B.	Integrado	Ponte na Rodovia SP-340, no km 212,9, junto a régua do DAEE 4C-013.	AGUAÍ	Não	21 59 26	47 02 19	
Lago do Cór. da Vendinha	9	LVEN 02501	Baln.	Não	Na Prainha do Parque Ecológico de Sertãozinho	SERTAOZINHO	Não	21 07 58	48 02 00
Ribeirão do Meio		MEIO 02900	R.B.	Integrado	Ponte F. Baldim, sobre o Ribeirão do Meio, ao lado da Fazenda, junto a régua do DAEE 4D-030.	LEME	Não	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	Sim	22 22 42	46 53 59
Rio Mogi-Guaçu		MOGU 02100	R.B.	Integrado	Ponte na rodovia de terra que liga Pinhal à Jacutinga, em Minas Gerais.	Est. MINAS GERAIS	Não	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	Não	22 21 49	46 58 11
		MOGU 02200	R.B.	Não	Ponte na rodovia que liga Leme a Conchal, em Pádua Sales.		Não	22 17 56	47 07 56
	MOGU 02210	R.B.	Não	A jusante da confluência com o Córrego Ferraz ou do Pinhal.	Não		22 17 21	47 11 07	

Tabela 3.5 – Descrição dos pontos de amostragem das redes de monitoramento – 2018. (continua)

Corpo Hídrico	UGRHI	Código CETESB	Projeto	Ponto ANA	Local de amostragem	Município	Manancial	Latitude S	Longitude W
Rio Mogi-Guaçu	9	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	Não	22 05 47	47 15 19
		MOGU 02270	R.B.	Não	A jusante da confluência do Ribeirão do Meio e do Rib. Itupeva.	PIRASSUNUNGA	Não	22 03 04	47 16 17
		MOGU 02300	R.B.	Não	Junto à captação da ETA da Academia da Força Aérea, em Pirassununga.		Sim	21 56 30	47 19 11
		MOGU 02350	R.B.	Não	Na Cachoeira das Emas, depois da barragem em frente ao Restaurante César.		Não	21 55 32	47 22 06
		MOGU 02351	Baln.	Não	Na praia de Cachoeira das Emas, em frente ao Restaurante César.		Não	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	Não	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	Não	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	Não	21 12 08	48 10 17
		MOGU 02900	R.B.	Integrado	No Rancho Sto Antônio, próximo à rodovia que liga Sertãozinho a Pitangueiras, próximo a regua do DAEE 5C - 025.	PITANGUEIRAS	Não	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	Não	22 23 40	46 58 19	
	MOMI 03950	Sed.	Não	Na sua foz, próximo a confluência com o Rio Mogi-Guaçu.		Não	22 21 48	46 59 54	
Ribeirão do Roque	9	OQUE 02900	R.B.	Integrado	Ponte na vicinal Ricieri Scatolini, na foz do Rib. do Roque, junto a régua do DAEE 4D-032.	PIRASSUNUNGA	Não	22 01 38	47 18 14
Rio Orizanga		ORIZ 02900	R.B.	Não	Ponte sobre a Rod. Almino Afonso, em Martinho Prado, ao lado da Fazenda Mombaça.	MOGI-GUAÇU	Não	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	Não	22 02 54	47 15 00
Rio do Peixe - UGRHI 9		PEXE 02150	R.B.	Integrado	Ponte a jusante do Hotel Cachoeira, em Socorro.	SOCORRO	Não	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	Não	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	Não	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	Não	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	Não	21 18 38	48 27 42
		RICO 02250	Sed.	Não	PONTE de madeira na ESTRADA de terra a jusante da ETE do CORREGO do RICO		Não	21 18 44	48 26 55
		RICO 02600	R.B.	Integrado	Na captação de Jaboticabal (SAAEJ).	JABOTICABAL	Sim	21 18 37	48 19 24
		RICO 03900	R.B.	Integrado	Ponte na estrada de terra Barrinha/ Usina São Carlos.		Não	21 14 01	48 10 48
Ribeirão das Onças - UGRHI 9		RONC 02030	R.B.	Não	Ponte próxima a Faz. Cannã, a montante da ETE de Luís Antonio.	LUIZ ANTONIO	Não	21 31 58	47 41 17
		RONC 02400	R.B.	Integrado	Na ponte da SP-255, próximo ao km 24, antes de Bonfim Paulista.		Não	21 23 51	47 51 53
		RONC 02700	Sed.	Não	Em frente a rampa da industria Santa Cruz, na divisa entre Barrinha e Dumont	DUMONT	Não	21 16 55	48 01 00
		RONC 02800	R.B.	Não	Ponte na estrada de terra que liga a Usina São Martinho a Sertãozinho		Não	21 14 51	48 02 20
Ribeirão do Sertãozinho		SETA 04600	R.B.	Não	Ponte a jusante da ETE de Sertãozinho	SERTAOZINHO	Não	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	Sim	21 57 12	47 21 59

Tabela 3.5 – Descrição dos pontos de amostragem das redes de monitoramento – 2018. (continua)

Corpo Hídrico	UGRHI	Código CETESB	Projeto	Ponto ANA	Local de amostragem	Município	Manancial	Latitude S	Longitude W
Ribeirão Aveçuia	10	AVEC 02800	R.B.	Integrado	Na captação de Porto Feliz.	PORTO FELIZ	Sim	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	IBIUNA	Não	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	Não	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		Não	23 01 04	48 07 42
Rio Pirajibú		JIBU 02750	R.B.	Não	Ponte na SP -075 na divisa de ITU/ Sorocaba	ITU	Não	23 25 16	47 21 10
		JIBU 02900	R.B.	Não	Ponte próxima da Siderurgica Faço 3, no bairro Vitória Régia/Éden	SOROCABA	Não	23 24 59	47 26 17
Ribeirão Lavapés - UGRHI 10		LAVP 03055	R.B.	Não	A jusante da confluência com o Córrego Tijuco Preto.	BOTUCATU	Não	22 54 45	48 26 48
Ribeirão Pirapitingui		PGUI 02700	R.B.	Não	Ao lado da captação Águas de Itu, junto a barragem do condomínio Terras de São José.	ITU	Sim	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	Sim	23 36 53	47 35 56
Rio Sarapuí		SAUI 02900	R.B.	Integrado	Ponte na estrada vicinal Iperó/Tatuí, próxima à captação da SABESP de Boituva e Iperó.	IPERÓ	Sim	23 21 10	47 44 16
Rio Sorocabuçu		SOBU 02800	R.B.	Não	Ponte na estrada Bunjiro Nakao, na captação de Ibiúna	IBIÚNA	Sim	23 39 29	47 12 35
Reservatório Itupararanga		SOIT 02100	R.B.	Não	No meio do corpo central, lado esquerdo da Praia do Escritório, em frente a uma ilha.		Não	23 36 26	47 17 44
		SOIT 02601	Baln.	Não	Na praia do Piratuba, na Represa de Itupararanga, no Condomínio Antilhas.		Não	23 37 58	47 21 46
		SOIT 02801	Baln.	Não	No Clube ACM, na Represa de Itupararanga.	PIEDADE	Não	23 37 23	47 24 10
		SOIT 02900	R.B.	Integrado	Próximo a barragem, na estrada que liga Ibiúna a Votorantim.	VOTORANTIM	Sim	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	SAO ROQUE	Sim	23 37 34	47 11 20
Rio Sorocaba		SORO 02050	R.B.	Não	Ponte Benito Sevilha, próximo à Prefeitura de Votorantim	VOTORANTIM	Não	23 32 24	47 26 43
		SORO 02100	R.B.	Integrado	Ponte Pinga-Pinga, na Av. Marginal, na cidade de Sorocaba.	SOROCABA	Não	23 28 36	47 26 29
		SORO 02200	R.B.	Não	Ponte na estrada municipal que liga Sorocaba à rodovia Castelo Branco, em Itavuvu.		Não	23 24 30	47 28 48
		SORO 02500	R.B.	Integrado	Ponte no Bairro de Americana Velha, em Tatuí	TATUI	Não	23 19 09	47 46 44
		SORO 02700	R.B.	Não	Na ponte à montante da captação do Município de Cerquilha.	CERQUILHO	Sim	23 10 21	47 47 47
		SORO 02900	R.B.	Integrado	Ponte na estrada que liga Laranjal Paulista à localidade de Entre Rios.	LARANJAL PAULISTA	Não	23 01 22	47 49 11
Rio Tatuí		TAUI 04900	R.B.	Não	Na foz do rio Tatuí, no bairro de Americana Velha, em Tatuí	TATUI	Não	23 19 25	47 46 58
Reservatório de Barra Bonita		TIBB 02100	R.B.	Não	No meio do corpo central, a jusante da confluência - Braços Tietê e Piracicaba.	BOTUCATU	Não	22 36 46	48 20 52
		TIBB 02700	R.B.	Não	No meio do corpo central, na direção do Córrego Araquazinho.	SÃO MANUEL	Não	22 32 30	48 26 42
Braço do Rio Tietê		TIBT 02500	R.B.	Não	Ponte na rodovia SP-191 que liga Santa Maria da Serra a São Manoel.	BOTUCATU	Não	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	Não	23 12 13	47 18 07
		TIET 02400	R.B.	Não	Ponte na rodovia SP-113, que liga Tietê a Capivari, em Tietê.	TIETE	Não	23 05 12	47 40 41
		TIET 02450	R.B.	Integrado	Ponte na estrada para a fazenda Santo Olegário, em Laranjal Paulista.	LARANJAL PAULISTA	Não	22 57 25	47 49 23
			Monit. 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).		Não	22 57 26	47 49 14

Tabela 3.5 – Descrição dos pontos de amostragem das redes de monitoramento – 2018. (continua)

Corpo Hídrico	UGRHI	Código CETESB	Projeto	Ponto ANA	Local de amostragem	Município	Manancial	Latitude S	Longitude W
Reservatório de Rasgão	10	TIRG 02900	R.B.	Não	Próximo das comportas do Reservatório de Rasgão.	PIRAPORA DO BOM JESUS	Não	23 22 58	47 01 46
			Monit. Aut.	Não	EF-02. No canal próximo às comportas da barragem do Reservatório de Rasgão - EMAE (EF- 02-Rasgão).		Não	23 22 55	47 01 47
Rio Betari	11	BETA 02900	R.B.	Integrado	Ponte na estrada para o Bairro da Serra.	IPORANGA	Não	24 36 14	48 36 41
Rio Guaraú		GUAU 02950	R.B.	Integrado	Ponte na BR-116, na foz do Rio Guaraú	JACUPIRANGA	Não	24 43 20	48 02 54
Rio Jacupiranguinha		JAIN 02500	R.B.	Não	Na captação de água bruta da empresa Bunge.	CAJATI	Não	24 43 47	48 07 09
Rio Jacupiranga		JAPI 02100	R.B.	Não	Ponte na SP-193, que liga Jacupiranga a Eldorado.	JACUPIRANGA	Não	24 41 32	48 00 17
Rio Juquiá		JUQI 00800	R.B.	Integrado	Ponte na rodovia BR-116, em Juquitiba.	JUQUITIBA	Não	23 56 29	47 05 33
Rio Juquiá		JUQI 02900	R.B.	Integrado	Após a confluência com o Rio São Lourenço, no município de Juquiá.	JUQUIÁ	Não	24 19 20	47 38 17
Mar de Dentro		MADE 21700	R.B.	Integrado	Pier da balsa que liga o continente a Cananeia.	CANANEIA	Não	24 59 38	47 56 48
Rio Pariquera-Açu		PAÇU 02600	R.B.	Integrado	Ponte dentro da Fazenda Ouro Verde, na estrada de terra que leva ao Parque Estadual Campina do Encantado.	PARIQUERA-AÇU	Não	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	Não	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	Sim	24 23 34	47 55 41
Rio Ribeira de Iguape		RIIG 02500	R.B.	Integrado	Ponte na rodovia BR-116, em Registro.	REGISTRO	Não	24 29 21	47 50 05
		RIIG 02900	R.B.	Integrado	Na antiga barragem, em Valo Grande, no Rio Ribeira de Iguape.	IGUAPE	Não	24 41 43	47 34 11
		RIIG 02995	R.B.	Não	No Pier da Balsa da Barra do RIBEIRA.		Não	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	Não	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 hidrelétrica.	JABORANDI	Não	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, altura do km 126.		Não	20 36 56	48 20 06
		PARD 02800	R.B.	Integrado	Ponte na variante da rodovia SP-425, no trecho que liga Guaíra a Barretos.	GUAÍRA	Não	20 27 01	48 27 15
Córrego das Pedras ou Mandi - UGRHI 12		PDRA 02450	R.B.	Não	Ponte próxima ao Country Club Rio das Pedras, jusante do lançamento da ETE II de Barretos.	BARRETOS	Não	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.		Sim	20 35 10	48 32 57
	PITA 04800	R.B.	Integrado	A jusante da Fazenda do Buracão.	Não		20 33 39	48 27 27	
Córrego Água Branca	13	ABAN 02800	R.B.	Não	Ponte na Rod. Mun. Ailton Sena, a jusante da ETE de Itirapina.	ITIRAPINA	Não	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	Não	22 11 27	48 40 37
Represa do Broa		BROA 02701	Baln.	Não	Na praia do condomínio Santo Antonio, em frente a lanchonete, na represa do Broa.	ITIRAPINA	Não	22 10 47	47 53 23
		BROA 02703	Baln.	Não	Na rampa de barcos da praia do condomínio Santo Antonio, na represa do Broa.		Não	22 10 44	47 53 24
		BROA 02800	R.B.	Integrado	No corpo central, a 1 km do final do Condomínio Santo Antônio.		Não	22 10 36	47 53 58
			Sed.	Não	No corpo central, cerca de 2 km da Barragem		Não	22 10 36	47 53 58
Rio Jaú	JAHU 02500	R.B.	Integrado	Ponte na Av. Galdino do Amaral Carvalho, junto a régua do DAEE 5D-029.	JAÚ	Não	22 18 09	48 32 25	

Tabela 3.5 – Descrição dos pontos de amostragem das redes de monitoramento – 2018. (continua)

Corpo Hídrico	UGRHI	Código CETESB	Projeto	Ponto ANA	Local de amostragem	Município	Manancial	Latitude S	Longitude W
Rio Jacaré-Guaçu	13	JCGU 03200	R.B.	Integrado	Ponte na estrada de terra do Bairro Malvinas, a jusante do Cór. Santa Rufina.	RIBEIRAO BONITO	Não	22 00 58	48 07 28
		JCGU 03400	R.B.	Integrado	Ponte na rodovia SP-255, no trecho que liga Boa Esperança do Sul a Araraquara, junto a régua DAEE 5C-013.	ARARAQUARA	Não	21 51 57	48 16 42
		JCGU 03900	R.B.	Integrado	Ponte na rodovia SP-304, no trecho que liga Ibitinga a Itaju.	IBITINGA	Não	21 49 33	48 49 57
JPEP 03150		R.B.	Integrado	Ponte na Rua Francisco Costa, em Brotas. Cerca de 1,5 km a jusante da régua do DAEE 5D-028.	BROTAS	Não	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	Não	22 04 38	48 26 19	
JPEP 03600		R.B.	Não	Ponte sobre o Rio Jacaré-Pepira, a jusante do Ribeirão da Bocaina	BOCAINA	Não	22 04 24	48 29 12	
Ribeirão Itaqueri		KERI 02900	R.B.	Não	500 m a jusante da confluencia com o Rib. Água Branca.	ITIRAPINA	Não	22 13 41	47 52 15
Rio Lençóis		LENS 02500	R.B.	Não	Na Rua Quinze de Novembro, 1111, na captação do município de Lençóis Paulista.	LENÇÓIS PAULISTA	Sim	22 35 49	48 48 14
		LENS 03950	R.B.	Integrado	Ponte na Rod. Macatuba / Igarapu do Tiete, a 400 metros da sua Foz.	IGARAÇU DO TIETÊ	Não	22 30 16	48 37 20
Rio Monjolinho		MONJ 04400	R.B.	Integrado	Ponte a jusante da ETE Monjolinho.	SÃO CARLOS	Não	22 02 06	47 57 27
Rio Monjolinho		MONJ 04950	Sed.	Não	Próximo da ponte de ferro na Faz. São Joaquim, na sua FOZ.		Não	22 03 32	48 05 25
Ribeirão Grande		RGRA 02990	R.B.	Integrado	Ponte na Rod. Augusto Sgavioli, a 3 km da sua foz no rio Tiete	PEDERNEIRAS	Não	22 15 39	48 48 35
Reservatório de Ibitinga		TIBI 02451	Baln.	Não	Na Prainha Municipal de Arealva	AREALVA	Não	22 01 16	48 53 15
Rio Tietê		TIET 02491	Baln.	Não	Na Prainha de Igarapu do Tiete.	IGARAÇU DO TIETÊ	Não	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	Não	22 30 26	48 32 46
Rio Apiai-Guaçu	14	APIA 02600	R.B.	Integrado	Ponte na Rod. SP-258 (Francisco Alves Negrão), na altura do km 358.	TAQUARIVAÍ	Não	23 55 39	48 39 22
Córrego. Boi Branco		BOIB 02950	R.B.	ANA Novo	Ponte a 200m da entrada da Faz. Boi Branco, no distrito Holambra II.	PARANAPANEMA	Não	23 29 22	48 54 18
Rio Guareí		GREI 02750	R.B.	Integrado	Ponte no Bairro dos Diogos, em Angatuba, a jusante do Rib. dos Libanios.	ANGATUBA	Não	23 29 07	48 27 14
		GREI 02990	Sed.	Não	Na foz do Rio Guareí, a cerca de 1km a montante da ponte da SP-270 - Raposo Tavares		Não	23 28 19	48 37 50
Rio Itapetininga		ITAP 02800	R.B.	Integrado	Ponte na estrada ACT-290, no Bairro da Polenghi em Angatuba.		Não	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	Não	23 43 32	49 33 11
Reservatório Jurumirim		JURU 02500	R.B.	Integrado	Ponte na rodovia SP-255, no trecho que liga Avaré a Itai.	AVARÉ	Não	23 15 39	49 00 04
Ribeirão Ponte Alta		PALT 04970	R.B.	Não	Na Ponte da E.F.Sorocabana, no Bairro Curuçá 1, perto da confluência com o rio Itapetininga.	ITAPETININGA	Não	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	Não	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, a jusante da ETE SABESP, na altura da faz. Pinhalzinho	SAO MIGUEL ARCANJO	Não	23 53 18	48 01 32
Rio Taquari		TAQR 02400	R.B.	Integrado	Ponte na Rod. SP-249, que liga Itapeva a Itaberá. próximo à régua do DAEE 5E-002	ITAPEVA	Não	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 DAEE 5E-009.	ITAPETININGA	Não	23 51 00	48 12 39

Tabela 3.5 – Descrição dos pontos de amostragem das redes de monitoramento – 2018. (continua)

Corpo Hídrico	UGRHI	Código CETESB	Projeto	Ponto ANA	Local de amostragem	Município	Manancial	Latitude S	Longitude W
Rio Verde	14	VERD 02750	R.B.	Integrado	Ponte na SP-255, na entrada da cidade de Itaporanga.	ITAPORANGA	Não	23 42 25	49 28 16
Córrego da Biluca	15	BILU 02900	R.B.	Não	Na entrada da Est. Ecológica da UNESP.	SÃO JOSÉ DO RIO PRETO	Não	20 51 12	49 25 57
Rio da Cachoeirinha		CXEI 02550	R.B.	Integrado	Ponte na Antiga Estrada Boaideira.	OLIMPIA	Não	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.		Não	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	ICÉM	Não	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	Não	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	Não	20 49 04	49 26 06
Ribeirão do Marinheiro		MARI 04250	R.B.	Integrado	Ponte na vicinal Isidoro Parise, na divisa de municípios de Pedranopolis e Parisi.	PEDRANOPOLIS	Não	20 17 33	50 04 47
Córrego Matadouro - UGRHI 15		MATA 04900	R.B.	Não	Ponte na Rua Sírria, no Jardim Glória, proximo da sua foz no Córrego Olhos D'água.	OLÍMPIA	Não	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		Não	20 43 43	48 54 52
Ribeirão da Onça - UGRHI15		ONCA 02500	R.B.	Integrado	Ponte na rodovia que liga Palmares Paulista a Paraíso.	PALMARES PAULISTA	Não	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	Não	20 17 40	49 38 10
		PRET 04300	R.B.	Integrado	Ponte na estrada que liga a cidade de Ipiua à Rodovia BR -153.	IPIGUÁ	Não	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	Não	19 57 28	50 26 29
Reservatório do Córrego Marinheirinho		RMAR 02900	R.B.	Integrado	No pier da captação do SAEV de Votuporanga.	VOTUPORANGA	Sim	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	Sim	20 48 34	49 22 34
Ribeirão São Domingos	SDOM 03900	R.B.	Integrado	Na ponte do Pingadouro, em Tabapuã.	TABAPUÃ	Não	20 50 37	49 05 25	
	SDOM 04300	R.B.	Integrado	A montante da cidade de Catanduva	CATANDUVA	Não	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	Não	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	Não	20 59 30	48 42 27	
	TURV 02500	R.B.	Integrado	Ponte na rodovia que liga São José do Rio Preto a Olímpia.	GUAPIAÇU	Não	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	Não	20 29 58	49 12 40	
Rio Batalha	16	BATA 02050	R.B.	Integrado	Na captação de Bauru.	BAURU	Sim	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	Não	22 08 19	49 16 48
		BATA 02800	R.B.	Integrado	Ponte na rodovia SP-331, no trecho que liga Reginópolis a Pirajui, ao lado da régua DAEE 6C-001.	REGINÓPOLIS	Não	21 53 14	49 14 05
Rio Dourado		DADO 02600	R.B.	Integrado	Ponte sobre o Rio Dourado na SP 333 entre Guarantã e Pongai.	GUARANTÃ	Não	21 48 36	49 29 10
Córrego do Esgotão	ESGT 02050	R.B.	Integrado	Ponte na SP-381, na entrada de Sabino.	SABINO	Não	21 27 44	49 35 01	
	ESGT 02252	Baln.	Não	Em frente à Praia Municipal de Sabino.		Não	21 27 33	49 34 58	

Tabela 3.5 – Descrição dos pontos de amostragem das redes de monitoramento – 2018. (continua)

Corpo Hídrico	UGRHI	Código CETESB	Projeto	Ponto ANA	Local de amostragem	Município	Manancial	Latitude S	Longitude W
Rio São Lourenço	16	SLOU 03700	R.B.	Integrado	Ponte na estrada de terra paralela a Rod. Dr. Maurício Antunes Ferraz. A jusante da ETE de Itápolis.	ITÁPOLIS	Não	21 38 31	48 50 23
Rio Tietê		TIET 02600	R.B.	Integrado	Margem direita, a jusante do canal de fuga da casa de força da Usina Hidrelétrica de Ibitinga.	IBITINGA	Não	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.	PONGAÍ	Não	21 38 25	49 17 07
		TIPR 02990	R.B.	Integrado	A montante da barragem de Promissão, próximo do vertedouro.	PROMISSAO	Não	21 17 50	49 46 57
Rio Novo	17	NOVO 02450	R.B.	Integrado	Ponte na SP-255 (Rod. João Mellão), km 243	AVARÉ	Não	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	Não	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	Sim	22 54 15	49 37 09
		PADO 02600	R.B.	Integrado	Na captação de Ourinhos.	OURINHOS	Sim	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	Não	22 48 59	50 18 58
Rio Paranapanema		PARP 02500	R.B.	Integrado	Ponte na rodovia BR-153, no município de Ourinhos.	OURINHOS	Não	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	Não	22 31 56	50 54 29
Rio da Capivara - UGRHI 17		PIVR 02700	R.B.	Integrado	Na ponte da Rodovia Raposo Tavares, km 473, em Maracai, próximo a régua DAEE 7D-013.	MARACAI	Não	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	Não	20 17 48	50 55 28
Braço do Rio São José dos Dourados		BSJD 02200	R.B.	Integrado	Ponte na vicinal Suzanópolis /Pereira Barreto, na divisa de município.	SUZANÓPOLIS	Não	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	Não	20 25 58	51 15 28
		ISOL 02995	R.B.	Integrado	Na barragem do reservatório de Ilha Solteira (SP-310).		Não	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, a jusante da ETE de Monte Aprazível.	MONTE APRAZIVEL	Não	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	Não	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	Sim	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	Não	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	Sim	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	Não	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	Não	20 46 40	51 37 46
		PARN 02110	R.B.	Não	Rio Paraná, a jusante da barragem de Jupia.	CASTILHO	Não	20 47 50	51 37 39
Ribeirão dos Patos		PATO 02900	R.B.	Integrado	Ponte na estrada de terra, a 3 km da BR 153 , na altura da UHE de Promissão.	PROMISSAO	Não	21 19 17	49 49 20
Rio Tietê		TIET 02700	R.B.	Integrado	Ponte na rod. BR-153, no trecho que liga Lins a José Bonifácio, a jusante da barragem de Promissão.	PROMISSAO	Não	21 17 49	49 47 42
		TIET 02900	R.B.	Integrado	Ponte sobre o Rio Tiete na SP-595, próximo da sua foz com o Rio Paraná	ITAPURA	Não	20 40 10	51 26 41

Tabela 3.5 – Descrição dos pontos de amostragem das redes de monitoramento – 2018. (continua)

Corpo Hídrico	UGRHI	Código CETESB	Projeto	Ponto ANA	Local de amostragem	Município	Manancial	Latitude S	Longitude W
Reservatório de Três Irmãos	19	TITR 02100	R.B.	Integrado	Ponte na rodovia SP-463 , no trecho que liga Araçatuba a Jales.	ARAÇATUBA	Não	21 02 54	50 28 03
		TITR 02800	R.B.	Integrado	Ponte na rodovia SP-563, no trecho que liga Pereira Barreto a Andradina.	PEREIRA BARRETO	Não	20 39 35	51 08 48
Córrego do Baixote		XOTE 02500	R.B.	Integrado	Na estrada municipal que liga Birigüi a Coroados, na captação de Birigüi.	BIRIGUI	Sim	21 18 37	50 18 38
Rio Aguapeí ou Feio		AGUA 02010	R.B.	Integrado	Ponte na Rodovia que liga Marília a Guarantã.	GUARANTÃ	Não	21 55 17	49 40 32
		AGUA 02100	R.B.	Integrado	Ponte na SP-425 que liga Parapuã à Penápolis.	SANTÓPOLIS DO AGUAPEÍ	Não	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	Não	21 25 55	51 00 52
		AGUA 02800	R.B.	Integrado	Ponte que liga Tupi Paulista a Andradina.	JUNQUEIROPOLIS	Não	21 13 15	51 29 52
Córrego da Boa Esperança	20	BESP 04900	R.B.	Integrado	Ponte a cerca de 1 km da foz do Córrego da Boa Esperança com o Ribeirão Aguapeí-Mirim.	LUCÉLIA	Não	21 32 45	50 58 28
Reservatório Cascata		CASC 02050	R.B.	Integrado	Manancial de captação de Marília, no Bairro Maria Isabel.	MARÍLIA	Sim	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	Não	21 49 31	50 25 22
Rio Paraná		PARN 02400	R.B.	Não	Rio Paraná - Próximo a ponte que liga Pauliceia a Brasilândia/MS	PAULICEIA	Não	21 16 02	51 51 21
Ribeirão das Marrecas		RECA 02900	R.B.	Integrado	Ponte na entrada da cidade na Rodovia Comandante João Ribeiro de Barros.	PANORAMA	Não	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.	QUEIROZ	Não	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	Não	22 03 40	49 54 04
Reservatório do Arrependido	21	ARPE 02800	R.B.	Integrado	No reservatório do Rio Arrependido, na captação de Marília.	MARÍLIA	Sim	22 19 09	50 01 21
Rio do Peixe - UGRHI 21		PEIX 02100	R.B.	Integrado	Ponte na rodovia que liga Marília a Assis.		Sim	22 18 16	50 03 00
		PEIX 02400	R.B.	Integrado	Ponte na Rod. Brigadeiro Eduardo Gomes na divisa Bastos/Rancharia.	BASTOS	Não	22 00 10	50 46 07
		PEIX 02600	R.B.	Integrado	Ponte na estrada que liga Caiabú a Mariápolis, 3km a montante da captação da SABESP de Presidente Prudente.	CAIABU	Sim	21 49 31	51 11 51
		PEIX 02800	R.B.	Integrado	Ponte na rodovia que liga Tupi Paulista à Presidente Venceslau.	DRACENA	Não	21 36 16	51 42 10
Ribeirão do Veado		VEAD 02950	R.B.	Não	Ponte na Vicinal Pres. Epitácio/ Campinal	PRESIDENTE VENCESLAU	Não	21 43 15	52 02 07
Ribeirão Caiuá - UGRHI 22	22	KAIU 02950	R.B.	ANA Novo	Na ponte na vicinal SPV-71, próximo à Delegacia fluvial de Pres. Epitácio.	PRESIDENTE EPITÁCIO	Não	21 45 41	52 05 49
Rio Paraná		PARN 02740	R.B.	Não	Margem esquerda do Rio Paraná, a jusante do Rio Santo Anastacio, próximo da Pousada Cururu, em Presidente Epitácio.		Não	21 50 52	52 11 09
Rio Paraná		PARN 02900	R.B.	Integrado	Na barragem do reservatório de Porto Primavera.	ROSANA	Não	22 28 36	52 57 26
Rio Paraná		PARN 02910	R.B.	Não	A jusante da Usina de Porto Primavera		Não	22 31 06	53 00 22
Rio Paranapanema		PARP 02750	R.B.	Integrado	Ponte 800m a jusante da barragem de Capivara.	TACIBA	Não	22 39 40	51 23 18
		PARP 02900	R.B.	Integrado	A jusante da barragem da Usina de Rosana, na rodovia SP-613.	ROSANA	Não	22 35 50	52 52 28
Rio Pirapozinho			PIZI 02900	R.B.	Integrado	Ponte na Rod. SP-613, próximo ao km 13.	MIRANTE DO PARANAPANEMA	Não	22 31 28

Tabela 3.5 – Descrição dos pontos de amostragem das redes de monitoramento – 2018. (conclusão)

Corpo Hídrico	UGRHI	Código CETESB	Projeto	Ponto ANA	Local de amostragem	Município	Manancial	Latitude S	Longitude W
Ribeirão do Saltinho	22	SALT 02700	R.B.	Integrado	Ponte na Rod. Euclides de Figueiredo, SP- 363 km 69, na divisa Piquerobi/ Pres. Venceslau	PRESIDENTE VENCESLAU	Não	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	Não	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	Não	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.	ÁLVARES MACHADO	Não	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 ANASTÁCIO	Não	22 03 38	51 42 15

Legenda:

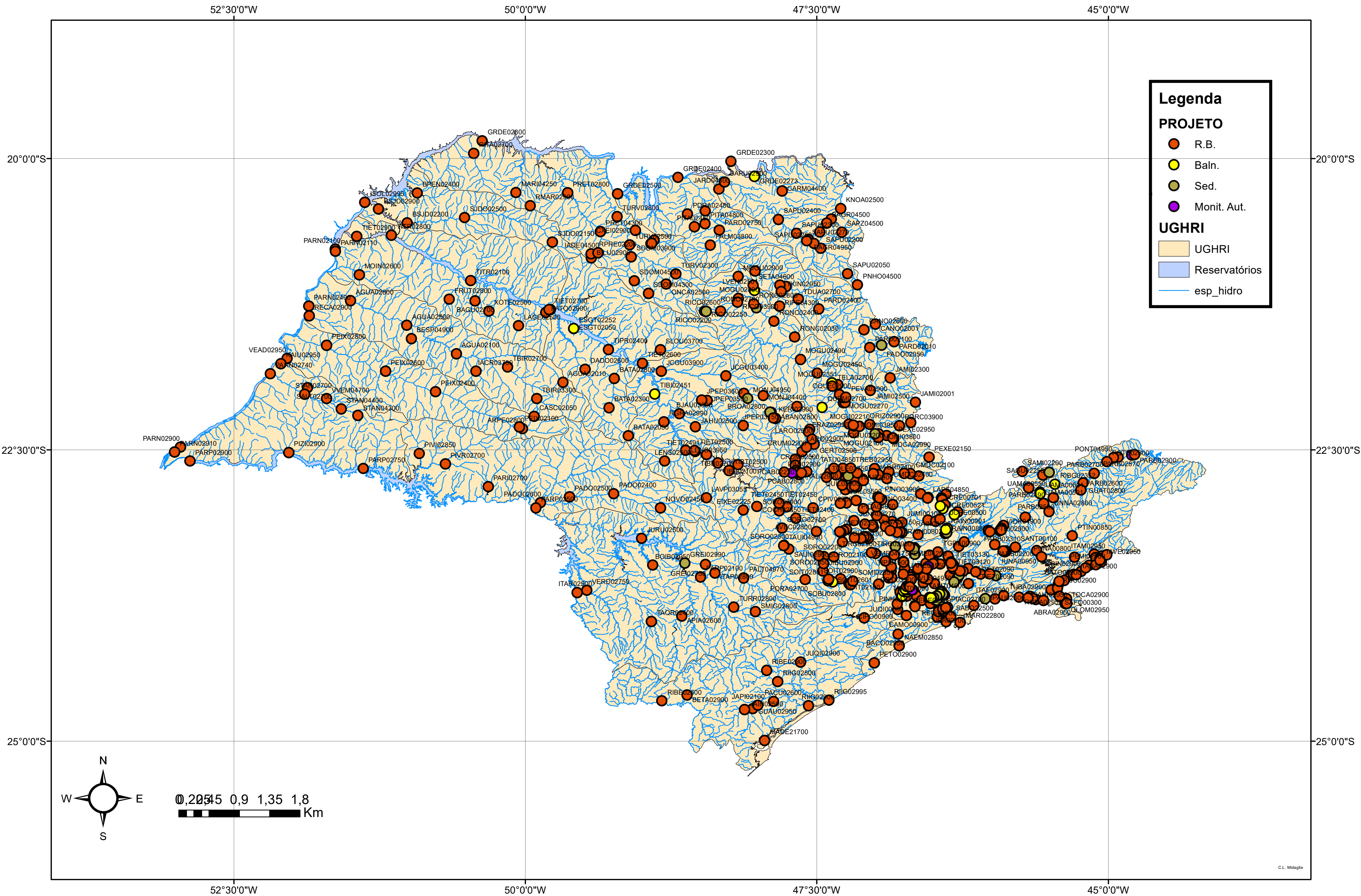
R.B.: Rede Básica **Sed.:** Rede de Sedimentos **Baln.:** Balneabilidade de rios e reservatórios **Monit. Aut.:** Monitoramento Automático

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 por projeto de todas as UGRHIs estão no Apêndice F.

Mapa 3.2 – Pontos por projeto 2018

Pontos por projeto de Monitoramento da Rede CETESB – 2018



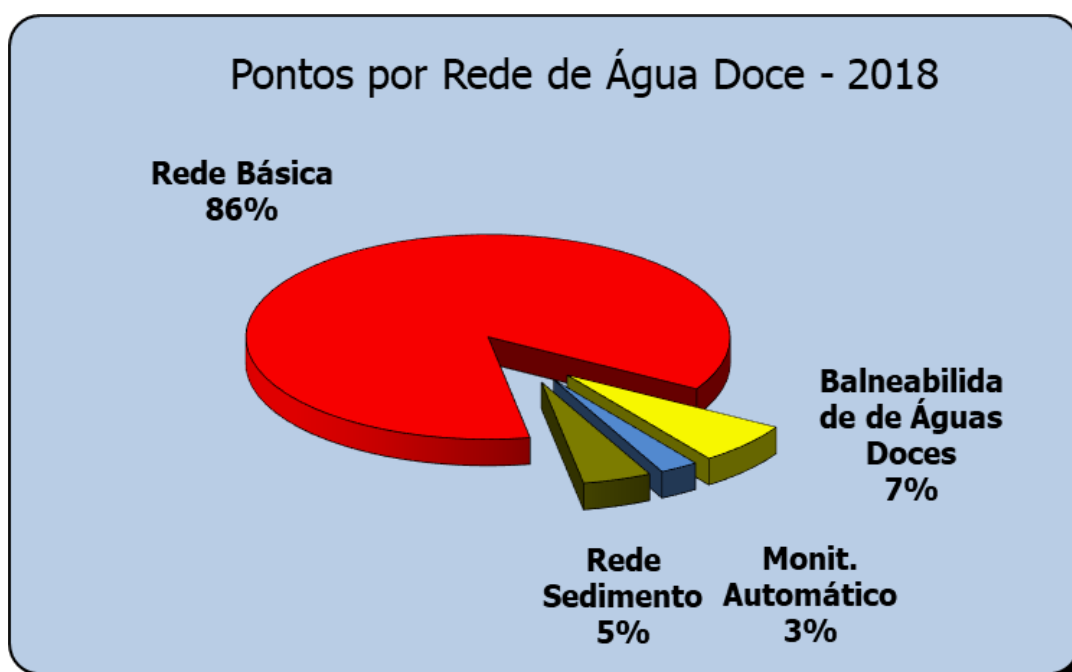
3.4.1 Distribuição por UGRHI

Em 2018, a rede básica da CETESB operou com 471 pontos, perfazendo uma densidade média de 1,9 pontos por 1.000 km². Incluindo-se os 14 pontos do monitoramento automático atinge-se a densidade média de 1,95. Com os 36 pontos do programa de balneabilidade de rios e reservatórios, alcança-se uma densidade de 2,1 pontos por 1.000 km². Dentre os 471 pontos da rede básica em atividade, 90 já possuem mais de 30 anos de monitoramento.

Portanto, os monitoramentos de água doce totalizaram 521 pontos. Dentro desse grupo, 104 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 27 milhões de habitantes.

Somando-se os pontos da rede de sedimento, a CETESB totalizou 546 pontos de amostragem e uma densidade total de monitoramento (todos os tipos) de 2,2 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 2018



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.

Tabela 3.6 – Resumo de pontos monitorados por UGRHI, tipo de projeto e densidade da rede em 2018

Número da UGRHI	São Paulo 2018 / Tipo	UGRHI	Área em Km² (PERH)	Rede Básica 18	Monit. Autom.	Baln. Águas Doces	Mon. Total Água	Rede Sedim.	Rede ANA em SP	Monit. Total	N. Pontos Água / 1.000 km²	N. Pontos Total / 1.000 km²	DENS. Rede Federal
1	Mantiqueira		675	4	0	0	4	1	3	5	5,93	7,41	4,44
2	Paraíba do Sul		14.444	30	2	3	35	0	16	35	2,42	2,42	1,11
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	1	9	12	1,22	1,33	1,00
5	Piracicaba, Capivari e Jundiá		14.178	91	1	6	98	2	24	100	6,91	7,05	1,69
6	Alto Tietê		5.868	71	9	14	94	14	20	108	16,02	18,40	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	17	0	2	19	0	10	19	2,08	2,08	1,10
9	Mogi-Guaçu		15.004	36	0	3	39	3	17	42	2,60	2,80	1,13
10	Sorocaba / Médio Tietê		11.829	28	2	2	32	0	10	32	2,71	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	16	0	4	20	2	11	22	1,70	1,87	0,93
14	Alto Paranapanema		22.689	12	0	0	12	1	11	13	0,53	0,57	0,48
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	Aguaípeí		13.196	11	0	0	11	0	10	11	0,83	0,83	0,76
21	Peixe		10.769	6	0	0	6	0	5	6	0,56	0,56	0,46
22	Pontal do Paranapanema		12.395	12	0	0	12	0	10	12	0,97	0,97	0,81
22 UGRHIs			248.222	471	14	36	521	25	235	546	2,10	2,20	0,95

Obs.: Segundo a Resolução N.º 1, de 15 de janeiro de 2013, do Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão e da 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, faz uma análise multi-criterial composta basicamente por dois grupos de variáveis: antrópicas e ambientais. A correlação espacial baseada em cinco fatores abrange uma análise integrada, portanto, indo além do critério de referência da densidade de pontos de cada UGRHI, que se baseia apenas na extensão territorial. Os dados de população total por UGRHI advindas da estimativa da população residente em 2008 e 2018 (IBGE, 2018), assim como a densidade de população por UGRHI, que correlaciona à evolução do monitoramento da rede básica, a média do IQA por UGRHI e o crescimento populacional são analisados em função do resultado anual.

Dentro do critério antrópico são analisados dois fatores: a pressão populacional (estimada pela densidade populacional/km² de cada ano e pelos macro-uso do solo, conforme a classificação das ex-principais vocações das UGRHIs, que fornecem uma ideia da pressão antrópica existente em cada unidade. Entretanto o art. 28 da Lei 16.337/2016 revogou a Lei 9.034/1994, onde constava essa classificação por “vocação” e na Lei 16.337/2016 não existe mais essa classificação, mas sim aquela dada pelo Anexo III da mesma, que é uma caracterização geral, atualizada por meio dos Relatórios de Situação. Para manter o critério de comparação a ponderação original a vocação quanto ao macro-uso do solo permanecerá sendo usada pois a vocação ainda reflete o uso do solo preponderante, variando seus pesos de 1 a 4 como originalmente delineado. (Apêndice I)

O critério ambiental é baseado no monitoramento da água da rede básica da CETESB, o qual correlaciona as informações sobre monitoramento superficial das águas interiores, a saber: número de pontos com IQA calculado; densidade de pontos por UGRHI e a qualidade média da água (média anual do IQA por UGRHI). Assim, a partir da análise multicriterial, 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 divide os dois grupos em custos (antrópicos) e benefícios (ambientais), conforme a 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 nota do índice 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 sustentabilidade de cada UGHRI através da abrangência e a da 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 contribuem favoravelmente para a melhora do índice. O delineamento metodológico está descrito no Apêndice I.

A Tabela 3.8 apresenta os dados originais para os anos de 2008 e 2018 comparados e a somatória do IAEM calculado para as 22 UGRHs em que se divide o Estado de São Paulo.

Tabela 3.8 – Dados originais para geração do Índice de Abrangência Espacial do Monitoramento 2008 e 2018

Matriz de Análise Multi-criterial para geração do IAEM - Índice de Abrangência Espacial do Monitoramento-Estado de São Paulo: Ano 2008								
Fatores Analisados:			Antrópico (Custos)		Monit. Ambiental (Benefícios)			Resultado do ÍNDICE (0-1)
Dados Originais		Critérios	Dens. Pop.	Macro Uso-Solo	Valor Médio IQA/UGHRI	Núm. Pontos Calc.	Dens.Red. Básica	
UGHRIs	Área km²	POP. IBGE 2008	hab/km²	fator de pressão (1 a 4)	Índice (0-100)	unidade	Ptos./1000 km²	IAEM 2008
1	675	64.099	94,96	1	55,59	2	2,96	0,64
2	14.444	1.972.745	136,58	4	62,05	17	1,18	0,47
3	1.948	272.218	139,74	1	63,59	30	15,40	0,84
4	8.993	1.059.828	117,85	3	68,88	4	0,44	0,53
5	14.178	4.975.692	350,94	4	47,79	37	2,61	0,47
6	5.868	19.452.375	3.314,99	4	45,34	48	8,18	0,32
7	2.818	1.651.906	586,20	4	56,95	14	4,97	0,45
8	9.125	682.200	74,76	3	58,90	11	1,21	0,52
9	15.004	1.436.273	95,73	3	54,45	38	2,53	0,58
10	11.829	1.798.118	152,01	4	53,69	21	1,78	0,46
11	17.068	378.309	22,16	1	61,60	6	0,35	0,65
12	7.239	330.310	45,63	3	61,32	2	0,28	0,50
13	11.779	1.489.153	126,42	3	64,68	4	0,34	0,51
14	22.689	736.443	32,46	1	63,46	10	0,44	0,66
15	15.925	1.235.708	77,60	2	46,79	10	0,63	0,54
16	13.149	513.892	39,08	2	69,36	3	0,23	0,60
17	16.749	675.951	40,36	2	71,11	3	0,18	0,60
18	6.783	226.833	33,44	2	64,04	1	0,15	0,57
19	15.588	752.698	48,29	2	73,03	8	0,51	0,62
20	13.196	364.862	27,65	2	63,32	6	0,45	0,59
21	10.769	461.396	42,84	2	64,86	3	0,28	0,58
22	12.395	480.626	38,78	2	69,34	5	0,40	0,60
SP	248.222,8	41.011.635	165	3,00	61	283	1,14	12,30
								Σ IAEM 2008

Matriz de Análise Multi-criterial para geração do IAEM - Índice de Abrangência Espacial do Monitoramento-Estado de São Paulo: Ano 2018								
Fatores Analisados:			Antrópico (Custos)		Monit. Ambiental (Benefícios)			Resultado do ÍNDICE (0-1)
Dados Originais		Critérios	Dens. Pop.	Macro Uso-Solo	Valor Médio IQA/UGHRI	Núm. Pontos Calc.	Dens.Redes Básica	
UGHRI	Área km ²	POP. IBGE 2018	hab/km ²	fator de pressão (1 a 4)	Índice (0-100)	unidade	Ptos./1000 km ²	IAEM 2018
1	675	69.419	103	1,00	59,494	4	5,93	0,68
2	14.444	2.213.868	153	4,00	64,94	30	2,08	0,48
3	1.948	331.301	170	1,00	64,00	31	15,91	0,81
4	8.993	1.239.627	138	3,00	61,55	11	1,22	0,51
5	14.178	5.777.515	407	4,00	53,39	91	6,42	0,54
6	5.868	21.386.434	3.645	4,00	40,05	71	12,10	0,31
7	2.818	1.848.654	656	4,00	56,99	19	6,74	0,46
8	9.125	734.043	80	3,00	66,16	17	1,86	0,54
9	15.004	1.606.486	107	3,00	59,76	36	2,40	0,55
10	11.829	2.104.783	178	4,00	54,87	28	2,37	0,45
11	17.068	379.937	22	1,00	67,12	13	0,76	0,66
12	7.239	358.100	49	3,00	64,15	7	0,97	0,52
13	11.779	1.635.946	139	3,00	63,25	16	1,36	0,52
14	22.689	774.259	34	1,00	65,96	13	0,57	0,66
15	15.925	1.354.874	85	2,00	61,78	21	1,32	0,59
16	13.149	560.123	43	2,00	74,88	9	0,68	0,61
17	16.749	719.010	43	2,00	69,03	8	0,48	0,59
18	6.783	237.598	35	2,00	81,11	6	0,88	0,63
19	15.588	825.185	53	2,00	77,31	12	0,77	0,63
20	13.196	387.080	29	2,00	66,95	11	0,83	0,60
21	10.769	482.716	45	2,00	69,73	5	0,46	0,59
22	12.395	511.978	41	2,00	73,83	12	0,97	0,62
SP	248.222,8	45.512.636	183	3,00	64	471	1,90	12,54
								Σ IAEM 2018

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		Status do Monitoramento da Qualidade X Pressão Antrópica	Status do Monitoramento da Qualidade X Pressão Antrópica
Classes	Insuficiente	0	0,355	Alta vulnerabilidade à pressão antrópica	Vulnerável
	Pouco Abrangente	0,356	0,505	Vulnerabilidade Significativa	
	Suficiente	0,506	0,605	Não Vulnerável	Não Vulnerável
	Abrangente	0,606	0,755	Sustentável	
	Muito Abrangente	0,756	1	Boa Sustentabilidade	

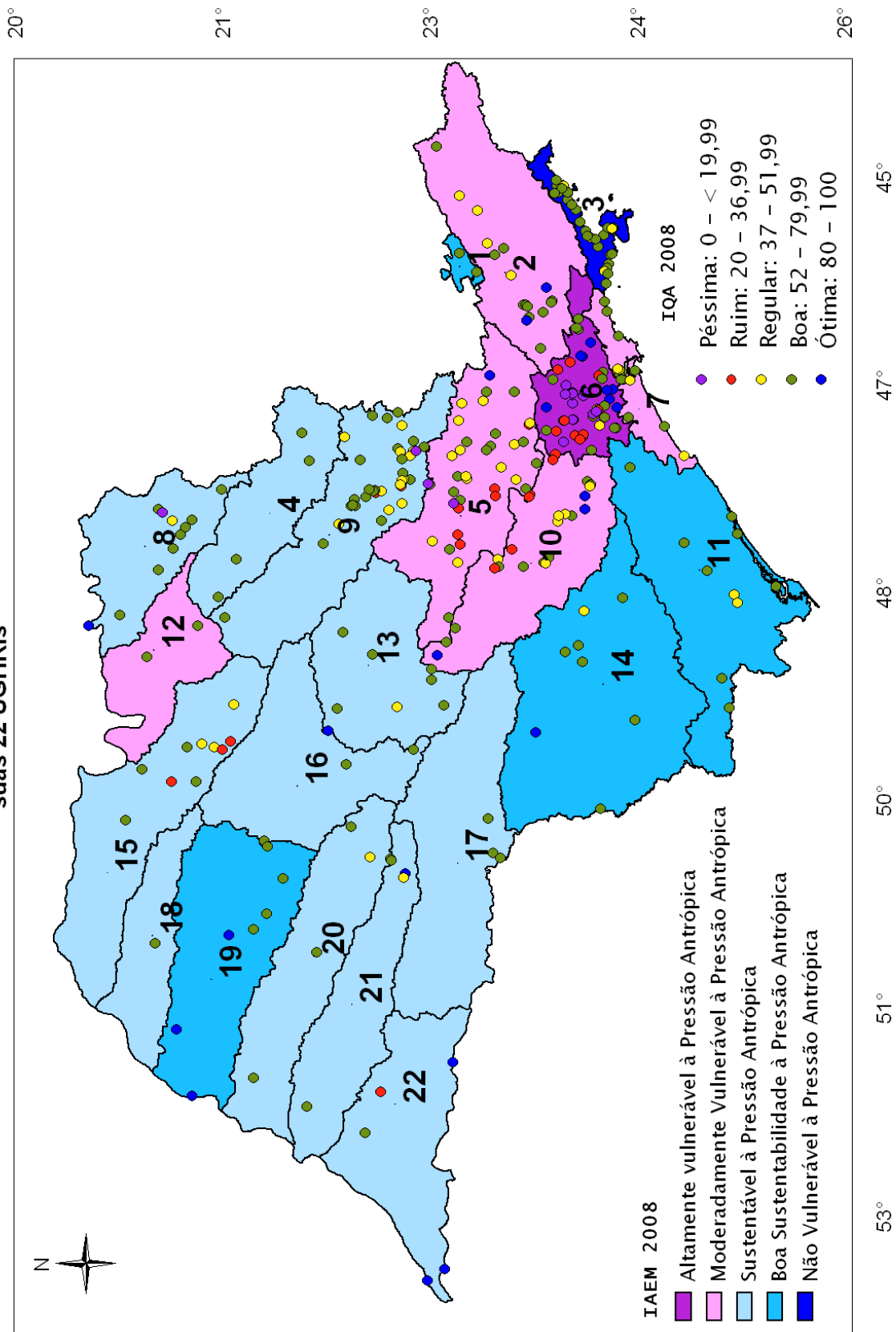
3.5.1 Cenário do IAEM para os anos de 2008 e 2018

Em 2008, considerando os 283 pontos em que foi possível fazer o cálculo do índice IQA, a rede de monitoramento da CETESB apresentou uma densidade de 1,14 e superou novamente 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 atingido pela primeira vez em 2007, manteve-se em 2008 para o estado de São Paulo. As UGRHIs com atividades 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.

A população em 2008 do estado de São Paulo era de 41.011.635 habitantes, conforme <https://www2.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/estimativa2008/default.shtm> e a densidade populacional estadual era de 165,23 habitantes por km². O Mapa 3.3 mostra a classificação do IAEM em 2008 com os pontos com a classificação do IQA deste ano.

Mapa 3.3 – Cenário das UGRHIs no Estado de São Paulo em função do IAEM para o ano de 2008.

Mapa do IAEM - Índice de Abrangência Espacial do Monitoramento de Água - 2008 - Estado de São Paulo e suas 22 UGRHIs



Segundo os resultados do IAEM para 2008, o monitoramento foi considerado como **Muito Abrangente/ Não Vulnerável** somente para a UGRHI 3, que obteve o maior IAEM do Estado de São Paulo: 0,84. O motivo foi ter se destacado das demais por ter atingido uma densidade de pontos de 15,40, com 30 pontos, além de uma média do IQA de 63,59, o que é considerado como Boa qualidade da água. Portanto, esta unidade estava com boa sustentabilidade frente às questões antrópicas da época.

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

Três UGRHIs classificadas com o macro uso do solo com ênfase para Conservação Ambiental: a UGRHI 1-Mantiqueira, que apesar da densidade demográfica de 94,96 hab./km² e de ter tido média do IQA 55,59 (Boa qualidade), teve adicionado mais pontos de monitoramento ficando com 2,96 pontos/1000 km²: A UGRHI 11- Ribeira do Iguape/Litoral Sul, com 6 pontos e somente 1/3 da densidade recomendada apresentou a menor densidade populacional estadual em 2008 (22,16hab./km²), portanto menor pressão antrópica, além de uma média do IQA de 61,60 (Boa qualidade); e a UGRHI 14 - Alto Paranapanema, com 10 pontos e densidade de pontos de apenas 0,44 pontos/1000 km², sendo compensada pela baixa ocupação populacional (32,46 hab./km²) e pela média anual do IQA de 63,46 (Boa qualidade).

E a UGRHI 19- Peixe, predominantemente com macro uso agropecuário, com densidade populacional de 48,29 hab./km² que continuou com 8 pontos e densidade de 0,51 pontos. Em 2008 esta UGRHI apresentou a melhor média do IQA por UGRHI (73,03) do Estado e obteve o IAEM de 0,62.

Ainda em 2008, 11 UGRHIs foram classificadas como tendo o índice de abrangência espacial do monitoramento **suficiente/ não vulnerável**:

Sete UGRHIs com macro uso do solo agropecuário: UGRHI 15 -Turvo/Grande, que apesar de ter o maior número de pontos (10) nessa grupo obteve, tal como em 2006 e 2007, a pior média do IQA (46,79), classificado como Regular. UGRHI 16- Tiete /Batalha, que por sua boa média anual do IQA (69,36), permaneceu nessa categoria apesar de ter perdido um ponto de monitoramento em relação a 2007, tendo somente 3 pontos e 1/5 da densidade recomendada. A UGRHI 17-Médio Paranapanema continuava com baixa densidade de pontos (apenas 0,18 pontos/1000 km²), mas cuja média do IQA de seus três pontos foi de 71,11 (Boa qualidade), que resultou em um IAEM de 0,60. A UGRHI 18-São José dos Dourados, com apenas 1 ponto que teve média anual do IQA 71,89, que obteve a menor densidade de pontos do ano de 2008, com apenas 0,15 pontos/1000 km² e também baixa densidade demográfica 33,44 hab./km²; obteve IAEM de 0,57. A UGRHI 20-Aguapeí, com 6 pontos, mas ainda abaixo da metade do recomendado (0,45 pontos/1000 km²) e IQA médio de 63,32. E as UGRHIs 21-Peixe (3 pontos) e 22- Pontal do Paranapanema (5 pontos) ambas com baixa densidade de pontos. Contudo, como todas elas têm o macro uso do solo com fator de ponderação 2, e como possuíam baixa densidade populacional, respectivamente 42,84 e 38,78 hab./km², não foram enquadradas como em situação vulnerável à época, com IAEM de 0,58 e 0,60 respectivamente.

4 UGRHIs classificadas com macro uso do solo "em industrialização", portanto com fator de ponderação 3:

A UGRHI 4-Pardo que continuou com 4 pontos e densidade de pontos de 0,44 pontos/1000 km² e 117,85 hab./km² e IQA médio de 68,88 (Bom) obtendo IAEM 0,53.

A UGRHI 8- Sapucaí/Grande que passou de 8 pontos em 2007 para 11 em 2008 e assim atingiu a densidade recomendada, com 1,21. Porém obteve a mesma nota do IAEM de 2007 (0,52), pois em 2008,

houve queda na média do IQA 58,90 (Boa qualidade).

A UGRHI 9 – Mogi-Guaçu, com o dobro da densidade de pontos recomendada (2,53) e média de IQA de 54,45 (Boa qualidade). Das 4 unidades desta categoria apresentou o melhor IAEM 2008 com 0,58.

A UGRHI 13 - Tietê-Jacaré, agora com 126,42 hab./km² sofreu alteração no número de pontos, perdendo 1 ponto em relação a 2007 e passando a ter somente 4 pontos, com 1/3 da densidade recomendada. Mas com média boa do IQA (64,68), acabou permanecendo nessa categoria, obtendo IAEM 0,51 **suficiente e ainda sustentável**.

Foram classificadas com o IAEM **pouco abrangente/ moderadamente vulnerável à pressão antrópica** as seguintes 5 unidades:

A UGRHI 12 – Baixo Pardo/ Grande, (com macro uso agropecuário): que estava com densidade populacional baixa: 45,63 hab./km² e IQA médio de 61,32 (bom), mas que possuía apenas 2 pontos e densidade de pontos muito baixa, 0,28.

4 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 de significativa vulnerabilidade, com IAEM 0,45 principalmente devido à alta densidade populacional, de 586,20hab./km². A UGRHI 10-Sorocaba/Médio Tietê, com 21 pontos e média do IQA 53,69 apresentou IAEM de 0,46.

Já as UGRHIs 5-Piracicaba/Capivari/Jundiaí, com 37 pontos, densidade de pontos de 2,61 e média do IQA de 47,79 (Regular) obteve IAEM 0,47, mesma nota obtida pela UGRHI 02 - Paraíba do Sul, que com 17 pontos teve a melhor média do IQA desta categoria 62,05 (Boa qualidade).

Foi considerada como **altamente vulnerável** a UGRHI 6 – Alto Tietê, por estar **vulnerável à pressão antrópica**, com o índice IAEM **de 0,32**. A UGRHI 6-Alto Tietê, apesar dos 48 pontos e com a segunda maior densidade de pontos do estado de 2008, com 8,18 pontos/1000 km² apresentou, em contrapartida, densidade populacional muito alta, de 3314,99 hab./km² que produzem esgoto doméstico acima da capacidade de assimilação dos corpos hídricos urbanos receptores. Com isto a média anual de 2008 do IQA foi de 45,34 mas vários pontos apresentaram IQA de baixa qualidade O ponto da foz do Rio Tamanduateí foi o pior deles TAMT 04900 com IQA 13,70 (Péssimo).

Portanto, conforme o IAEM 2008, das 22 UGRHIs, somente 6 unidades foram classificadas com o monitoramento vulnerável a pressão antrópica existente à época. Estiveram com monitoramento adequado 16 UGRHIs sendo, portanto, classificadas como não vulneráveis. Houve evolução em relação ao ano de 2007. 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 2018

Em 2018, segundo a Estimativa do IBGE¹, a população do Estado de São Paulo atingiu 45.512.636 habitantes, aumentando em cerca de 4,5 milhões durante o período 2008-2018. Somente nas UGRHIs de

1 <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/9103-estimativas-de-populacao.html?=&t=resultados>

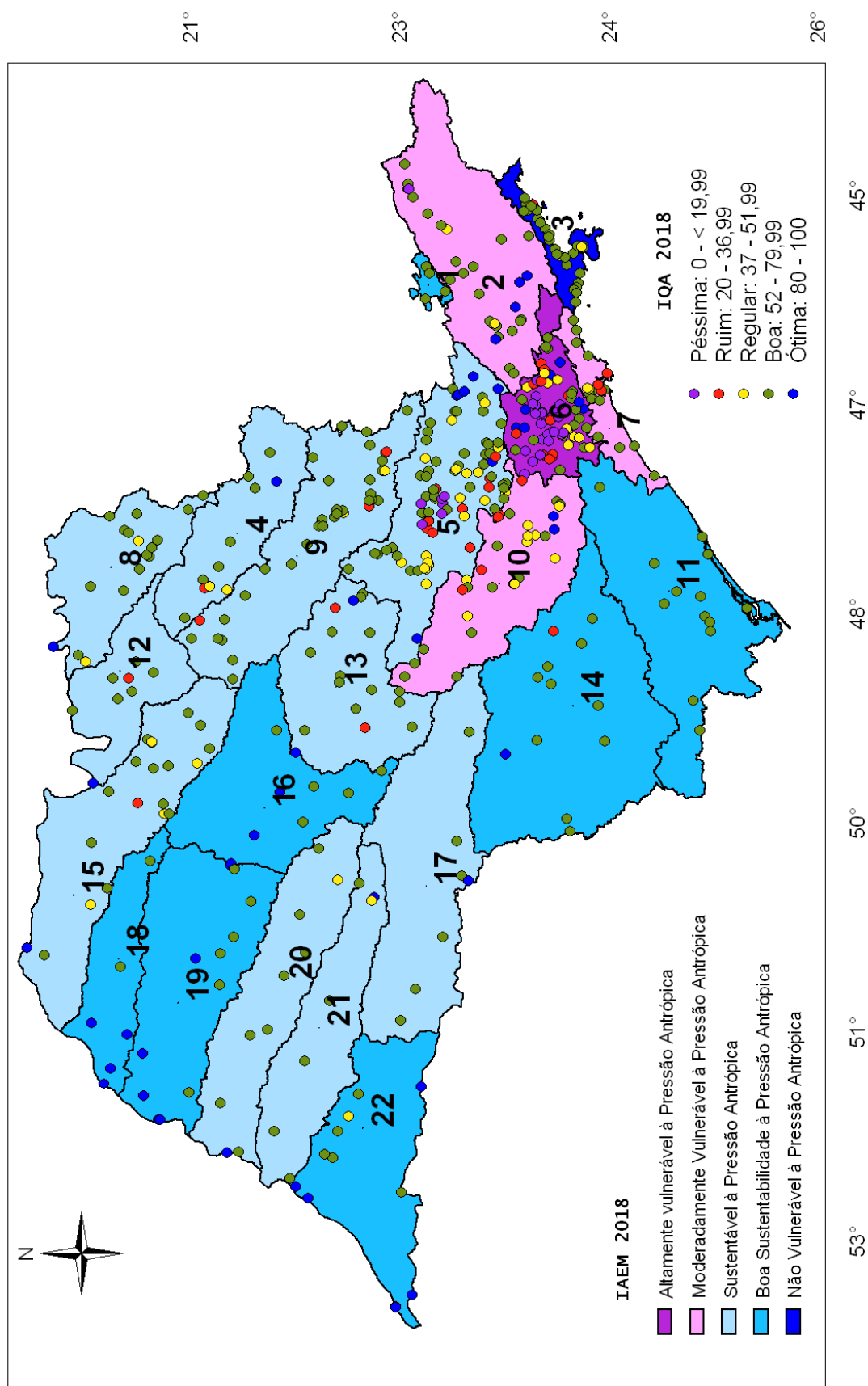
macro uso do solo industrial, notadamente com maior pressão antrópica, houve um incremento de 3,8 milhões de pessoas. A rede de monitoramento básica (na qual o IQA é calculado) aumentou 66% no período de 2008/2018, passando de 283 pontos em 2007 para 471 em 2018. Com isto, o Estado de São Paulo passou a ter uma densidade de 1,9 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 em 2018: 15,45, variando entre 0,46, caso da UGRHI 21 – Peixe a 15,91 pontos/1000 km² na UGRHI 03 - Litoral Norte, que continua tendo a maior densidade de pontos nesses últimos anos. Em 2008 esta amplitude foi de 15,25 variando de 0,15 pontos/1000 km² na UGRHI 18 - São Jose dos Dourados a 15,40 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 2017 verificam-se duas alterações de classificação: 2 unidades melhoraram (UGRHI 4 e 16). O Mapa 3.4 resume a situação das UGRHIs em relação ao IAEM em 2018.

Mapa 3.4 – Situação das UGRHIs no Estado de São Paulo em função do IAEM - 2018.

Mapa do IAEM - Índice de Abrangência Espacial do Monitoramento de Água - 2018 - Estado de São Paulo e suas 22 UGRHIs



Segundo os resultados do IAEM para 2018, apenas a UGRHI 6- Alto Tietê apresentou o índice IAEM insuficiente e, por isso, foi considerada **altamente vulnerável à pressão antrópica, igualmente a 2008**. Com uma população total de 21 milhões de habitantes, na qual se inclui a cidade de São Paulo, com 12.176.866 habitantes, essa UGRHI apresenta uma densidade de 12,10 pontos/1000 km² (a segunda maior do estado em 2018). Mas esta UGRHI continua classificada com IAEM de 0,31 (insuficiente) obtendo novamente, a pior classificação do ano. Os seguintes fatores explicam o baixo índice obtido em 2018:

Altíssima densidade demográfica, com 3314,99 habitantes/km², concentrados no entorno da cidade de São Paulo;

Média Regular do IQA 40,05 semelhante ao ano de 2017 (41,28);

Alta vulnerabilidade frente à pressão antrópica existente e;

Fator 4 de ponderação para macro uso industrial.

Em relação ao ano anterior, não houve acréscimo pontos novos, mas o Alto Tietê permanece como a segunda rede mais densa do Estado. 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 nessa UGRHI, no Ribeirão dos Couros (CORU 04950), em São Bernardo do Campo, com média anual de 13,49 (Péssimo).

Em 2018, apenas 3 UGRHIs foram classificadas com o IAEM **pouco abrangente**:

Pertencem todos ao grupo de vocação industrial: as UGRHIs 2- Paraíba do Sul, 7- Baixada Santista e 10- Sorocaba/Médio Tietê, por terem alta densidade demográfica e por apresentarem o maior valor para o fator de pressão antrópica (classe de uso industrial). A UGRHI 2- Paraíba do Sul, que apesar da boa média do IQA em 2018, (64,94), 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 2008 possuía 14 pontos fica com 19 em 2018, com densidade de 6,74 pontos/1000 km². Contudo, sua densidade demográfica também aumentou muito, sendo de 656,02 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 em 2008 e 0,45 em 2018, portanto, com vulnerabilidade significativa frente à pressão antrópica, em ambos os anos analisados. Houve acréscimo de um ponto em 2018 e sua densidade passou a ser de 2,37.

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 5,7 milhões de habitantes e a que possui o maior número de pontos por UGRHI (91) do estado. 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 à grande quantidade de pontos, gerando uma densidade de pontos 6 vezes acima do recomendado, 6,42 /1000 km². Além disto houve melhoria no IQA médio que era Regular em 2008 (47,79) e passou para 53,39 (Boa) em 2018. Com isto o IAEM desta unidade passou de 0,47 em 2008 para 0,54 em 2018, demonstrando uma evolução no monitoramento, e a maior variação positiva dentre as 22 unidades.

5 UGRHIs em processo de industrialização:

A UGRHI 04 – Pardo, em industrialização, que esteve classificada como vulnerável no ano anterior, voltou para a categoria não vulnerável apesar de apresentar a densidade territorial mínima da CEE de 1,22 pontos/1000 km². Mas, sua média anual do IQA subiu de 59,56 em 2017 para 61,55 (Boa qualidade) em 2018. Em 2008, sua média era ainda melhor, com IQA de 68,88.

A UGRHI 8- Sapucaí /Grande com 682.200 habitantes em 2008 manteve a densidade populacional praticamente estável, passando de 74,76 hab./km² em 2008 para 80,44 hab./km² em 2018. Já em número de pontos monitorados, houve avanço no período: de 11 em 2008 para 17 em 2018, e com isto atende-se a densidade recomendada com 1,86 pontos/1000 km². O IQA médio foi de 64,40 (Boa qualidade) em 2017, e passou para 66,16 (Boa qualidade) em 2018, demonstrando uma situação de sustentabilidade.

A UGRHI 9-Mogi-Guaçu em 2008 tinha 1.436.273 habitantes e 38 pontos de monitoramento. Atualmente encontra-se com o monitoramento sustentável pois possui população de cerca de 1,6 milhões de habitantes e 36 pontos mantendo-se a densidade de 2,4 vezes acima do recomendado. O IAEM de 2008 era de 0,58 e caiu para 0,55 em 2018. Já a média do IQA melhorou o período, passando de 54,45 (2008) para 59,76.

A UGRHI 12 – Baixo Pardo/ Grande, manteve a variável da pressão antrópica- densidade demográfica praticamente inalterada no intervalo apresentado, com densidade populacional variando de 45,63 hab./km² em 2008 para 49,47 hab./km² em 2018. Além disto, a média do IQA de 61,32 em 2008 melhora para 64,15 em 2018. Apresentou alterações no número de pontos monitorados, passando de 2 em 2008 para 7 pontos em 2018, quase atingindo a densidade de pontos recomendada: 0,97 pontos/1000. Km². Com isto o IAEM varia de 0,50, em 2008, para 0,52 em 2018.

A UGRHI 13- Tiete/Jacaré, no período de 2008 - 2018 passou de 4 pontos para 16 pontos e obteve densidade de pontos de 1,36 pontos/1000 km². O IAEM de 2008 e 2018 foi de 0,51 e 0,52, respectivamente apresentando situação de sustentabilidade conforme demonstra o IQA médio anual, de (Boa qualidade), tanto em 2008 como em 2018 (63,25, Bom).

Além dessas, ainda nesta classificação suficiente/ Não vulnerável estão 4 UGRHIs com predomínio de atividades 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 2008 para 21 em 2018. Esta UGRHI melhorou a média anual do IQA classificado na categoria Regular (46,79), devido à qualidade Ruim em pontos do Rib. São Domingos em 2008, para 61,78 (Boa qualidade) em 2018.

A UGRHI 17 - Médio Paranapanema, tinha apenas 3 pontos em 2008 e apresentou 8 em 2018, mas que ainda possui densidade de pontos abaixo da metade do recomendado: 0,48 pontos/1000 km². Como apresenta baixa densidade demográfica 42,93 hab./km² e médias anuais do IQA de 69,03 (Boa qualidade) sempre dentro da faixa de boa qualidade da água ao longo do período avaliado. O IAEM manteve-se na faixa de 0,60 (2008) a 0,59 (2018), com o monitoramento considerado suficiente.

A UGRHI 20 – Aguapeí, obteve o IAEM de 0,60 em 2018. Permanece nessa categoria graças à sua baixa densidade populacional, que pouco variou desde 2008 (27,65 hab./km² para 29,33 hab./km²) mantendo assim uma baixa pressão antrópica sobre seus recursos hídricos. Além disto, essa UGRHI quase dobrou seu número de pontos no período 2008-2018 passando de 6 para 11 pontos. Porém

ainda está com densidade abaixo da recomendada, com 0,83 pontos/1000 km². O IQA médio foi bom em ambos os anos estudados: 63,32 (2008) e 66,95 (2018).

A UGRHI 21-Peixe registrou em 2018, tal como em 2017, a mais baixa densidade do Estado (0,46 pontos/1000 km²). Também manteve densidade populacional estável no período, variando de 42,84, em 2008, para 44,82 em 2018. Em relação à qualidade de água, apresentou média anual do IQA na categoria Boa (69,73) em 2018.

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

3 unidades com macro-uso destinado a conservação: As UGRHIs 1, 11 e 14 as quais têm o macro-uso do solo ponderado no fator 1 (com grandes unidades de conservação). A UGRHI 1- Mantiqueira manteve a densidade de 5,93 pontos/1000 Km² e seu IAEM evoluiu de 0,64 em 2008 para 0,68 em 2018. A UGRHI 11-Ribeira de Iguape/Litoral Sul, que continua a apresentar a menor pressão antrópica do Estado, com densidade populacional de 22,16 hab./km² em 2008 para 22,26 hab./km² em 2018 e que passou de 6 pontos em 2008 para 13 em 2018, porém com densidade ainda abaixo do recomendado: 0,76 pontos/1000.Km². A UGRHI 14-Alto Paranapanema também apresentou baixa densidade populacional, e aumentou sua densidade de pontos de 0,44 em 2008 para 0,57 pontos/1000.Km² em 2018. O seu IQA médio continua com classificação Boa e obteve média de 65,96 em 2018. O IAEM ficou igual no período estudado: 0,66. Outras 4 UGRHIs com unidades com macro uso agropecuário integram esta categoria **abrangente/sustentáveis**, são elas:

A UGRHI 16- Tietê/Batalha, que mantém baixa densidade demográfica e, portanto, pressão antrópica estável. Essa UGRHI, que ainda possui densidade de pontos abaixo do recomendado, de 0,68 pontos/1000 Km², evoluiu na abrangência espacial, aumentando de 3 pontos em 2008 para 9 em 2018. Apresenta boa média do IQA (69,36 em 2008 e 74,88 em 2018), demonstrando que mantém uma Boa qualidade da água e condição de sustentabilidade do monitoramento, não estando vulnerável.

A UGRHI 18 - São José dos Dourados, que apresentava um único ponto em 2008 e densidade de 0,15, esteve com 0,88 pontos/1000 Km² em 2018. A pressão antrópica manteve-se inalterada e sua densidade demográfica permaneceu baixa em 2018, 35,03 hab./km², contribuindo positivamente para a condição de sustentabilidade. O IAEM variou de 0,57 em 2008 para 0,63 em 2018. A média anual do IQA, que foi a maior dentre todas as outras do estado, aumentou de 79,68 (Boa) em 2017, para 81,11 (qualidade Ótima) a maior média do estado em 2018, e a única classificada como de ótima qualidade.

A UGRHI 19 - Baixo Tietê que no período estudado ampliou sua rede de 8 para 12 pontos, apresenta densidade de 0,77 pontos/1000 Km² pelo critério da CEE. Este fator é compensado pela baixa densidade demográfica, que em 2018 esteve em 52,94 hab./km²). O IQA Médio anual vem apresentando melhora no período com média anual que passou de 73,03 em 2008 para 77,31 em 2018, demonstrando uma Boa qualidade. O ponto PARN 02210, no Rio Paraná, obteve o maior IQA do ano: 92,05 (qualidade Ótima). Com isto, essa UGRHI classificou-se como sustentável frente à pressão antrópica, uma vez que o seu IAEM foi 0,63, abrangente/sustentável.

A UGRHI 22 - Pontal do Paranapanema, com IAEM 0,60 em 2008 passa a 0,62 em 2018. A densidade populacional não oferece grande pressão antrópica, sendo de 41,31 hab./km². Teve acréscimo de um ponto de monitoramento em 2018. Sua densidade de pontos passou de 0,97, encostando assim na densidade recomendada. A média do IQA anual desta unidade foi classificada como Boa (73,83) em 2018.

Finalmente, o IAEM foi classificado como **muito abrangente** nas seguintes UGRHIs:

Na UGRHI 3 – Litoral Norte, tal como nos anos anteriores, onde residem 331.301 mil habitantes. Como esta UGRHI tem muitos rios que nascem na Serra do Mar e drenam diretamente para o mar, necessita de mais pontos (31 em 2018), o que lhe confere uma altíssima densidade de pontos (15,91 pontos/1000 Km²). Tal como no ano de 2008, manteve a média anual de 63,59, semelhante à média do IQA de 2018, indicando qualidade boa (64,00). Contudo, houve queda no IAEM que se deve provavelmente ao aumento da densidade populacional, que passou de 272.218 para 331.301 hab./km².

Resumindo-se a variação da abrangência do monitoramento, de acordo com o critério territorial da CEE, utilizado para caracterizar a abrangência da rede de monitoramento, obteve-se o seguinte cenário: em 2008, 9 das 22 UGRHIs estavam dentro do índice de densidade mínima de 1 ponto/1000 km²; em 2018 a densidade mínima foi atingida por 12 das 22 UGRHIs.

Já de acordo com os cenários do IAEM no período estudado, o número de UGRHIs classificadas como não vulnerável à pressão antrópica passou de 16 em 2008 para 18 em 2018. Dessa forma, pode-se concluir que a rede de monitoramento está evoluindo e apresentando melhora. Em relação ao ano anterior, a soma-tória geral do estado foi um pouco melhor, passando de 12,46 em 2017 para 12,54 em 2018.

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 para o período compreendido entre 2013 e 2018, bem como uma visão detalhada do saneamento dos 645 municípios que formam o nosso Estado.

A avaliação dos serviços de coleta e tratamento de esgotos, não levou em consideração outras fontes potenciais de impactos à qualidade das águas, tais como os sistemas de drenagem urbana e de coleta e disposição de resíduos sólidos, que se constituem em fontes de poluição difusa de difícil quantificação. Destaca-se ainda que essa poluição difusa é afetada pelos hábitos da população, entre os quais o descarte inadequado de resíduos no ambiente ou o lançamento indevido de esgotos no sistema de drenagem.

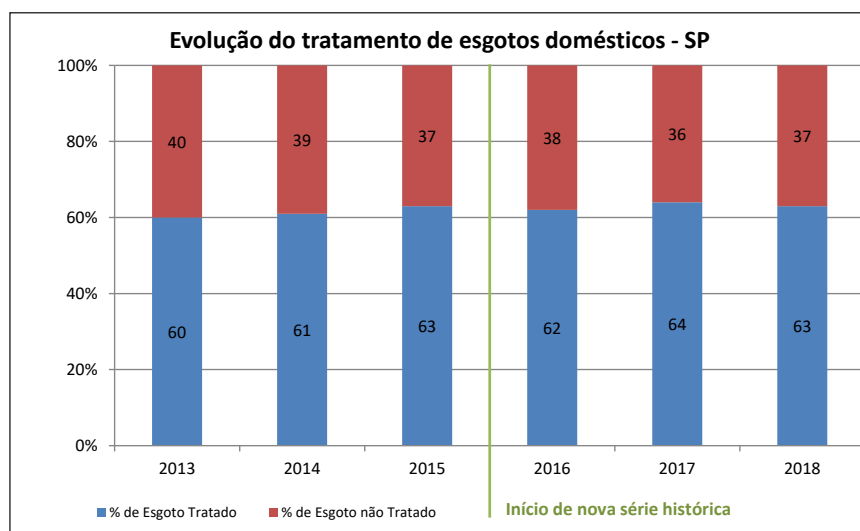
A avaliação da porcentagem de resultados desconformes em relação à Classe 2 da Resolução CONAMA Nº 357/2005, foi realizada para as principais variáveis que podem estar contribuindo para a degradação dos corpos hídricos. Como nem todos os rios estão classificados na Classe 2, o objetivo desta comparação com os padrões de qualidade da classe 2 é o de subsidiar futuras ações dos órgãos competentes, visando uma recuperação progressiva da qualidade dos corpos d'água previstas na Resolução Conama Nº 357/05.

Para as principais variáveis sanitárias e para alguns metais é também apresentada uma visão detalhada das desconformidades em 2018, em relação aos padrões de Classe 2, para cada UGRHI, o que não significa necessariamente o não atendimento da legislação vigente.

4.1 Coleta e Tratamento de Esgotos no Estado de São Paulo

As percentagens de população atendida pelos serviços de coleta e tratamento de esgotos são cadastradas pela Diretoria de Controle e Licenciamento da CETESB, a partir dos dados fornecidos pelos municípios ou pelas concessionárias em 2018.

Nos últimos anos, verificou-se uma estabilização no índice de tratamento de esgoto doméstico no Estado de São Paulo, mantendo-se em um nível acima de 60%, como aponta o Gráfico 4.1

Gráfico 4.1 – Evolução do tratamento de esgotos domésticos no Estado de São Paulo – 2013 a 2018.

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

Embora o Estado de São Paulo possua um dos melhores índices de saneamento básico da federação, ainda existe um déficit em relação à universalização, sendo necessária a aceleração do ritmo de investimentos para que ocorram melhoras 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 da presença da *Escherichia coli* na água. Outro indicador da presença de lançamentos de esgoto é o aumento da concentração da matéria orgânica e a sua decomposição pelos microrganismos, causando uma redução nos níveis de oxigênio dissolvido no meio aquático, que pode chegar a anoxia, dependendo das características do lançamento e do rio.

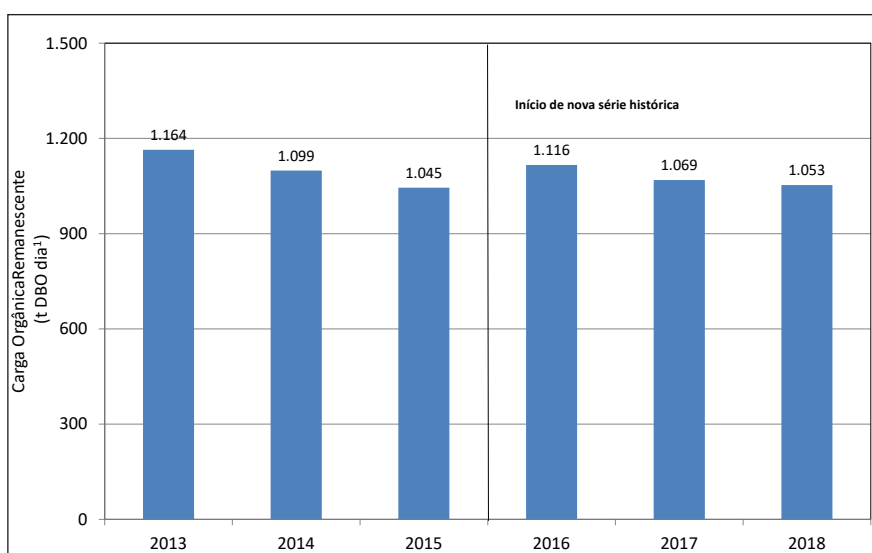
Quando os níveis de oxigênio dissolvido tendem a zero, a decomposição da matéria orgânica ocorre em meio anaeróbio, o que causa a emissão de subprodutos voláteis odoríferos dos corpos de água, causando incômodos à população e danos aos materiais e à flora. Em meio aeróbio, por outro lado, ocorre a decomposição da matéria orgânica carbonácea e da matéria orgânica nitrogenada, esta última convertida em nitrato. Ambos, fósforo e nitrato, são nutrientes essenciais para a atividade biológica, sendo o fósforo considerado como fator limitante. Quando em excesso, esses nutrientes provocam o crescimento excessivo de algas e macrófitas aquáticas, provocando a ocorrência do fenômeno denominado de eutrofização. Com o lançamento indevido de esgotos domésticos também aumentam a turbidez e as concentrações de surfactantes e de sólidos totais.

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 $54 \text{ g hab}^{-1} \text{ dia}^{-1}$. Com a carga potencial gerada pela população do município e as porcentagens de coleta e tratamento, bem como a eficiência do sistema de tratamento dos esgotos, calcula-se a carga orgânica remanescente, ou seja, aquela que é lançada nos corpos hídricos receptores.

Nas estações de tratamento de esgotos monitoradas pela CETESB, as eficiências dos processos de tratamento são calculadas por meio dos resultados das análises de DBO no efluente bruto e no tratado. Nos outros casos, adotam-se eficiências esperadas em razão do tipo de tratamento relacionadas na literatura técnica. A eficiência média das estações de tratamento de esgotos, em 2018, foi de 87%, colaborando para a redução da carga orgânica remanescente, cuja somatória dos 645 municípios do estado atingiu um valor de $1.053 \text{ t DBO dia}^{-1}$ (Gráfico 4.2), o que representou uma redução de 16 e de 63 t DBO dia^{-1} em relação aos anos de 2017 e 2016, respectivamente.

Gráfico 4.2 – Evolução da carga remanescente no Estado de São Paulo – 2013 a 2018.



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 Município e por UGRHI

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

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.

Na Tabela 4.1, é apresentada a situação da população atendida por coleta e tratamento de esgotos por Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos – UGRHI. Também são apresentados a somatória da carga orgânica remanescente e o ICTEM para cada UGRHI.

Tabela 4.1 – Porcentagem da população atendida pela coleta e pelo tratamento de esgotos e ICTEM nas áreas urbanas das 22 UGRHIs - 2018.

UGRHI		População Urbana	Atendimento (%)		Carga Remanescente t DBO dia ⁻¹	ICTEM
Número	Descrição		Coleta	Tratamento		
1	Mantiqueira	60.698	55	53	2	5,74
2	Paraíba do Sul	2.070.308	93	78	39	7,17
3	Litoral Norte	323.810	52	43	11	5,01*
4	Pardo	1.180.757	99	82	17	7,79
5	Piracicaba/Capivari/Jundiaí	5.548.153	93	77	99	7,32
6	Alto Tietê	21.142.221	85	52	597	5,62
7	Baixada Santista	1.844.667	73	15	88	2,57*
8	Sapucaí/Grande	692.752	99	92	7	9,74
9	Mogi Guaçu	1.504.166	98	67	38	6,28
10	Sorocaba/Médio Tietê	1.863.898	88	80	30	7,49
11	Ribeira de Iguape/Litoral Sul	271.525	71	71	7	6,34
12	Baixo Pardo/Grande	340.728	100	78	6	7,36
13	Tietê/Jacaré	1.570.698	98	67	38	6,36
14	Alto Paranapanema	621.284	91	85	9	7,85
15	Turvo/Grande	1.260.272	99	94	11	9,82
16	Tietê/Batalha	509.571	99	92	6	8,32
17	Médio Paranapanema	655.374	96	93	10	8,01
18	São José dos Dourados	210.163	98	98	3	8,5
19	Baixo Tietê	755.911	98	98	11	7,99
20	Aguapeí	344.298	96	95	5	7,8
21	Peixe	438.133	89	47	15	5
22	Pontal de Paranapanema	463.345	96	91	4	9,82
Estado de São Paulo		43.672.731	88	63	1053	6,34

*: ICTEM calculado sem considerar os sistemas de disposição oceânica como tratamento para os municípios destas UGRHIs.

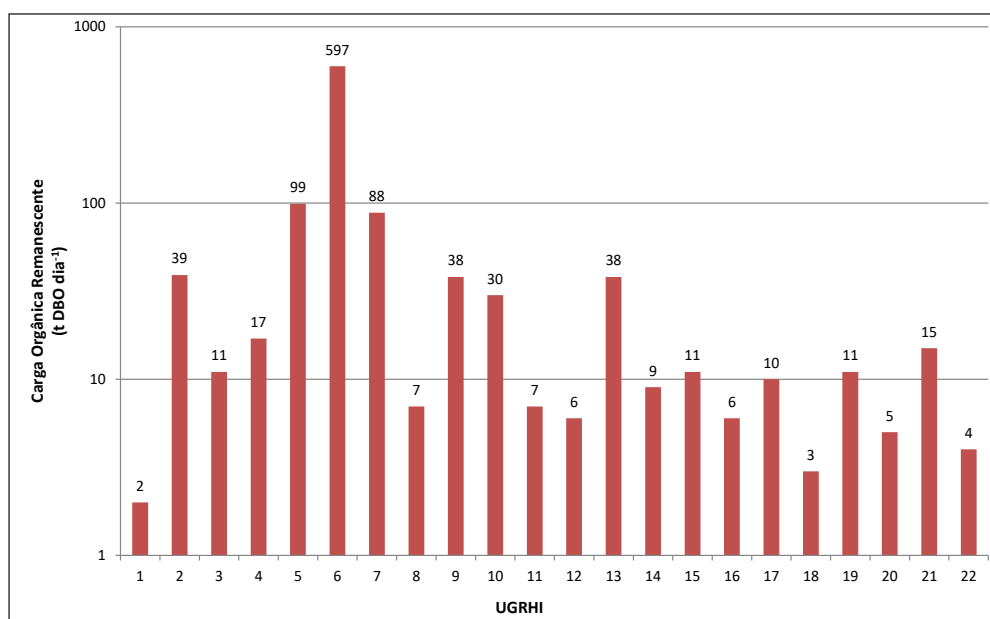
O ICTEM retrata uma situação que leva em consideração a efetiva remoção da carga orgânica gerada pela população urbana sem deixar, entretanto, de observar a importância de outros elementos que compõem um sistema de tratamento de esgotos, como a coleta, o afastamento e o tratamento. Além disso, considera também o atendimento à legislação quanto à eficiência de remoção da carga orgânica, que deve ser superior a 80%, 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 2018, catorze UGRHIs, que concentram uma população de cerca de 16 milhões de pessoas, mantiveram nota de ICTEM superior a 7. Em termos de melhora do índice, as UGRHIs 8 – Sapucaí/Grande e 22 – Pontal do Paranapanema apresentaram o incremento de um ponto na nota do ICTEM em relação a 2017. Ainda no ano de 2018 entraram em operação novas Estações de Tratamento de Esgotos nos municípios de Saltinho, Pereiras, Águas de Santa Bárbara, Botucatu, Miracatu, Eldorado, Americana, Bebedouro, Birigui, Conchal, General Salgado, Guaraçaí, Mogi das Cruzes, Mogi Guaçu, Palestina, Pontal, Sorocaba e Sumaré.

A única UGRHI, que apresentou nota do ICTEM inferior a 5, foi a 7 – Baixada Santista. Essa UGRHI utiliza em alguns municípios sistemas de disposição oceânica: composto por EPC (Estação de Pré-Condicionamento de Esgoto) 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 reduziu a nota do ICTEM dessa UGRHI.

Ainda existem no Estado de São Paulo, 40 municípios com porcentagem nula de tratamento, que são: Areias, Cruzeiro, Paraibuna, Piquete, São José do Barreiro, Caconde, Jardinópolis, São Simão, Serrana, Bom Jesus dos Perdões, Cordeirópolis, Cosmópolis, Monte Alegre do Sul, Pedra Bela, Rafard, Rio das Pedras, Tuiuti, Caieiras, Cajamar, Francisco Morato, Franco da Rocha, São Joaquim da Barra, Américo Brasiliense, Araras, Descalvado, Estiva Gerbi, Rincão, Santa Cruz das Palmeiras, Araçariguama, Mairinque, Sarapuá, Ibitinga, Itapuá, Ribeirão Bonito, Tejuapá, Ipiguá, Pirajuí e Marília. Estes municípios apresentam uma população de aproximadamente 1,5 milhão de habitantes.

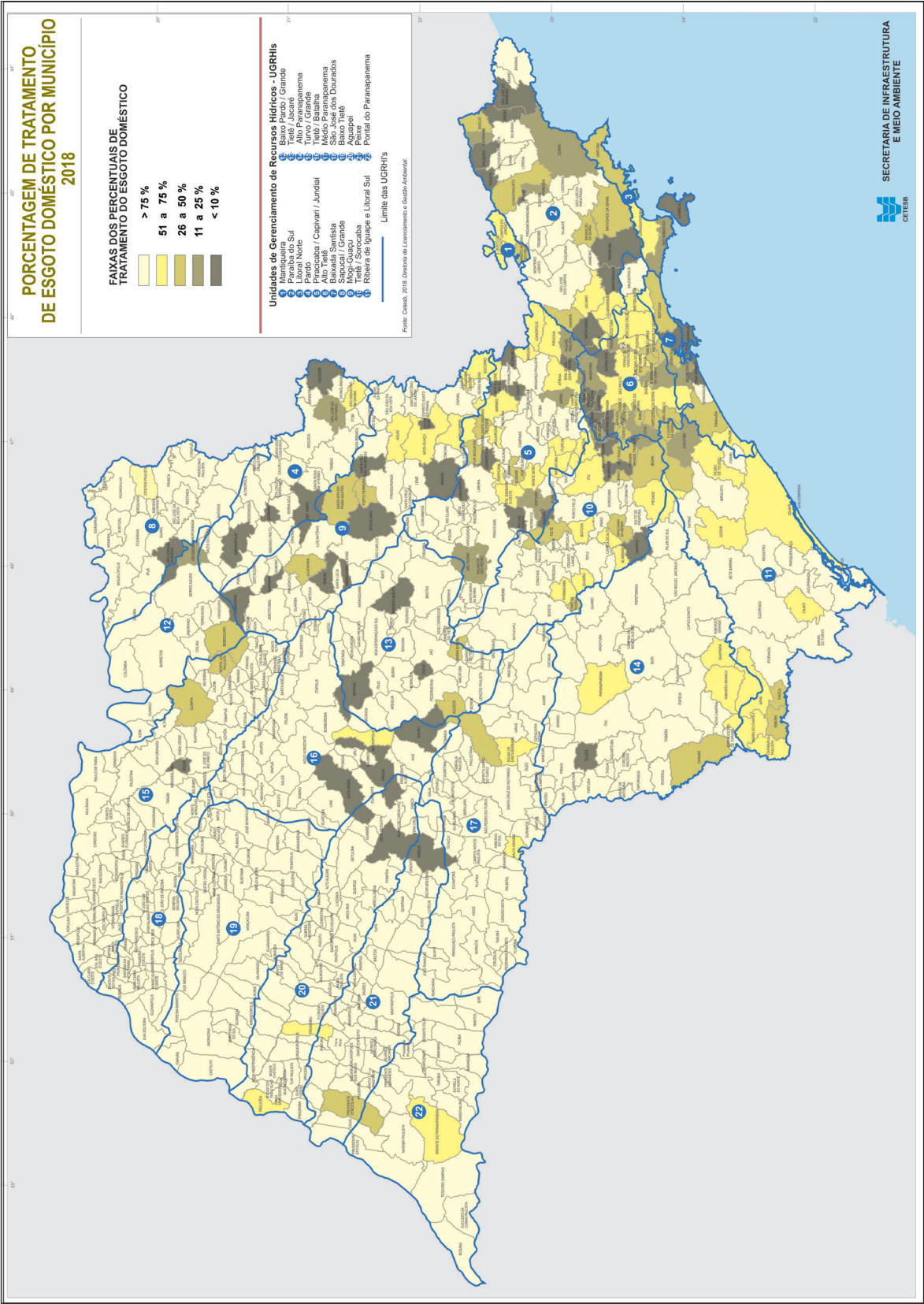
No Gráfico 4.3, são apresentadas as cargas remanescentes de DBO para cada UGRHI em que se divide o Estado de São Paulo. Em função da alta concentração de população na RMSP e dos índices de saneamento, a carga remanescente do Alto Tietê de 597 t DBO dia⁻¹ é responsável por 57% da carga lançada nos corpos 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 Jundiaí, com 99 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 Jundiaí.

Gráfico 4.3 – Carga remanescente de DBO por UGRHI – 2018

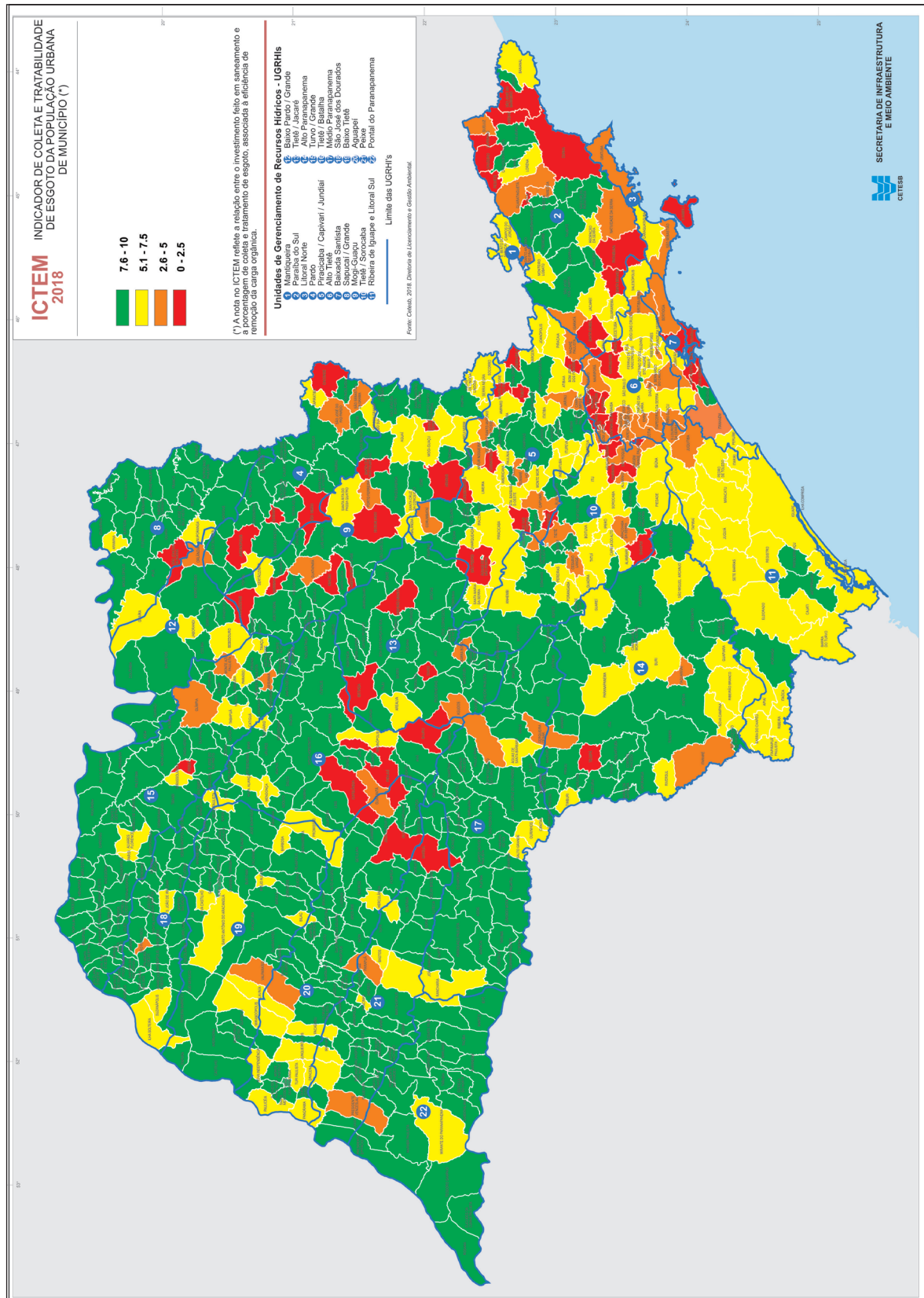
Outros fatores importantes que afetam diretamente o planejamento e disponibilidade dos serviços de saneamento são os problemas associados às ocupações irregulares e ao crescimento desordenado das cidades. Além disso, também deve ser considerado o comportamento do cidadão, que é responsável por ligar 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 – 2018.



Mapa 4.2 – ICTEM por município – 2018



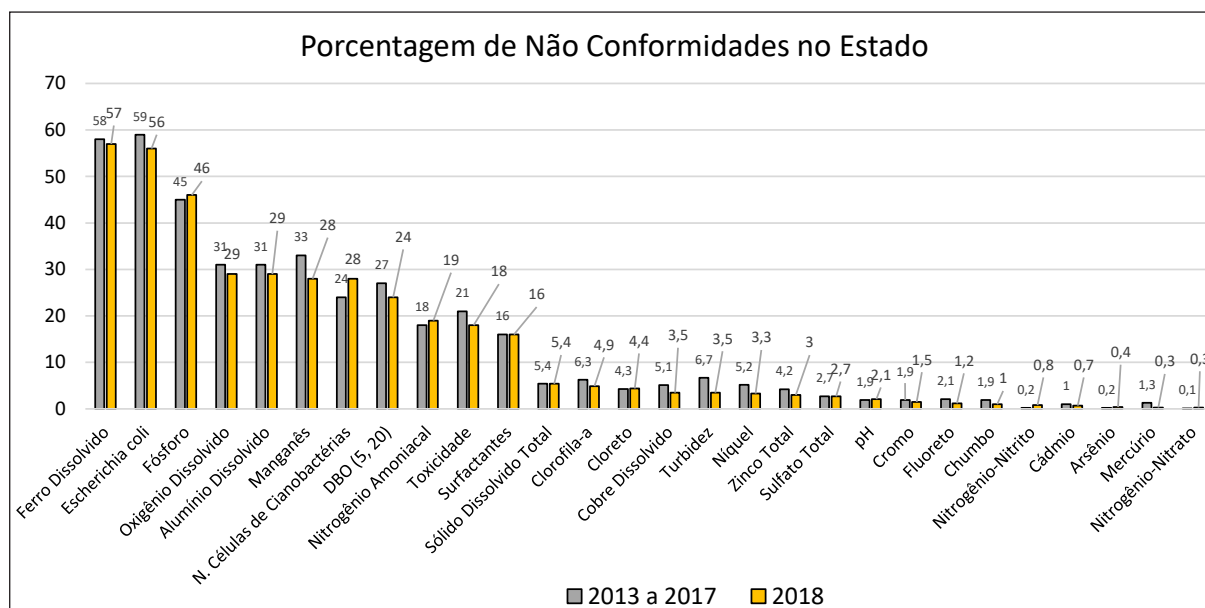
4.2 Atendimento aos Padrões da Legislação

As porcentagens de resultados desconformes, obtidos em 2018, são comparadas à média do período 2013/2017, 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 CONAMA Nº 357/05 incluem proteção da vida aquática e abastecimento público após tratamento convencional.

No **Gráfico 4.4** constam 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 possuem resultados em 13(%), 78(%) e 89(%) % dos pontos, respectivamente. Ressalta-se que o número de pontos e a frequência anual de cada variável não são similares.

Em 2012, adotou-se a variável *Escherichia coli* em substituição aos Coliformes Termotolerantes. Os resultados são comparados com os padrões da Classe 2, estabelecidos na Decisão de Diretoria nº112/2013/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 2018 e no período de 2013 a 2017.



De um modo geral, as maiores desconformidades referem-se as variáveis sanitárias (*E. coli*, DBO, Fósforo Total e Oxigênio Dissolvido), aos metais (Ferro Dissolvido, Alumínio Dissolvido e Manganês Total) e ao Número de Células de Cianobactérias (**Gráfico 4.4**)

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 (56 %), seguido pelo Fósforo (46%), Oxigênio Dissolvido (29%), DBO (24%), Nitrogênio Amoniacal (19%) e Surfactantes (16%). Ressalta-se que as variáveis DBO e Oxigênio Dissolvido mantiveram em 2018 a melhora, observada em 2017 em relação à média histórica, 3 e 4% respectivamente. Para atendimento à legislação, é primordial a continuidade nos investimentos para atingir a universalização do tratamento de esgoto no estado. Para o Fósforo, a implantação do tratamento terciário é uma solução adequada, onde for necessário e sob condições específicas.

O Alumínio e o Manganês, abundantes nos solos do Estado de São Paulo e que constituem uma fonte significativa desses metais para os corpos hídricos também apresentaram em 2018 uma leve melhora em relação à média histórica. Ressalta-se que esses metais, juntamente com o Ferro, também podem estar associados a efluentes de ETAs e a fontes industriais, em áreas mais urbanizadas.

Em relação às variáveis hidrobiológicas, houve redução de desconformidades para a Clorofila *a* na comparação histórica, ao contrário do Número de Células de Cianobactérias que manteve um aumento de 4% em relação a média histórica.

Dentre as variáveis intervenientes na manutenção da vida aquática, a maior porcentagem de resultados desconformes foi constatada para o Oxigênio Dissolvido (29%), seguida pela Toxicidade Crônica (18%), mantendo a melhora em comparação com a média histórica. Os resultados de pH desconformes e acima 9,0, ocorreram, em sua maioria, em reservatórios, indicando intensa atividade fotossintética do fitoplâncton nesses locais.

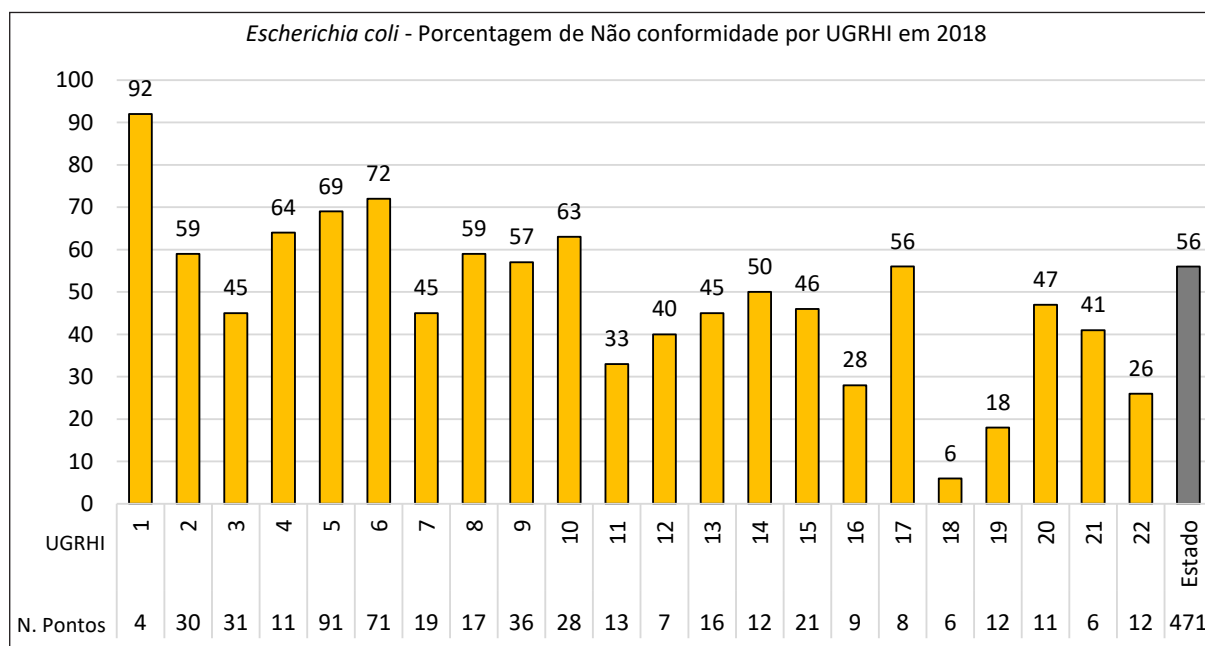
Semelhante ao constatado nos anos anteriores, os metais Níquel, Zinco, Cádmio, Chumbo, Cromo, Cobre Dissolvido e Mercúrio, associados intrinsecamente aos lançamentos de efluentes industriais, vem mantendo porcentagem de resultados desconformes menores que a média histórica, refletindo, dessa forma, o 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 2018



A variável *E. coli* (**Gráfico 4.5**) foi a variável sanitária que apresentou maior desconformidade no estado (56%).

As UGRHIs 1 e 6 apresentaram as maiores porcentagens de resultados desconformes (92% e 72%). Na UGRHI 1, todos os quatro pontos de monitoramento não atenderam ao padrão de qualidade em quase 100% das campanhas ao passo que na UGRHI 6, as desconformidades se concentraram nos pontos localizados nos rios Tietê, Tamandateí e Pinheiros e nos seus respectivos afluentes. A porcentagem de esgotos coletados que são tratados nestas UGRHIs foi de apenas 52 e 53%, respectivamente, em 2018.

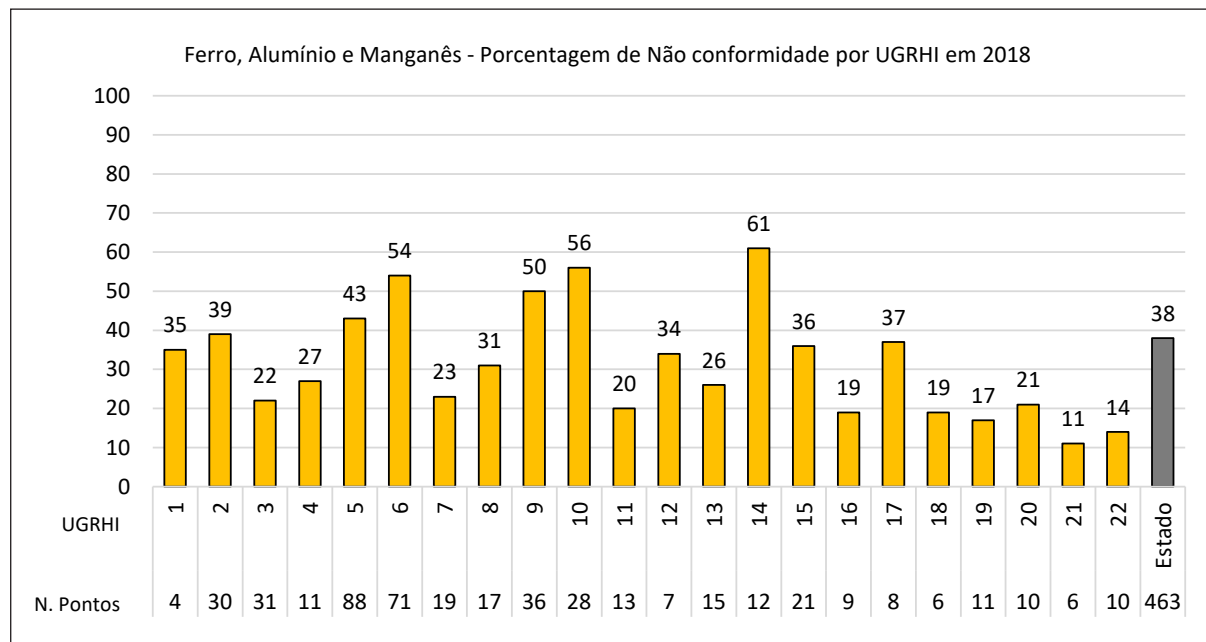
A UGRHI 5 foi a próxima a apresentar maior porcentagem de resultados desconformes (69%), os quais estiveram distribuídos por toda a bacia, com exceção dos reservatórios do Sistema Cantareira e de alguns outros pontos que atenderam ao padrão de qualidade em 100% das campanhas. O tratamento de esgotos nesta UGRHI foi de 77 % em 2018.

As UGRHIs 2, 4, 8, 9, 10 e 17 apresentaram entre 56 e 64% de resultados não conformes. Destacam-se as maiores porcentagens de não conformidades (em torno de 100%) no médio Tietê 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 porcentagens de esgotos coletados que são encaminhados para tratamento em ETEs nestas UGRHIs varia entre 67 e 92%.

As UGRHIs 18 e 19, que possuem 98% de coleta e tratamento de esgotos, foram as que apresentaram as menores porcentagens de resultados não conformes (6 e 18%).

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 2018



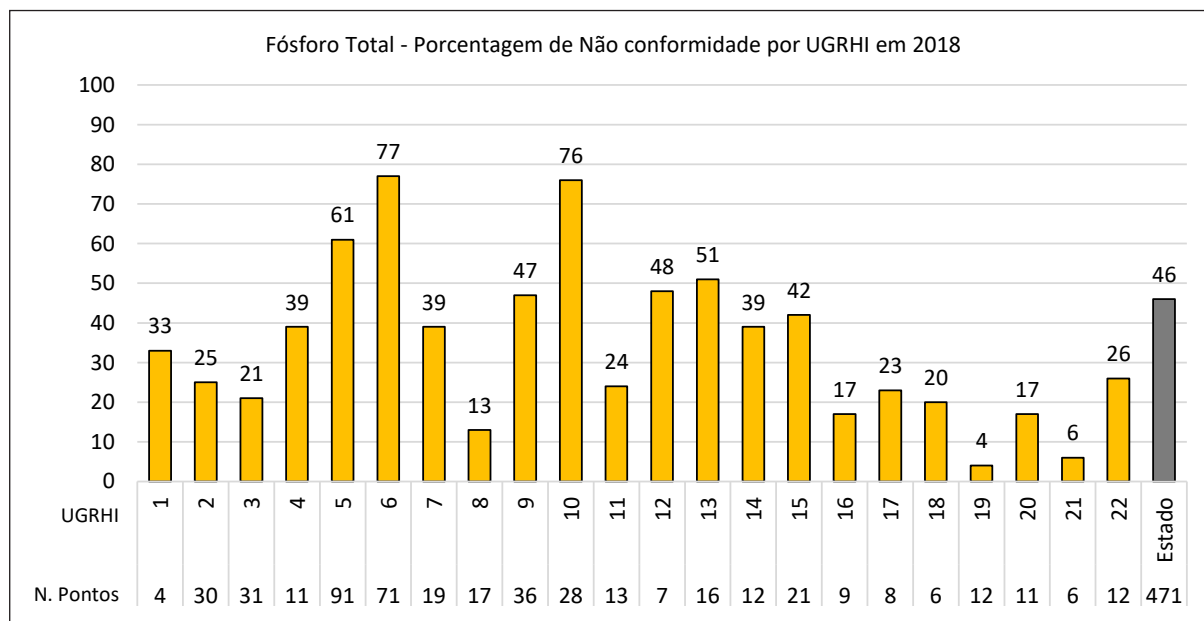
O **Gráfico 4.6** mostra a distribuição de resultados não conformes por UGRHI das variáveis Ferro Dissolvido, Alumínio Dissolvido e Manganês. Essas variáveis foram analisadas em conjunto pois indicam o carreamento de partículas de solo para os corpos hídricos. Em média, o estado apresentou 38% de resultados desconformes para essa variável.

As UGRHIs 6, 9, 10 e 14 apresentaram as maiores porcentagens de resultados desconformes (54, 50, 56 e 61%, respectivamente).

Nas UGRHIs 21 e 22 foram verificadas as menores porcentagens de não conformidades (entre 11 e 14%).

4.2.1.3 Fósforo Total

Gráfico 4.7 – Porcentagem de não conformidade de Fósforo Total por UGRHI e no estado em 2018



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 (46%).

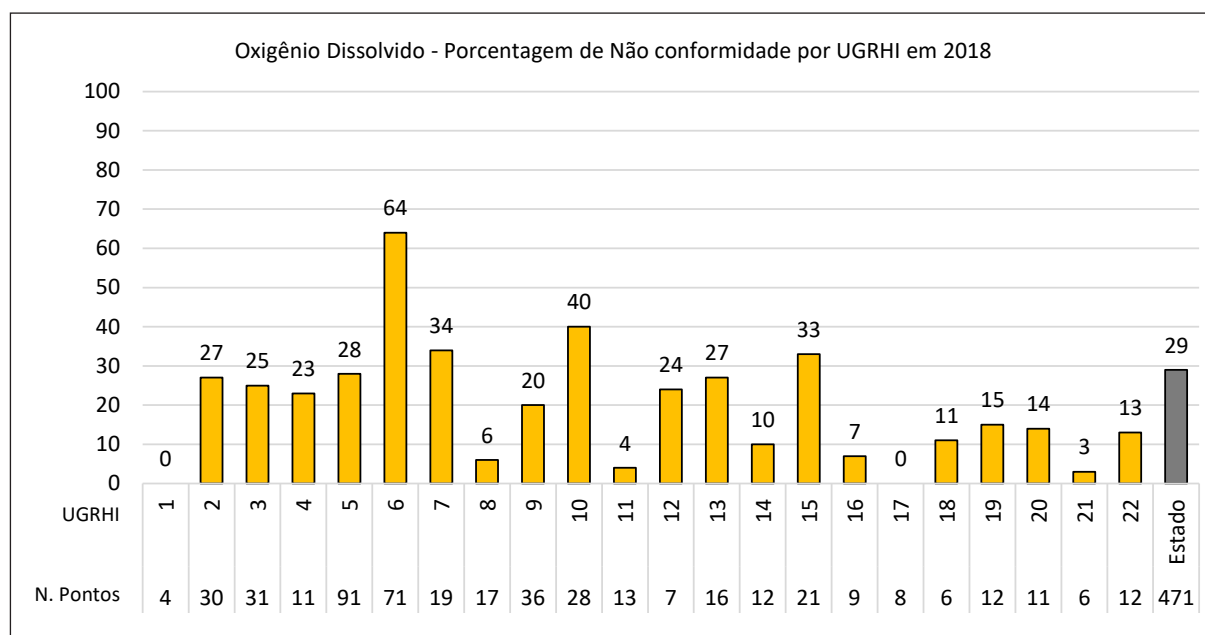
As maiores porcentagens de resultados desconformes foram verificadas nas UGRHIs 6 e 10 (77 e 76%, respectivamente). Na UGRHI 6, o padrão de qualidade foi atendido nos pontos da sub-bacia Tietê-Cabeceiras e em alguns reservatórios utilizados para abastecimento. O contrário foi verificado nos reservatórios Billings (de Pedreira a Imigrantes) e Guarapiranga e no Rio Tietê e afluentes na RMSP, que apresentaram cerca de 100% de resultados não conformes. Na UGRHI 10, as maiores porcentagens de desconformidades foram registradas no trecho do Rio Tietê, desde Rasgão até o Reservatório de Barra Bonita e no Rio Sorocaba desde a jusante do Reservatório de Itupararanga até próximo da sua foz no Rio Tietê.

A terceira maior porcentagem de resultados não conformes foi verificada na UGRHI 5 (61%). A maioria dos pontos que apresentaram resultados não conformes em cerca de 100% das campanhas localiza-se nos principais rios, nos trechos mais a jusante. Destacam-se o Rio Atibaia, de Paulínia a Americana, incluindo o Reservatório de Salto Grande, e seus afluentes, os rios 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 não conformidades foram verificadas nas UGRHIs 19 e 21, onde foram verificadas não conformidades de 4 e 6%, destacando-se a conformidade com os padrões de qualidade nos pontos a jusante das barragens de Promissão (TIET 02700), Nova Avanhandava (TITR 02100 e TITR 02800) e Três Irmãos (TIET 02900) 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 2018



O Oxigênio Dissolvido é a quarta variável com maior porcentagem de resultados não conformes (29%) (Gráfico 4.8).

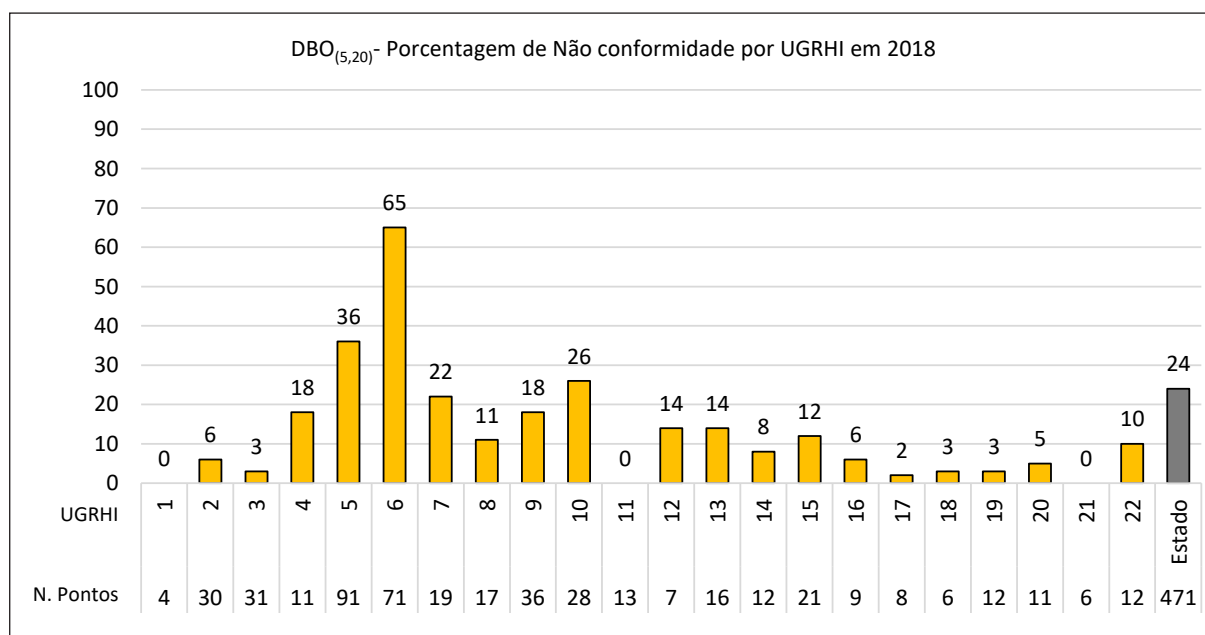
A maior porcentagem de resultados não conformes foi verificada na UGRHI 6 (64%). Destaca-se o Rio Tietê e seus afluentes na RMSP, cujos resultados de Oxigênio Dissolvido não atenderam o padrão de qualidade em praticamente 100% das campanhas.

As UGRHIs 7, 10 e 15 tiveram porcentagem de resultados não conformes entre 33 e 40%. Na UGRHI 7, quatro pontos localizados nos municípios de Santos, São Vicente e Guarujá, em áreas de grande ocupação, apresentaram cerca de 100% dos resultados desconformes. Na UGRHI 10, os resultados não conformes estão distribuídos pela bacia, mas destacam-se o trecho do Rio Tietê, de Tietê a Laranjal Paulista, e os trechos do Rio Sorocaba, em Sorocaba e Cerquilha, com 100% de resultados não conformes. Na UGRHI 15, destaca-se o Ribeirão-Preto, onde os dois pontos de monitoramento apresentaram elevada frequência de resultados desconformes.

Em sete UGRHIs os registros de desconformidades foram de, no máximo, 10%. Destacaram-se as UGRHIs 1 e 17, na qual todos os pontos atenderam ao padrão de qualidade em todas as campanhas, e as UGRHIs 11 e 21, 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 2018

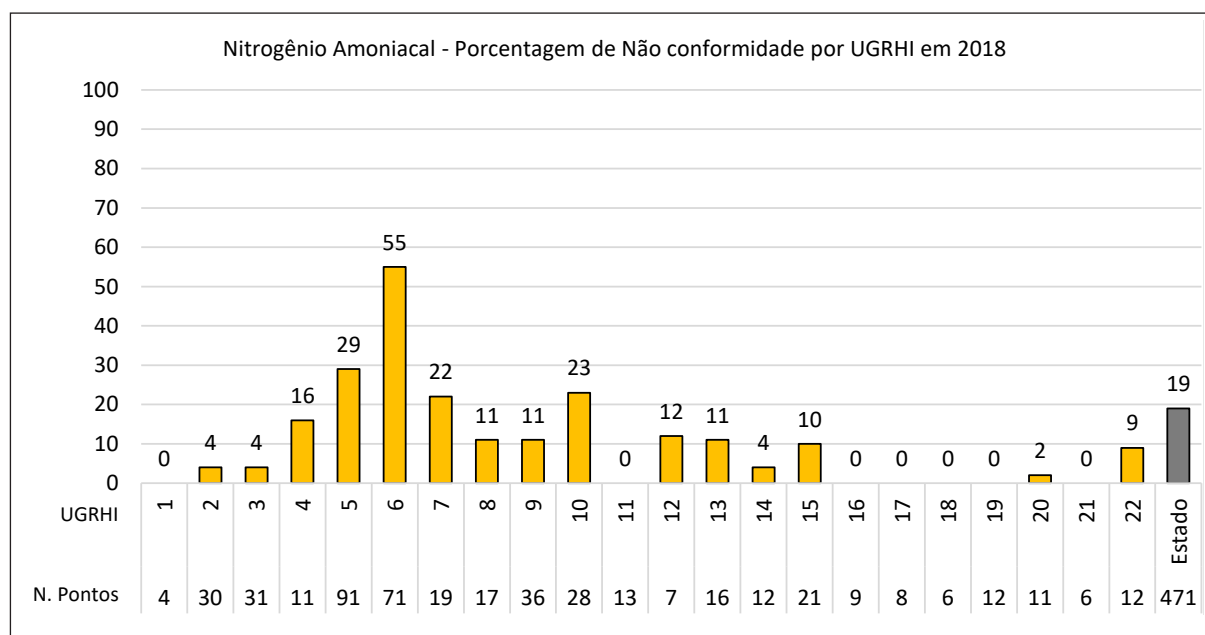


A DBO apresentou 24% de resultados não conformes no estado em 2018, com destaque para a UGRHI 6 com 65% dos resultados desconformes. As UGRHIs 5 e 10 aparecem com a segunda e terceira maior porcentagem de resultados desconformes (36 e 26%), respectivamente. As demais UGRHIs tiveram menos da média do estado de resultados desconformes (**Gráfico 4.9**).

As UGRHIs 1, 11 e 21 não apresentaram resultados desconformes para a DBO e as UGRHIs 3, 17, 18 e 19 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 2018



A porcentagem de desconformidades para a variável Nitrogênio Amoniacal no estado foi de 19%, sendo verificados resultados desconformes para esta variável em 15 das 22 UGRHIs do Estado em 2018 (**Gráfico 4.10**).

A UGRHI 6 apresentou a maior porcentagem de não conformidades (55%), seguida da UGRHI 5 (29%), 10 (23%), 7 (22%). Essas UGRHIs apresentam altos índices de urbanização. A Bacia do Rio Pardo (UGRHIs 4 e 12) apresenta as maiores porcentagens de não conformidade (16 e 12%) após a UGRHI 7.

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.

4.2.2.1 Compostos Orgânicos Voláteis (COVs)

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 Sarapuá da UGRHI 10. O grupo do BTEX será detalhado no próximo subitem.

Dos 47 COVs analisados, excetuando-se o 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.

4.2.2.2 BTEX

O grupo BTEX (Benzeno, Tolueno, Estireno, Etilbenzeno e Xileno) é monitorado nos corpos-d'água da Classe 4 cujo entorno seja ocupado por indústrias, comércio e serviços, que utilizem no seu processo produtivo produtos que contenham esses grupos de substâncias ou seus derivados na sua formulação e também é monitorado nos corpos hídricos da UGRHI 7, no rio Sarapuí – UGRHI 10, ribeirão Pires – UGRHI 6 e no rio Jundiá – UGRHI 05 que foi reequadrado da Classe 4 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 µg/L) foram verificadas em duas campanhas no ribeirão Pires (PIRE 02900) na UGRHI 6 e em três campanhas no rio Saboó (SABO 22500) na UGRHI 7. Essa substância também foi quantificada em concentrações acima de 20 µg/L, no rio Baquirivu-Guaçu (BQGU 03850) e no ribeirão Moinho Velho (MOVE 03500), ambos localizados na UGRHI 6.

4.2.2.3 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 N° 357/2005. A presença de substâncias do grupo dos HPAs também foi monitorada no Rio Pinheiros (PINH 04100) na UGRHI 6 e no Rio Sarapuí (SAUI 02900) na UGRHI 10.

Foram monitoradas 18 (dezoito) substâncias do grupo dos HPAs, das quais 7 (sete) possuem padrão de qualidade para Classe 2. Desse universo, foram ultrapassados os padrões da Classe 2 para o Benzo(a)pireno (0,02 µg/L) e o Criseno (0,032 µg/L) no rio Moji (MOJI 02800) e para as substâncias Benzo(a)pireno (0,04 µg/L), Criseno (0,09 µg/L), Benzo(a)antraceno (0,028 µg/L) e Benzo(b)fluoranteno (0,051 µg/L) no rio Piaçaguera (PIAC 02700), ambos na UGRHI 7. O monitoramento também permitiu quantificar as substâncias 1-Metil-Naftaleno, 2-Metil-Naftaleno, Acenafeno, Fenantreno, Fluoranteno, Fluoreno, Fluorbenzeno, Naftaleno e Pireno nos pontos CATA 23850, CFUG 02900, CUBA 03900, MARO 22800, MOJI 02800, PERE 02900, PIAC 02700 e SABO 22500.

4.2.2.4 Fenóis Totais

Os Fenóis Totais foram determinados em pontos coincidentes com captação para abastecimento, incluindo rios afluentes e defluentes de alguns sistemas de abastecimento. Esta variável também foi monitorada nos rios Atibaia e Jundiá e em todos os pontos localizados em corpos hídricos da Classe 4.

Dos pontos utilizados para abastecimento (Classes 1, 2 e 3), apenas o rio Pardo em Ourinhos (PADO 02600), em uma campanha, não atendeu ao padrão de qualidade.

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

Dos corpos-d'água da Classe 4, apenas a amostra coletada do rio Tietê, no seu trecho em Guarulhos (TIET 04150), ultrapassou o padrão de qualidade (1,0 mg/L). Contudo, 18 pontos dessa classe apresentaram resultados superiores ao padrão da Classe 2 (0,003 mg/L), em pelo menos uma campanha. As maiores

concentrações foram verificadas no rio Tietê (TIET 04200- 0,13 mg/L), no ribeirão dos Couros (CORU 04950- 0,23 mg/L), no córrego Pirajussara (JUÇA 04900 – 0,13 mg/L) e no córrego São João do Barueri (SJBA 04950- 0,29 mg/L).

4.2.2.5 Boro Total

O Boro é uma variável monitorada em locais correlacionadas à tipologia industrial, como proximidades às indústrias de vidro e alumínio. Desta forma, o Boro foi determinado principalmente em amostras coletadas de alguns pontos das UGRHIs 2, 5, 9 e 10, não apresentando resultados acima do padrão de qualidade da Classe 2 (0,5 mg/L), com exceção do ponto no Canal de Barreiros (REIS 02900) na UGRHI 7. Neste ponto, que localiza-se junto a Ponte Pênsil no canal de São Vicente, foram verificadas concentrações de Boro variando entre 2,3 e 4,5 mg/L, indicativo de um ambiente de águas salinas (igual ou superior a 30 %). Portanto, o resultado de boro atende ao padrão de qualidade para águas salinas (5 mg/L).

4.2.2.6 Fluoreto

O Fluoreto foi determinado em todos os pontos da rede Básica. Dos 410 pontos de monitoramento enquadrados nas Classes 2 e 3, 12 pontos apresentaram, pelo menos, um resultado desconforme com o padrão de qualidade. Os pontos posicionados no ribeirão dos Quilombos (QUIL 03200, QUIL 03500 e QUIL 03900) na UGRHI 5 apresentaram resultados desconformes em cerca de 100% das campanhas. No QUIL 03200 também foram observadas as maiores concentrações de fluoreto (6,5 e 20,4 mg L⁻¹). Resultados desconformes para o Fluoreto também foram observados nos ribeirões Tatu (TATU 04850) e Tijuco Preto (TIJU 02900) na UGRHI 5, no ribeirão Perová (PEOV 03600) na UGRHI 6, nos rios Moji (MOJI 02800) e Piaçaguera (PIAC 02700) na UGRHI 7, no ribeirão dos Bagres (BAGR 04020) na UGRHI 8 e nos rios das Conchas (COCH 02850) e Pirajibú (JIBU 02750 e JIBU 02800) na UGRHI 10.

4.2.2.7 Óleos e Graxas

Os Óleos e Graxas foram analisados nos rios de Classe 4. Nos rios de Classe 2 e 3, essa variável foi monitorada no ribeirão Pires (PIRE 02900), no ribeirão Moinho Velho (MOVE 03500), no rio Sorocaba (SORO 02200, SORO 02500 e SORO 02700) e no rio Jundiaí (JUNA 03150, JUNA 03190, JUNA 03200, JUNA 03270, JUNA 03700, JUNA 03900). Os maiores valores foram quantificados nos pontos localizados no ribeirão dos Couros (CORU 04950) e no córrego do Jaguaré (UARE 04450) na UGRHI 6. Essa variável não possui padrão de qualidade, mas deve estar virtualmente ausente nos corpos hídricos de Classe 2 e 3, sendo toleradas iridescências nos rios de Classe 4.

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:

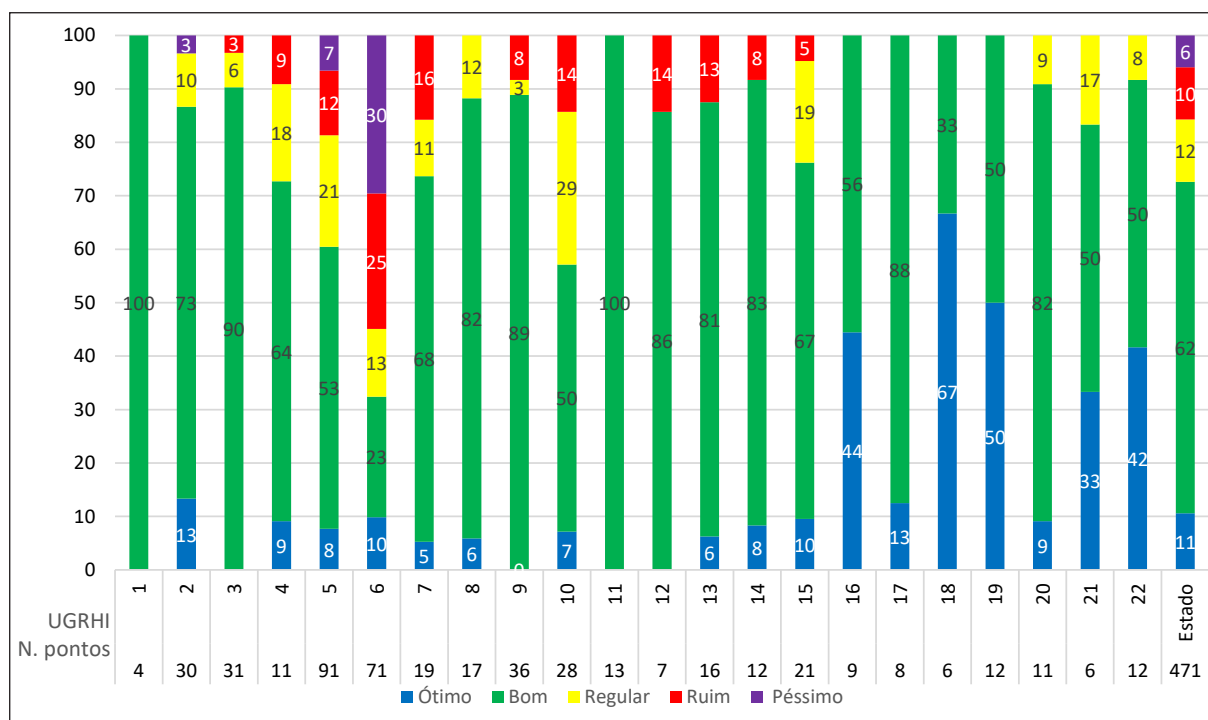
- Médias de 2018 e de 2013 a 2017 das principais variáveis de qualidade;
- Porcentagem dos resultados não conformes em 2018 e de 2013 a 2017;
- Resultados mensais e média anual do IQA – 2018;
- Resultados mensais e média anual do IAP – 2018;
- Resultados mensais e média anual do IET – 2018;
- Resultados mensais e média anual do IVA – 2018;
- Resultados mensais e média anual do ICF – 2018;
- Valores mensais de microcistina e saxitoxina – 2018;
- Resultados mensais e média anual do ICZ – 2018;
- Resultados mensais e média anual do IB – 2018;
- Qualidade do Sedimento por UGRHI e pontos de coleta em 2018;
- Porcentagem de operação das Estações Automáticas – 2018;
- Porcentagem de atendimento das médias horárias das Estações Automáticas – 2018;
- Registros mensais de mortandade de peixes por UGRHI – 2018;

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 471 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 2018, de cada ponto de amostragem.

Gráfico 5.1 – Distribuição percentual das categorias do IQA por UGRHI em 2018.

Em 2018, as categorias Ótima, Boa e Regular contabilizaram 85% dos pontos monitorados, resultado semelhante ao ano de 2017.

Destaca-se que todos os pontos das UGRHIs 1, 11, 16, 17, 18 e 19 foram classificados nas categorias Ótima ou Boa e nenhum ponto das UGRHIs , 8, 20, 21 e 22 foram classificados nas categorias Ruim ou Péssima. Em 2018, a UGRHI 21, apresentou piora em relação a 2017, uma vez que 17 % dos pontos foram classificados na categoria Regular.

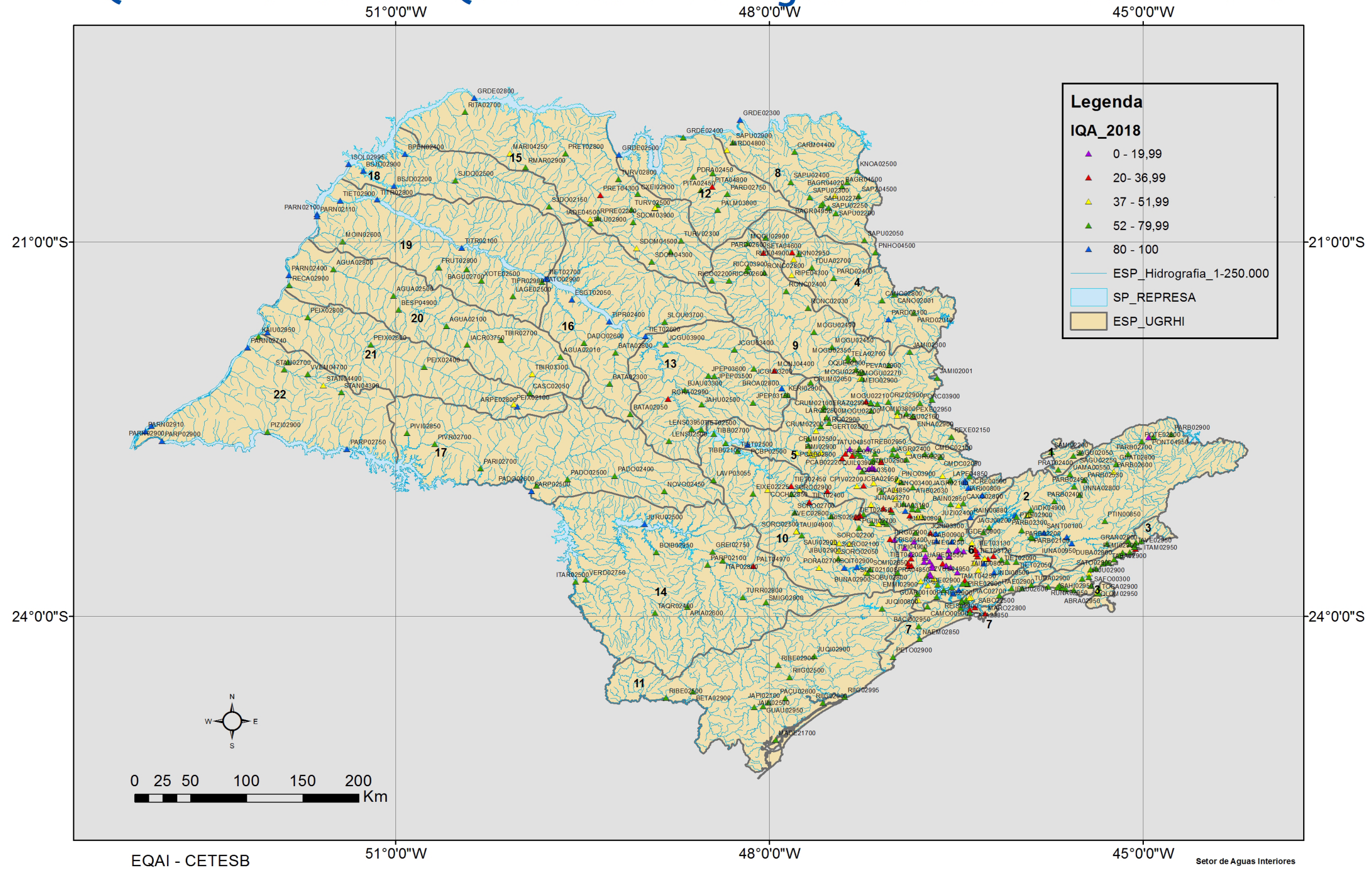
Na categoria Ótima foram classificados, principalmente, pontos localizados em reservatórios, nos rios de divisa do estado e no rio Tietê a partir do reservatório de Ibitinga.

Os pontos classificados nas categorias Ruim e Péssima se concentraram nas UGRHIs 2, 5 e 6. Houve piora em relação a 2017 na UGRHI 5, uma vez que os pontos nos ribeirões Quilombo, Tatu, Tijuco Preto e Três Barras foram incluídos na categoria Péssima.

Na UGRHI 6, 30% dos pontos foram classificados na categoria Péssima. Esses pontos estão localizados no rio Tietê e seus afluentes.

Mapa 5.1 – Médias anuais do IQA para o ano de 2018.

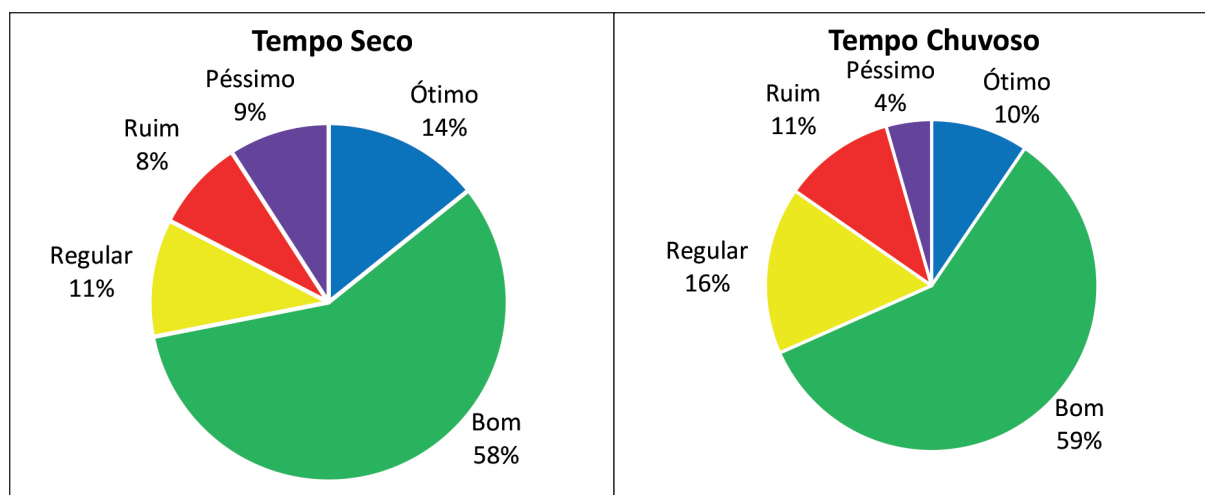
IQA - Índice de Qualidade de Água-Médias Anuais 2018



5.1.2 Influência da sazonalidade na distribuição percentual das categorias do IQA

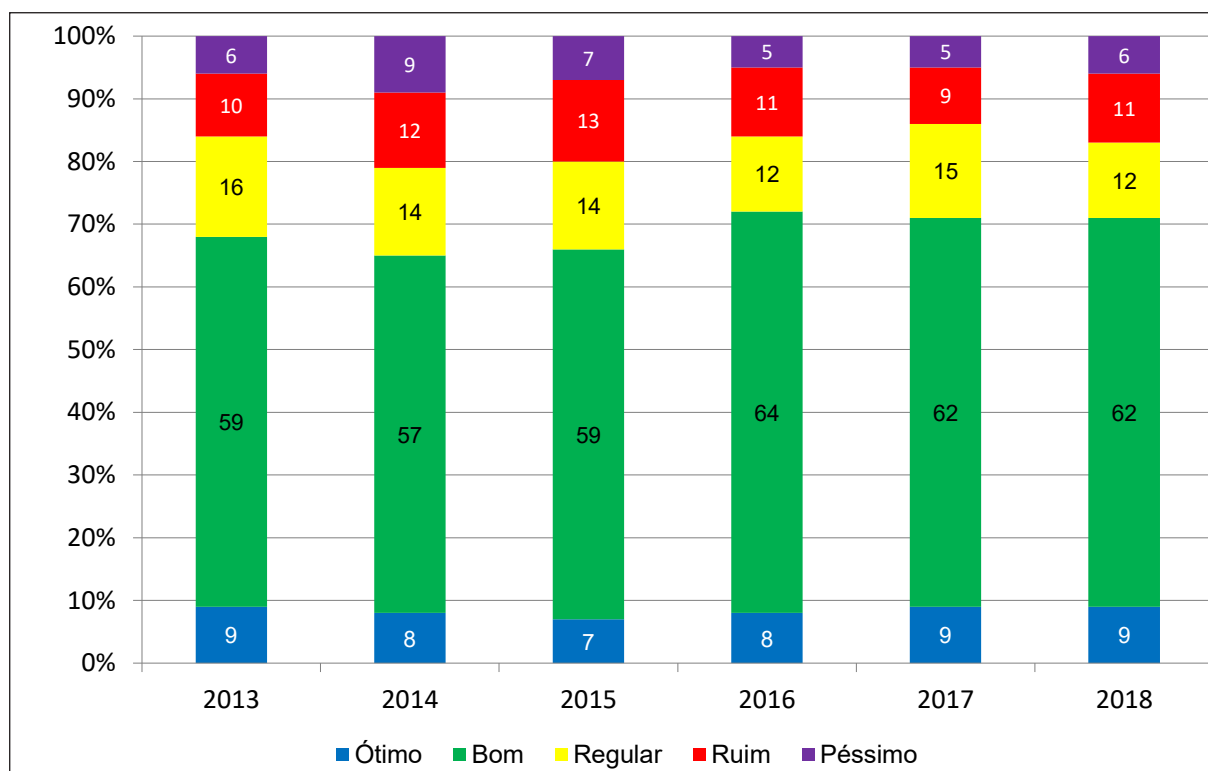
A influência da ocorrência de chuvas na qualidade das águas é mostrada na Figura 5.1, através das comparações da distribuição nas faixas de qualidade do IQA nos períodos de maior (outubro a março) e de menor (abril a setembro) precipitação pluviométrica.

Figura 5.1 – Distribuição percentual das categorias do IQA em 2018 em função da época do ano.



5.1.3 IQA entre 2013 e 2018

O Gráfico 5.2 mostra a evolução anual dos resultados do IQA por categoria de 2013 a 2018. Para o cálculo da média anual por categoria, foram computados os 372 pontos com dados disponíveis nesse período.

Gráfico 5.2 – Evolução da Distribuição do IQA, no período de 2013 a 2018.

Em 2018 a distribuição manteve-se similar ao ano anterior, com 83 % dos pontos classificados nas categorias Ótima, Boa e Regular. Os períodos que apresentaram piora da qualidade (2014 e 2015) coincidem com o período da estiagem acima da média, que impactou negativamente a qualidade dos corpos hídricos do estado.

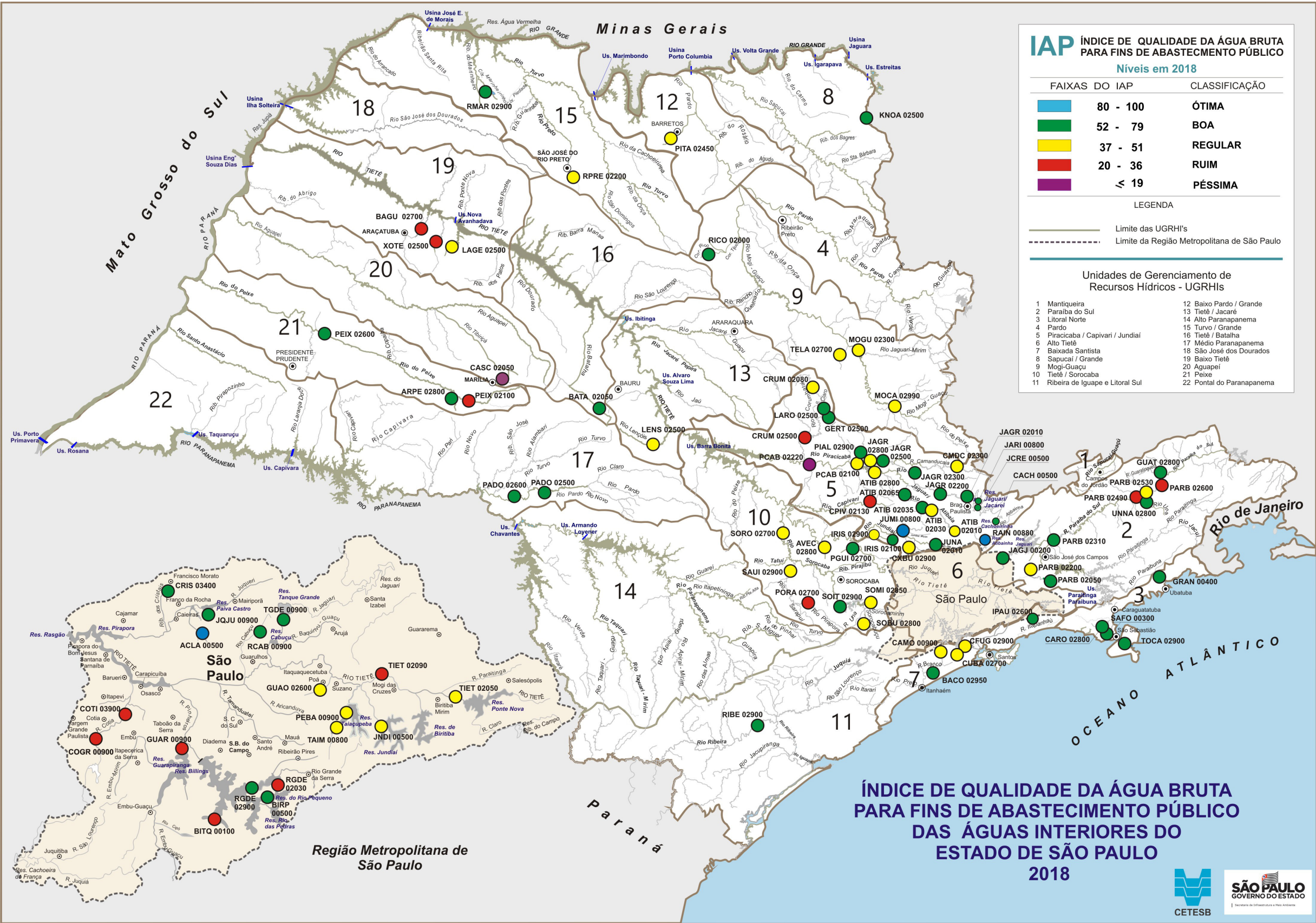
A tabela completa, contendo o IQA anual de todos os pontos da Rede Básica, no período de 2013 a 2018, pode ser consultada no Apêndice M.

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

A CETESB monitorou a qualidade da água bruta em 104 pontos utilizados como captação para fins de abastecimento público, localizados em 74 corpos hídricos de 76 municípios paulistas. Porém, para o cálculo do IAP foram selecionados 92 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.

Os resultados do cálculo do IAP e a respectiva média anual por ponto de monitoramento podem ser visualizados no Apêndice J. O Mapa 5.2 indica a localização das captações e a classificação anual do IAP em 2018. 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.

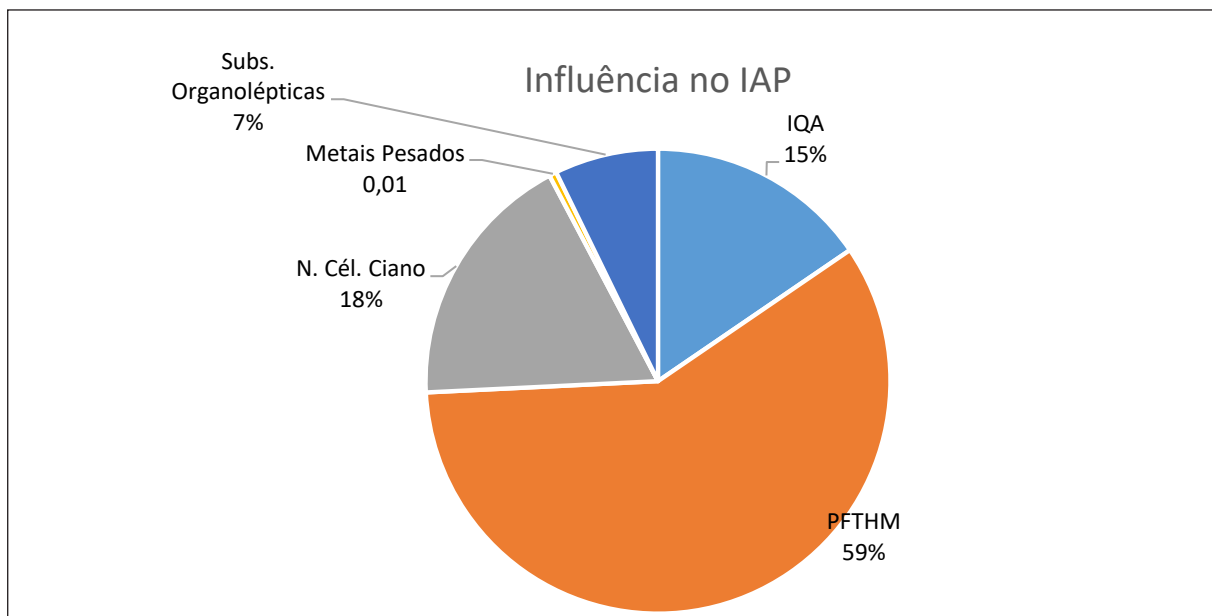
Mapa 5.2 – Médias anuais do IAP para o ano de 2018.



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 2018 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) foi a variável que mais influenciou a classificação do IAP. O Número de Células de Cianobactérias, seguido pelo IQA também tiveram influência significativa na classificação do IAP. O Gráfico 5.3 apresenta a influência das variáveis no resultado IAP em 2018.

Gráfico 5.3 – Influência das variáveis no resultado do IAP em 2018



No grupo das substâncias organolépticas, os resultados do IAP foram mais influenciados pelas variáveis Ferro Total, Alumínio Total e Manganês Total.

Os resultados do PFTHM estão associados ao carregamento de partículas orgânicas para os corpos-d'água, de forma que a maior parte dos valores mais elevados foi obtida nos meses mais chuvosos (de outubro a março).

Ao longo de 2018, o PFTHM influenciou as classificações mensais, Ruim ou Péssima em 11 captações localizadas em rios e em 5 captações localizadas em reservatórios. As captações em rios que tiveram mais de 50% das campanhas influenciadas pelo PFTHM foram: em Jundiaí, no rio Capivari (CPIV 02130); em Piracicaba, no rio Piracicaba (PCAB 02200), e no rio Corumbataí (CRUM 02500); em Mogi das Cruzes, no rio Tietê (TIET 02090); em Carapicuíba, na ETA do Baixo Cotia (COTI 03900); em Pirassununga, no córrego Batistela (TELA 02700) e no Rio Mogi-Guaçu (MOGU 02300); em Salto de Pirapora, no rio Pirapora (PORA 02700) e em Marília, no rio do Peixe (PEIX 02100). Dentre as captações em reservatórios que apresentaram 50% ou mais de resultados elevados de PFTHM nas campanhas de 2018, destacaram-se: o braço do Taquacetuba (BITQ 0100); no rio Grande, na transposição para o Taiaçupeba (RGDE 02030); no reservatório Guarapiranga (GUAR 00900), no reservatório Taiaçupeba (PEBA 00900) e no reservatório Cascata (CASC 02050), onde verificou-se o maior valor de PFTHM ($1780 \mu\text{g L}^{-1}$) na campanha de 02/08/2018.

Já o Número de Células de Cianobactérias (NCC) influenciou negativamente os resultados do IAP em 15 captações localizadas em reservatórios cujas classificações foram de Regular, Ruim ou Péssima, sendo que em duas dessas captações o NCC influenciou em 50% ou mais das campanhas: no braço do rio Taquacetuba (BITQ 00100) e no reservatório Cascata (CASC 02050).

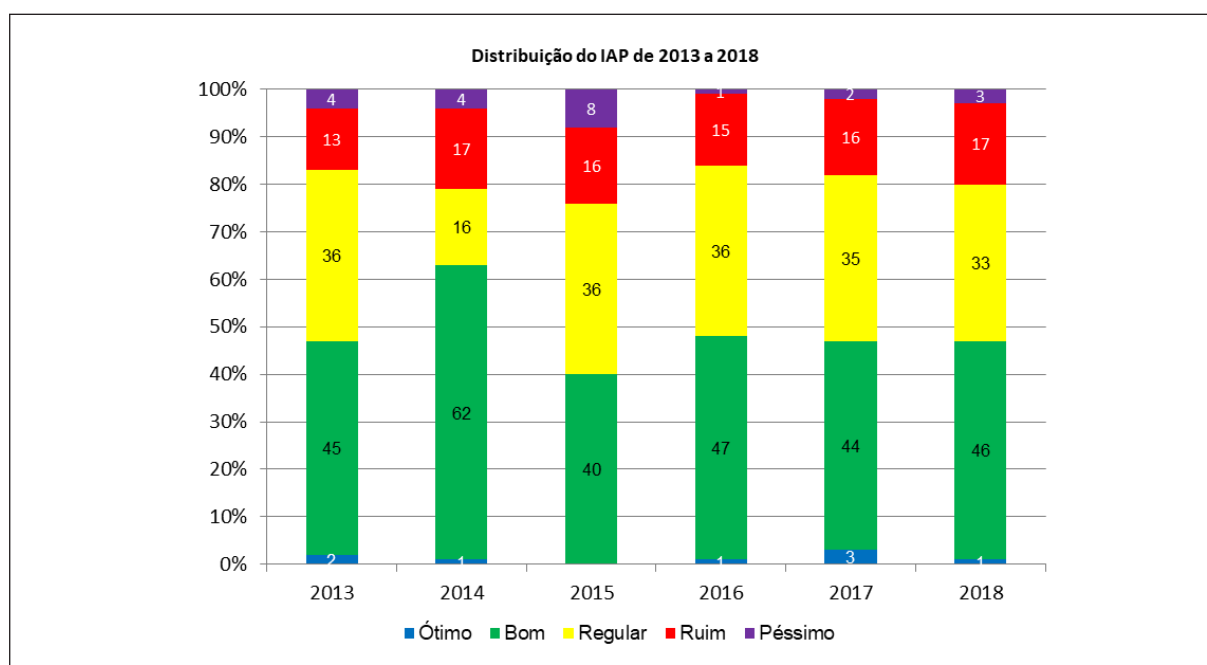
Destaca-se os pontos onde os valores mensais para a densidade de cianobactérias mostraram-se superiores a 250.000 céls mL⁻¹: na transposição no braço do Taquacetuba (BITQ 00100), em 4 campanhas, atingindo pico de 767.665 céls mL⁻¹ em janeiro; no reservatório Jaguari, na UGRHI 2, (JAGJ 00200) onde constatou-se densidade de 595.447 céls mL⁻¹ em agosto; no reservatório Cascata, em Marília (UGRHI 20), onde constatou-se números de células de cianobactérias de 803.121 céls mL⁻¹ em agosto e de 658.948 céls mL⁻¹ em junho. Finalmente, no reservatório das Graças (COGR 00900) foi verificado, em julho, o maior número de células de cianobactérias dentre as captações monitoradas pela rede em 2018: 1.388.678 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 nutrientes P e N, temperatura e luminosidade) que contribuem para a sua proliferação.

5.2.1 IAP entre 2013 e 2018

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 2013 a 2018.

Gráfico 5.4 – Evolução da Distribuição do IAP, no período de 2013 a 2018



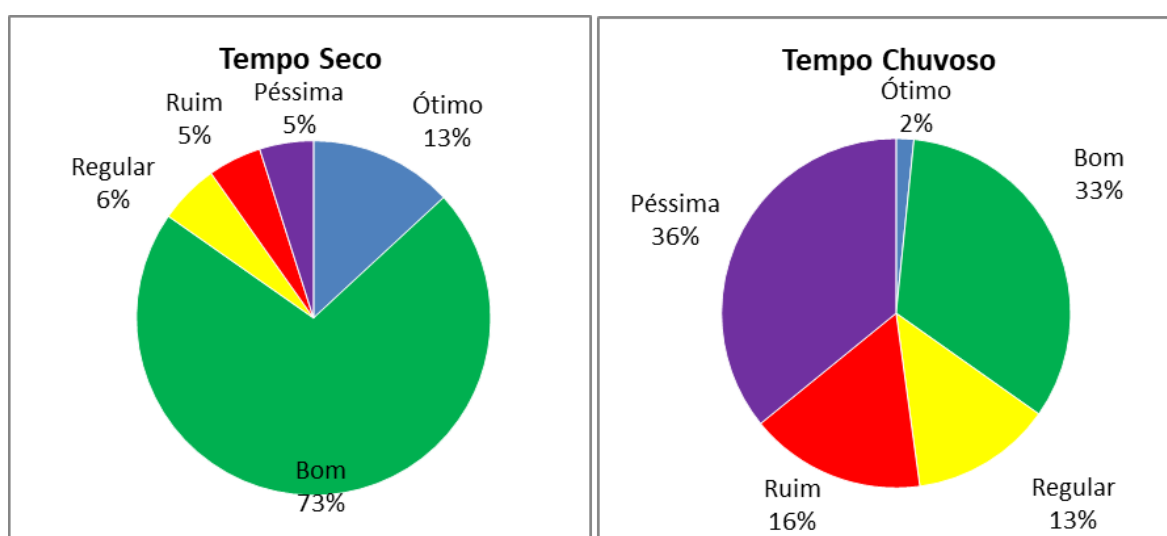
O Índice de Abastecimento Público (IAP), que avalia a qualidade da água bruta de mananciais, não mostrou uma tendência definida ao longo dos últimos seis anos, mantendo-se em torno de 80% dos pontos nas categorias Ótima, Boa e Regular.

A tabela completa, com os IAPs anuais de todos os pontos de captação monitorados pela CETESB, no período de 2013 a 2018, 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 2018 (Figura 5.2)

Figura 5.2 – Distribuição percentual das categorias do IAP em função da época do ano em 2018



No geral, evidencia-se melhora na qualidade da água bruta destinada ao abastecimento público no período seco, com 86 % dos pontos classificados nas categorias Boa e Ótima. A piora no tempo chuvoso, evidenciada pelo aumento significativo das categorias Ruim e Péssimo, relaciona-se, principalmente, com os valores elevados do Potencial de Formação de Trihalometanos (PFTHM) e, secundariamente, e com os 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 368 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 17 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 Classe 2 e 3 localizados nas UGRHI 5 e 10 cujos resultados de Oxigênio Dissolvido permaneceram abaixo de 3 mg L⁻¹ em praticamente 100% do tempo nos últimos anos, indicando, assim, qualidade comprometida para vida aquática.

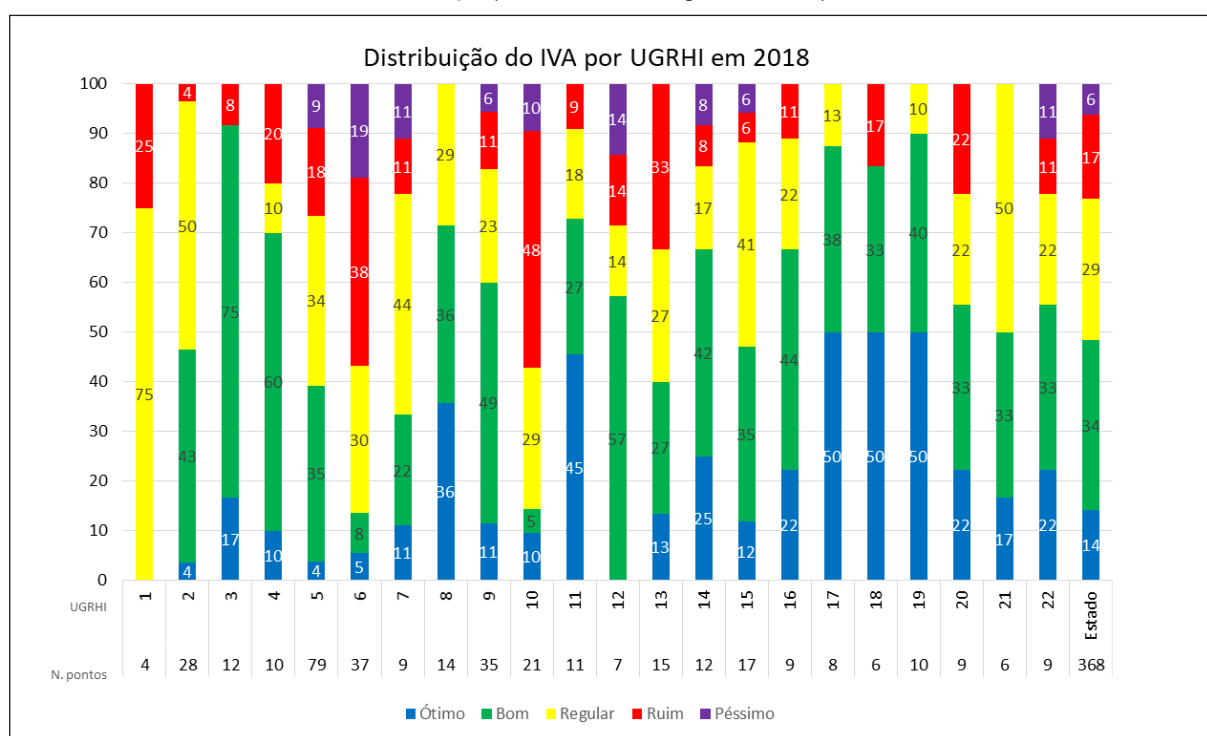
No Mapa 5.3 são mostrados os corpos-d'água e as médias anuais do IVA calculados em 2018.

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 UGRHIs.

Gráfico 5.5 – Distribuição percentual das categorias do IVA por UGRHI em 2018

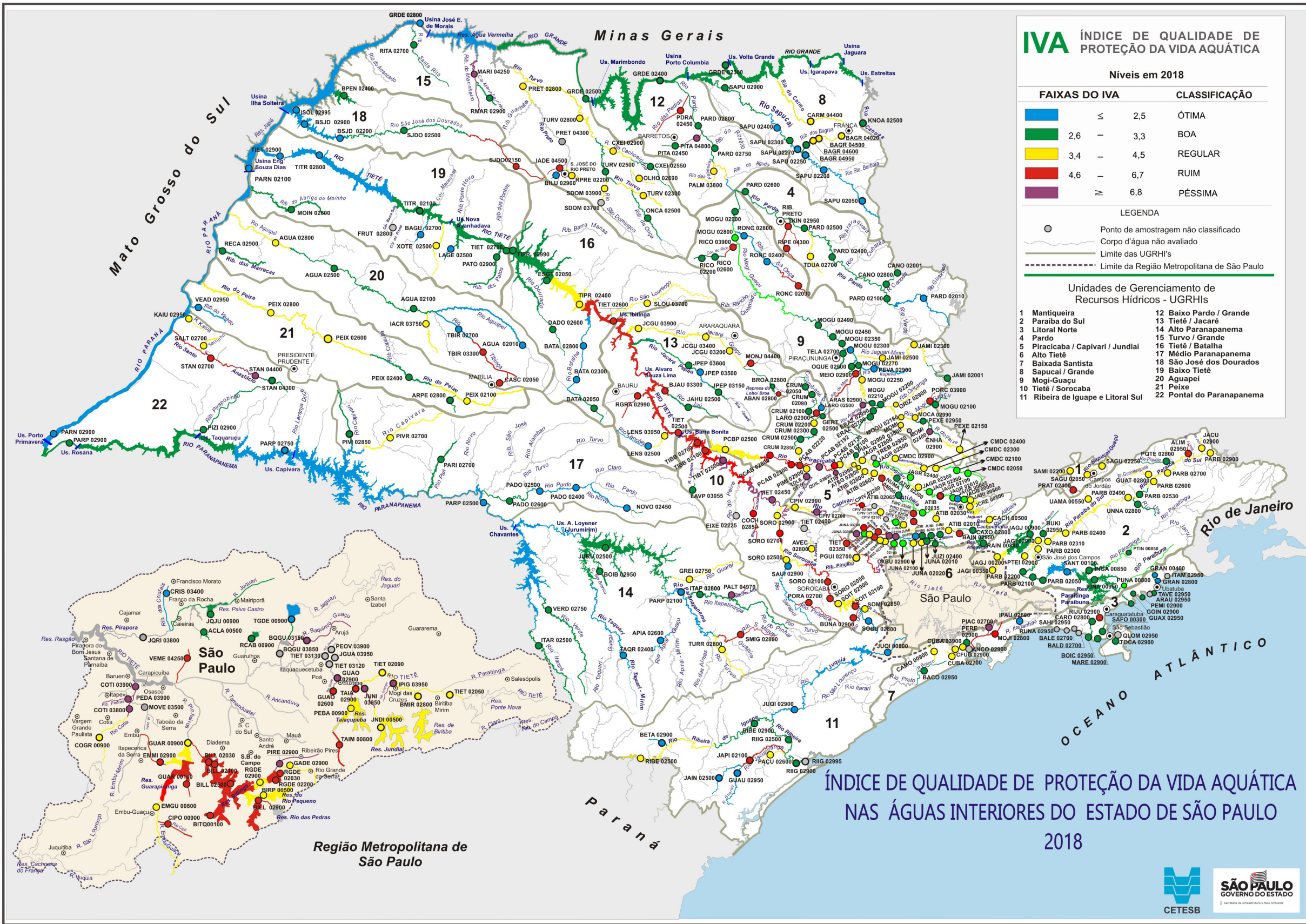


Em 2018, as categorias Ótima, Boa e Regular contabilizaram 77% dos pontos monitorados, o que indica uma leve piora na qualidade da água para fins de proteção da vida aquática em relação aos resultados de 2017, quando essas categorias somaram 81% dos pontos monitorados.

Destacaram-se as UGRHIs 1, 2, 3, 11, 16 e 22, onde foi notada piora da qualidade da água em função da inclusão de pontos na categoria Ruim ou Péssima.

Contudo, as piores condições foram verificadas nas UGRHIs 5, 6, 7, 10, 12, 13, 20 e 22, que apresentaram percentuais de IVA nas categorias Ruim e Péssima acima de 20%, destacando-se as UGRHIs 6, 10, 12 e 13.

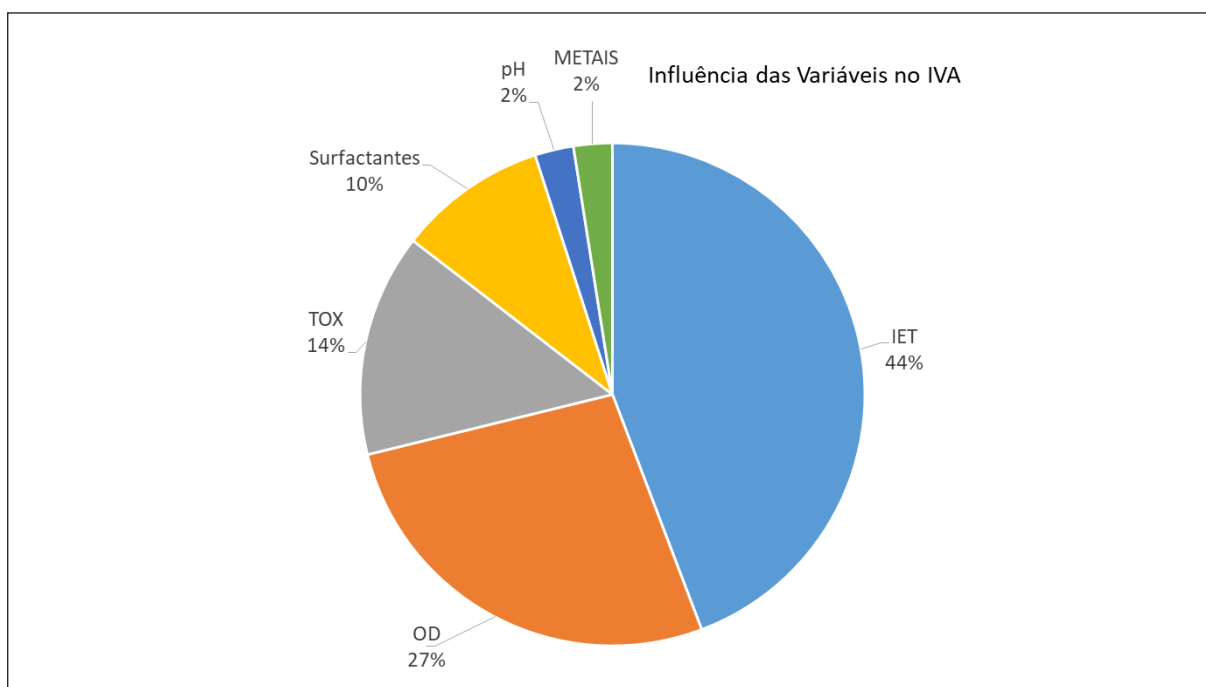
Mapa 5.3 – Médias anuais do IVA para o ano de 2018.



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*.

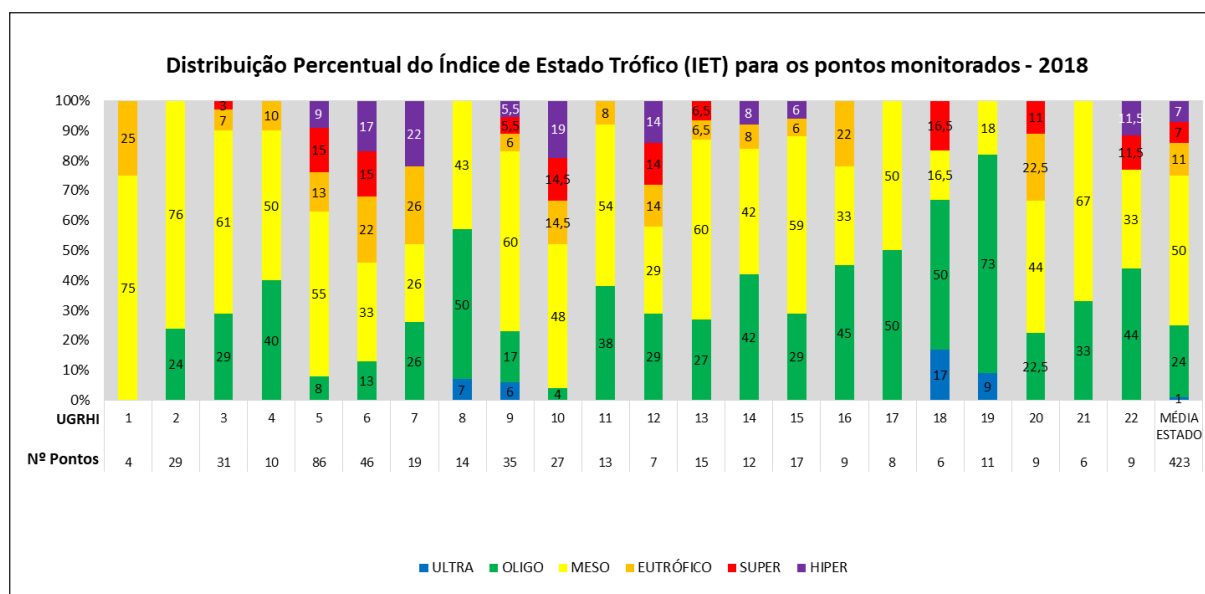
No Gráfico 5.6 são apresentados os percentuais de influência das variáveis sobre o resultado do IVA quando classificado como Ruim ou Péssimo, no ano de 2018.

Gráfico 5.6 – Influência das variáveis no resultado do IVA em 2018.



Como se verifica no Gráfico 5.6, em 2018 os parâmetros que mais influenciaram o IVA quando classificado como Ruim ou Péssimo foram o Grau de Trofia (44%), Oxigênio Dissolvido (27%) e Toxicidade (14%).

No **Gráfico 5.7** é apresentada a distribuição percentual do Índice de Estado Trófico (IET) por UGRHI no Estado de São Paulo para 423 pontos, considerando-se os pontos onde foi possível o cálculo do IVA (368 pontos) e os demais pontos da rede (55 pontos), excetuando-se os de Classe 4 cuja qualidade é abaixo da Regular.

Gráfico 5.7 – Distribuição percentual do IET por UGRHI em 2018.

No gráfico acima é possível observar que em 2018, em relação ao estado trófico dos corpos-d'água do estado, a maioria dos pontos exibiram condições média anual entre baixa (Ultraoligotrófica e Oligotrófica - 25%) e média trofia (Mesotrófico - 50%) e que 25% estão eutrofizados.

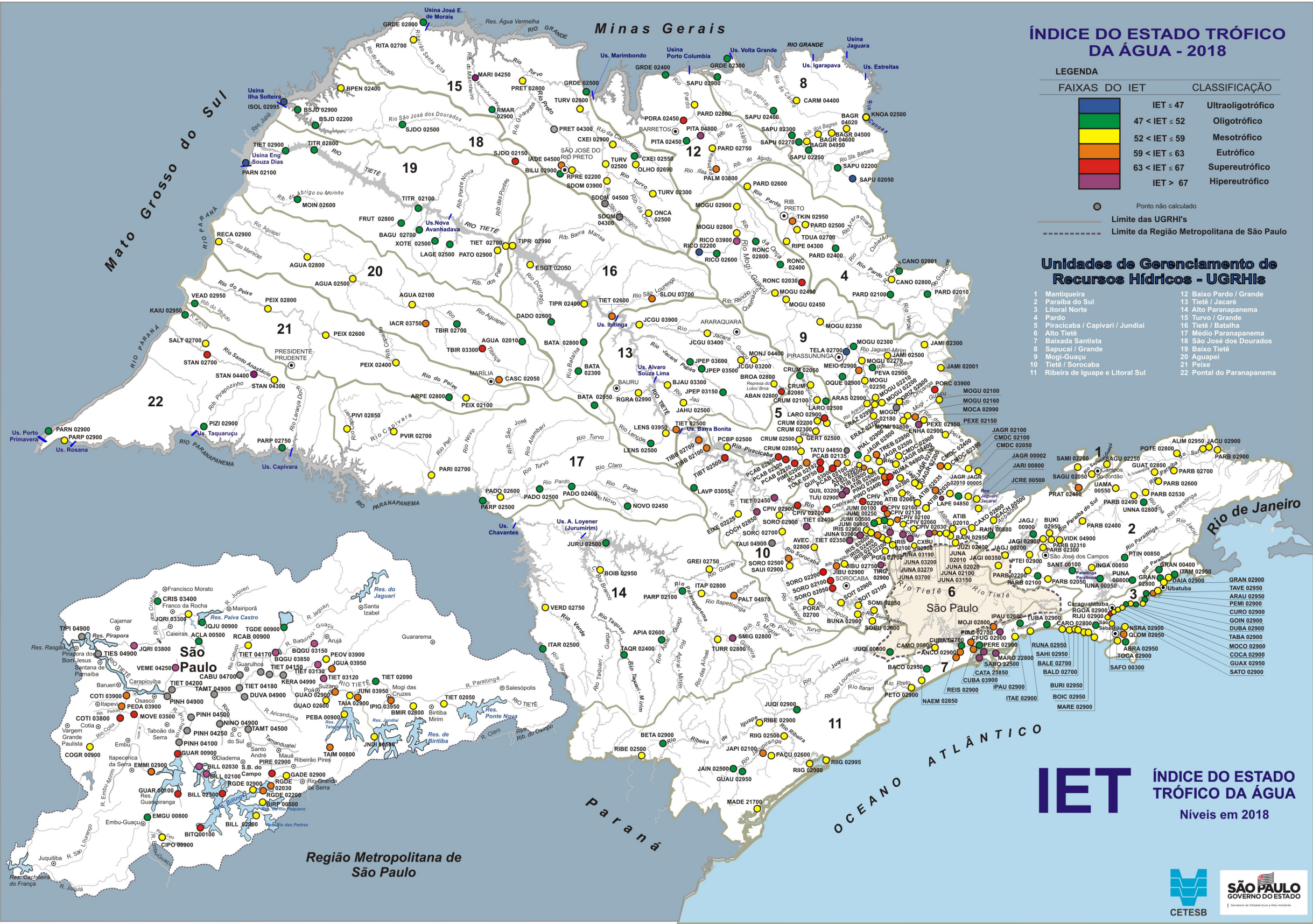
Na avaliação da condição trófica dos corpos-d'água do estado de São Paulo em 2018, foi possível observar que os rios e reservatórios se encontram com porcentagem similares de pontos considerados eutrofizados, 26 e 25%, respectivamente. Os rios, apesar de suas características lóticicas, exibiram maior porcentagem de pontos em processo de eutrofização (Mesotróficos) comparado aos reservatórios sendo a principal fonte de impacto no estado de São Paulo o lançamento de efluentes domésticos e, em algumas regiões, as fontes estão relacionadas às atividades agropecuárias, ou industriais, presentes no entorno.

Dos 17 pontos enquadrados na Classe 4, 53% apresentaram condições Mesotróficas, ou seja, ambientes ainda em processo de eutrofização, 12% já se encontram eutrofizados e 35% extremamente eutrofizados.

Comparado aos resultados de 2017, dos 415 pontos coincidentes, 284 (68%) mantiveram as mesmas condições tróficas; 28 (7%) pontos exibiram melhora e 103 (25%) evidenciaram piora na sua classificação. As UGRHIs 4, 8, 11, 14, 16, 17, 18, 19 e 22 exibiram porcentagens significativas de pontos considerados de baixa trofia, ou seja, de qualidade trófica desejável, enquanto as UGRHI 5, 6, 7 e 10 destacaram-se pelo número de pontos que já se encontram eutrofizados e extremamente eutrofizados (Supereutrófico e Hipereutrófico).

No Mapa do Estado de São Paulo (Mapa 5.4), indicam-se os corpos-d'água e as médias anuais do IET calculadas, em 2018, para os 423 pontos de amostragem.

Mapa 5.4 – Médias anuais do IET para o ano de 2018.

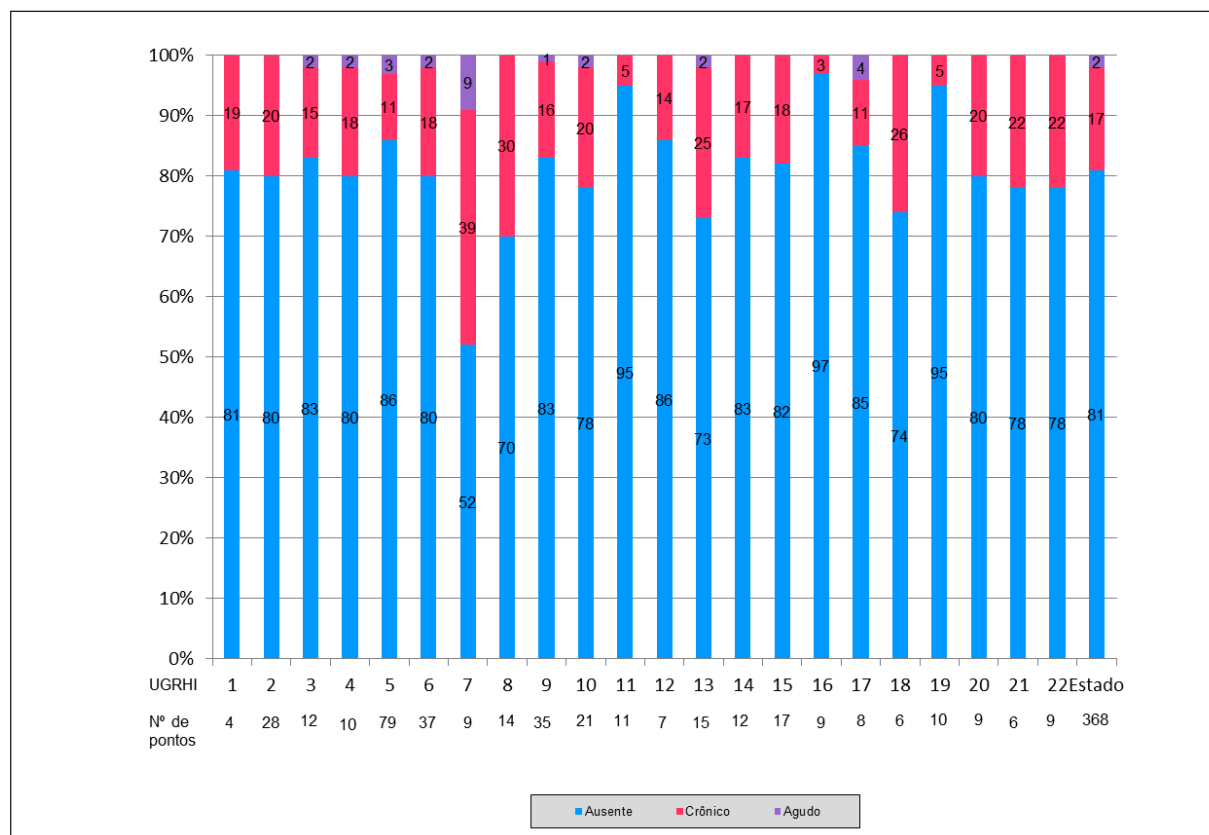


Em relação à toxicidade, antes dos ensaios, foi realizado o ajuste da dureza para $20 \text{ mg L}^{-1} \text{ CaCO}_3$, das amostras dos pontos COGR00900 (Res. das Graças), JUQI00800, JUQI02900 (Rio Juquiá), CAMO00900 (Res. Capivari-Monos), ACLA00500 (Res. Águas Claras), JQU00900 (Res. do Juqueri), VERD02750 (Rio Verde), BROA02800 (Represa do Broa), JCRE00500 (Res. do Rio Jacareí), JARI00800 (Res. Jaguari), CACH00500 (Res. Cachoeira), RAIN00880 (Rep. do Rio Atibainha), PERE02900 (R. Perequê), BACO02950 (R. Branco) e IPAU02600 (R. Itapanhaú), uma vez que os referidos pontos podem apresentar valores de dureza da água abaixo de $10 \text{ mg L}^{-1} \text{ CaCO}_3$, o que pode reduzir a reprodução dos organismos-teste, interferindo no resultado dos ensaios. Dentre esses pontos, apenas os pontos JUQI00800, JUQI02900, BACO02950 e IPAU02600 não apresentaram toxicidade durante este ano. Os demais pontos apresentaram efeito tóxico crônico em pelo menos uma das amostras analisadas no ano.

Em 2018, os percentuais de toxicidade observados nos corpos-d'água avaliados no estado de São Paulo foram semelhantes aos do ano anterior, sendo que, em cerca de 50% dos 368 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.

A síntese dos resultados obtidos é apresentada no Gráfico 5.8 que contém a distribuição percentual dos efeitos tóxicos (crônicos ou agudos) observados nos ensaios, em cada UGRHI, além do percentual total para o Estado.

Gráfico 5.8 – Distribuição percentual de efeito tóxico observado por UGRHI em 2018

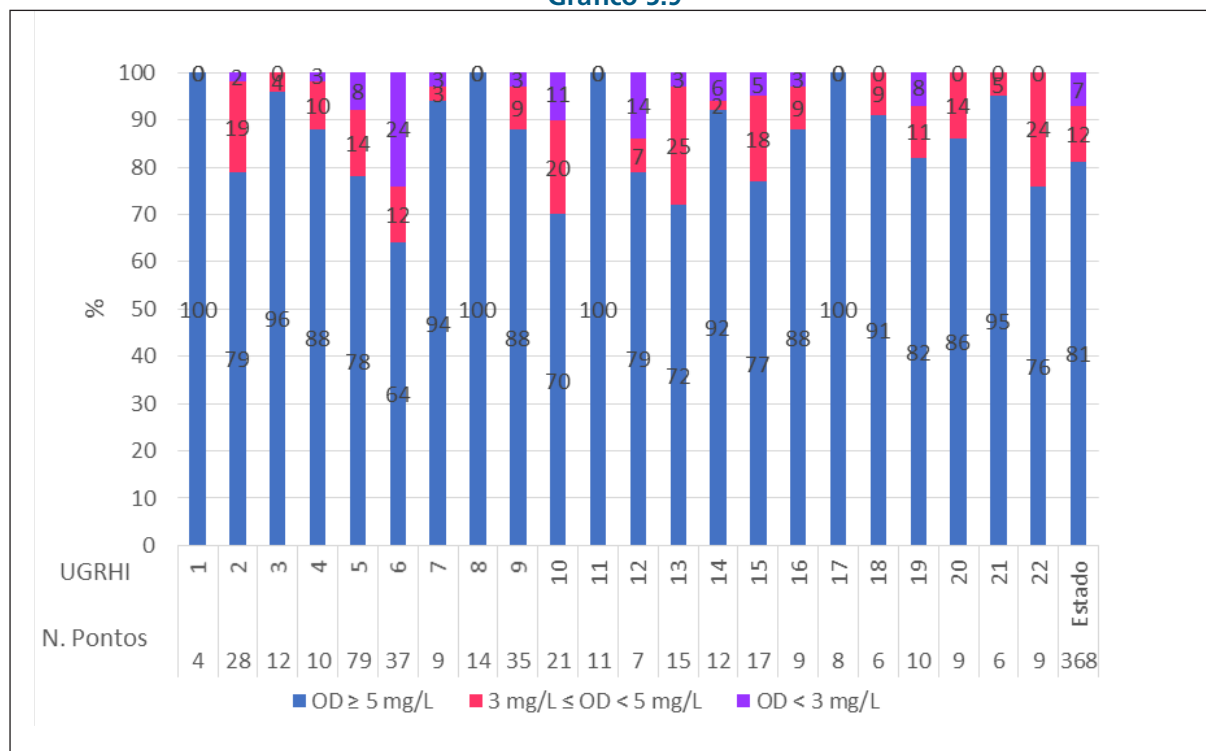


Os dados apresentados no gráfico acima demonstram que em todas as UGRHIs foram constatados efeitos tóxicos durante o ano de 2018. Nas UGRHIs 1, 2, 11, 12, 14, 15, 16, 19 e 20 observou-se apenas toxicidade crônica em até 20% das amostras testadas.

As demais UGRHIs (3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 13, 17, 18, 21 e 22) apresentaram percentuais de ocorrência de toxicidade crônica acima de 20% e/ou toxicidade aguda, indicando maior comprometimento da qualidade dessas águas.

Quanto aos níveis de Oxigênio Dissolvido, verifica-se que 19% (somatório efeitos agudos e crônicos no estado) dos resultados do IVA foram influenciados por esta variável, conforme Gráfico 5.9.

Gráfico 5.9



Destacam-se as UGRHI 1, 8, 11 e 17 onde todos os resultados de Oxigênio Dissolvido estiveram adequados para a proteção da vida aquática.

As UGRHIs 3, 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 6 (24%) 12 (14%), e 10 (11%).

O pH influenciou negativamente em cerca de 10% dos pontos monitorados. Em 30 amostras de 22 pontos o pH influenciou na classificação Ruim ou Péssima do IVA, sendo que os reservatórios Billings (BITQ00100 e BILL 02500) e Jaguari (JARI 00800, na UGRHI 5) apresentaram resultados acima de 9,0 em, no mínimo, duas campanhas

Com relação ao IET, a UGRHI 5, com 86 pontos monitorados, 63% se encontram em condição de baixa e média trofia e 37% eutrofizados, sendo que 6 pontos exibiram melhora e 27 exibiram piora em relação a 2017. Alguns corpos-d'água ainda exibem pontos extremamente eutrofizados, como por exemplo, os ribeirões Quilombo, Tijuco Preto; rios Capivari, Jundiá e Piracicaba. Cabe destacar a toxicidade aguda registrada no rio Jundiá nos pontos JUNA 03190 (fevereiro, junho e agosto); JUNA 03200 (junho e agosto); JUNA03270 (agosto) e JUNA03900 (junho e agosto). Embora o rio Jundiá tenha sido reenquadrado para a Classe 3, em 2018, houve uma piora, em termos ecotoxicológicos, nas águas do ponto JUNA03900 (em Salto). Além do efeito tóxico, elevados valores de *Escherichia coli* nesses pontos indicam aporte de efluentes domésticos na região.

Na UGRHI 6, com 46 pontos monitorados, 46% se encontram em condição de baixa e média trofia e 54% estão eutrofizados. Em relação ao ano anterior, foi possível constatar que apenas 2 pontos exibiram melhora e 17 exibiram piora. Os pontos que exibiram melhora foram o ponto GUAR00100 do reservatório Guarapiranga, embora ainda Supereutrófico e o TIET02050, rio Tietê em Biritiba Mirim classificado como Mesotrófico. Já dentre os pontos que exibiram piora, destacam-se os reservatórios Billings (BITQ00100 e BILL02500), Rio Grande (RGDE02030) e Guarapiranga (GUAR00900), os ribeirões Moinho Velho, Pires e Vermelho, os rios Cotia, (COTI03800), Juqueri (JQRI03800) e o Tietê (TIET03120 e TIET03130) em Suzano e Itaquaquecetuba, respectivamente, todos extremamente eutrofizados. O rio Tietê a partir do município de Suzano, já na UGRHI 6, até o município de Ibitinga, exibiu condições extremamente eutrofizadas. Observou-se em maio, a ocorrência de toxicidade aguda nos ribeirões Ipiranga (IPIG03950) e Pires (PIRE02900), neste último foi detectado tolueno ($5,15 \text{ mg L}^{-1}$) na água o que poderia justificar tal efeito. Toxicidade aguda também foi observada no Rio Cotia (COTI03800) em novembro. Nesses pontos foram verificados elevados valores de *Escherichia coli*, indicando impactos relacionados ao lançamento de efluentes domésticos, não apenas no próprio corpo-d'água como também em seus afluentes.

Na UGRHI 7, com 19 pontos monitorados, 52% se encontram em condição de baixa e média trofia e 48% encontram-se eutrofizados. Os pontos nos rios Saboó (SABO22500), Catarina Moraes (CATA 23850), Santo Amaro (MARO 22800) e Piaçaguera (PIAC 02700) estão extremamente eutrofizados (Hipereutrófico). Nos três primeiros, com indicadores que direcionam para a contaminação por esgotos domésticos e no rio Piaçaguera há uma direta influência da atividade industrial, sobretudo de empresas de fertilizantes, verificando-se concentrações de Fósforo extremamente elevadas, superando em julho, em mais de 250 vezes o limite de $0,1 \text{ mg L}^{-1}$, estabelecido pela legislação. Em relação ao ano anterior, o reservatório Capivari-Monos (CAMO00900) e o rio Saboó (SABO22500) exibiram piora. Já o rio Cubatão (CUBA03900) e Guaratuba (TUBA02900) exibiram melhora com classificações Eutrófica e Oligotrófica, respectivamente. Com relação à toxicidade, concentrações detectadas de HPAs, em janeiro, no Rio Piaçaguera (PIAC02700) e, em novembro, no Rio Moji (MOJI02800) poderiam justificar a toxicidade aguda observada nesses pontos. O mesmo efeito foi evidenciado em janeiro, no Rio Moji (MOJI02800), provavelmente associado à concentração de alumínio ($1,42 \text{ mg L}^{-1}$) detectada na amostra de água. Em ambos os pontos foi observada toxicidade crônica nas demais amostras coletadas.

Na UGRHI 9, já há alguns anos, quatro pontos vêm mantendo a condição de ambientes extremamente eutrofizados, os ribeirões da Penha (ENHA02900), das Onças (RONC 02030) e dos Porcos (PORC 03900) e córrego Rico (RICO 03900). O ponto ENHA02900, localizado a jusante da ETE do município de Itapira, bem como o RICO03900, exibiram uma piora em relação ao ano anterior, atingindo a condição Hipereutrófica, com indicativos de impactos relacionados à lançamento de efluentes domésticos visto que os resultados de Fósforo Total e *Escherichia coli* foram muito elevados. Já os ribeirões das Onças e dos Porcos mantiveram a condição Supereutrófica, relacionada, provavelmente, às atividades agrícolas, praticadas no entorno que contribuiriam tanto com nutrientes como com a Clorofila *a* advinda das lagoas utilizadas como reservatórios de água, ambientes propícios para o crescimento de microalgas.

Na UGRHI 10, dos 27 pontos monitorados, 52% encontram-se com condição de baixa a média trofia e 48% eutrofizados. O rio Tietê nos cinco pontos monitorados, Sorocaba (SORO02100 e 02200), das Conchas e os reservatórios de Rasgão e Barra Bonita 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, embora ainda muito eutrofizado, foi observada uma melhora no ponto TIBB02100 do reservatório de Barra Bonita.

Algumas UGRHIs ainda que com maiores porcentagens de pontos de baixa trofia ou em processo de eutrofização, exibiram pontos que merecem destaque por exibirem piora atingindo condição extremamente eutrofizada, como o rio Lagoa (RGOA02900) na UGRHI 3, córrego das Pedras (PDRA02450) na UGRHI 12, localizado a jusante da ETE II de Barretos, córrego Água Branca (ABAN02800) na UGRHI 13, localizado a jusante da ETE de Itirapina, rio São Miguel Arcanjo (SMIG02800) na UGRHI 14, localizado a jusante da ETE de São Miguel Arcanjo, rio São Lourenço (SLOU03700) na UGRHI 16, localizado a jusante da ETE de Itápolis, rio São José dos Dourados (SJDO02150) na UGRHI 18, a jusante da ETE de Monte Aprazível, reservatório do Cascata (CASC02050) na captação de Marília e rio Tibiriçá (TBIR03300) em Marília na UGRHI 20 e rio Santo Anastácio (STAN02700) na UGRHI22, em Piquerobi. As classificações desses pontos podem estar relacionadas ao lançamento de efluentes domésticos e por atividades agropecuárias da região.

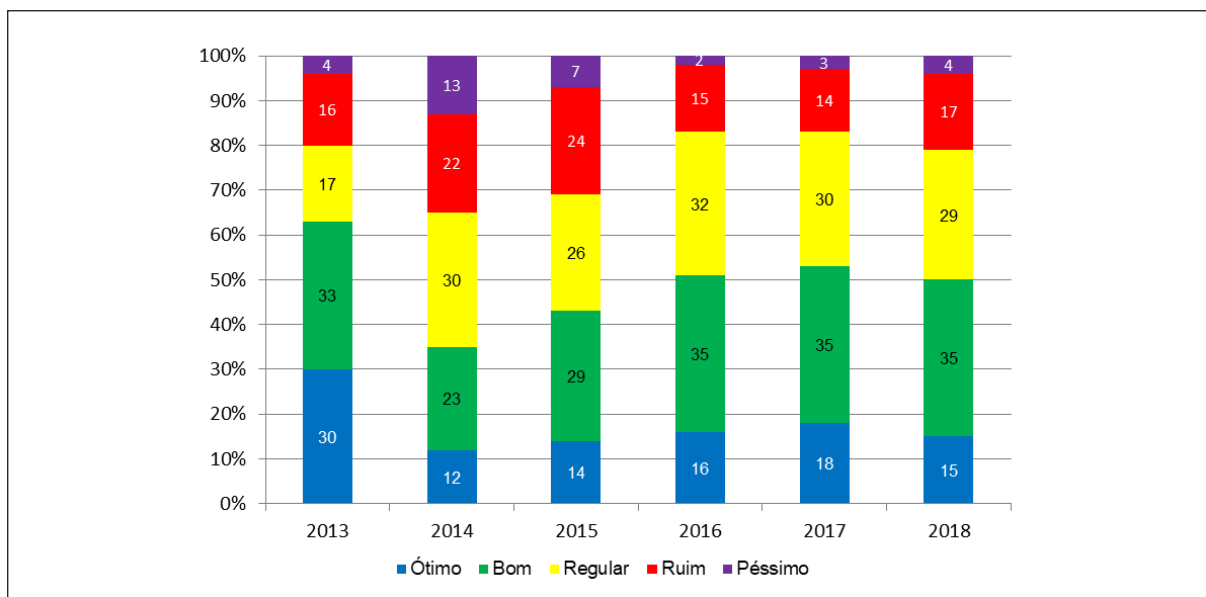
Dessa forma, durante 2018, nas 22 UGRHIs analisadas, alguns recursos hídricos apresentaram desconformidade com os critérios estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357/2005, ou seja, foram evidenciados efeitos adversos em amostras de corpos-d'água enquadrados nas Classes 1, 2 e 3.

Dentre os pontos enquadrados na Classe 4, não apresentaram toxicidade em 2018 os seguintes pontos: ribeirão. Ponte Alta (PALT04970), rio Santo Anastácio (pontos STAN04400 e STAN04300), rio do Carmo (CARM04400), ribeirão Anhumas (NUMA04900), ribeirão dos Bagres (BAGR04500), rio Pitangueiras (PITA04800), ribeirão Vermelho (VEME04250), córrego Piedade (IADE04500) e ribeirão do Marinheiro (MARI04250).

Dos 17 pontos enquadrados na Classe 4, e avaliados quanto à eutrofização, 53% apresentaram condições Mesotróficas, ou seja, ambientes ainda em processo de eutrofização, 12% já se encontram eutrofizados e 35% extremamente eutrofizados.

5.3.2 IVA entre 2013 e 2018

O Gráfico 5.10 mostra a evolução da distribuição do IVA de 2013 a 2018, em 262 pontos com resultados em todo período.

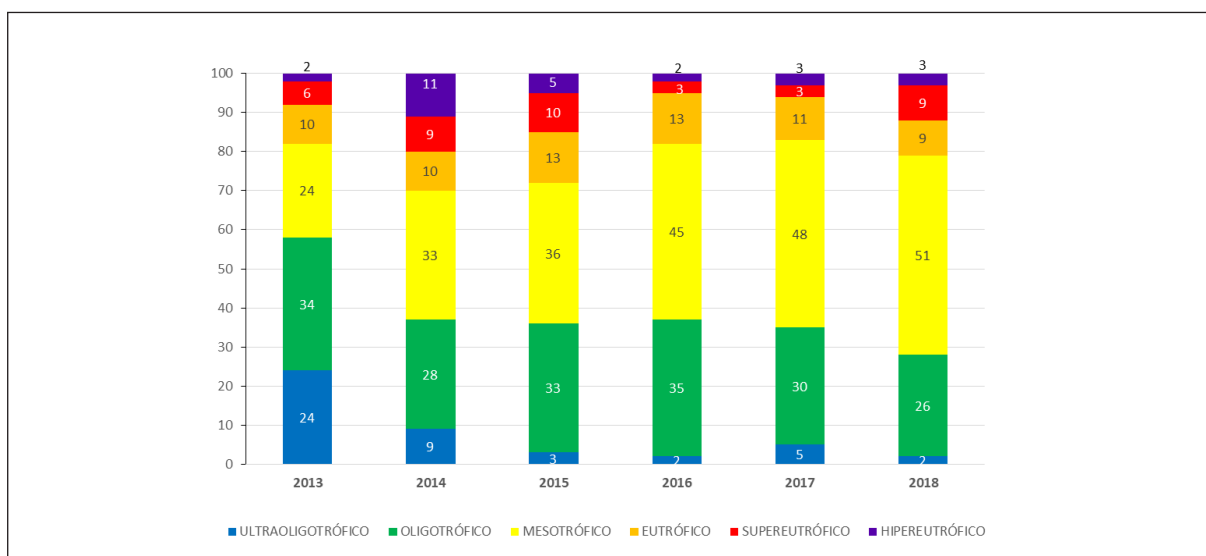
Gráfico 5.10 – Evolução da Distribuição do IVA, no período de 2013 a 2018.

A distribuição das categorias do IVA indicou uma leve piora em relação a 2017, com 79% 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 2013 a 2018, 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 2013 e 2018 (Gráfico 5.11 a Gráfico 5.13).

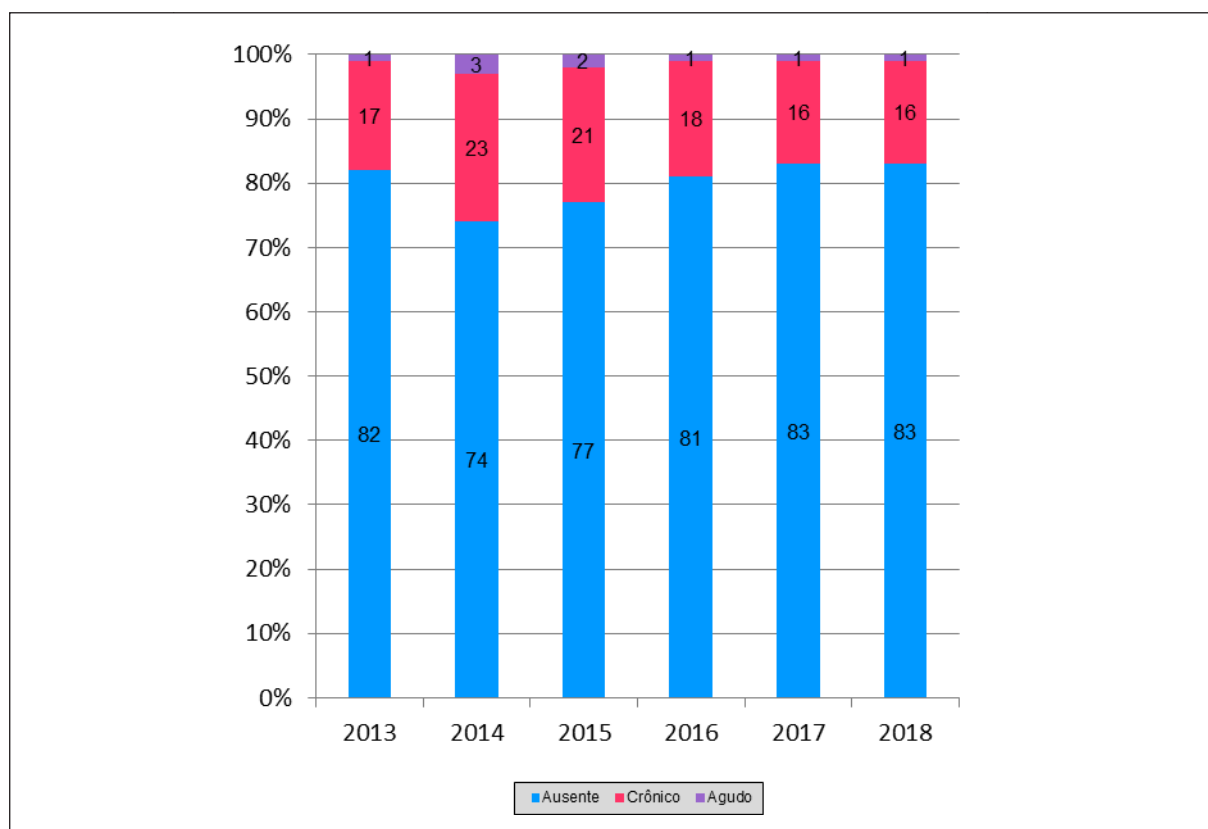
Na avaliação da evolução histórica da distribuição percentual do Estado Trófico médio anual, no período de 2013 a 2018 (Gráfico 5.11), selecionaram-se os 276 pontos, com disponibilidade dos resultados do Índice de Estado Trófico, nesses anos.

Gráfico 5.11 – Evolução da Distribuição do IET, no período de 2013 a 2018.

Considerando-se os pontos monitorados ao longo dos últimos seis anos (Gráfico 5.11), pode-se observar uma tendência de aumento na porcentagem de pontos de média trofia ou em processo de eutrofização (Mesotróficos) e diminuição nos de baixa trofia (Ultraoligotrófico e Oligotrófico). Com exceção à 2014 e 2015 quando as maiores porcentagens de pontos eutrofizados coincidiu com o período de crise hídrica, pode-se observar em 2018 um aumento na porcentagem de pontos eutrofizados (Eutrófico, Supereutrófico e Hipereutrófico - 21%), sendo que neste último ano verificou-se uma precipitação abaixo da média na maioria das URGHI.

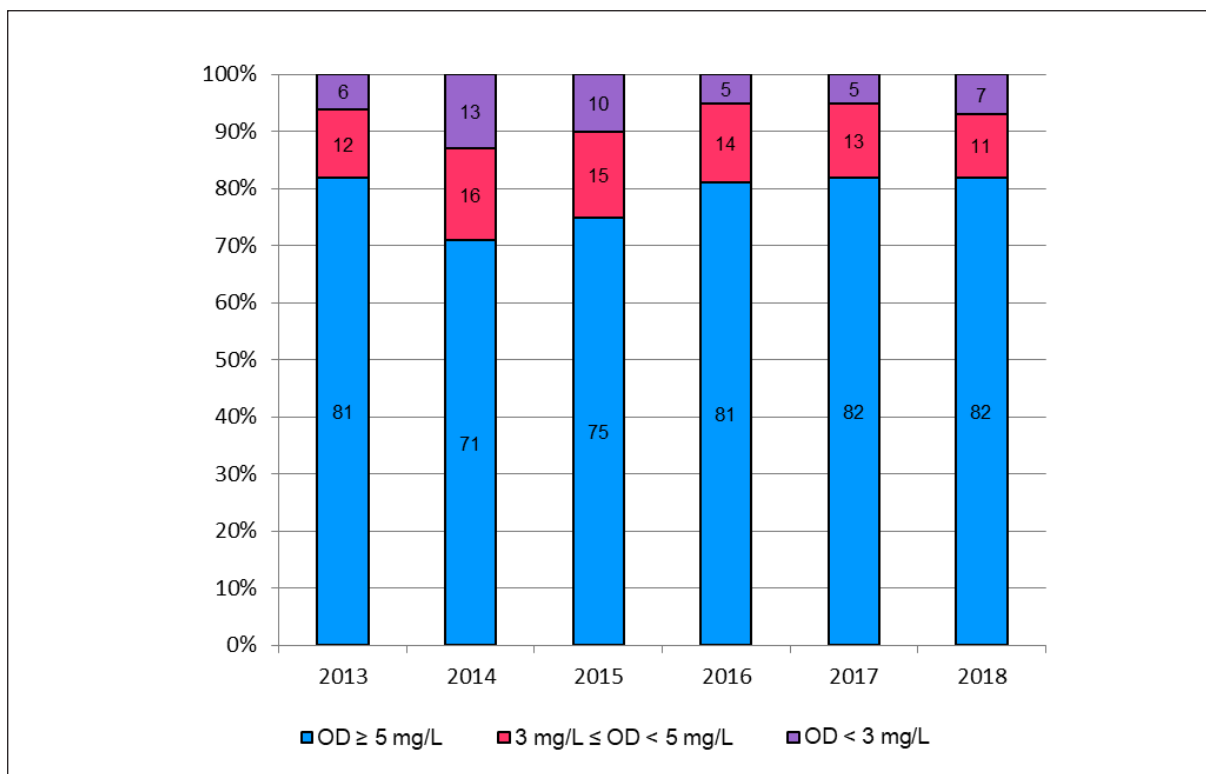
No Gráfico 5.12 verifica-se a distribuição percentual dos efeitos tóxicos observados nos ensaios ecotoxicológicos com *Ceriodaphnia dubia*, considerando-se os 262 pontos nos quais foram realizados ensaios para todo o período de 2013 a 2018.

Gráfico 5.12 – Porcentagem de ocorrência de efeitos tóxicos, no período de 2013 a 2018



Observa-se que, em 2018, os percentuais de toxicidade nas amostras de água foram iguais aos observados em 2017, mantendo-se ainda, na média dos últimos cinco anos.

Em relação ao Oxigênio Dissolvido, verifica-se a distribuição dos níveis nos últimos 6 anos, considerando os 262 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 2013 a 2018

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 2013 a 2018 encontra-se na Tabela 5.2. 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 2018, encontram-se no Apêndice J e a classificação anual no apêndice N.

UGRHI 2 – Estas praias foram monitoradas com frequência semanal. O baixo nível de água não permitiu a execução de amostragem na praia da Redenção da Serra em 2018. Já as praias do rio Piracuama e do ribeirão Grande obtiveram classificação Péssima, 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, Dom Pedro I e da Tulipa localizadas respectivamente nos reservatórios de Jaguari/Jacaré, Atibainha e Cachoeira mantiveram o histórico de classificação Excelente dos anos anteriores. A praia

do Lavapés, localizada no reservatório Atibainha, obteve Índice de Balneabilidade na categoria Regular. 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 e Crispim, mantiveram uma classificação Regular para o ano de 2018, mantendo estabilidade na classificação em relação aos cinco anos anteriores, isto é, com condições próprias para o banho na maior parte do tempo. As praias Marina Guaraci, praia do Hidroavião e a praia em frente ao píer do Yacht Club Paulista obtiveram a classificação Péssima mantendo histórico de imprópria para banho na maioria do ano, como nos anos anteriores. Já a praia Aracati e Guarujapiranga piorou sua classificação de Regular para Ruim. As praias no píer dos Esportes Náuticos Wind Clube e praia Dedo de Deus no M'Boi Mirim melhoraram suas classificações de Péssima para Ruim, porém continuaram a manter um histórico de imprópria para banho, na maior parte do ano de 2018.

No reservatório rio Grande, a praia Club Tahiti permaneceu com a classificação Regular, ao passo que o Parque Estoril piorou sua classificação de Excelente para Regular. Já o Sindicato dos Metalúrgicos do ABC e a Prainha próxima ao zoológico do Parque Municipal, tiveram uma classificação Excelente em 2018, mantendo o histórico e indicando condição Própria para banho durante todo o tempo. No reservatório Billings, a Prainha de Riacho Grande manteve a classificação Péssima dos anos anteriores, permanecendo imprópria para o banho 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). Nesse rio, em 2018, as concentrações de Enterococos indicaram que a condição de balneabilidade nesse local permaneceu igual ao ano anterior, com a classificação Regular.

UGRHI 8 – As praias do município de Miguelópolis foram monitoradas na parte central e no píer com frequência semanal e obtiveram classificação Excelente, mantendo histórico de 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, manteve a classificação Ruim dos dois anos anteriores. Esse ano foi acrescentado um ponto de monitoramento junto à praia do parque ecológico de Sertãozinho no córrego da Vendinha, que obteve a classificação Excelente em 2018, ou seja, própria para banho na maior parte do ano.

UGRHI 10 – Os resultados obtidos mensalmente nas praias do Club ACM de Sorocaba e na 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 Igarçu do Tietê e a prainha Municipal de Arealva obtiveram classificação Excelente em 2018, mantendo sua qualidade em relação aos últimos anos, permanecendo própria para o banho durante todo o tempo.

Na represa do Broa o monitoramento é realizado em duas praias no condomínio Santo Antônio, uma em frente a lanchonete e outra em frente a rampa dos barcos. Durante o ano de 2018, ambas os pontos foram classificados como Excelente, permanecendo próprios para o banho durante todo o ano e mantendo a classificação em relação a 2017.

UGRHI 16 – A praia do Sabino, monitorada semanalmente, obteve a mesma classificação Regular do ano anterior, permanecendo própria para banho na maior parte de 2018. O índice para esta praia foi calculado considerando os meses de janeiro a agosto, quando a praia foi interditada por obras de melhoria pela Prefeitura Municipal de Sabino.

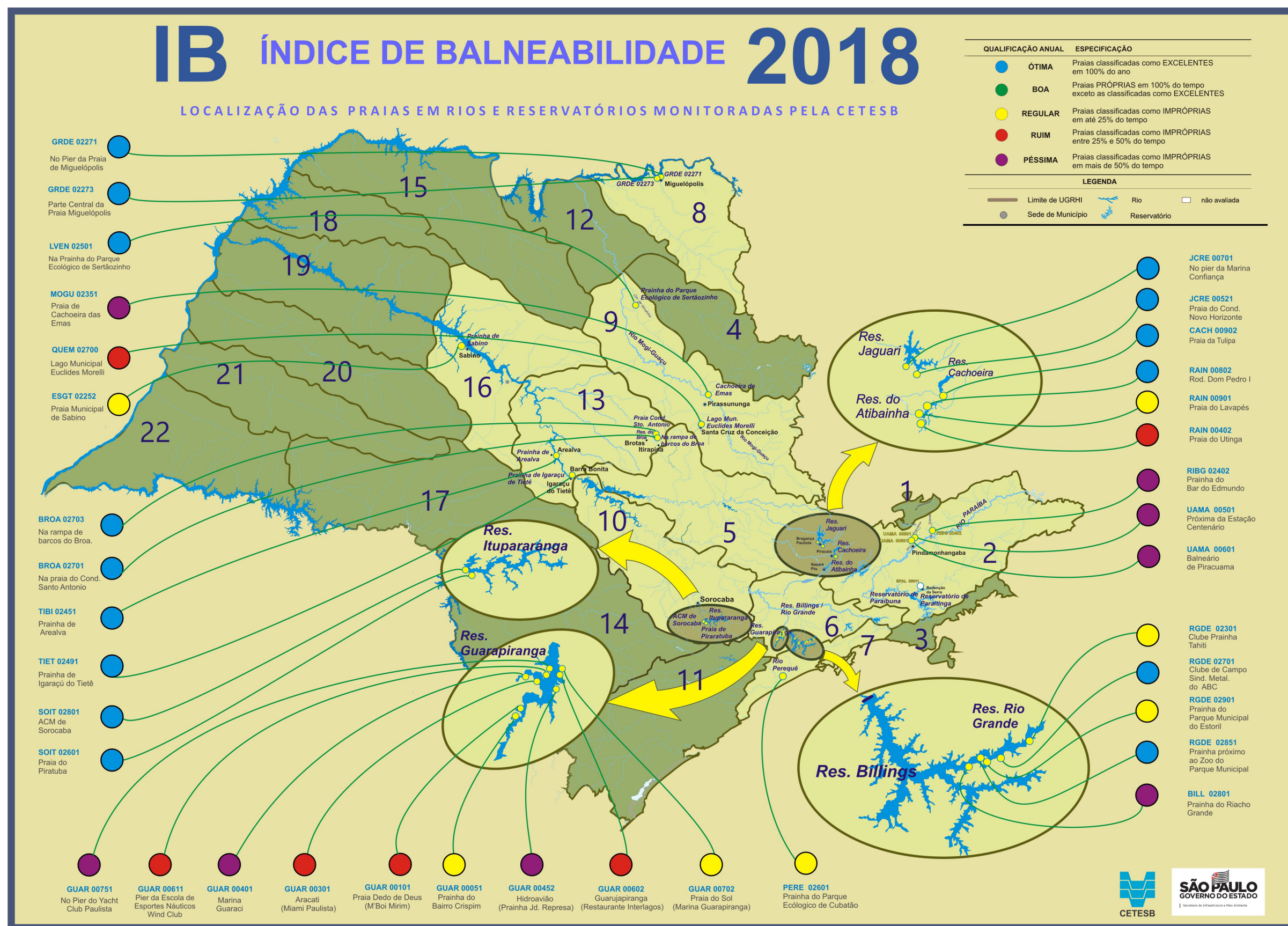
Tabela 5.1 – Índice de Balneabilidade

UGRHI	Corpo Hídrico	Código	Praias Interiores - Local de Amostragem	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
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								
		LVEN02501	PRAINHA DO PARQUE ECOLOGICO DE SERTÃOZINHO								
	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 - 2018.



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, no entanto, o número de contaminantes presentes no ambiente é crescente e nem todos serão determinados em um programa de monitoramento. Mesmo para os compostos analisados, os resultados não permitem determinar 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. Dessa forma, encontram-se no ambiente 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.

Além das variáveis químicas, o monitoramento da qualidade dos ambientes aquáticos também compreende uma série de testes e ensaios biológicos, além da 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. Nesses 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 nº 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 nº 2914/2011 do Ministério da Saúde, foi substituída em 2017 pelo Anexo XX da Portaria de Consolidação nº 5/2017/GM/MS.

Em 2018, o monitoramento de *Giardia* spp. e *Cryptosporidium* spp. foi realizado em 15 pontos de captação, localizados em 6 diferentes UGRHs do Estado de São Paulo (Tabela 6.1). A Estação de tratamento de água com captação no ponto COTI03900 (Rio Cotia) encontra-se desativada desde maio de 2018, sendo que a região antes abastecida por esta ETA passou a ser atendida pelo Sistema Produtor de Água São Lourenço. Em cada ponto, foram realizadas seis amostragens com periodicidade bimestral, totalizando 90 amostras analisadas. Os locais de coleta foram selecionados priorizando aqueles com maiores médias desses protozoários nos monitoramentos realizados em 2016 e 2017. Por esse critério, foram mantidos 12 pontos e adicionados 3 novos, devido à elevada média geométrica de *E. coli* observada em 2017.

As concentrações médias, máximas e mínimas para esses dois protozoários, bem como a média geométrica de *E. coli*, por ponto amostral em 2018 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 2018.

UGRHI	Corpo hídrico	Ponto	Descrição do Ponto	Nº de Amostras	Resultados		
					<i>E. coli</i> ^a UFC/100mL	<i>Giardia</i> ^b (Max - Min) cistos/L	<i>Cryptosporidium</i> ^b (Max - Min) oocistos/L
2	Rio Paraíba do Sul	PARB02530	Captação de Pindamonhangaba	6	1,9E+03	3,3 (7,0 - < 0,1)	0,09 (0,2 - < 0,1)
		PARB02600	Captação de Aparecida	6	8,8E+03	10,4 (32,7 - 0,7)	0,08 (0,1 - < 0,1)
5	Rio Atibaia	ATIB02030	Captação de Itatiba	6	1,0E+03	16,9 (72,8 - 1,0)	ND ^c (< 0,1)
	Rio Capivari	CPIV02130	Captação de Campinas	6	1,3E+03	1,5 (7,2 - < 0,1)	0,14 (0,5 - < 0,1)
	Rio Corumbataí	CRUM02080	Captação de Rio Claro	6	1,7E+03	1,6 (6,4 - < 0,1)	ND ^c (< 0,1)
	Ribeirão do Caxambu	CXBU02900	Captação de Itupeva	6	1,2E+03	2,6 (12,1 - < 0,1)	ND ^c (< 0,1)
	Rio Jaguari	JAGR02300	Captação de Jaguariúna	6	6,5E+02	0,9 (2,6 - < 0,1)	0,09 (0,2 - < 0,1)
		JAGR02800	Captação de Limeira	6	1,4E+03	2,1 (10,5 - < 0,1)	0,13 (0,4 - < 0,1)
	Rio Jundiá	JUNA02010	Captação de Campo Limpo Paulista	6	5,6E+03	5,0 (10,4 - 2,9)	ND ^c (< 0,1)
	Rio Piracicaba	PCAB02220	Captação de Piracicaba	6	6,7E+03	6,3 (8,4 - 2,8)	0,16 (0,5 - < 0,1)
6	Rio Cotia	COTI03900	Captação do Baixo Cotia	6	1,3E+05	94,6 (168,2 - 3,8)	0,95 (2,6 - < 0,1)
	Ribeirão dos Cristais	CRIS03400	Captação de Cajamar	6	9,3E+03	46,7 (168,0 - 1,2)	0,19 (0,3 - < 0,1)
10	Rio Pirapora	PORA02700	Captação de Salto de Pirapora	6	1,4E+04	20,1 (63,2 - 1,10)	0,44 (1,1 - < 0,1)
17	Rio Pardo	PADO02600	Captação de Ourinhos	6	3,2E+03	1,7 (6,7 - < 0,1)	ND ^c (< 0,1)
19	Ribeirão Bagaçu	BAGU02700	Captação de Araçatuba	6	3,3E+03	0,9 (2,8 - < 0,1)	ND ^c (< 0,1)

^a Média geométrica; ^b Média aritmética, Max: máximo, Min: mínimo; ^cND: 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⁻¹, - oocistos de *Cryptosporidium* spp.: média aritmética maior ou igual a 3,0 oocistos.L⁻¹, - *Giardia* spp.: nenhum limite fixado.

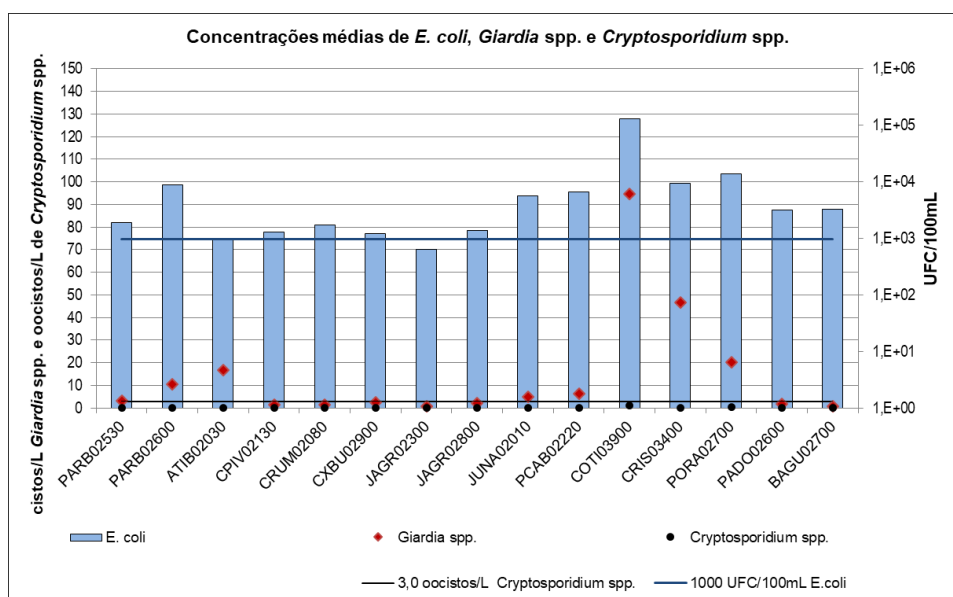
A maioria dos pontos avaliados além de apresentarem média geométrica de *E. coli* acima de 1000 UFC.100 mL⁻¹ (Gráfico 6.1), não atenderam também à Resolução CONAMA nº 357/2005, quanto aos limites estabelecidos para este parâmetro para corpos-d'água destinados ao abastecimento para consumo

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⁻¹ 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 10⁴ UFC.100mL⁻¹, sendo que apenas na captação de Jaguariúna observou-se média de concentrações menor que 10³.

Das 90 amostras analisadas, apenas 15 (16,6%) apresentaram-se negativas para *Giardia* spp. e *Cryptosporidium* spp. A porcentagem de amostras positivas somente para *Giardia* spp. foi de 62,2%, sendo que para ambos os protozoários a porcentagem de amostras positivas foi de 21,1%.

No Gráfico 6.1 as linhas azul 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.

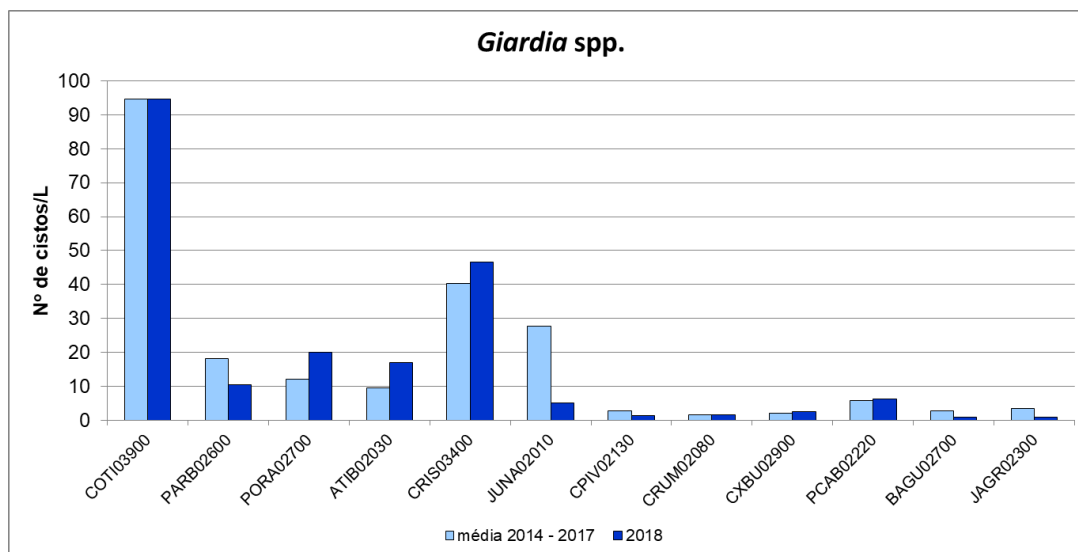
Gráfico 6.1 – Concentrações médias de *E. coli*, cistos de *Giardia* spp. e oocistos de *Cryptosporidium* spp. em pontos de captação no ano de 2018.



Os pontos COTI03900 (Rio Cotia), CRIS03400 (Captação de Cajamar) e PORA02700 (Captação de Salto de Pirapora) apresentaram as concentrações mais elevadas de *Giardia* spp., com médias superiores ou iguais a 20 cistos.L⁻¹, sendo que na captação de Cajamar, a densidade máxima superou 160 cistos.L⁻¹.

Na avaliação do histórico da qualidade dos pontos, na comparação entre as médias de 2018 e as médias dos resultados do monitoramento realizado entre os anos de 2014 e 2017, constatou-se um aumento na concentração média anual de *Giardia* spp. nas captações de Salto de Pirapora (PORA02600), Itatiba (ATIB02030) e Cajamar (CRIS03400) (Gráfico 6.2). O ponto COTI03900 continua a apresentar elevada contaminação por *Giardia* spp.

Gráfico 6.2 – Concentrações médias de cistos de *Giardia* spp. em pontos de captação em amostragens realizadas no ano de 2018, e no período 2014 a 2017.

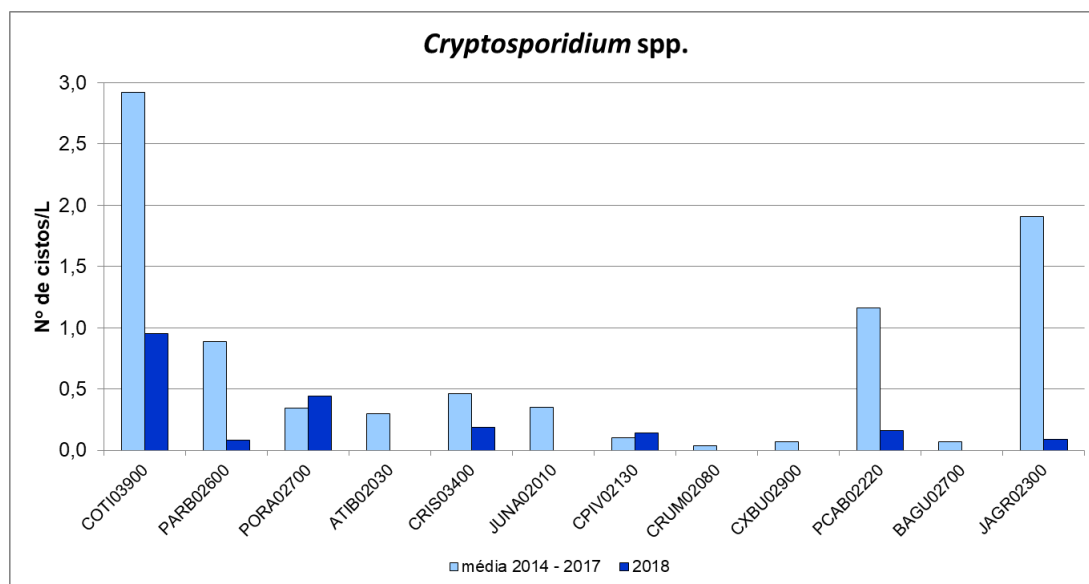


É importante mencionar ainda que apesar do Anexo XX da Portaria de Consolidação nº 5/2017 requerer a análise de *Giardia* spp. a mesma não fixa nenhum limite para esse protozoário. No entanto, para garantir a qualidade da água de consumo humano, de acordo com os critérios internacionais (USEPA, 1989, Health Canada, 2019), 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 e adotado internacionalmente é de 10^{-4} (1 caso de infecção para 10.000 pessoas). A Organização Mundial da Saúde (OMS) dentro do Plano de Segurança da Água estabelece como meta de carga dessas doenças diarreicas 10^{-6} DALY/pessoa/ano (*Disability Adjusted Life Years* - anos de vida perdidos por morte prematura ou incapacidade ajustados a expectativa de vida ideal), valor equivalente a um risco de infecção anual de $6,7 \times 10^{-4}$ (WHO, 2017; Health Canada, 2019). Considerando os critérios recomendados pelo Canadá que usa a abordagem de DALYs, valores acima de 0,21 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). Todos pontos analisados apresentaram concentrações médias de *Giardia* spp. acima de 0,21 cistos.L⁻¹, e portanto os sistemas produtores de água devem garantir eficiência de remoção/inativação acima de 3 logs. As captações de Cajamar (CRIS03400), Itatiba (ATIB02030), Salto de Pirapora (PORA02700) e Aparecida (PARB02600) apresentaram picos com concentrações de *Giardia* spp. acima de 30 cistos.L⁻¹, sendo requerido redução superior a 5 logs no tratamento. Esses dados ressaltam a importância do monitoramento para identificar as variações nas concentrações dos protozoários específicas para cada localidade, fornecendo informações relevantes para implementação de melhorias nos sistemas de tratamento.

Com relação à contaminação por *Cryptosporidium* spp., em 2018, houve aumento nas concentrações médias do protozoário na captação de Pirapora (PORA02700) e Campinas (CPIV02130), sendo que nenhuma das captações analisadas apresentou média anual de *Cryptosporidium* spp. superior a 3,0 oocistos.L⁻¹. O ponto do Rio Cotia (COTI03900) permanece sendo como o de maior contaminação para o parasita, embora tenha apresentado concentrações médias abaixo de 3,0 oocistos.L⁻¹ desde de 2017 (Gráfico 6.3).

Gráfico 6.3 – Concentrações médias de oocistos de *Cryptosporidium* spp. em pontos de captação em amostragens realizadas no ano de 2018, e no período 2014 a 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). Os mananciais, onde foram detectados oocistos de *Cryptosporidium* spp., apresentaram médias de concentração entre 0,08 e 0,95 oocistos.L⁻¹ (classificação 2). E, 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).

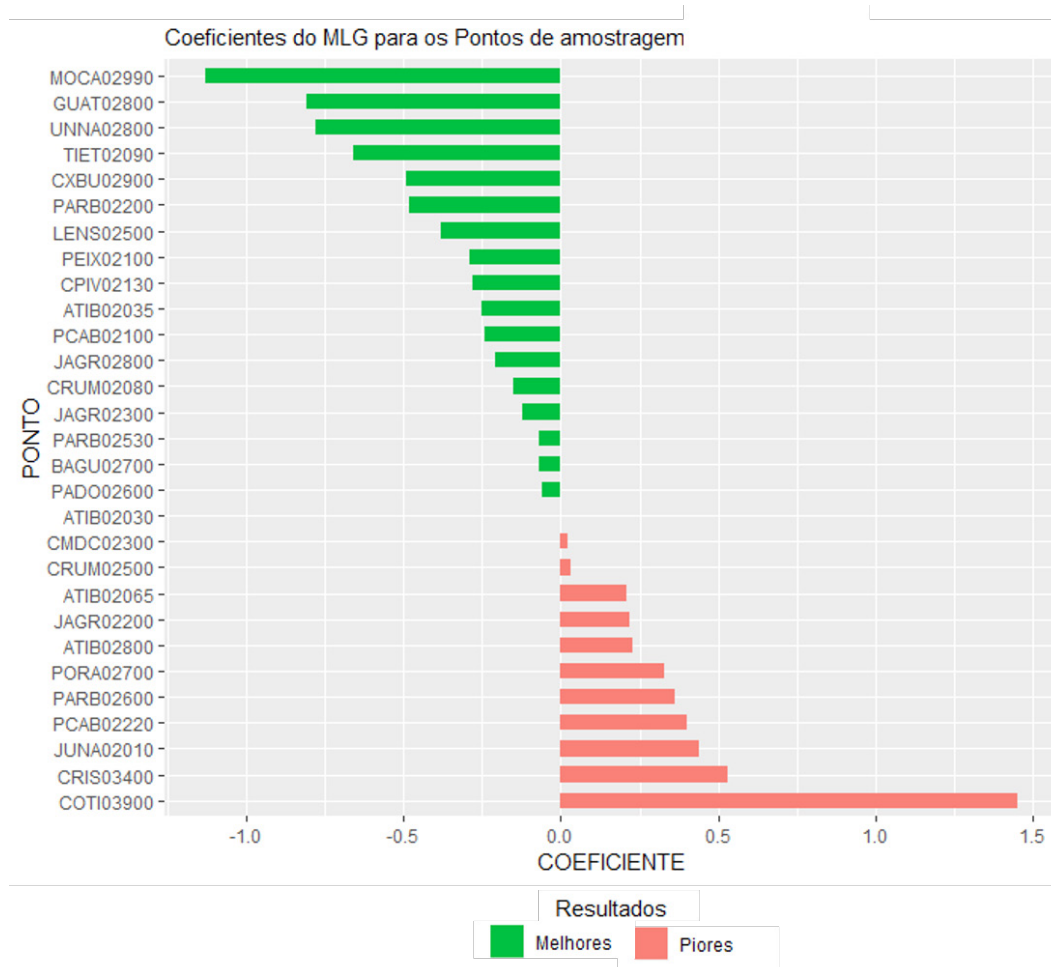
A maioria dos mananciais avaliados em 2018 demonstram contaminação por efluente doméstico, evidenciada pelas elevadas concentrações médias de *E. coli*, constantemente superiores a 1000 UFC.100 mL⁻¹, além da presença do protozoário *Giardia* spp. em quase todas as amostras analisadas. Nesse sentido, 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.

O gráfico 6.4 estabelece um ranking de todos os pontos monitorados desde 2014 para os parâmetros *Giardia* spp., *Cryptosporidium* spp. e *E. coli*. Os coeficientes associados aos pontos são resultantes da análise estatística ajustando-se um Modelo Linear Geral (MLG), tendo como variável resposta a medida da densidade dos microrganismos e como fatores fixos, os anos, meses e o tipo de microrganismo. O ponto ATIB02030 foi selecionado arbitrariamente como referência no modelo para estimar os coeficientes e, portanto, tem valor zero. Coeficientes negativos (barras verdes) indicam densidades menores dos microrganismos e coeficientes positivos (barras vermelhas) apontam para maiores densidades, possibilitando, portanto, observar comparativamente os diferentes níveis de contaminação microbiológica dos ambientes.

Os pontos mais impactados, considerados como piores, pertencem às UGRHIS 6 (COTI03900 e CRIS03400), 5 (JUNA02010, ATIB02800, JAGR0200, ATIB02065), 2 (PCAB02220 e PARB02600) e 10 (PORA02700), todas de vocação industrial, com forte pressão antrópica e elevada carga remanescente de DBO.

Gráfico 6.4. – Ranking dos mananciais considerando os resultados do monitoramento de *Giardia* spp., *Cryptosporidium* spp. e *E. coli* no período de 2014 a 2018. (MGL = Modelo Linear Geral).



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 368 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.

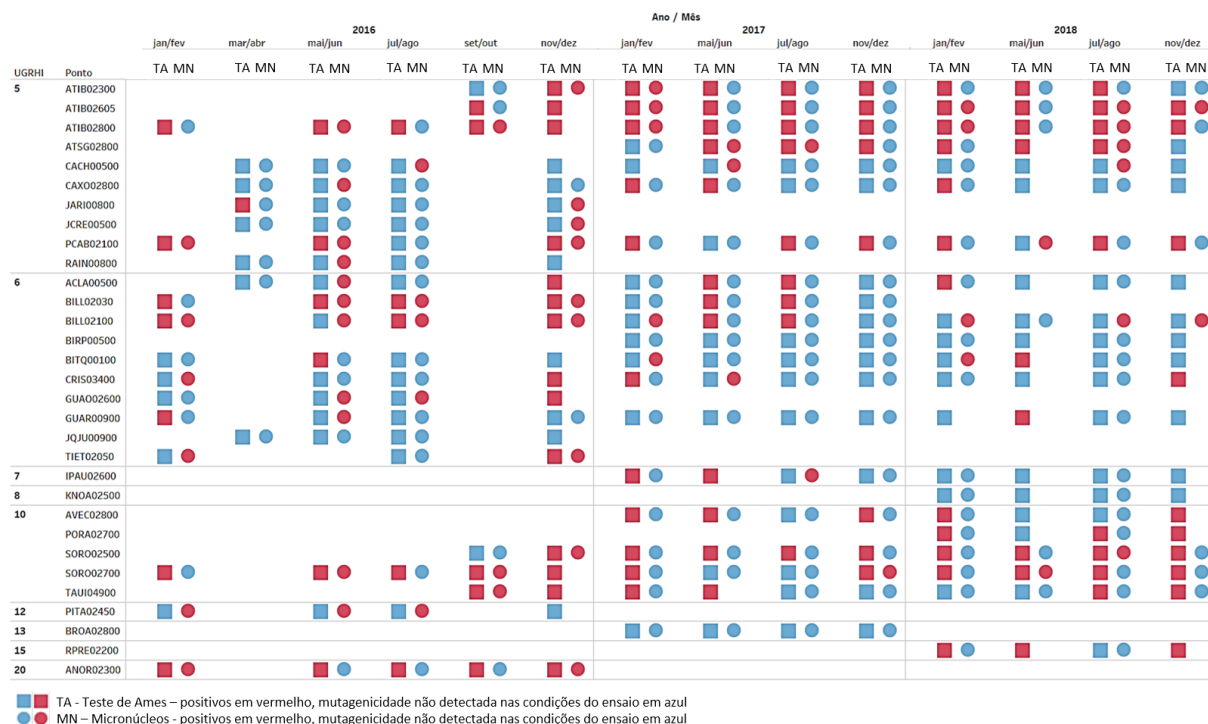
6.2.1.1 Teste de *Salmonella*/microssoma – teste de Ames

O teste de mutagenicidade conhecido como *Salmonella*/microssoma, 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*/microssoma foram realizados em águas brutas de captação de 16 locais do estado de São Paulo e em 5 outros sítios de interesse, totalizando 21 durante o ano de 2018. Das 84 amostras analisadas, 44 apresentaram mutagenicidade, conforme Figura 6.1 que apresenta esquematicamente os resultados encontrados nos últimos três anos. 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.

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. A investigação segue 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 dois pontos de montante dessas captações e outras linhagens bacterianas no teste.

Figura 6.1 – Resultados de mutagenicidade dos ensaios de *Salmonella*/microsoma e Micronúcleo nas amostras de água avaliadas no período de 2016 a 2018



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. A partir de 2018, por questões analíticas, os ensaios de micronúcleo foram feitos em paralelo com o teste de Ames, utilizando-se os mesmos extratos orgânicos, nas primeiras duas campanhas do ano, representando uma campanha na estação mais chuvosa e outra em período mais seco. Nas outras duas campanhas do ano, foram realizados ensaios em apenas 8 pontos de coleta. Das 57 amostras analisadas em 2018, 14 apresentaram mutagenicidade, conforme Figura 6.1, e em uma ocasião a amostra apresentou toxicidade para as células que não puderam ser analisadas (GUAR0900 - coleta de janeiro).

Considerando a totalidade dos dados obtidos nos últimos três anos, verificamos que 55% das amostras têm resultados concordantes entre os dois ensaios, sejam positivos ou não. Isso significa que, provavelmente, os

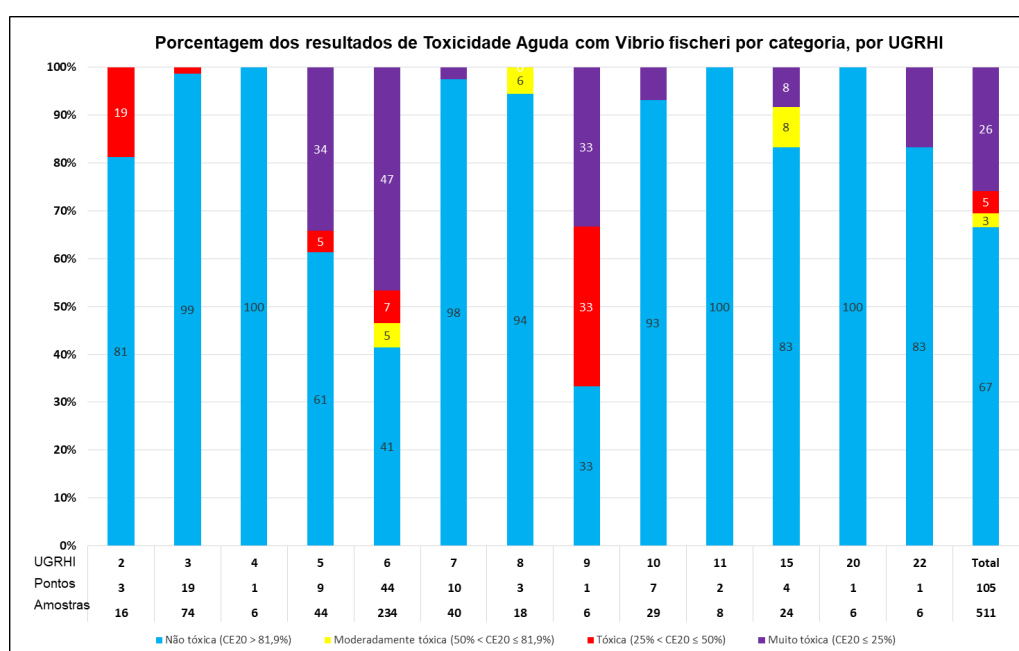
compostos responsáveis pela atividade mutagênica presente nas amostras são capazes de induzir mutações de ponto e também alterações cromossômicas. Chama a atenção que em locais de recorrência de atividade mutagênica detectada com o teste de Ames e que são objeto de investigação, a mesma recorrência não se verifica para o ensaio de micronúcleos, sugerindo que os compostos presentes nestas amostras induzem preferencialmente mutações de ponto. Verifica-se que 12,5% das amostras foram positivas apenas no ensaio de micronúcleos, indicando que o diagnóstico ambiental é aprimorado com a inclusão desta análise. Ainda não é possível, no entanto, 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. 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, 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 2018 foram testadas 511 amostras de água, para o ensaio de toxicidade aguda com *Vibrio fischeri*, coletadas de 105 pontos distribuídos em 13 UGRHIs. 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.



Das amostras analisadas, 243 foram coletas em 59 pontos localizados em águas doces enquadrados nas Classes Especial, 2 e 3. Nestas classes não deve ocorrer Toxicidade Aguda a organismos aquáticos, porém, em 2018, 41 amostras de 20 pontos (Tabela 6.3) exibiram toxicidade aguda para o *Vibrio fischeri*. A Figura 6.2 apresenta para esses 20 pontos a classificação das amostras que apresentaram toxicidade aguda para o organismo, nos respectivos meses. Verifica-se que os meses de maio e julho concentram 70% das classificações péssima, provavelmente associado a uma piora da qualidade das águas nesse período de poucas chuvas, agravada pela estiagem registrada em 2018.

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

UGRHI	Código	Local
3	NSRA 02900	Rio Nossa Senhora da Ajuda
5	CPIV 02100	Rio Capivari
	CPIV 02160	Rio Capivari
	JUNA 03150	Rio Jundiá
	QUIL 03200	Ribeirão Quilombo
	TIJU 02900	Ribeirão Tijuco Preto
	TREB 02950	Ribeirão Três Barras
6	BILL 02900	Reservatório Billings
	BIRP 00500	Reservatório do rio Pequeno
	BQGU 03150	Rio Baquirivu-Guaçu
	BQGU 03850	Rio Baquirivu-Guaçu
	JGUA 03950	Ribeirão Jaguari
	JQRI 03800	Rio Juqueri
	MOVE 03500	Ribeirão Moinho Velho
	PEOV 03900	Ribeirão Perová
	RGDE 02030	Reservatório Rio Grande
	RGDE 02200	Reservatório Rio Grande
	TIET 03120	Rio Tietê
	TIET 03130	Rio Tietê
10	TIRG 02900	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 2018.

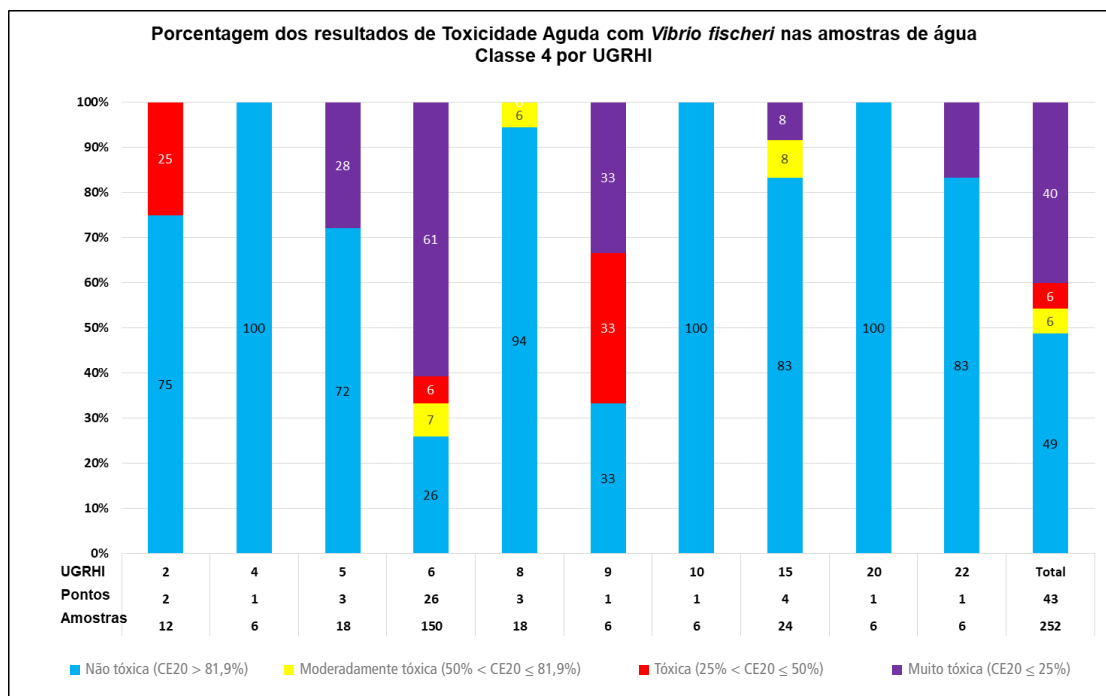
UGRHI	Ponto	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
3	NSRA 02900												
5	CPIV 02100												
	CPIV 02160												
	JUNA 03150												
	QUIL 03200												
	TIJU 02900												
	TREB 02950												
	TREB 02950												
6	BILL 02900												
	BIRP 00500												
	BQGU 03150												
	BQGU 03850												
	JGUA 03950												
	JQRI 03800												
	MOVE 03500												
	PEOV 03900												
	RGDE 02030												
	RGDE 02200												
	TIET 03120												
	TIET 03130												
	TIET 03130												
10	TIRG 02900												

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

Dos quatro ambientes amostrados em águas salobras, apenas o ponto SABO 22500 apresentou toxicidade em 1 amostra, em maio (muito tóxica).

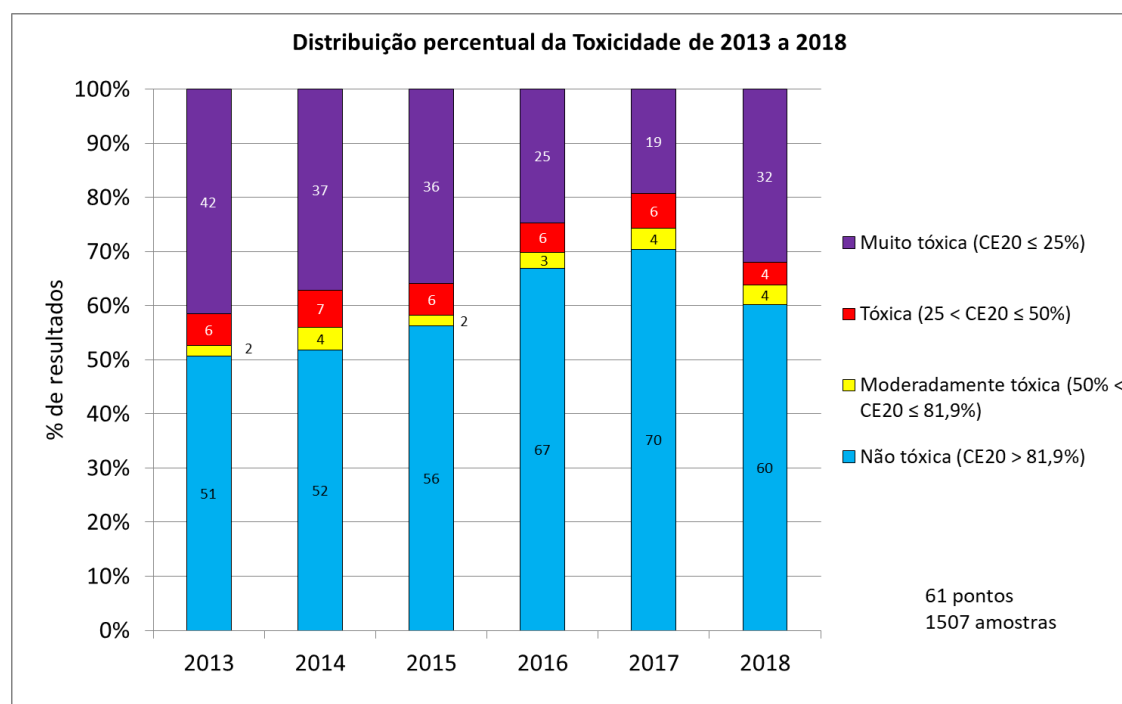
Nos corpos hídricos de Classe 4, representados por 43 pontos, foram testadas 252 amostras. O Gráfico 6.6 exibe a porcentagem de resultados, distribuídos em cada categoria, por UGRHI, para esses pontos.

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 dos 61 pontos avaliados sistematicamente entre os anos de 2013 e 2018, 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 2013 a 2018.



Após 2 anos de pequena melhora na qualidade da água dos pontos avaliados, em 2018 foi observada piora para o período compreendido entre 2013 e 2018, aproximando-se dos níveis observados em 2015. Esta piora pode ser explicada, em parte, pela redução do volume de chuvas observado em 2018, principalmente no mês de junho quando foi observada maior presença de toxicidade.

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 da qualidade dos corpos hídricos.

6.3.1 Comunidade Fitoplanctônica

O Índice de Comunidade Fitoplanctônica – ICF foi calculado para 62 pontos em 2018, dois pontos a menos em relação ao ano de 2017, tendo em vista que os pontos nos rios Jurubatuba e Taiaçupeba foram descontinuados. O total de pontos monitorados estão distribuídos em catorze UGRHI (2, 5, 6, 7, 9, 10, 11, 13, 14, 15, 16, 18, 20 e 21), sendo 22 situados em rios e 40 em reservatórios.

O ICF apresentou médias anuais distribuídas em classificações Ruins (11%), Regulares (31%), Boas (55%) e Ótimas (3%) (Apêndice J – Tabela 7). Com relação ao ano de 2017, houve aumento nas porcentagens de classificações Ruins e Ótimas e diminuição nas classificações Boas e Regulares.

As classificações anuais Ruins foram obtidas em cinco pontos do reservatório Billings - próximo à barragem de Pedreira (BILL 02030), no braço do Bororé (BILL02100), no braço do Taquacetuba (BITQ00100), sob a ponte da rodovia dos Imigrantes (BILL02500) e no *Summit Control* (BILL02900), no ponto situado no Canal de Fuga II (CFUG02900) e, em um ponto do reservatório Rio Grande, localizado próximo ao Clube Prainha Tahiti Camping Náutica (RGDE 02200).

Desde 2012 os pontos do reservatório Billings oscilaram entre as classificações Regular e Ruim, principalmente em função dos altos valores de IET e dominância de cianobactérias. Em 2018, houve uma piora no reservatório Billings em relação ao ano anterior, já que apresentou cinco de seis pontos com ponderação Ruim. Condição desfavorável também foi observada no reservatório Rio Grande, que teve piora em dois dos três pontos amostrados (RG02900- Captação SABESP e ponto RG02200 – clube prainha Tahiti) influenciados negativamente pela elevada densidade de organismos e elevado valor do IET em alguns meses. Esses reservatórios são discutidos mais detalhadamente no Capítulo 7.

O Canal de Fuga (CFUG 02900) apresenta diagnóstico Ruim desde 2009. O número de células de cianobactérias ultrapassou o limite da Resolução CONAMA nº 357/05 para Classe 2 em todos os períodos amostrados, com o maior valor em novembro, 93.693 cels.mL⁻¹, sendo que o gênero de cianobactérias mais importante ao

longo do ano foi *Cylindrospermopsis*, potencialmente produtor de cianotoxinas. Tanto a microcistina como a saxitoxina foram quantificadas nesse ponto nas quatro amostragens realizadas (exceção para microcistinas em novembro), embora sempre abaixo dos valores estabelecidos pelo Anexo XX da Portaria de Consolidação nº 5/2017, para água potável, sendo as maiores concentrações encontradas de 0,18 e 0,22 µg.L⁻¹, respectivamente.

As classificações anuais Regulares concentraram-se nas UGRHI 5, 6, 10, 14, 16 e 20. Com destaque para os reservatórios Cabuçu, Jundiá e Promissão (TIPR02400), que haviam apresentado ICF Bom em 2017. Nos reservatórios Cabuçu e Jundiá, essa piora foi influenciada pelo aumento na densidade da comunidade fitoplanctônica, já no reservatório Promissão pela dominância de cianobactérias ao longo do ano.

Ainda com relação ao reservatório Promissão, o ponto localizado próximo ao vertedouro (TIPR02990) com ICF Regular, apresentou elevadas densidades fitoplanctônicas ao longo do ano, com dominância de cianobactérias em todas as amostragens. Apesar de não ter alteração de classificação entre 2017 e 2018, esse reservatório apresentou uma piora sensível, com aumento das densidades e dominância de cianobactérias. As concentrações de células de cianobactérias também aumentaram, ultrapassando o padrão estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/2005 para Classe 2 (50.000 céls.mL⁻¹), com valores que variaram entre 83.900 céls.mL⁻¹ (janeiro) e 793.790 céls.mL⁻¹ (maio). De modo geral, os gêneros que mais contribuíram para essas contagens foram: *Cylindrospermopsis* e *Microcystis*, potencialmente produtores de cianotoxinas. As concentrações de microcistina ultrapassaram os valores estabelecidos pelo Anexo XX da Portaria de Consolidação nº 5/2017 para água potável em maio (2,84 µg.L⁻¹) e novembro (2,07 µg.L⁻¹). Já a saxitoxina não ultrapassou o padrão para água potável da Portaria (3,0 µg.L⁻¹), sendo quantificada em janeiro, julho e novembro, com a maior concentração em janeiro (0,09 µg.L⁻¹).

Destaca-se também a piora da qualidade da água do reservatório Cascata, na UGRHI 20, que embora tenha mantido o diagnóstico Regular do ano anterior, apresentou aumento de períodos de dominância de cianobactérias e da densidade total de cianobactérias ao longo do ano, com média anual muito superior à de 2017, passando de aproximadamente 170.000 céls.mL⁻¹ para aproximadamente 453.000 céls.mL⁻¹. Os gêneros que mais contribuíram para as contagens de células de cianobactérias durante o ano foram *Cylindrospermopsis*, *Raphidiopsis* e *Microcystis*. Em agosto, quando foi constatada uma floração de *Microcystis*, a concentração de microcistina atingiu 52 µg.L⁻¹, o maior valor encontrado dentre os pontos monitorados em 2018. A saxitoxina foi quantificada em todas as amostragens, sendo o maior valor obtido em dezembro (0,85 µg.L⁻¹).

Os pontos com diagnóstico Bom se distribuíram em todas as UGRHI nas quais a comunidade fitoplanctônica é monitorada. Dos 34 pontos com esse diagnóstico, destacam-se o rio Ribeira, na UGRHI 11, que passou da ponderação Ótima em 2017 para Boa em 2018 devido ao registro de dominância em dois períodos amostrados; o reservatório Broa, que passou de Regular para Boa em função da queda das densidades da comunidade fitoplanctônica e ausência do registro de dominância de cianobactérias no último ano; e o córrego Esgotão, que passou de Regular para Boa devido à queda nos valores do IET.

Na UGRHI 6 dois pontos passaram de diagnóstico Bom para Ótimo. O reservatório Águas Claras, do sistema Cantareira, apresentou melhora por não haver dominância de fitoflagelados em 2018, e no reservatório Tanque Grande, em função de sensível queda no IET.

A porcentagem de pontos amostrados que apresentaram concentração de células de cianobactérias com valores superiores ao estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/05 para suas respectivas classes em ao menos um período foi de 50%.

A presença de organismos do gênero *Ceratium*, dinoflagelado considerado invasor em águas doces no Brasil (Silva *et al.*, 2012) e registrado pela primeira vez no estado de São Paulo em 2008 no reservatório Billings (CETESB 2009), passou de 16 pontos em 2017 para 18 em 2018. Entretanto, apesar desse pequeno aumento no registro de pontos ele foi encontrado com menos frequência nas amostras, principalmente no reservatório Billings, local em que historicamente era quantificado/registrado em praticamente todas as amostragens.

A evolução da classificação do ICF no estado de São Paulo, para os 42 pontos analisados entre 2013 e 2018, apresentado no gráfico 6.8, mostra que em 2016 e 2017 as porcentagens Ótima não foram constatadas e as Ruins diminuíram em relação à 2014 e 2015, período da crise hídrica. Em 2018, apesar da ponderação Ótima voltar a ser registrada, as classificações Ruins e Regulares aumentaram. Esses resultados indicam possível piora das condições gerais da qualidade da água do ponto de vista trófico, talvez associada a um ano mais seco.

Figura 6.3 – Estruturas das comunidades fitoplanctônicas - 2018.

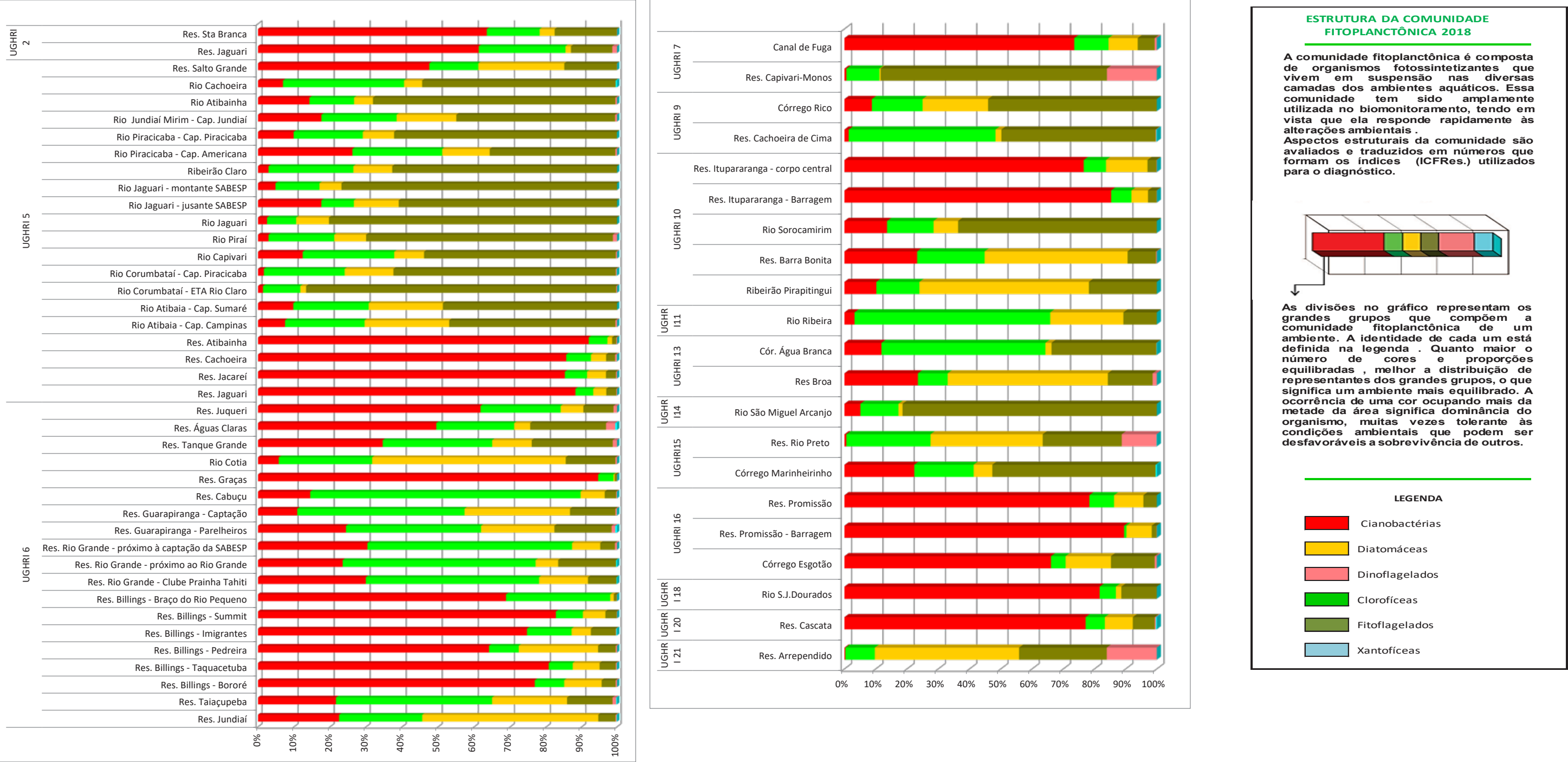
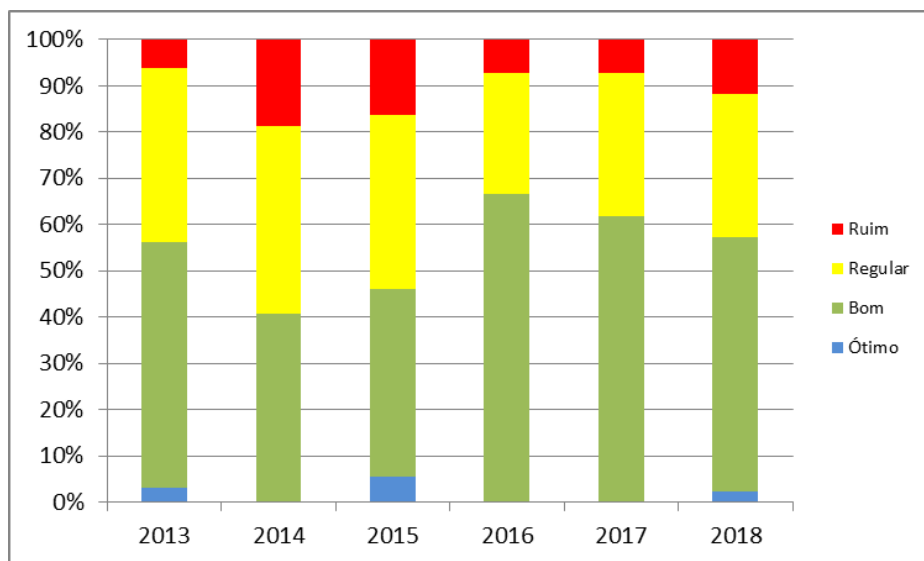


Gráfico 6.8 – Evolução da classificação segundo o ICF médio anual dos 42 pontos analisados entre 2013 e 2018.



6.3.2 Comunidade Zooplancônica

Foram analisados nove pontos em sete reservatórios, localizados em três UGRHs (5, 6 e 10), sendo aplicado o Índice de Comunidade Zooplancônica para Reservatórios (ICZ_{RES}) para avaliação da qualidade da água. Também foram estimadas as densidades de organismos dos grupos Rotifera, Cladocera e Copepoda. Os resultados mensais e as médias anuais do ICZ_{RES} constam da Tabela 9 do Apêndice J.

Os reservatórios Jacaré (JCRE 00500), Atibainha (RAIN 00880) e Juqueri (JQU 00900) do Sistema Cantareira mantiveram a condição média anual Regular, quando comparados a anos anteriores (Tabela 6.4). Nesses ambientes frequentemente é observada a ocorrência de *Bosminopsis deitersi* (Cladocera) e *Thermocyclops minutus* (Copepoda), cuja presença geralmente está relacionada a locais com melhor qualidade. No reservatório Jaguari (JARI 00880), foi observada condição média anual Ruim.

Condição média anual Ruim também foi observada nos reservatórios Guarapiranga (GUAR 00100 e GUAR 00900) e Barra Bonita (TIBB 02700). O ponto GUAR 00900 manteve a condição Ruim, e o ponto GUAR 00100 passou da condição Péssima para Ruim. O ponto TIBB 02700 (Barra Bonita), depois de dois anos consecutivos em condição Regular, voltou a apresentar a condição Ruim (Tabela 6.4). Em todos estes pontos as variações na qualidade estão relacionadas às flutuações nas concentrações de clorofila *a*, ou seja, na condição trófica do ambiente.

No reservatório Billings os dois pontos analisados (BILL 02100 e BITQ 00100) mantiveram a condição média anual Péssima, sendo que apenas no mês de maio foi obtida a condição Ruim no ponto BITQ 00100. Ambos reservatórios apresentaram elevadas concentrações de clorofila *a* (52,57 µg/L a 95,16 µg/L no ponto BITQ 00100, e entre 69,5 µg/L a 195,51 µg/L no ponto BILL 02100), como também elevadas densidades de cianobactérias (66.510 células/mL a 767.665 células/mL no ponto BITQ 00100, e entre 226.360 células/mL a 453.080 células/mL no ponto BILL 02100).

Nos pontos amostrados com condição Ruim e Péssima foi observado o predomínio de cladóceros de pequeno porte como *Bosmina* sp., além dos copépodes *Acanthocyclops robustus*, *Mesocyclops meridianus*, *Thermocyclops decipiens*, *Thermocyclops inversus*, além de várias espécies de rotíferos, como por exemplo *Keratella cochlearis*, *Brachionus angularis*, *Brachionus dolabratus*, *Brachionus calyciflorus*, frequentemente dominantes em ambientes eutrofizados.

Tabela 6.4 – Evolução da classificação segundo o ICZRES médio anual entre 2013 e 2018

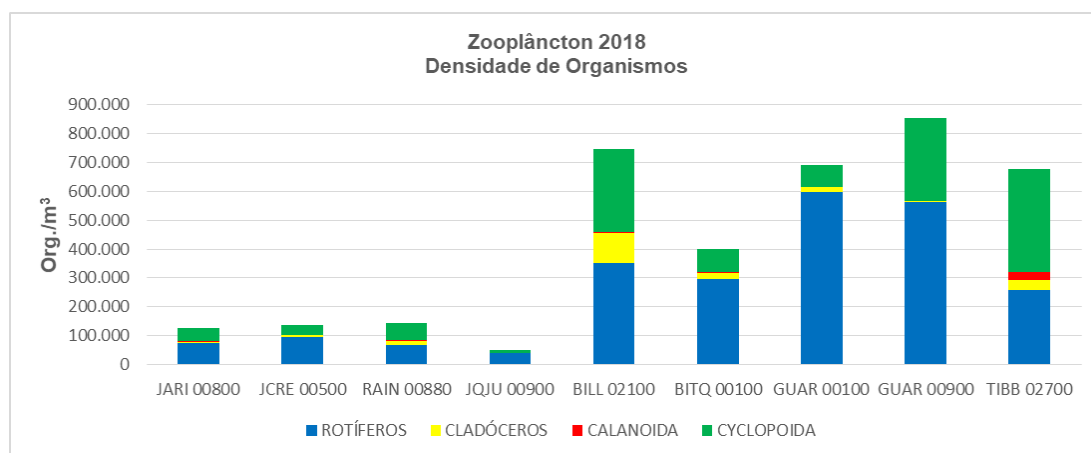
UGRHI	Corpo Hídrico	Ponto	2013	2014	2015	2016	2017	2018
5	Reservatório Jaguari	JARI 00800			N.R.			
	Reservatório do Rio Jacaré	JCRE 00500	N.R.					
	Reservatório do Rio Atibainha	RAIN 00880	N.R.		N.R.	N.R.	N.R.	
6	Reservatório do Juqueri ou Paiva Castro	JQJU 00900						
	Reservatório Billings	BILL 02100						
		BITQ 00100						
	Reservatório do Guarapiranga	GUAR 00100						
		GUAR 00900						
10	Reservatório de Barra Bonita	TIBB 02700						

Legenda: ■ Boa ■ Regular ■ Ruim ■ Péssima

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

As maiores densidades de organismos foram observadas nos reservatórios Billings, Guarapiranga e Barra Bonita (Gráfico 6.9), e as menores densidades foram registradas nos reservatórios Jaguari (JARI 00800), Jacaré (JCRE 00500), Atibainha (RAIN 00880) e Juqueri (JQJU 00900), sendo esta mesma condição observada em anos anteriores. Geralmente sistemas com altas densidades de fitoplâncton e elevados tempos de residência resultam em altas densidades de zooplâncton, embora mudanças na composição do fitoplâncton relacionadas com a morfologia e o tamanho das espécies fitoplanctônicas, assim como a presença de toxinas, também possam resultar na diminuição na quantidade de zooplâncton, sem que esta resposta seja de melhoria na qualidade do ambiente.

Gráfico 6.9 – Densidade média anual e distribuição dos grupos da comunidade zooplânctônica dos reservatórios Jaguari (JARI 00800), Jacareí (JCRE 00500), Atibainha (RAIN 00880), Juqueri (JQU 00900), Billings (BILL 02100 e BITQ 00100), Guarapiranga (GUAR 00100 e GUAR 00900), e Barra Bonita (TIBB 02700) em 2018.



6.3.3 Comunidade de Macroinvertebrados Bentônicos

Em 2018, a avaliação da qualidade ambiental com o emprego da comunidade bentônica foi realizada em 15 localidades, sendo cinco em ambientes de rios e o restante em reservatórios. Praticamente metade dos ambientes (46,7%) estão localizados na UGRHI 6. A distribuição dos locais avaliados com relação às UGRHIs encontra-se no Quadro 6.1, a seguir:

Quadro 6.1. – Relação dos locais de amostragem da comunidade bentônica em 2018.

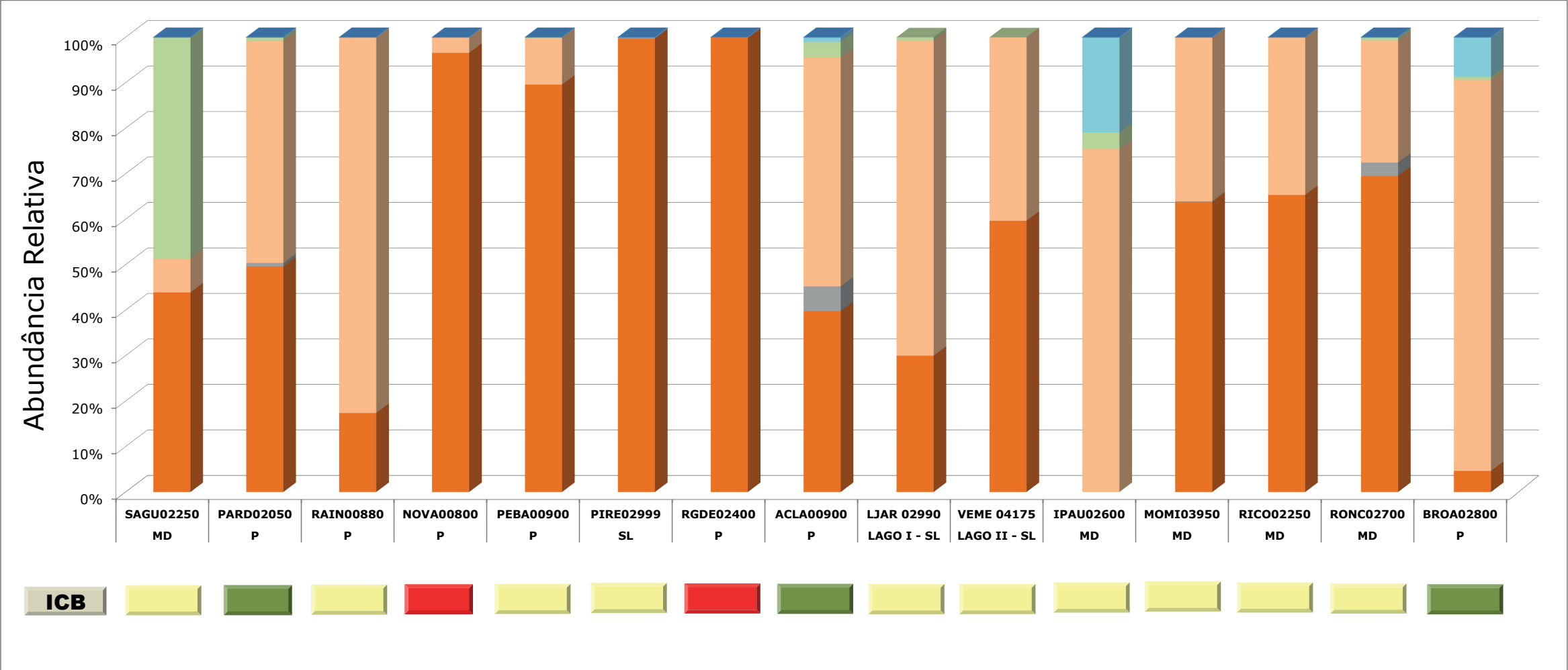
UGRHI	Código	Local	Municípios
1	SAGU02250	Rio Sapucaí-Guaçu	Campos do Jordão
4	PARD02050	Reservatório Euclides da Cunha	São José do Rio Pardo
5	RAIN00880	Reservatório Atibainha	Nazaré Paulista
6	NOVA00800	Reservatório Ponte Nova	Salesópolis
	PEBA00900	Reservatório Taiaçupeba	Suzano
	PIRE02999	Reservatório do Rio Grande, desembocadura do ribeirão Pires	Ribeirão Pires
	RGDE02400	Reservatório do Rio Grande	Santo André
	LJAR02990	Lago da portaria I do Parque Estadual do Jaraguá	São Paulo
	VEME 04175	Lago da portaria II do Parque Estadual do Jaraguá	São Paulo
	ACLA00900	Reservatório Aguas Claras	Caieiras
7	IPAU02600	Rio Itapanhaú	Bertioga
9	MOMI03950	Rio Mogi Mirim	Mogi-Mirim
	RICO02250	Córrego Rico	Monte Alto
	RONC02700	Ribeirão das Onças	Dumont
13	BROA02800	Represa do Broa	Itirapina

O diagnóstico da qualidade ambiental é feito pelo 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, a avaliação considerou o Índice para a região profunda, exceto na desembocadura do ribeirão Pires, no reservatório do Rio Grande, e nos lagos do Parque Estadual (P.E.) do Jaraguá, onde a coleta foi efetuada em profundidade inferior a dois metros, sendo, nestes casos, aplicado o índice para a biota da região sublitoral, conforme explicado no Apêndice D.

Dentre os locais analisados não foi observada a classificação Ótima, correspondente a um ambiente de referência, e nem a Péssima, condição alcançada na ausência de populações de macroinvertebrados bentônicos (ambiente azóico).

Três ambientes receberam a classificação Boa (20% dos locais amostrados): os reservatórios Euclides da Cunha, Águas Claras e Broa. Destes, Águas Claras foi o que exibiu biota mais rica em tipos de organismos ($S=26$), entretanto, apenas um é considerado sensível (o Chironomidae *Stempellina*) e que ocorreu com pequena população (1% da densidade total) (Fig. 6.4). A maior ameaça à biodiversidade nesse corpo-d'água parece ser a ocorrência das espécies exóticas invasoras de moluscos bivalves, *Corbicula* sp e *Limnoperna fortunei*. Esta última, embora não tenha sido capturada nas amostras para a análise de macroinvertebrados, foi observada em grandes aglomerados nas margens do reservatório. Na represa do Broa, o diagnóstico de 2018 contrastou com o obtido em 2017 (Ruim), uma vez que naquele ano, na ocasião da amostragem a represa se apresentava estratificada e, conseqüentemente, com baixo oxigênio próximo ao fundo, o que inibiu a colonização da macrofauna. O diagnóstico deste ano retratou com maior fidelidade a qualidade da represa, já que não sofreu esta interferência natural. Na sua comunidade de macroinvertebrados ocorreu uma espécie de grupo sensível (o Ephemeroptera *Campsurus*) cuja população representou quase 3% da densidade total observada no local. No entanto, deve-se salientar que, embora a ordem Ephemeroptera seja classificada como sensível, o gênero *Campsurus* em particular pode ocorrer em grandes densidades mesmo em reservatórios eutrofizados. Dos três reservatórios que obtiveram diagnóstico Bom, o Euclides da Cunha é o que tem a qualidade ecológica mais ameaçada, uma vez que a estrutura de sua comunidade de macroinvertebrados exibiu predomínio de formas tolerantes, ausência de sensíveis e presença de uma população de espécie exótica (*Corbicula* sp), embora ainda em baixa densidade.

Figura 6.4 – Estruturas das comunidades bentônicas em 2018



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 (ICB_{rio}, ICB_{res-SL} e ICB_{res-P}) utilizados para o diagnóstico. Em reservatórios, a comunidade da região mais rasa (sublitoral = SL) reflete a qualidade ecológica da massa de 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 invasora. 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:
QUALIDADE:
ICB

AMEAÇADAS
Anodonte trapesialis

SENSÍVEIS
Endotribelos
Stempellina
Polymitarcyidae
Hydroptilidae
Leptoceridae
Libellulidae

SEMI-SENSÍVEIS
Ancylidae
Megadrili
Saetheria
Zavreliella
Tipulidae
Gomphidae
Ziqoptera n.i.
Elmidae

SEMI-TOLERANTES
Nemertinea
Dugesidae
Sphaeriidae
Physidae
Aelossomatidae
Enchytraeidae
Lumbriculidae
Tubificidae (exceto *Tubifex*)
Aulodrilus
Branchiura sowerbyi
Chaetogaster
Nais
Stephensoniana
Stylaria
Narapidae
Opistocystidae
Opistocysta
Glossiphoniidae
Hydracarina
Ceratopogonidae

SEMI-TOLERANTES
Chironomini (exceto *Chironomus*)
Aedokritus
Beardius
Cladopelma
Cryptochironomus
Harnischia
Pelomus
Polypedilum
Tanytarsini
Caladomyia
Tanytarsus
Orthocladinae
Cricotopus
Tanypodinae
Ablabesmyia
Coelotanypus
Clinotanypus
Djalmabatista
Labrundinia
Procladius
Tanypus
Empididae
Simuliidae
Curculionidae

EXÓTICAS
Corbicula fluminea
Limnoperna fortunei
Melanoides tuberculatus

TOLERANTES
Tubificinae spp.
Limnodrilus
Naidinae
Dero
Pristina
Pristinella
Slavina
Chironomus
Parachironomus

MD: Margem deposicional (rios); P: região profunda (reservatórios) ; SL: Região sublitoral (reservatórios)

A classificação mais observada em 2018 foi a Regular, que compreendeu 67% dos diagnósticos: os rios Sapucaí-Guaçu, Itapanhaú e Mogi Mirim, o córrego Rico, o ribeirão das Onças, os reservatórios do rio Grande, em frente à desembocadura do ribeirão Pires, Atibainha e Taiacupeba e os dois lagos do P.E. do Jaraguá. Os rios Sapucaí-Guaçu e Itapanhaú pioraram em qualidade em relação a 2017. Nos dois casos, a perda de espécies sensíveis foi o principal componente do índice a afetar o diagnóstico. Esta perda pode estar relacionada a fatores químicos (aumento de contaminação) e/ou físicos (arraste por chuvas mais intensas e menor heterogeneidade dos habitats). Apesar do diagnóstico Regular, o rio Itapanhaú foi o ambiente que apresentou a maior porcentagem (21%) de organismos sensíveis entre todos os avaliados (Fig. 6.4). Em nenhum destes dois locais (Sapucaí-Guaçu e Itapanhaú) foram observadas populações de espécies exóticas invasoras.

Por outro lado, a região profunda do reservatório Taiacupeba, que em 2016 havia apresentado qualidade Ruim, melhorou seu diagnóstico para Regular, principalmente em função do aumento de riqueza. No entanto, foram verificadas elevadas densidades de grupos tolerantes, em especial do oligoqueto *Limnodrilus hoffmeisteri*, a espécie que mais resiste à depleção de oxigênio dentre os macroinvertebrados bentônicos, que continuam a apontar para um forte enriquecimento orgânico deste corpo de água, evidenciado pelo acúmulo de fósforo nos sedimentos (ver Capítulo 8 – Qualidade de Sedimentos). Retrato similar foi mostrado pela comunidade do reservatório do rio Grande, na desembocadura do ribeirão Pires, que recebe a carga poluidora remanescente dos esgotos do município de Ribeirão Pires. Deve-se destacar que nesse local foi coletada a espécie ameaçada de extinção (São Paulo, 2014), *Anodontites trapesialis*. Uma pequena população do molusco exótico invasor *Melanoides tuberculatus* também foi observada nesta região do reservatório. Esta é a primeira ocorrência desta espécie na UGRHI 6 registrada pela CETESB.

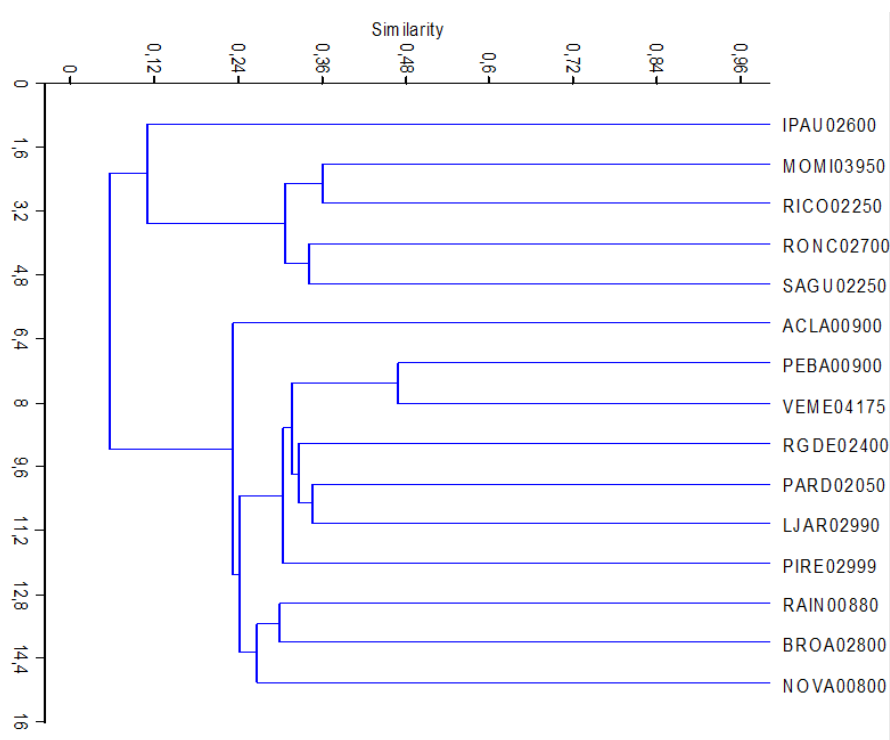
Os dois lagos artificiais do P.E. do Jaraguá apresentaram qualidade Regular para a biota, condição não desejável para uma unidade de conservação de proteção integral. As elevadas densidades de organismos encontradas e o predomínio de formas semi-tolerantes (lago da portaria I) e tolerantes (lago da portaria II) indicam aporte de matéria orgânica. O primeiro, de menor porte, abriga aves aquáticas e o segundo recebe esgotos de bairro vizinho. Já o reservatório Atibainha apresentou uma fauna bastante pobre em tipos de organismos e com ausência de organismos sensíveis. Mas, por outro lado, não foi observada dominância de formas tolerantes. Considerando que, em 1997-98, em um projeto com coletas mais intensivas (Coelho-Botelho, 2006), a fauna da região profunda deste reservatório do período de inverno, apresentou-se azóica, em virtude de hipóxia permanente, o resultado obtido em 2018 mostrou a capacidade atual de colonização desta região pela fauna. Os três ambientes investigados na UGRHI 9 (rio Mogi Mirim, córrego Rico e ribeirão das Onças) resultaram no mesmo diagnóstico e suas comunidades indicaram a existência de contribuição orgânica, pelas elevadas densidades de formas tolerantes. Apenas no ribeirão das Onças foi observado um espécime de grupo sensível (um Trichoptera da família Hydroptilidae), que representou 0,1% da densidade total observada. No rio Mogi Mirim e no ribeirão das Onças foram observadas populações da espécie exótica invasora *Corbicula* sp, com densidades mais expressivas no segundo ambiente.

Os diagnósticos de classificação Ruim (13%) foram obtidos nos corpos centrais dos reservatórios Ponte Nova e do Rio Grande, este último em ponto localizado no meio do reservatório. Nos dois casos as comunidades da região profunda apresentaram-se muito pobres, tanto em tipos quanto em número de organismos. Além disso, predominaram organismos tolerantes (Fig. 6.4), retratando uma seleção da fauna dirigida por fatores geradores de hipóxia, como o prolongamento do período de estratificação da coluna de água e/

ou o excesso de matéria orgânica nos sedimentos, proveniente de esgotos domésticos ou outras fontes. No reservatório Ponte Nova, a inibição da colonização da região profunda por macroinvertebrados, mesmo no inverno, quando normalmente há mistura da massa de água e as concentrações do oxigênio dissolvido na água de fundo aumentam, já havia sido anteriormente observada (Coelho-Botelho et al., 2006). Mas, no inverno de 2014 (CETESB, 2015), sua biota esteve mais diversificada e densa, mostrando haver potencial para o desenvolvimento da comunidade. Em 2018, não foi observada estratificação da coluna de água e a concentração observada de oxigênio ($5,5 \text{ mg.L}^{-1}$) na água de fundo não foi tão restritiva à colonização. Somando-se ao elevado teor de matéria orgânica (24%) nos sedimentos, seria esperada uma comunidade mais densa e diversificada daquela observada. Os dados ambientais não foram suficientes para explicar o diagnóstico obtido na análise da comunidade. No reservatório do rio Grande, o elevado teor de sólidos voláteis (19%) deve estar relacionado com o recebimento das cargas remanescentes de esgotos domésticos provenientes de suas cabeceiras (cerca de $5000 \text{ Kg de DBO.dia}^{-1}$) (CETESB, 2018), que devem ter selecionado a composição de sua fauna para formas tolerantes. O enriquecimento orgânico normalmente promove o crescimento das populações tolerantes, contudo, neste caso, a baixa densidade observada também pode estar associada a efeitos adicionais que inibem a reprodução destas populações ou ocasionam sua morte, como a toxicidade, observada em laboratório para a espécie bentônica *Hyaella azteca* (ver Capítulo 8 – Qualidade de Sedimentos).

Outra forma de avaliar os resultados é pelo emprego de técnicas de análise multivariada, como uma análise de agrupamento, a partir dos dados de densidades populacionais. O resultado desta análise, que utilizou o método de *ligação simples* para relacionar os ambientes a partir da aplicação de um índice de similaridade quantitativo (*Bray-Curtis*), está apresentado na figura 6.5. A separação entre os ambientes de água corrente e reservatórios ocorre mais pela diferença no nível de identificação dos dados do que pela composição da fauna.

Figura 6.5. – Dendrograma resultante da análise de agrupamento por Ligação Simples e o Índice de Similaridade de Bray-Curtis.



Em consequência de sua maior diversidade, que reflete sua melhor qualidade, na análise de agrupamento o reservatório Águas Claras se destacou dos demais (Fig. 6.5). Também pode-se observar que a estrutura da comunidade dos reservatórios do Broa, Atibainha e Ponte Nova se assemelharam mais entre si. Nos 3 ambientes a região profunda passou por períodos prolongados de hipóxia, sendo colonizada principalmente por espécies mais oportunistas, que vivem apenas parte de suas vidas ligadas ao ambiente aquático, como os insetos, em especial os dípteros da família Chironomidae, que representaram 100, 93 e 67% do total de indivíduos nos reservatórios Atibainha, Broa e Ponte Nova, respectivamente. Um terceiro grupo de reservatórios foi formado por corpos-d'água já em adiantado estado de enriquecimento orgânico ou próximo deste estado, como é o caso do reservatório Euclides da Cunha, em que as formas tolerantes apresentaram expressiva representatividade na comunidade e espécies sensíveis não foram observadas. Entre os ambientes de água corrente, o rio Itapanhaú se destacou dos demais. Apesar de sua perda em riqueza, foi o ambiente que apresentou maior abundância relativa de uma família sensível (o tricóptero Leptoceridae), se diferenciando dos demais por uma comunidade predominantemente formada por insetos (80%). O outro grupo reuniu os ambientes fortemente alterados pela carga orgânica, tendo ocorrido maior proximidade entre a fauna do rio Sapucaí-Guaçu e do ribeirão das Onças, que ainda apresentaram um grupo sensível na sua composição.

O efeito de contaminantes presentes, principalmente em efluentes industriais sobre a biota, também 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*). Neste ano foi possível realizar esta avaliação, em virtude da grande população local de *Chironomus*, apenas no reservatório Taiaçupeba, onde o resultado (5,4%) indicou que o efeito observado deve estar associado a contaminantes diluídos no esgoto doméstico.

Por meio de uma analogia entre as classes de uso dos corpos-d'água e a classificação do ambiente com o emprego do ICB_{RIO} e ICB_{RES-SL} , se poderia esperar que para ambientes com metas previstas para a Classe 1 da Resolução Conama nº 357 (Brasil, 2005), a qualidade refletida pela comunidade de macroinvertebrados fosse Ótima ($ICB=1$), assim como a classificação Ruim ($ICB=4$) pela biota, seria esperada apenas em ambientes enquadrados como Classe 4. Neste caso não são aplicados os resultados do índice relativo à região profunda de reservatórios (ICB_{RES-P}) porque este se relaciona mais à qualidade dos sedimentos e não da massa de água, que é o foco da legislação. Nesse sentido, dentre as localidades avaliadas com a comunidade bentônica, pode-se concluir que apenas a qualidade ecológica do rio Mogi Mirim e do lago da portaria II do P.E. do Jaraguá estariam em conformidade com suas classes (3 e 4, respectivamente). O reservatório do rio Grande, em frente à desembocadura do ribeirão Pires, o lago da portaria I do P.E. do Jaraguá, os rios Sapucaí-Guaçu e Itapanhaú, o córrego Rico e o Ribeirão das Onças apresentam uma classe de qualidade (Regular) aquém de sua meta legal (Classe 2)(Quadro 6.2).

Quadro 6.2. – Qualidade ecológica dos corpo-d'água medida pelo ICB com relação ao seu enquadramento.

ICB correspondente ao enquadramento	ICB não correspondente ao enquadramento
Rio Mogi Mirim	Rio Sapucaí-Guaçu
Lago II do PE Jaraguá	Reservatório do Rio Grande, desembocadura do ribeirão Pires
	Lago I do PE Jaraguá
	Rio Itapanhaú
	Córrego Rico
	Ribeirão das Onças

Em 2018, todos os locais apresentaram desvios em relação a condição de referência em menor ou maior grau, influenciando, inclusive, o atendimento ao enquadramento legal na maioria dos casos em que se pode traçar um paralelo entre o índice biológico e as metas do enquadramento. Em sete locais avaliados (rio Mogi Mirim, ribeirão das Onças, córrego Rico, lago da portaria II do P.E. do Jaraguá e nos reservatórios Taiaçupeba e do rio Grande, nos dois trechos amostrados) a comunidade de macroinvertebrados apresentou-se alterada em função da introdução de esgotos domésticos e da consequente eutrofização do corpo d'água. Em outros dois ambientes (rio Rio Sapucaí-Guaçu e reservatório Euclides da Cunha) as comunidades indicaram que a qualidade está em deterioração principalmente pelo enriquecimento orgânico. Nos reservatórios do rio Grande e Ponte Nova a inibição do crescimento populacional pode estar relacionada à presença de agentes tóxicos. As mudanças de diagnóstico em relação aos anos anteriores para o rio Itapanhaú (piora) e reservatório Broa (melhora) foram, provavelmente, influenciadas por variação das condições naturais no momento da coleta e não alteração da qualidade ambiental naqueles locais. A frequência de deformidades em larvas de díptera no reservatório Taiaçupeba evidenciou a presença de contaminantes indutores deste efeito. Foi novamente observada a presença de uma população da espécie ameaçada de extinção *Anodontites trapesilais* na foz do ribeirão Pires, no reservatório do rio Grande.

6.3.3 Espécies Exóticas Invasoras - EEI

As espécies exóticas invasoras representam um dos principais fatores de perda de diversidade na natureza, sendo sua erradicação praticamente impossível em ecossistemas aquáticos. Nestes ambientes a melhor forma de gestão deste problema é a prevenção, que implica, por exemplo, na construção de barreiras legais (licenciamento) e físicas (lavagem e inspeção de barcos) para a dispersão das espécies nas bacias hidrográficas. Os dados da rede de monitoramento auxiliam no esclarecimento do movimento de dispersão de algumas destas espécies.

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* sp e o gastrópoda *Melanoides tuberculatus*. Dos 13 locais avaliados em 2018, apenas em cinco (38%) ocorreram espécies exóticas invasoras. Embora as três espécies tenham sido registradas, o mexilhão dourado não foi amostrado, mas sua presença foi observada às margens do reservatório Aguas Claras, ampliando seu limite de dispersão na UGRHI 6. O gênero *Corbicula* foi o que ocorreu com maior frequência, em quatro dos ambientes (reservatórios Euclides da Cunha e Aguas Claras, rio Mogi Mirim e ribeirão das Onças) que apresentaram espécies exóticas, e maiores densidades, tendo representado 5,4% do total de organismos no reservatório Aguas Claras e 2,9% no

ribeirão das Onças. A espécie *Melanoides tuberculatus* só foi amostrada no reservatório do rio Grande, em frente a foz do ribeirão Pires, mas foi a primeira vez que a CETESB registrou sua presença na UGRHI 6.

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 e 2018 praticamente não houve alteração, sendo registrada a presença do *Ceratium* em 16 e 18 pontos (25 e 29%), respectivamente. Vale ressaltar que por se tratar de um dinoflagelado capaz de alterar sua posição na coluna de água, a ausência de registro não isenta os corpos d'água de conterem o referido dinoflagelado.

6.3.4 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 12 locais em que pelo menos duas comunidades foram amostradas em 2018. 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 6.3 apresenta os diagnósticos integrados e os principais problemas observados nesses locais.

Quadro 6.3 – Avaliação integrada das comunidades biológicas. Inserir Quadro (A3 – paisagem)

UGRH	Ponto (Corpo-d'água)	Análise	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Diagnóstico Integrado	2018
			Diagnóstico							Comentário
5	JARI 00800 (Res. Jaguari)	Fitoplâncton							Ruim	Condição ruim para a biota aquática, com tendência de piora. Ambiente mesotrófico. Presença constante de espécies tolerantes no zooplâncton. Predomínio de <i>Cylindrospermopsis</i> e <i>Aphanizomeno</i> , gêneros potencialmente produtores de cianotoxinas. Presença do dinoflagelado exótico invasor <i>Ceratium</i> .
		Zooplâncton			-					
		IVA								
	RAIN 00880 (Res. Atibainha)	Fitoplâncton	-						Regular	Condição regular para a biota. Ambiente oligotrófico. Cianobactérias ultrapassando os padrões de qualidade da água em novembro, com a presença de <i>Cylindrospermopsis</i> (potencial produtor de cianotoxinas) ao longo do ano. Predomínio de espécies oligo-mesotróficas no zooplâncton. Comunidade de macroinvertebrados da região profunda pobre em espécies e densidade, com ausência de membros permanentes desta fauna, refletindo a instabilidade do ambiente decorrente do regime de estratificação que promove hipóxia prolongada.
		Zooplâncton	-		-					
		Bentos P	-	-	-	-	-			
		IVA	-							
	JCRE 00500 (Res. Jacarei)	Fitoplâncton	-						Regular	Condição regular para a biota. Ambiente mesotrófico. Dominância de cianobactérias em todas as amostragens, com predomínio de <i>Cylindrospermopsis</i> (potencial produtor de cianotoxinas) e de gêneros picoplantônicos. Predomínio de espécies oligo-mesotróficas no zooplâncton.
		Zooplâncton	-							
		IVA	-							
6	PEBA 00900 (Res. Taiaçupeba)	Fitoplâncton							Regular	Condição regular para a biota. Ambiente mesotrófico. Presença de vários contaminantes no sedimento, com destaque para o cobre e o zinco. A comunidade de macroinvertebrados exibiu elevada densidade e dominância de formas tolerantes, indicando ambiente organicamente enriquecido, confirmado pelo acúmulo elevado de fósforo nos sedimentos.
		Bentos P	-	-	-		-			
		IVA								
	BITQ 00100 (Braço do Taquacetuba)	Fitoplâncton							Péssimo	Condição péssima persistente para a biota aquática, associada ao grau de trofia e de contaminantes. Ambiente supereutrófico, com acúmulo de fósforo no sedimento. Presença de cianobactérias potencialmente tóxicas, com predomínio de <i>Microcystis</i> e <i>Woronichinia</i> no fitoplâncton e de espécies tolerantes no zooplâncton. Presença do dinoflagelado exótico invasor <i>Ceratium</i> . Toxicidade crônica na água em novembro, provavelmente relacionada às cianobactérias.
		Zooplâncton								
		Bentos	-	-	-			-		
		IVA								
	BILL 02100 (Res. Billings)	Fitoplâncton							Péssimo	Condição péssima para a vida aquática, associada ao grau de trofia e ao elevado tempo de residência. Ambiente hipereutrófico. Presença de cianobactérias potencialmente tóxicas (<i>Microcystis</i> e <i>Woronichinia</i>) no fitoplâncton e de espécies tolerantes no zooplâncton. Presença do dinoflagelado exótico invasor <i>Ceratium</i> . Toxicidade crônica na água em julho e novembro, provavelmente relacionada às cianobactérias.
		Zooplâncton								
		Bentos SL			-	-	-	-		
		Bentos P			-	-	-	-		
		IVA								
	GUAR 00100 (Res. Guarapiranga)	Fitoplâncton							Ruim	Condição ruim persistente para a vida aquática, associada ao grau de trofia. Ambiente supereutrófico, com contribuição de esgoto. Predomínio de espécies tolerantes no zooplâncton. Presença do dinoflagelado exótico invasor <i>Ceratium</i> e de cianobactérias potencialmente tóxicas, como <i>Woronichinia</i> e <i>Microcystis</i>
		Zooplâncton								
		IVA								
	GUAR 00900 (Res. Guarapiranga)	Fitoplâncton							Ruim	Condição ruim persistente para a biota aquática, associada ao grau de trofia. Ambiente supereutrófico. Presença de cianobactérias potencialmente tóxicas (<i>Woronichinia</i> e <i>Aphanocapsa</i>). Predomínio de espécies tolerantes no zooplâncton. Presença de alta concentração de Cu na água, indicando o uso de algicidas. Presença do dinoflagelado exótico invasor <i>Ceratium</i> .
		Zooplâncton								
		Bentos SL		-	-	-	-	-		
		Bentos P		-	-	-	-	-		
		IVA								
	JQU 00900 (Res. Juqueri)	Fitoplâncton							Regular	Condição regular para a biota aquática. Ambiente oligotrófico. Predomínio de espécies oligo-mesotróficas no zooplâncton. De modo geral as densidades da comunidade fitoplanctônicas não foram elevadas. Presença de gêneros de cianobactérias potencialmente tóxicos <i>Aphanizomenon</i> e <i>Cylindrospermopsis</i> e abundância do picoplantônico <i>Cyanogranis</i> .
		Zooplâncton								
		Bentos SL	-	-			-	-		
		Bentos P	-	-			-	-		
		IVA								
	ACLA 00500 (Res. Águas Claras)	Fitoplâncton	-						Bom	Condição boa para a biota aquática. Ambiente oligotrófico. Fauna da profunda diversificada mas com poucos organismos sensíveis. Presença das espécies exóticas invasoras <i>Corbicula</i> sp e <i>Limnoperna fortunei</i> (mexilhão dourado) que podem comprometer a biodiversidade local. Esta última pode também vir a causar prejuízos econômicos significativos para o sistema de captação. Densidade da comunidade fitoplanctônica e de células de cianobactérias baixas. Abundância do gênero picoplantônico <i>Cyanogranis</i> .
		Bentos P	-	-	-	-	-			
		IVA	-							
10	TIBB 02700 (Res. Barra Bonita)	Fitoplâncton							Ruim	Condição ruim para a biota aquática, tendo ocorrido um evento de mortalidade de peixes em outubro, provavelmente decorrente de queda no oxigênio dissolvido na água. Ambiente eutrófico. Piora das comunidades planctônicas, com predomínio de espécies tolerantes no zooplâncton e aumento da densidade de organismos e de células de cianobactérias no fitoplâncton.
Zooplâncton										
IVA										
13	BROA 02800 (Res. Broa)	Fitoplâncton	-	-	-	-			Bom	Condição boa para a biota aquática. Ambiente mesotrófico. Melhora em relação à comunidade fitoplanctônica, com diminuição das densidades de organismos e do número de células de cianobactérias. Predomínio de gêneros picoplantônicos (<i>Aphanocapsa</i> e <i>Cyanogranis</i>). Presença do dinoflagelado exótico invasor <i>Ceratium</i> . Fauna da profunda diversificada mas com poucos organismos sensíveis.
		Bentos P	-	-	-	-				
		IVA	-	-	-	-				

2 ■ Boa - Águas Claras e Broa
4 ■ Regular - Jacareí, Atibainha, Juqueri e Taiaçupeba (Sistemas Cantareira e Alto Tietê)
4 ■ Ruim - Jaguari (Sist. Cantareira), Guarapiranga (2 pontos) e Barra Bonita
2 ■ Péssima - Billings (corpo central e braço do Taquacetuba)
Bentos: SL = Sublitoral, P = Profunda Diagnóstico “ - ” = Não Avaliado

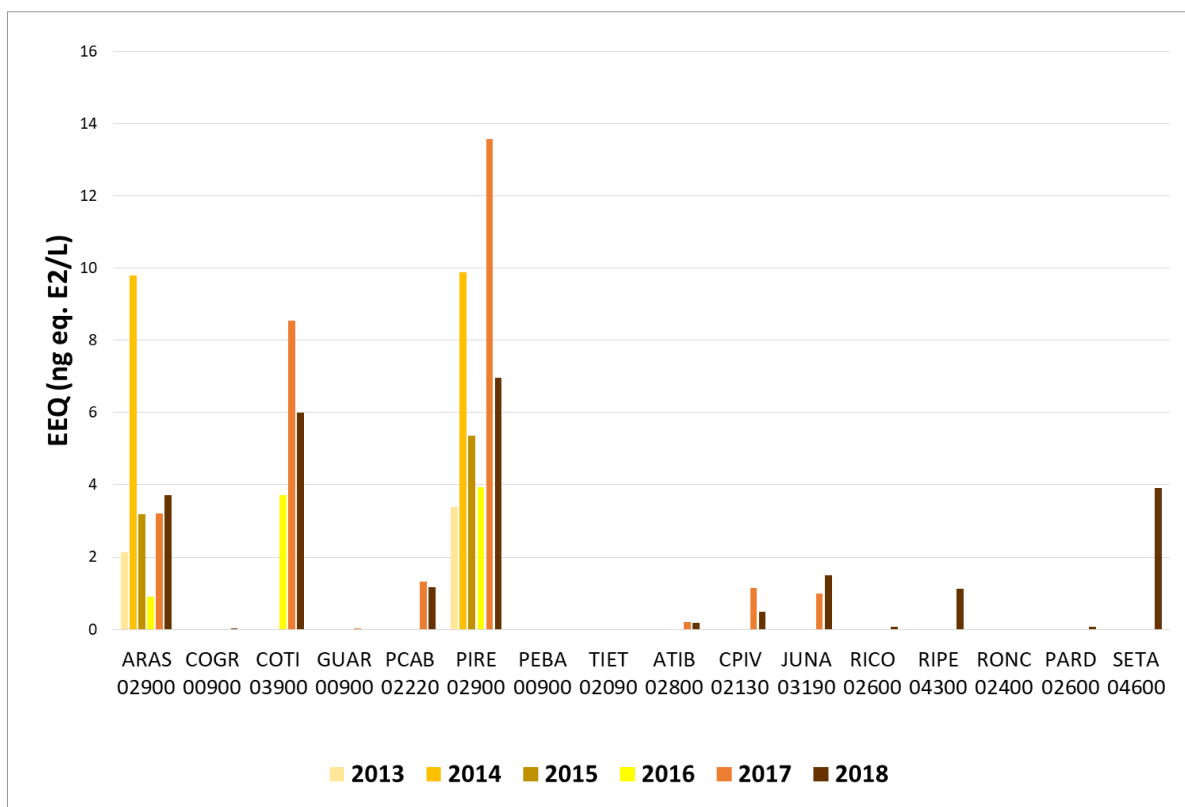
Em dois desses pontos, reservatório de Águas Claras e do Broa, foram observadas condições boas para a biota aquática. Dos 12 pontos avaliados, 4 apresentaram diagnósticos integrados regulares, 4 ruins e 2 péssimos, ambos localizados no reservatório Billings. A principal causa da degradação foi o enriquecimento orgânico decorrente do lançamento de esgotos. Além disso, em sete ambientes foram observadas espécies exóticas invasoras.

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 6.10 apresenta a atividade estrogênica média dos 16 pontos avaliados em 2018 com seu histórico, quando disponível.

Gráfico 6.10 – Atividade estrogênica média nos locais avaliados em 2018.



Em 2018 foi mantido o monitoramento nos pontos monitorados em 2017, com o acréscimo de 5 pontos, nos quais a CETESB realiza o monitoramento de agrotóxicos (RICO 02600, RIPE 04300, RONC 02400, PARD

02600, SETA 04600). Com relação aos anos anteriores (2013 a 2016) apenas os pontos de pior histórico (ARAS 02900, COTI 03900, PIRE 02900) foram mantidos. Os oito pontos incluídos em 2017 (COGR 00900, GUAR 00900, PCAB 02220, PEBA 00900, TIET 02090, ATIB 02800, CPIV 02130, JUNA 03190) apresentaram pouca ou nenhuma atividade estrogênica, indicando boa qualidade dos mananciais com relação a este parâmetro. Já os três pontos monitorados anteriormente continuaram apresentando atividade estrogênica considerável. Em estudos anteriores foi verificado que a atividade estrogênica observada nestes locais está correlacionada à presença de nitrogênio total, sendo um indício de que o ensaio esteja detectando compostos oriundos de esgoto doméstico, como hormônios naturais ou sintéticos, nestes locais. Quanto aos 5 pontos incluídos em 2018, apenas o SETA 04600 (Ribeirão do Sertãozinho) apresentou atividade estrogênica mais elevada, atividade que aumenta nos meses de outubro-dezembro, sendo um resultado compatível com a presença de agrotóxicos carregados por chuvas.

7 • Avaliação por corpo-d'água

A avaliação dos principais corpos hídricos do Estado de São Paulo, em 2018, 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 2013 a 2017. Além disso, para os locais em que existem dados 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 2018 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 2018 com as médias mensais dos cinco anos anteriores, quando disponíveis;
- b. Hidrogramas das vazões médias mensais com identificação das 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.

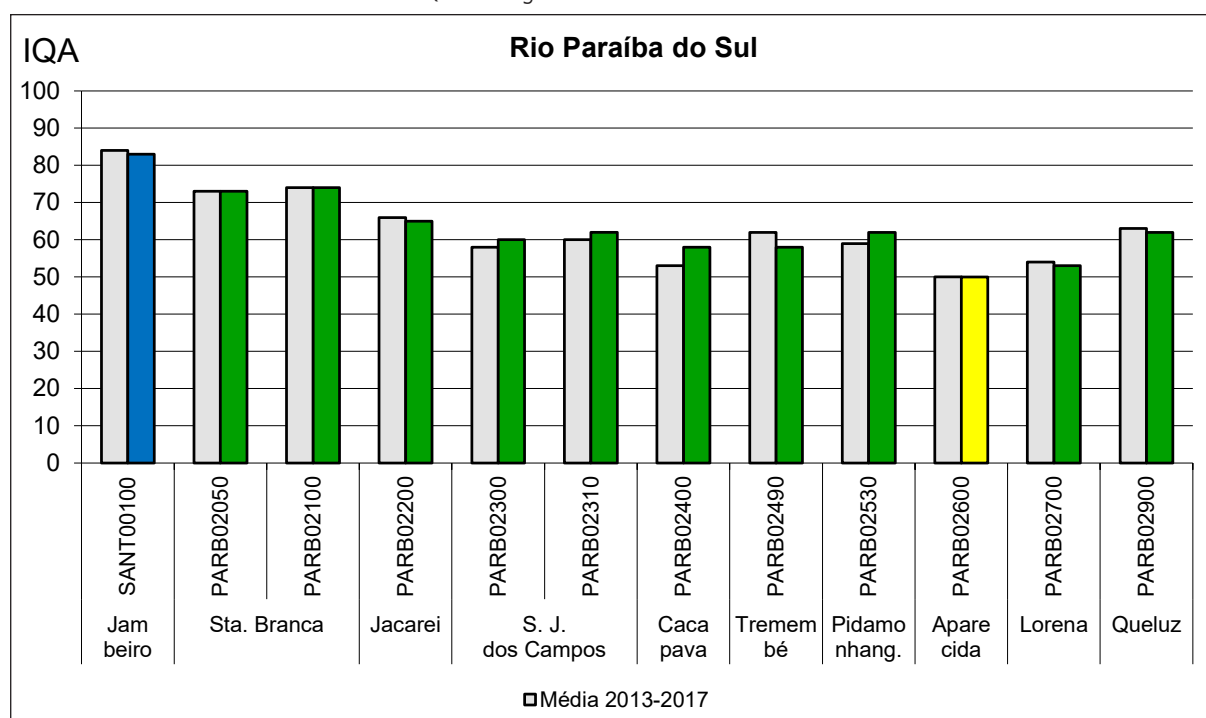
Para cada Estação Automática de Monitoramento da Qualidade das Águas, é apresentado um conjunto de gráficos com as médias horárias das variáveis de qualidade (Condutividade Elétrica, Oxigênio Dissolvido, pH, Temperatura da Água e Turbidez) mais um gráfico com um parâmetro quantitativo (Nível de Água, Vazão e/ou Volume), juntamente com uma análise sucinta do comportamento dessas variáveis ao longo do ano de 2018.

7.1 UGRHI 02 – RIO PARAIBA DO SUL

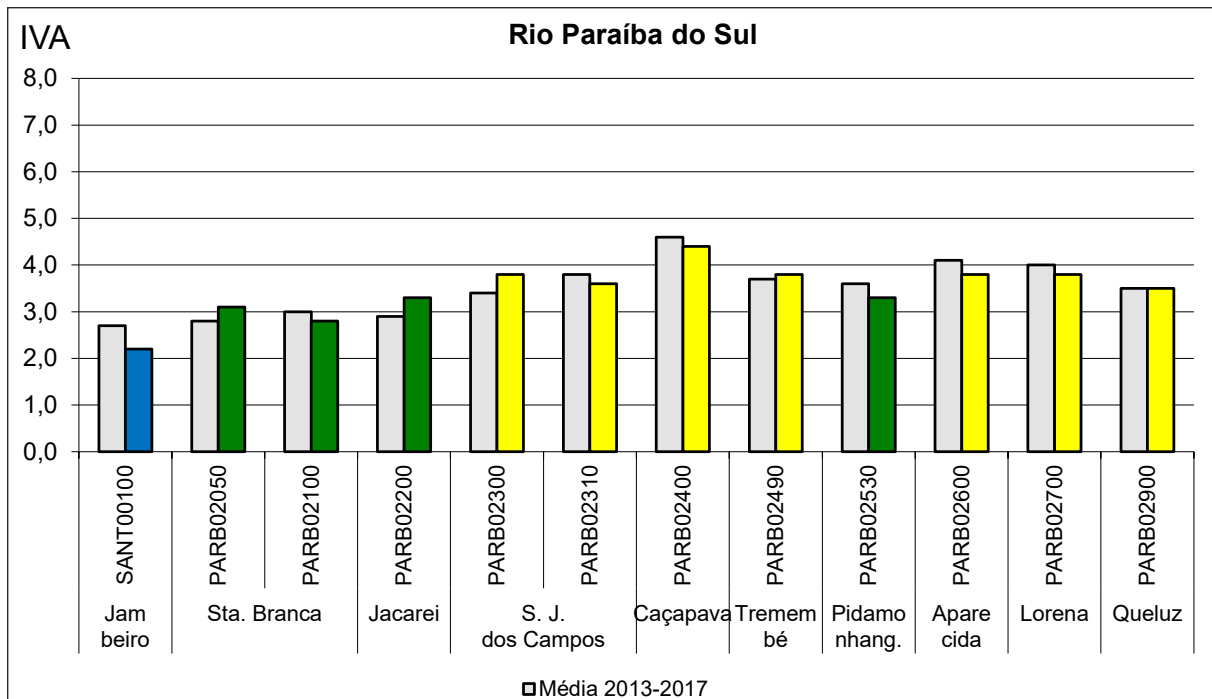
7.1.1 Rio Paraíba do Sul

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 2018, a qualidade deste rio foi similar ao ano anterior, apresentando classificação Ótima no reservatório de Santa Branca, e se mantendo na categoria Boa ao longo de praticamente toda a extensão. A qualidade no trecho a jusante de Aparecida, que é uma das áreas mais urbanizadas da bacia, se manteve na categoria Regular.

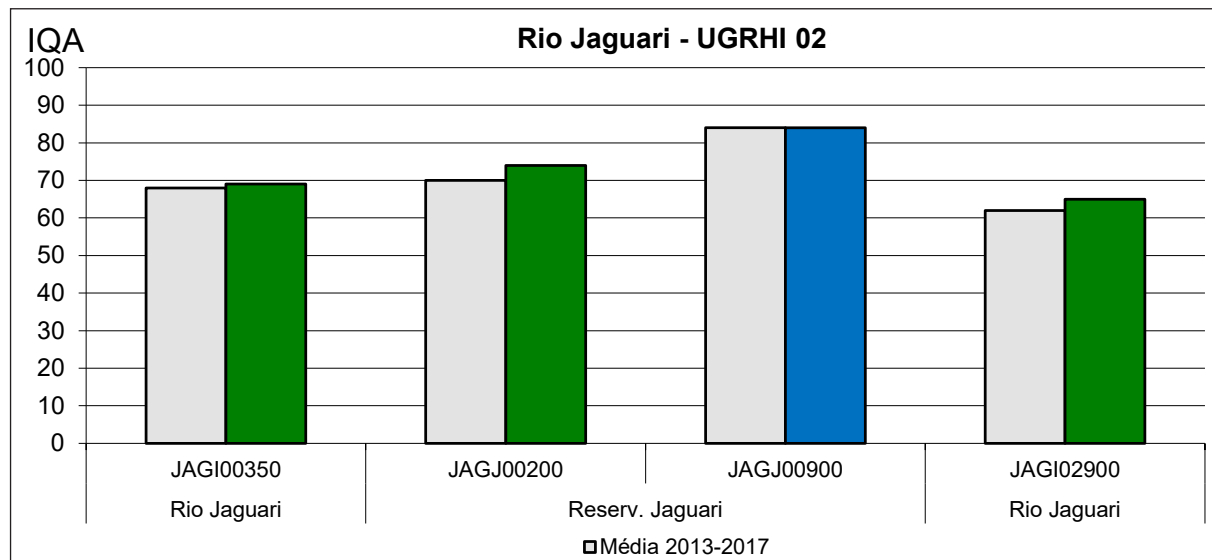
Gráfico 7.1 – Perfil do IQA ao longo do rio Paraíba do Sul em 2018 e nos últimos 5 anos.



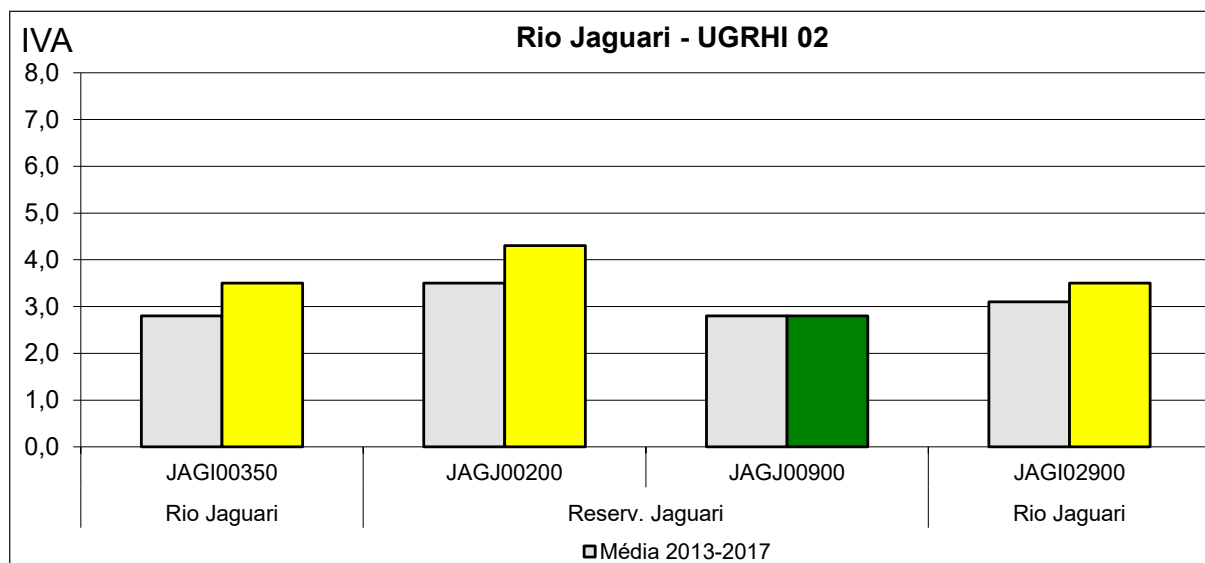
O Gráfico 7.2 apresenta o perfil do IVA médio anual para 11 pontos monitorados no rio Paraíba do Sul em 2018. Verifica-se que a qualidade das águas desse rio, para fins de proteção da vida aquática, foi classificada como Ótima ou Boa nos trechos iniciais e Regular em quase toda a sua extensão, mantendo a qualidade observada no ano anterior. Destaca-se a melhora observada no trecho de Pindamonhangaba, onde o IVA passou para a categoria Boa, devido a melhora nos níveis de Oxigênio Dissolvido e aos resultados negativos para o teste de toxicidade com *C. dubia*.

Gráfico 7.2 – Perfil do IVA ao longo do rio Paraíba do Sul em 2018 e nos últimos 5 anos.

7.1.2 Rio Jaguari – UGRHI 02

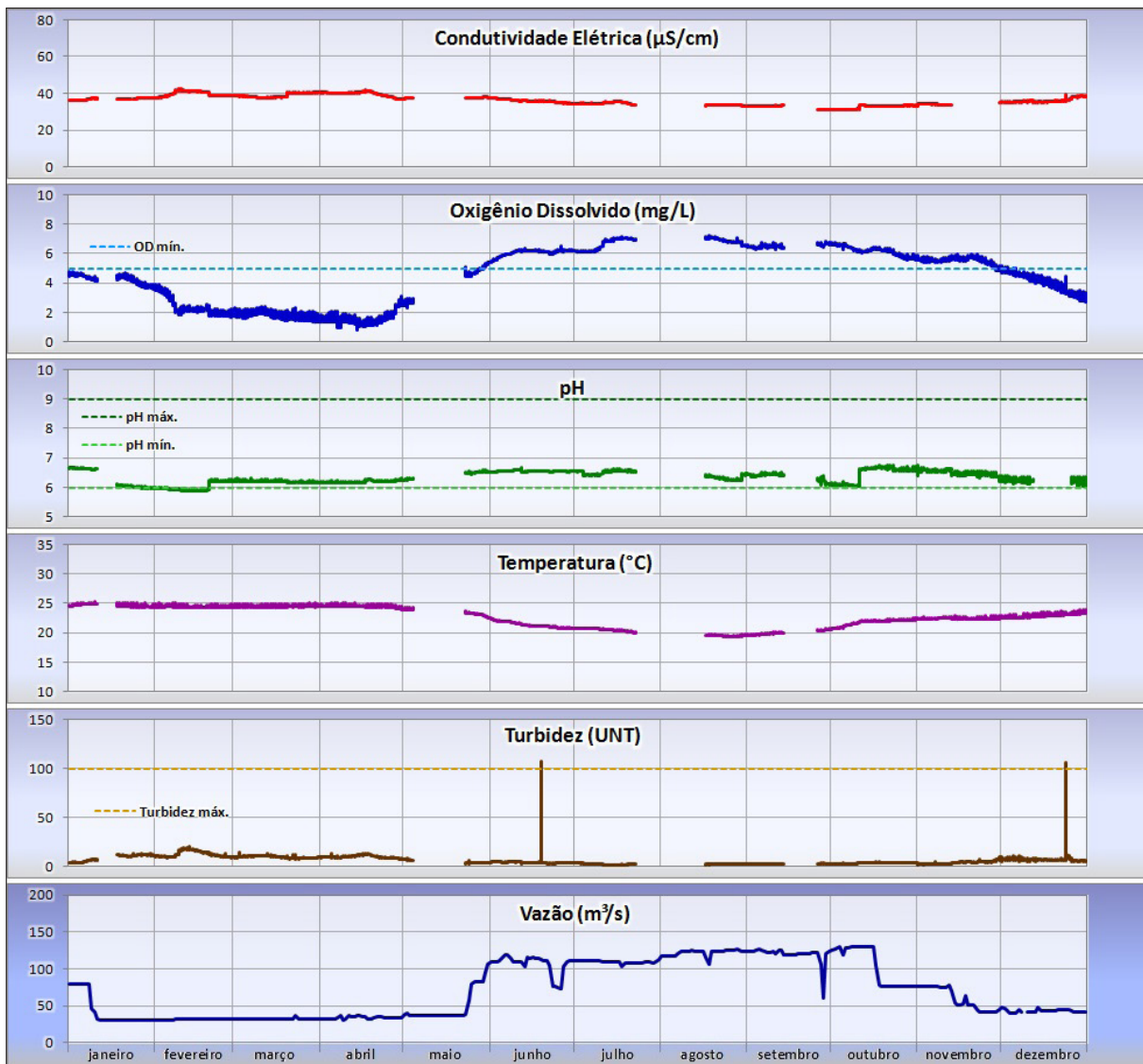
Gráfico 7.3 – Perfil do IQA ao longo do rio Jaguari – UGRHI 02 em 2018 e nos últimos 5 anos.

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. Em 2018, a qualidade da água apresentou classificação Boa a Ótima em todos os pontos, mantendo a qualidade observada no ano anterior.

Gráfico 7.4 – Perfil do IVA ao longo do rio Jaguari – UGRHI 02 em 2018 e nos últimos 5 anos.

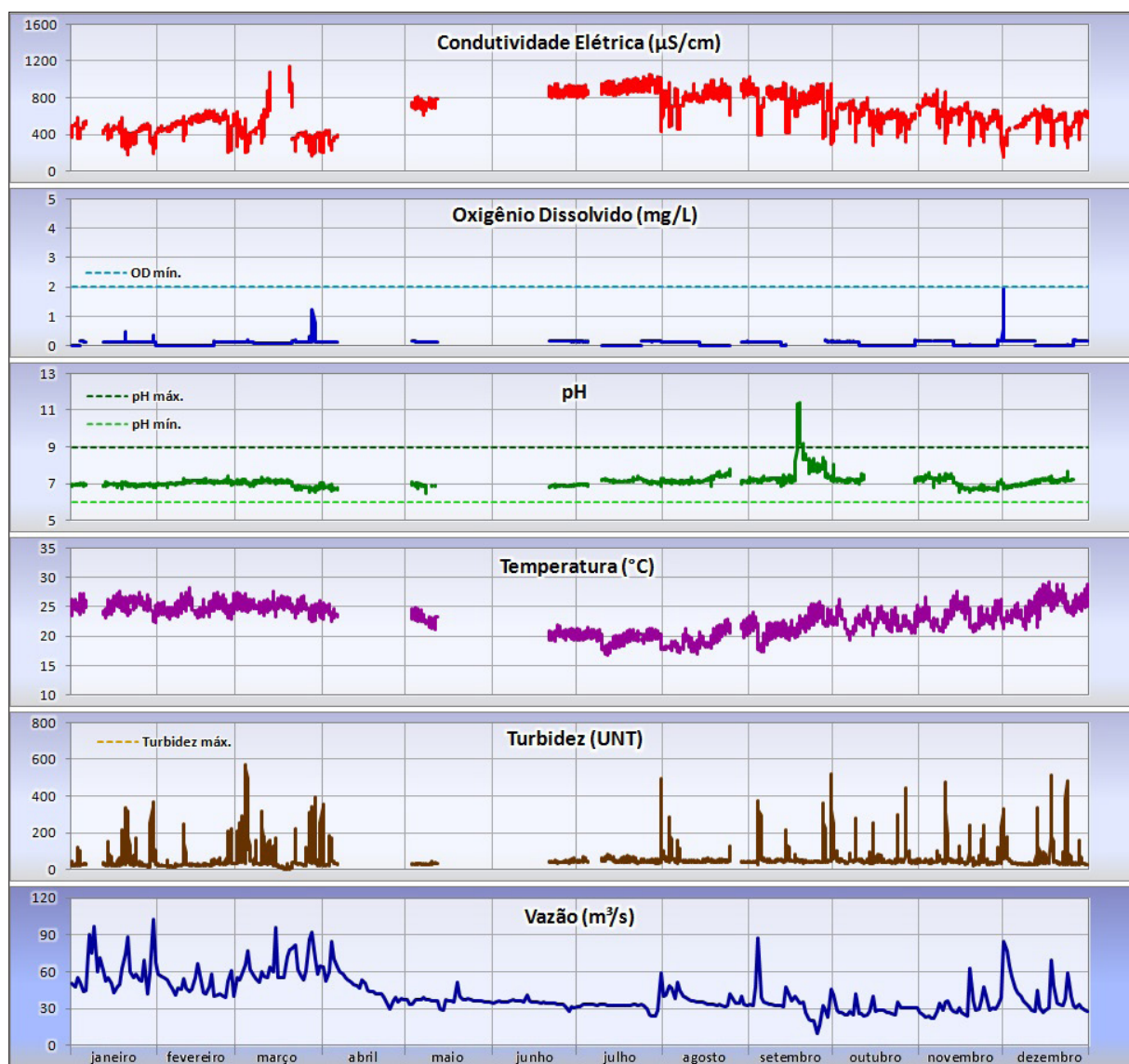
O perfil da média anual do IVA (Gráfico 7.4) apresentou classificação Regular nos pontos de montante e jusante do reservatório, assim como no ponto JAGJ 00200, dentro do trecho inicial do reservatório em Santa Izabel, havendo piora em relação a 2017. A exceção foi o ponto JAGJ 00900, em São José dos Campos, aonde o IVA foi classificado na categoria Boa. A piora da qualidade da água para fins de proteção da vida aquática nesses pontos foi influenciada pela queda nos níveis de Oxigênio Dissolvido e pelo efeito tóxico crônico no teste de toxicidade nas campanhas realizadas na época seca (junho e agosto).

A Figura 7.1 apresenta a evolução dos parâmetros medidos pela Estação Automática Santa Branca em 2018.

Figura 7.1 – Evolução dos parâmetros medidos na Estação Automática Santa Branca de janeiro a dezembro de 2018.

A Estação Automática Santa Branca monitora a qualidade das águas do rio Paraíba do Sul em trecho imediatamente a jusante da barragem da Usina Hidrelétrica de Santa Branca, ou seja, em sua cabeceira. Nesse ponto, onde a vazão é controlada pela Light, os baixos valores de Condutividade e Turbidez demonstram que o curso-d'água é pouco impactado por cargas poluidoras. Em 2018, o Oxigênio Dissolvido atendeu ao padrão de qualidade para rios Classe 2 em 49% do tempo. Os maiores valores de Oxigênio Dissolvido são observados entre os meses de junho e novembro, nos quais a vazão do rio é maior. Os valores de pH atendem ao padrão de qualidade em 92% do tempo.

A Figura 7.2 apresenta a evolução dos parâmetros medidos pela Estação Automática Queluz em 2018.

Figura 7.2 – Evolução dos parâmetros medidos na Estação Automática Queluz de janeiro a dezembro de 2018.

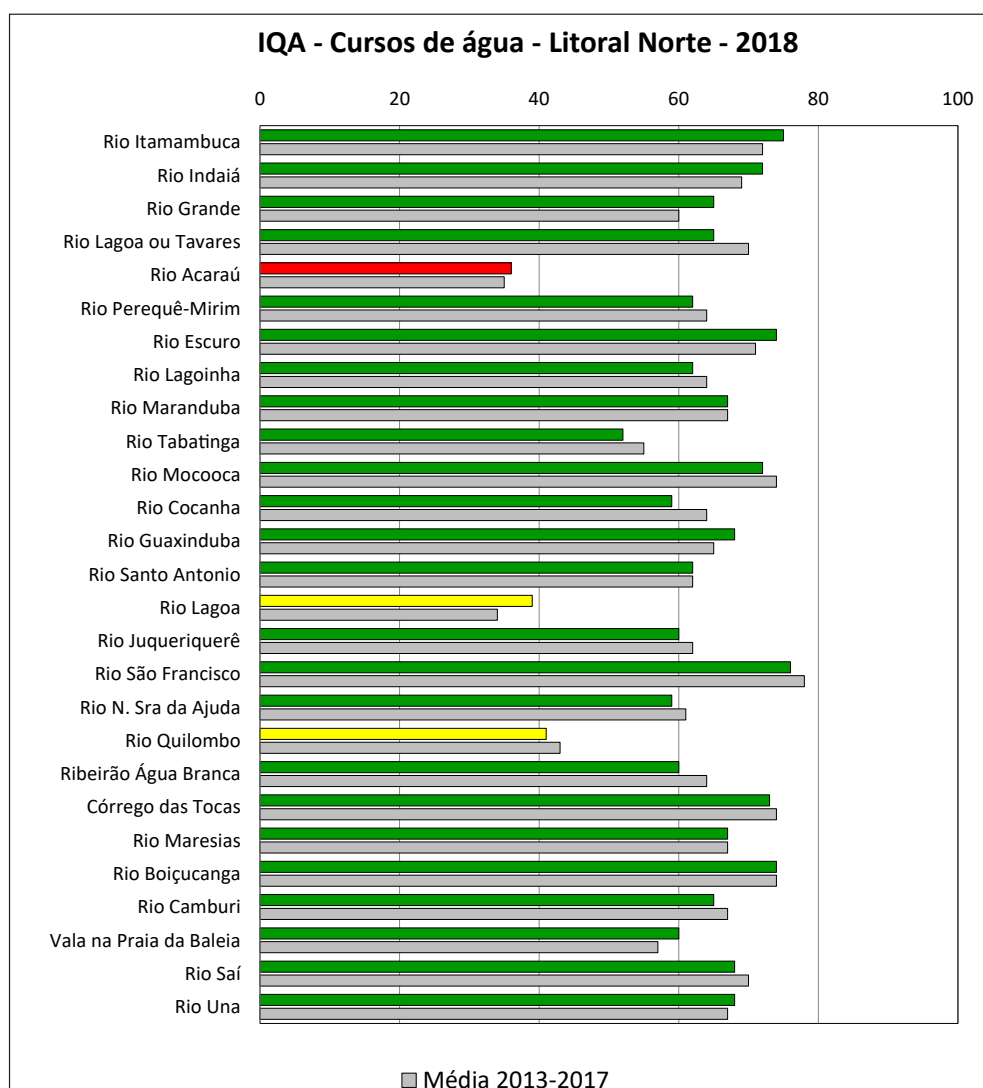
A Estação Automática Queluz monitora a qualidade das águas do rio Paraíba do Sul na saída do Estado de São Paulo em direção ao Estado do Rio de Janeiro. Os valores de Oxigênio Dissolvido e pH atendem ao padrão de qualidade para rios Classe 2 em, respectivamente, 65 e 100% do tempo. A Condutividade Elétrica variou entre 50 e 150 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ao longo do ano, sendo possível verificar que as chuvas promovem a diluição da carga poluidora, uma vez que há diminuição da Condutividade nos períodos de maior vazão. Apesar de atender ao padrão em 95% do tempo, a Turbidez apresenta picos superiores a 300 UNT, coincidentes com os incrementos de vazão, indicativo de que a lixiviação do solo da bacia contribui para o aporte de cargas difusas ao rio.

7.2 UGRHI 03 – LITORAL NORTE

7.2.1 Cursos de água do Litoral Norte

O Gráfico 7.5 apresenta o IQA dos corpos hídricos monitorados na UGRHI 3- Litoral Norte. Dos 27 cursos d'água que deságuam nas praias do Litoral Norte, apenas três não apresentaram qualidade Boa. São eles: rio Acaraú, em Ubatuba, rio Lagoa, em Caraguatatuba e rio Quilombo, em Ilha Bela. O cenário de qualidade observado nesses três pontos vem se mantendo desde 2016. As Classificações Ruim e Regular do IQA foram influenciadas pelo lançamento de esgotos domésticos sem tratamento, originados principalmente de áreas irregularmente ocupadas.

Gráfico 7.5 – Perfil do IQA ao longo dos cursos de água do Litoral Norte em 2018 e nos últimos 5 anos.



A falta de rede de drenagem municipal associada a ocupações irregulares, além de lançamentos irregulares e o uso inadequado de fossas sépticas, representam os maiores problemas, 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 o esgotamento sanitário das áreas 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 – UGRHIs 04 e 12

O Gráfico 7.6 apresenta o IQA para os pontos localizados ao longo da calha do rio Pardo em 2018. A qualidade das águas nesse rio manteve-se na classificação Boa e Ótima do IQA, mantendo a qualidade observada em 2017.

Gráfico 7.6 – Perfil do IQA ao longo do rio Pardo – UGRHIs 04 e 12 em 2018 e nos últimos 5 anos.

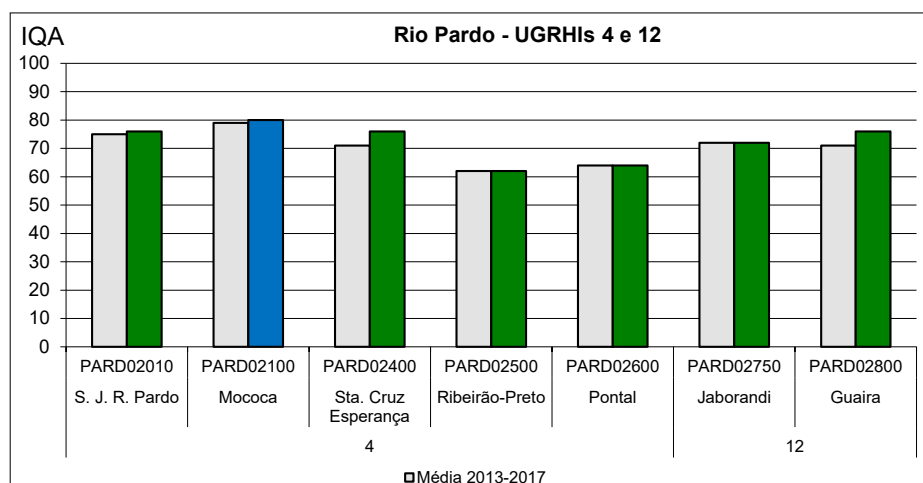
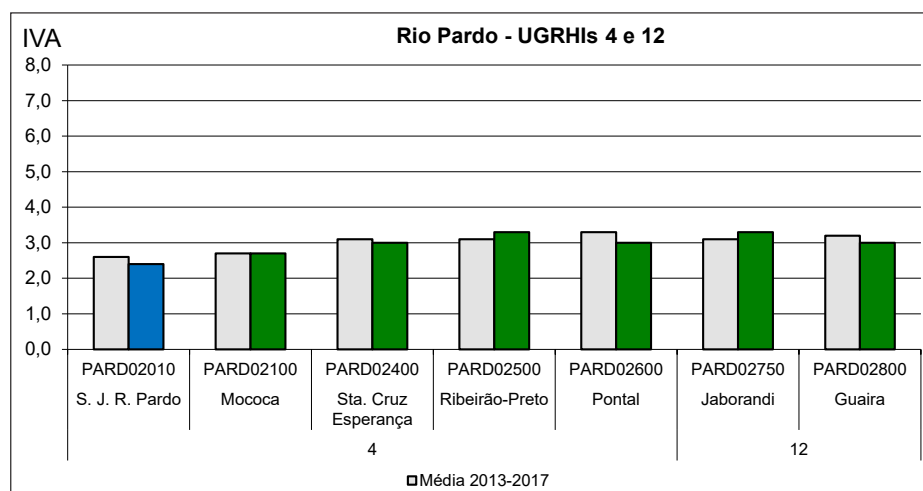


Gráfico 7.7 – Perfil do IVA ao longo do rio Pardo – UGRHIs 04 e 12 em 2018 e nos últimos 5 anos.



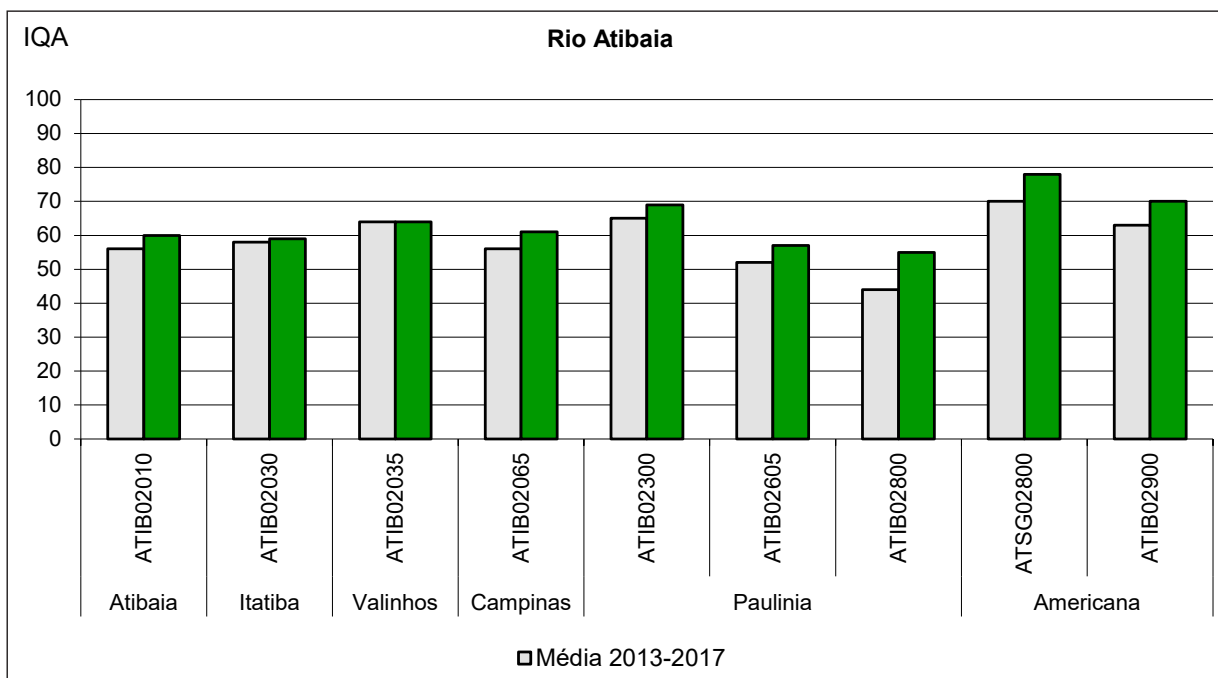
Esse rio apresentou melhora no perfil do IVA em relação ao observado em 2017 (Gráfico 7.7), nos trechos de Santa Cruz da Esperança e Guaíra que passaram para a categoria Boa, principalmente devido ao aumento nos níveis de Oxigênio Dissolvido. Os demais trechos se mantiveram na categoria Boa ou Ótima, mantendo a classificação de 2017.

7.4 UGRHI 05 – PIRACICABA / JUNDIAI / CAPIVARI

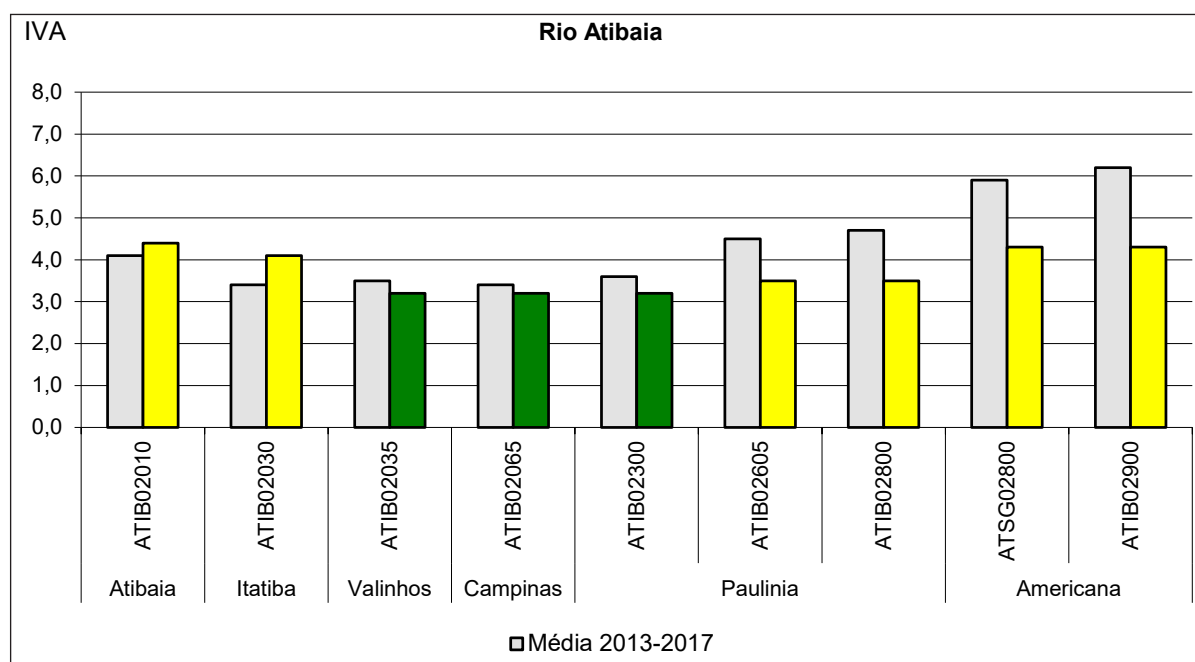
7.4.1 Rio Atibaia

O rio Atibaia apresentou classificação na categoria Boa em todo o seu trecho (Gráfico 7.8), inclusive no trecho a montante do reservatório de Salto Grande (ATIB 02800), indicando melhora devido ao aumento nos níveis de Oxigênio Dissolvido e queda nas concentrações de DBO. No reservatório de Salto Grande (ATSG 02800), o IQA apresentou classificação na categoria Boa, havendo melhora em relação à média histórica.

Gráfico 7.8 – Perfil do IQA ao longo do rio Atibaia em 2018 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, em 2018, melhora no trecho em Americana, que inclui os pontos a montante do reservatório de Salto Grande e dentro de corpo hídrico. Essa melhora foi influenciada pelas variáveis Ecotoxicidade e Oxigênio Dissolvido, que apresentaram baixa frequência de resultados não conformes nesses dois pontos.

Gráfico 7.9 – Perfil do IVA ao longo do rio Atibaia em 2018 e nos últimos 5 anos.

O tratamento integrado da qualidade com a vazão média diária foi realizado para o Posto Acima Paulínia (4D-009) e para o ponto ATIB 02300, ambos em Paulínia. O ponto ATIB 02300 foi selecionado, uma vez que se situa próximo ao trecho final do rio Atibaia e recebe boa parte das contribuições dos centros urbanos.

As cargas de DBO e de Fósforo Total foram calculadas pela multiplicação da vazão média diária pela concentração da amostra coletada (Gráfico 7.10 e Gráfico 7.11).

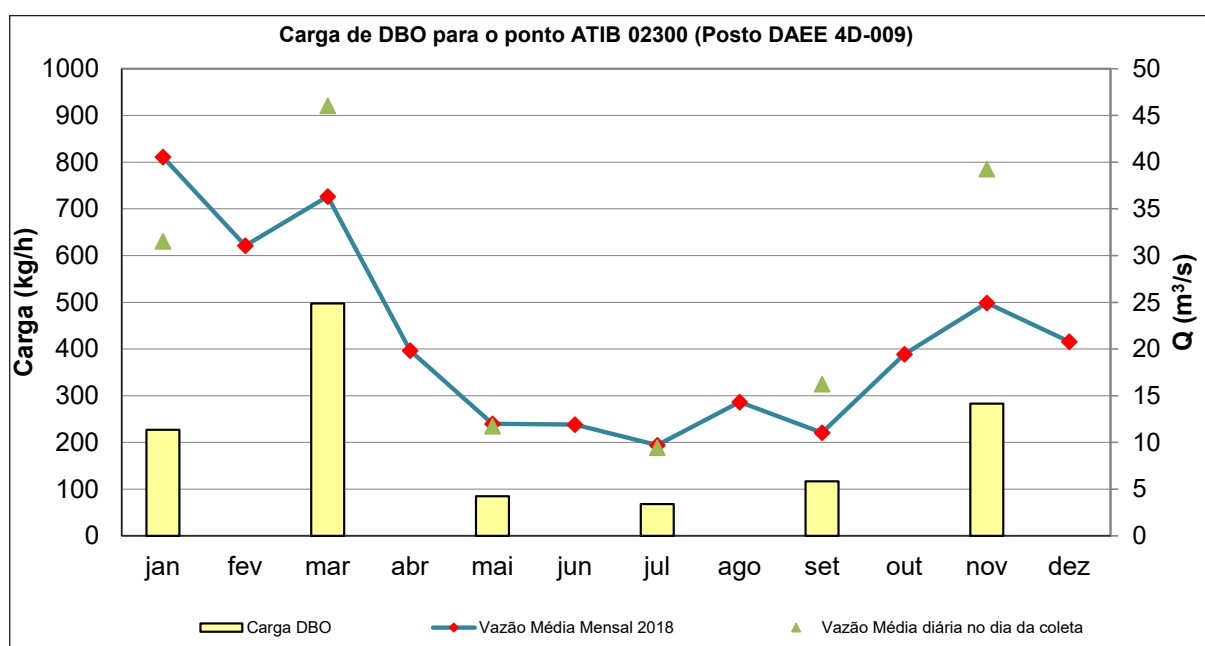
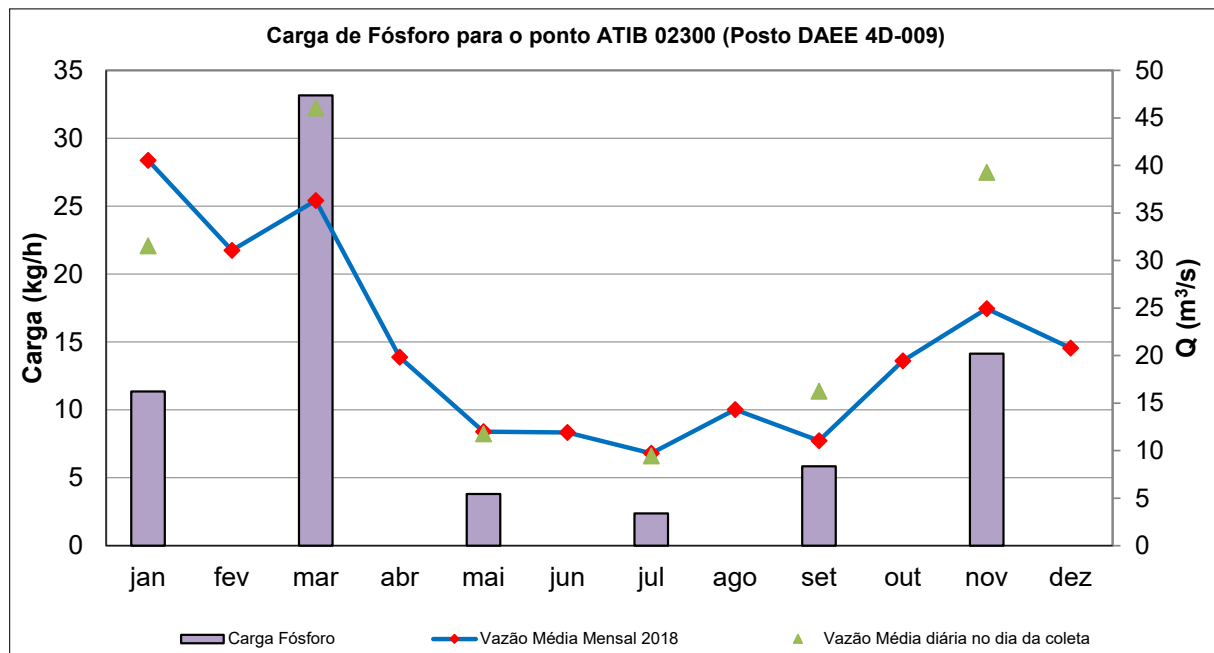
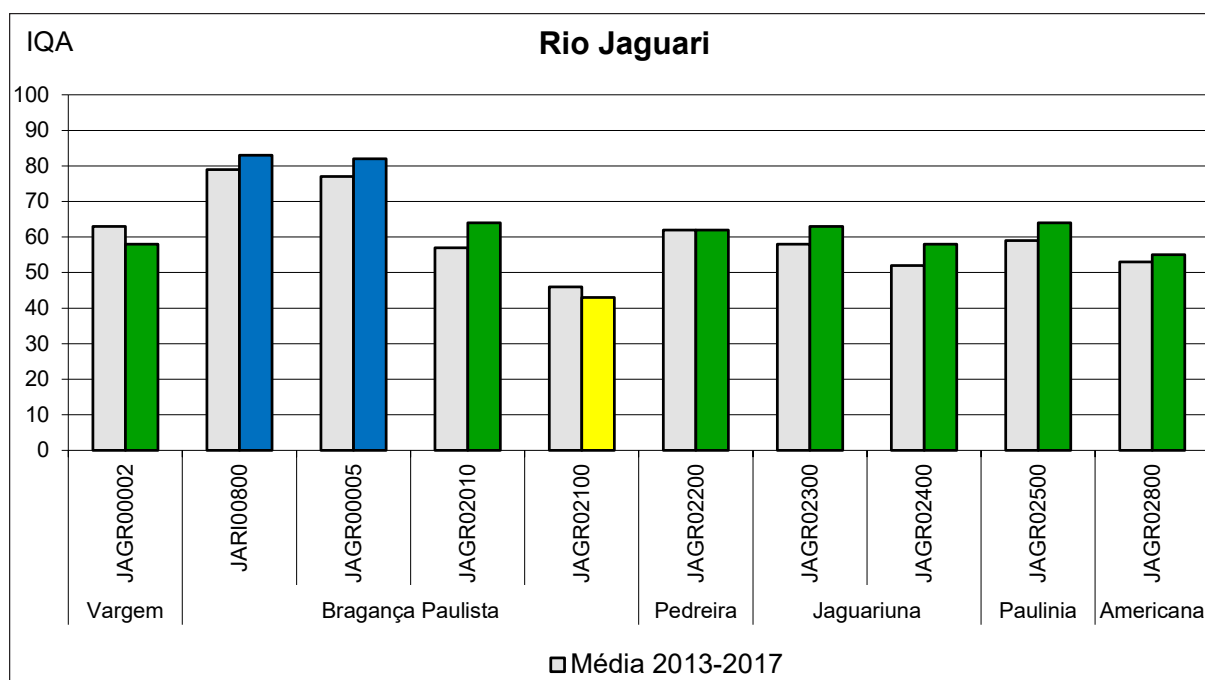
Gráfico 7.10 – Carga de DBO em 2018 no ponto ATIB02300.

Gráfico 7.11 – Carga de Fósforo em 2018 no ponto ATIB02300.

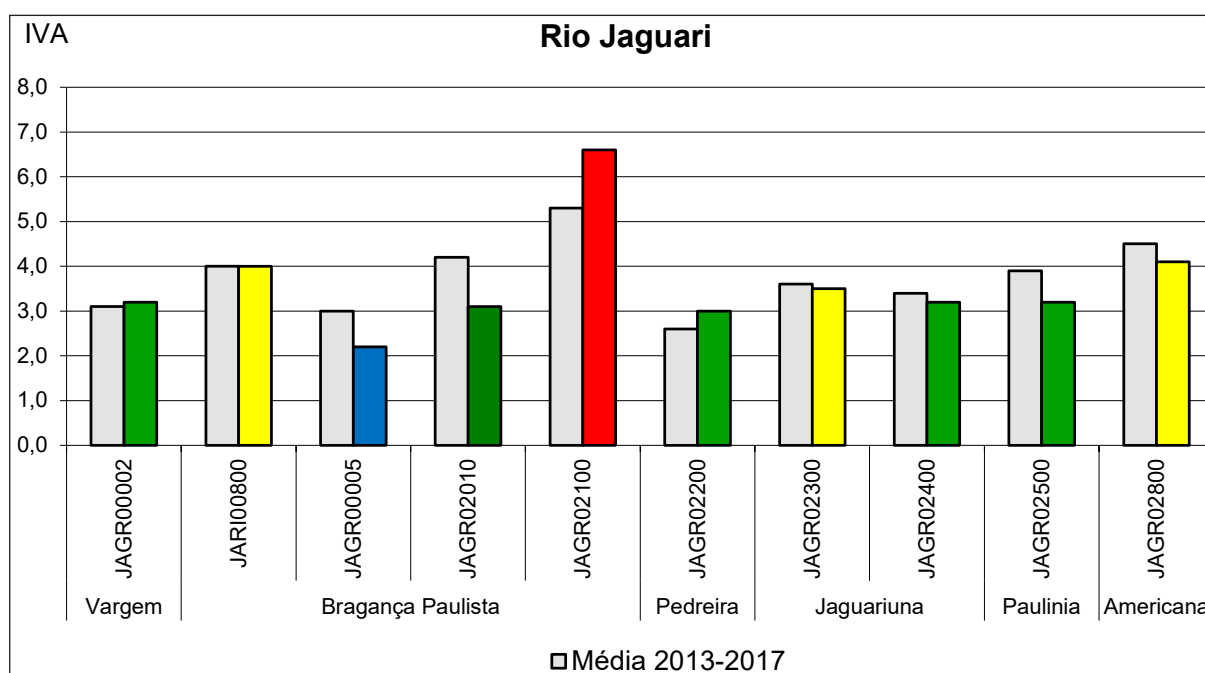
Destaca-se que as vazões médias diárias foram próximas às vazões média mensais, com exceção do mês de março e novembro, quando a vazão média diária no dia da coleta (28.11.2018) estava acima da média mensal. Consequentemente, as cargas estimadas para a DBO e o Fósforo acompanharam o comportamento das vazões ao longo do ano, com exceção do mês de novembro, indicando que a carga transportada é influenciada por aportes de origem difusa nos meses chuvosos, mantendo uma carga de base (de origem pontual) nos meses secos. Ressalta-se que municípios localizados na bacia do rio Atibaia, com carências nos sistemas de coleta e tratamento de esgotos, a exemplo de Atibaia, Bom Jesus dos Perdões e Nazaré Paulista, podem contribuir com uma parcela expressiva da carga de DBO e Fósforo Total que aporta no rio Atibaia no período chuvoso, o que também pode ser caracterizado como carga difusa.

7.4.2 Rio Jaguari

O rio Jaguari manteve a classificação Boa pelo IQA em praticamente toda a sua extensão (Gráfico 7.12), exceto no trecho a jusante da confluência com o ribeirão Lavapés (JAGR 02100), cuja qualidade se mostra alterada pela presença de carga orgânica. Este trecho sofreu piora da qualidade em relação a 2017, passando para a categoria Regular.

Gráfico 7.12 – Perfil do IQA ao longo do rio Jaguari em 2018 e nos últimos 5 anos.

O Gráfico 7.13 apresenta o perfil do IVA do rio Jaguari em 2018. Houve melhora no trecho a jusante do reservatório, que passou para a categoria Ótima. No trecho a jusante da confluência com o ribeirão Lavapés (JAGR 02100), houve piora da qualidade que passou para a categoria Ruim devido aos baixos níveis de Oxigênio Dissolvido registrados em todas as amostras coletadas ao longo do ano. A classificação Regular nos trechos em Jaguariúna e Americana foi devida aos baixos níveis de Oxigênio Dissolvido verificado nas campanhas realizadas na época seca.

Gráfico 7.13 – Perfil do IVA ao longo do rio Jaguari em 2018 e nos últimos 5 anos.

No rio Jaguari, o tratamento integrado da qualidade com a quantidade também foi realizado para o Posto Foz do Jaguari (4D-013) e o ponto JAGR 02800, em Americana, uma vez que representa as características do rio Jaguari em seu trecho final. As cargas de DBO e Fósforo Total foram 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 2018, no Ponto JAGR 02800.

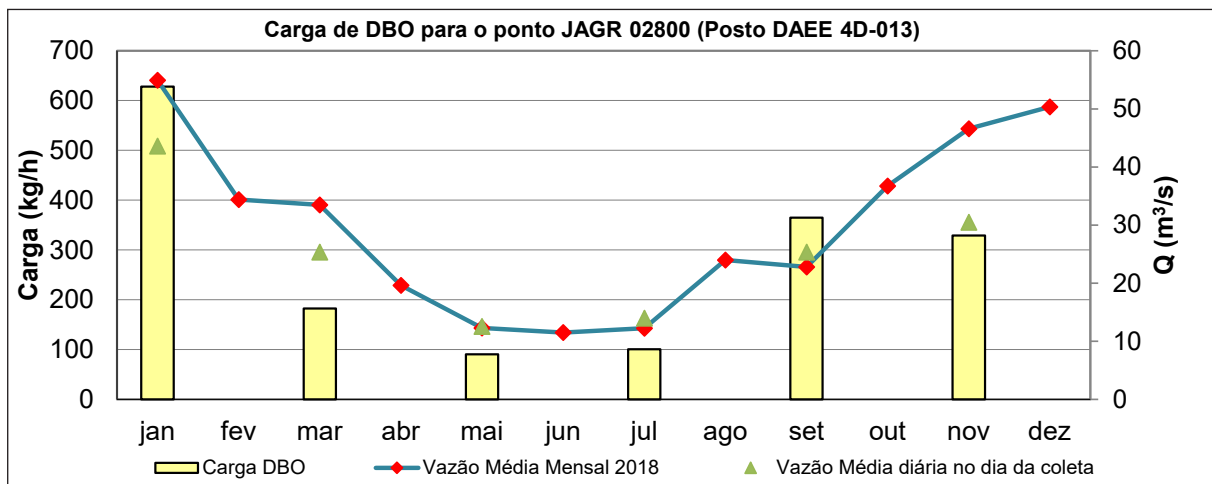
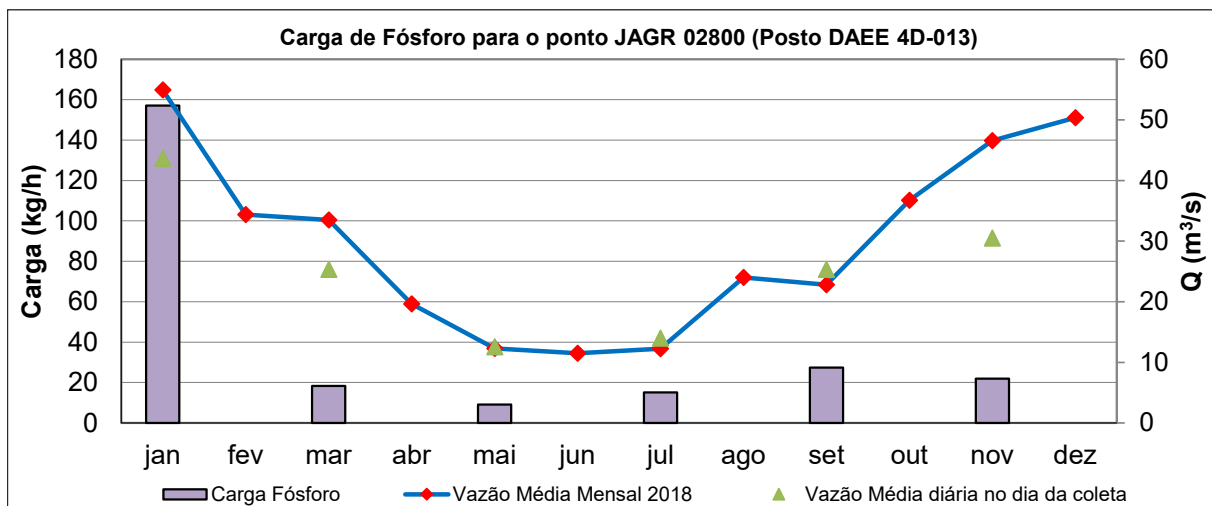


Gráfico 7.15 – Vazões e carga de Fósforo em 2018, no Ponto JAGR 02800.

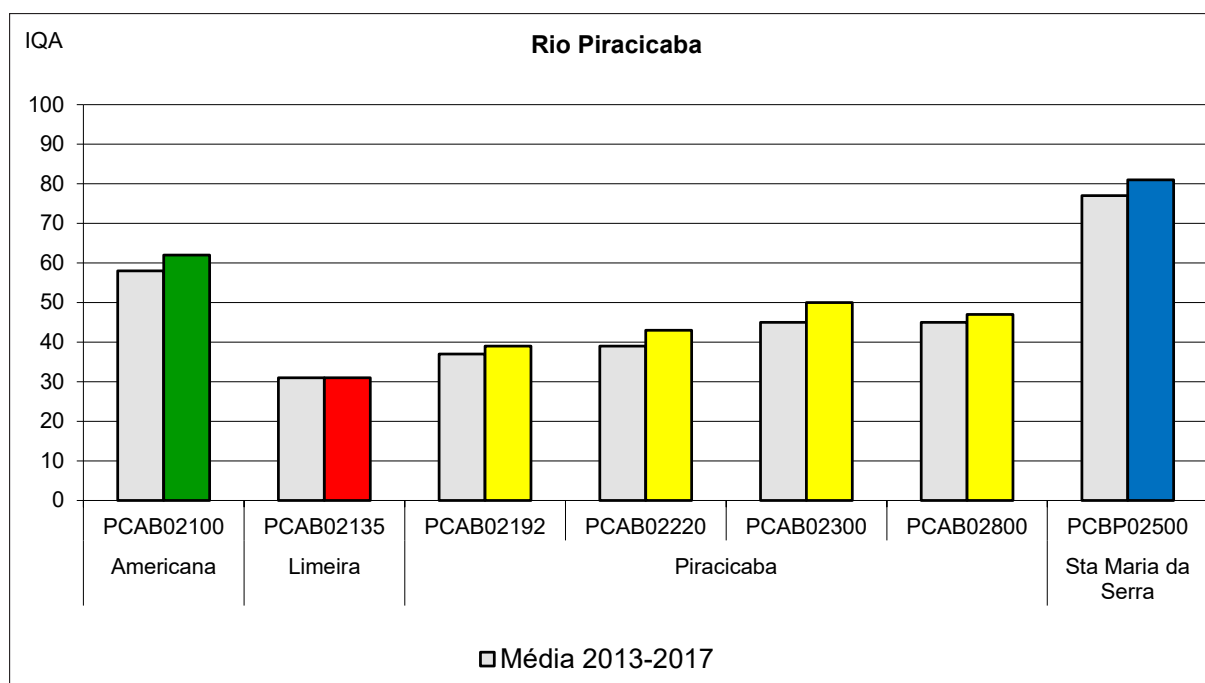


As vazões médias mensais foram próximas às médias diárias nos dias de coleta, com exceção do mês de novembro, quando a média mensal foi superior à média diária. Consequentemente, as vazões utilizadas para o cálculo das cargas de DBO e Fósforo não refletiram o volume das vazões apenas nesse mês. Os resultados mostraram, no entanto, que as cargas estimadas para a DBO e o Fósforo acompanharam o comportamento das vazões ao longo do ano, com exceção dos meses de março e novembro (para o Fósforo), indicando que a carga transportada é influenciada por aportes de origem difusa nos meses chuvosos, mantendo uma carga de base (de origem pontual) nos meses secos. Ressalta-se que municípios localizados nas bacias dos rios Jaguari e Camanduaia com carências nos sistemas de coleta e tratamento de esgotos, a exemplo de Amparo, Monte Alegre do Sul, Arthur Nogueira e Cosmópolis, podem contribuir com uma parcela expressiva da carga de DBO e Fósforo Total que aporta nos rios Jaguari e Camanduaia no período chuvoso, o que também pode ser caracterizado como carga difusa.

7.4.3 Rio Piracicaba

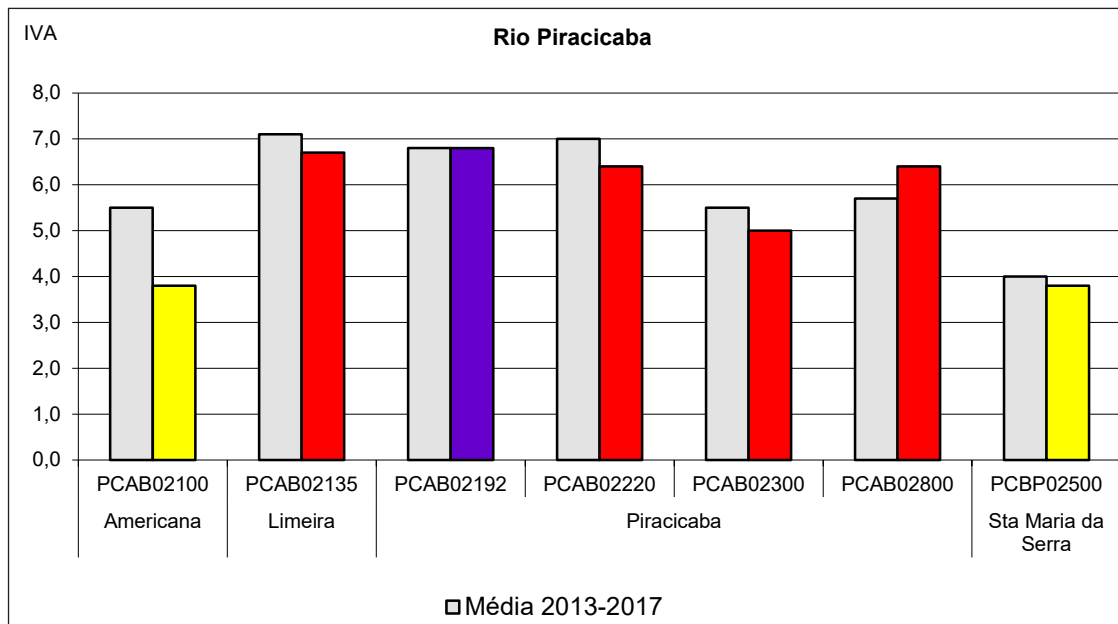
Em 2018, a qualidade do rio Piracicaba manteve-se similar a do ano anterior. A qualidade, que é Boa a jusante do reservatório de Salto Grande, piora expressivamente no trecho em Limeira devido às contribuições oriundas dos ribeirões Tatu e Quilombo, que recebem a carga orgânica remanescente dos municípios de Limeira e Sumaré, respectivamente. A qualidade se mantém na categoria Regular no trecho em Piracicaba, e melhora no braço em Sta. Maria da Serra devido a processos de autodepuração em função do represamento em Barra Bonita. (Gráfico 7.16).

Gráfico 7.16 – Perfil do IQA ao longo do rio Piracicaba em 2018 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 apontou melhora no trecho em Americana, que passou para a categoria Regular. A qualidade piora nos trechos em Limeira e, sobretudo, em Piracicaba devido ao aporte de carga orgânica dos ribeirões Tatu e Quilombo, que acarretou reduções pronunciadas nos níveis de Oxigênio Dissolvido nesses dois trechos ao longo do ano. A melhora do IVA ocorre no trecho em Sta. Maria da Serra devida a elevação dos níveis de OD em função do desenvolvimento de biomassa algal no início do trecho represado.

Gráfico 7.17 – Perfil do IVA ao longo do rio Piracicaba em 2018 e nos últimos 5 anos.



No rio Piracicaba, o tratamento integrado da qualidade com a quantidade também foi realizado para o Posto Artemis (4D-007) e o ponto PCAB 02800, localizado próximo à sua foz no reservatório de Barra Bonita. As cargas de DBO e Fósforo Total foram calculadas pela multiplicação da vazão média diária pela concentração no instante da medição (Gráfico 7.18 e Gráfico 7.19 respectivamente).

Gráfico 7.18 – Vazões e carga de DBO em 2018 no ponto PCAB02800.

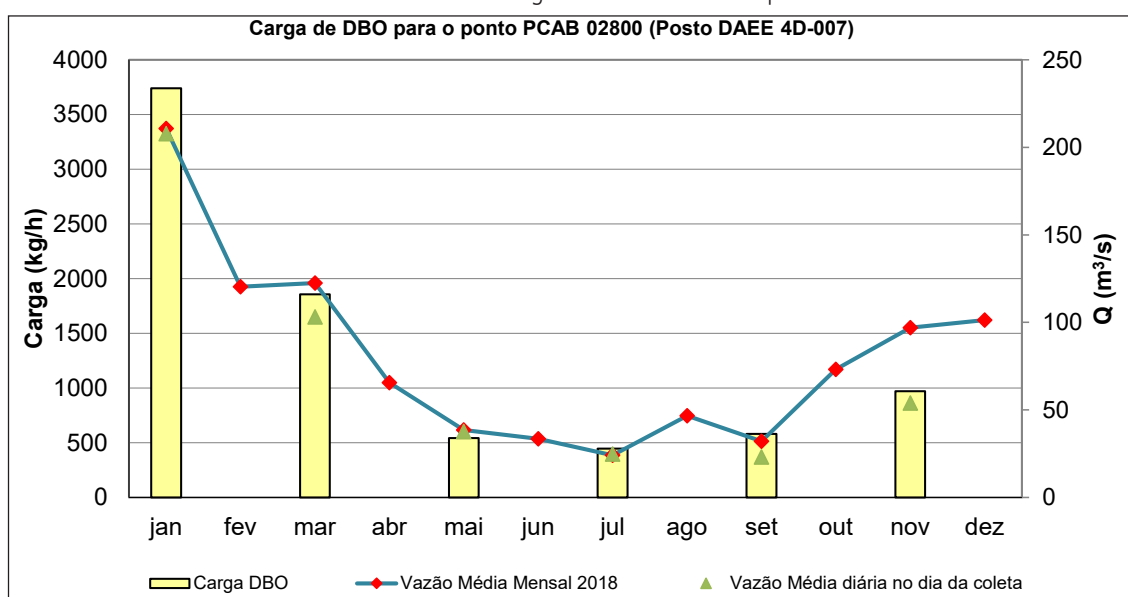
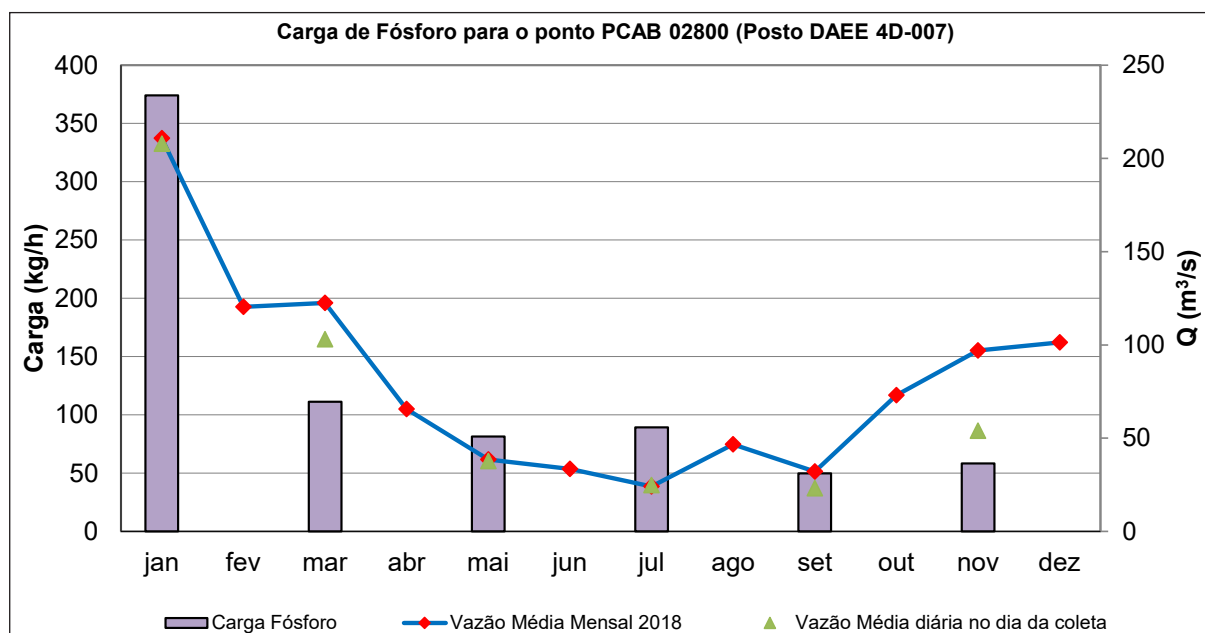
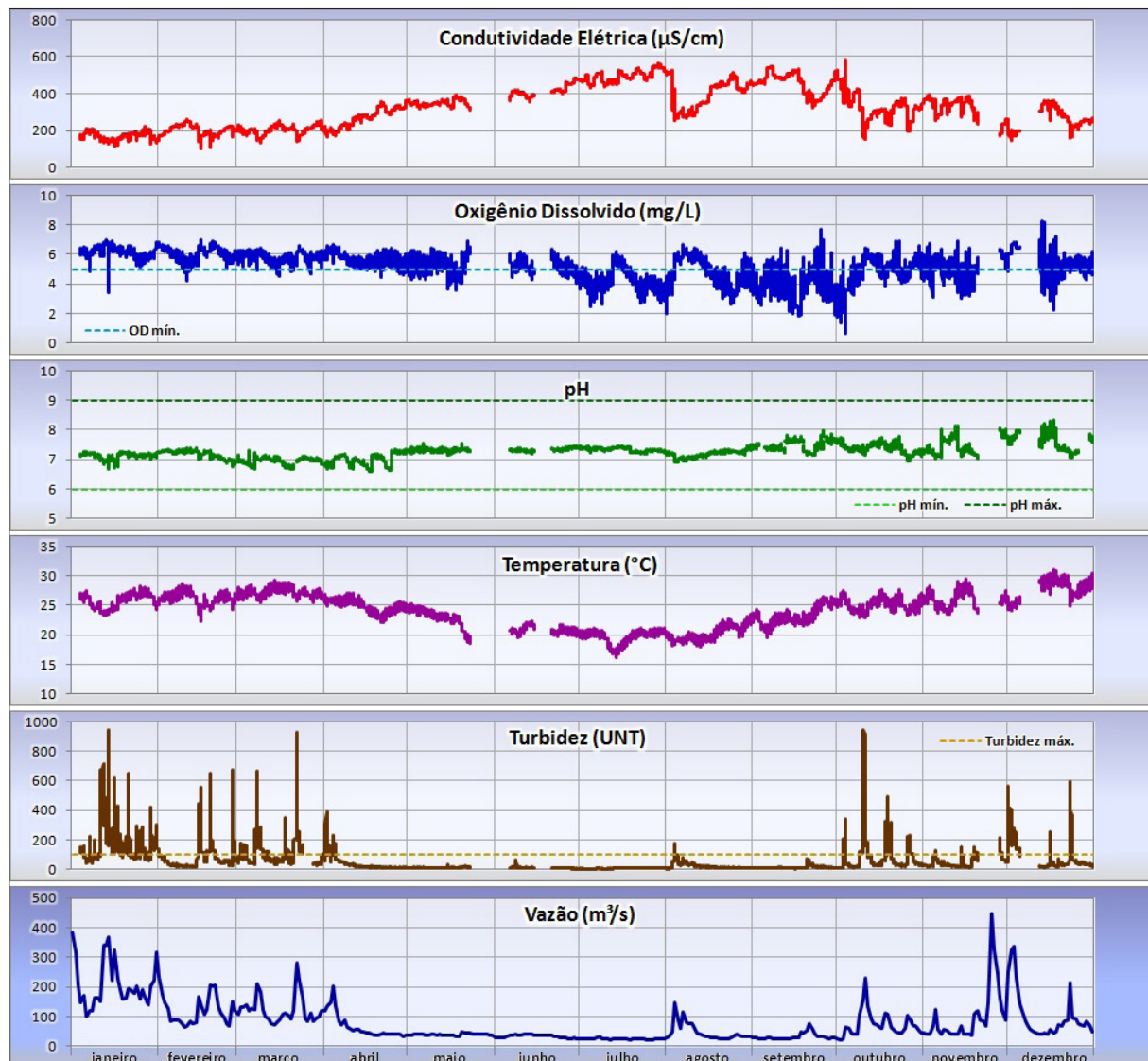


Gráfico 7.19 – Vazões e carga de Fósforo em 2018 no ponto PCAB02800.

As vazões médias mensais foram próximas às médias diárias nos dias de coleta, com exceção do mês de novembro, quando a média mensal foi superior à média diária. A maior vazão foi medida no mês de janeiro, resultando em cargas maiores de DBO e Fósforo, o que reflete a importância da contribuição das cargas de origem difusa. Nos meses secos de maio, e, sobretudo, setembro, a carga estimada foi menor, refletindo contribuições de origem pontual, a partir do lançamento de esgotos domésticos nos rios de sua bacia de drenagem.

Ressalta-se que municípios localizados na bacia do rio Piracicaba com carências nos sistemas de coleta e tratamento de esgotos, a exemplo de Americana, Cordeirópolis, Rio Das Pedras, Santa Bárbara do Oeste e Sumaré podem contribuir com uma parcela expressiva da carga de DBO e Fósforo Total que aporta no rio Piracicaba no período chuvoso, o que também pode ser caracterizado como carga difusa.

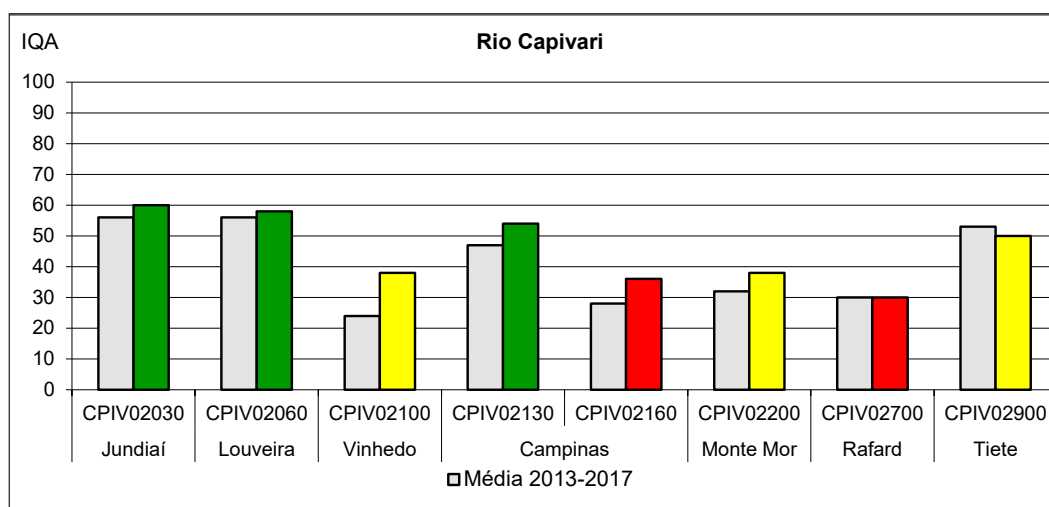
A Figura 7.3 apresenta a evolução dos parâmetros medidos pela Estação Automática Piracicaba em 2018.

Figura 7.3 – Evolução dos parâmetros medidos pela Estação Automática Piracicaba de janeiro a dezembro de 2018.

A Estação Automática Piracicaba determina a qualidade das águas de um dos mais importantes afluentes do rio Tietê, o rio Piracicaba, a jusante da cidade de Piracicaba e da foz do rio Corumbataí. O Oxigênio Dissolvido atende o padrão de qualidade estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/05 para rios Classe 2 em 65% do tempo, mas apresenta valores próximos de zero. A Condutividade aumenta no período de vazões mais baixas, atingindo valores superiores a 400 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Mesmo com a variabilidade nesses dois parâmetros, é possível observar uma tendência à diminuição da Condutividade Elétrica à medida que o Oxigênio Dissolvido aumenta. Apesar de atender ao padrão em 74% do tempo, a Turbidez apresentou picos de mais de 800 UNT, geralmente coincidentes com aumentos na vazão do rio. Isso indica que a lixiviação do solo da bacia contribui para o aporte de cargas difusas.

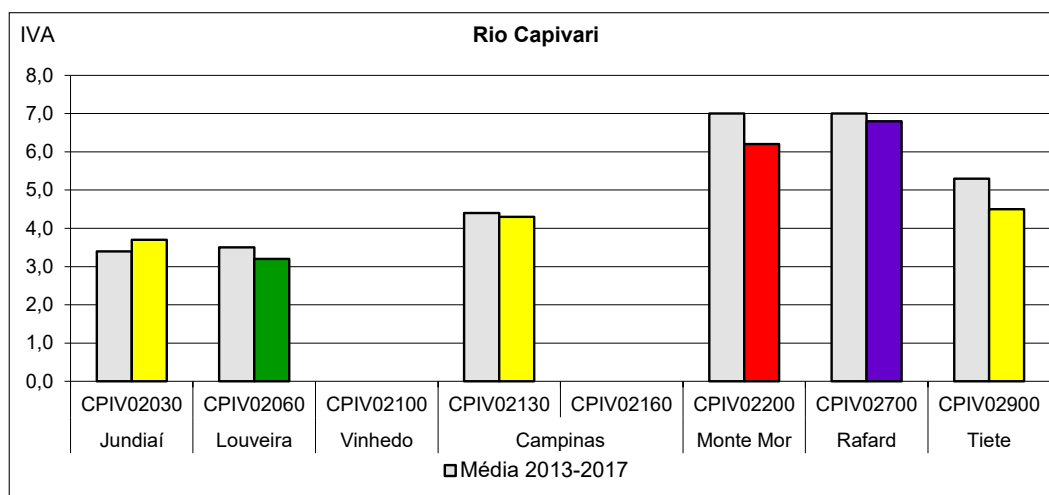
7.4.4 Rio Capivari

Gráfico 7.20 – Perfil do IQA ao longo do rio Capivari em 2018 e nos últimos 5 anos.



O Gráfico 7.20 apresenta o perfil do IQA ao longo do rio Capivari, que não se alterou significativamente em relação ao ano anterior. A diferença foi o trecho em Vinhedo, onde houve melhora do IQA, que passou para a categoria Regular. 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 ao lançamento da carga orgânica remanescente oriunda desses municípios, principalmente de Campinas.

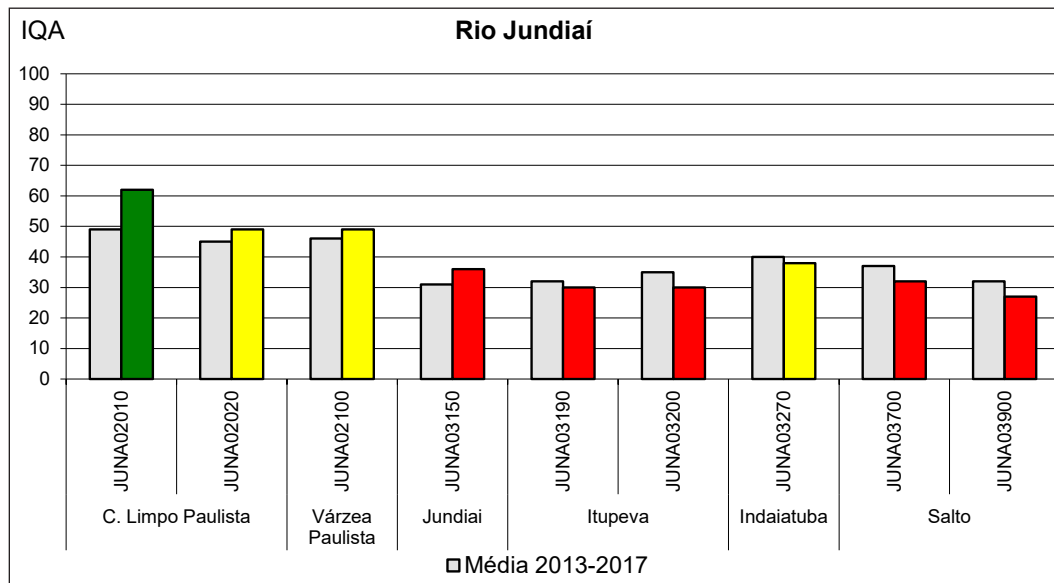
Gráfico 7.21 – Perfil do IVA ao longo do rio Capivari em 2018 e nos últimos 5 anos.



O perfil do IVA nesse rio (Gráfico 7.21) indicou piora em relação a 2017, nos trechos em Jundiaí, Campinas, Monte Mor e Rafard, que passaram para as categorias Regular (Jundiaí e Campinas) e Péssima (Rafard) devido, sobretudo, à influência do grau de trofia (mesotrófico a hipereutrófico). Nos trechos em Monte Mor e Rafard, o IVA também foi influenciado pelos baixos níveis de OD e presença de surfactantes em algumas campanhas do ano. Ressalta-se que o IVA não foi calculado nos pontos CPVI 02100 e 02160 devido ao histórico de baixos níveis de OD.

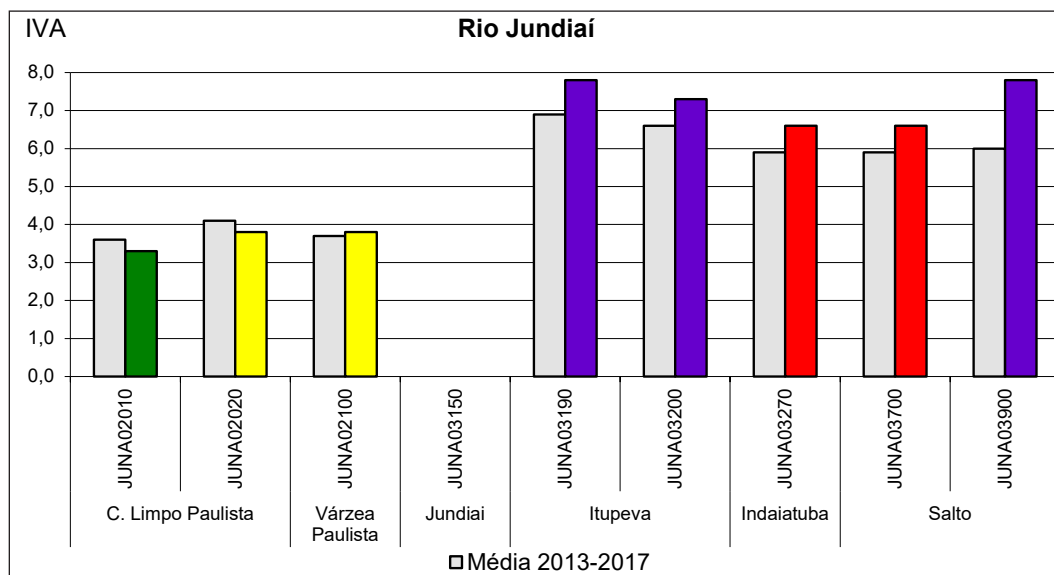
7.4.5 Rio Jundiáí

Gráfico 7.22 – Perfil do IQA ao longo do rio Jundiáí – UGRHI 05 em 2018 e nos últimos 5 anos.



O perfil do IQA no rio Jundiáí em 2018 é mostrado no Gráfico 7.22. Houve piora da qualidade nos trechos entre Jundiáí e Itupeva e em Salto, interrompendo a melhora da qualidade observada em 2017. Essa piora é uma consequência de valores elevados de DBO e baixos níveis de OD registrados nas amostras coletadas desses pontos em algumas campanhas, indicando a presença de carga orgânica biodegradável.

Gráfico 7.23 – Perfil do IVA ao longo do rio Jundiáí – UGRHI 05 em 2018 e nos últimos 5 anos.



O Perfil do IVA no rio Jundiáí no ano de 2018 pode ser visualizado no Gráfico 7.23. Nos trechos em Campo Limpo Paulista (JUNA 02020), Várzea Paulista e Salto houve piora do IVA, que foi influenciado,

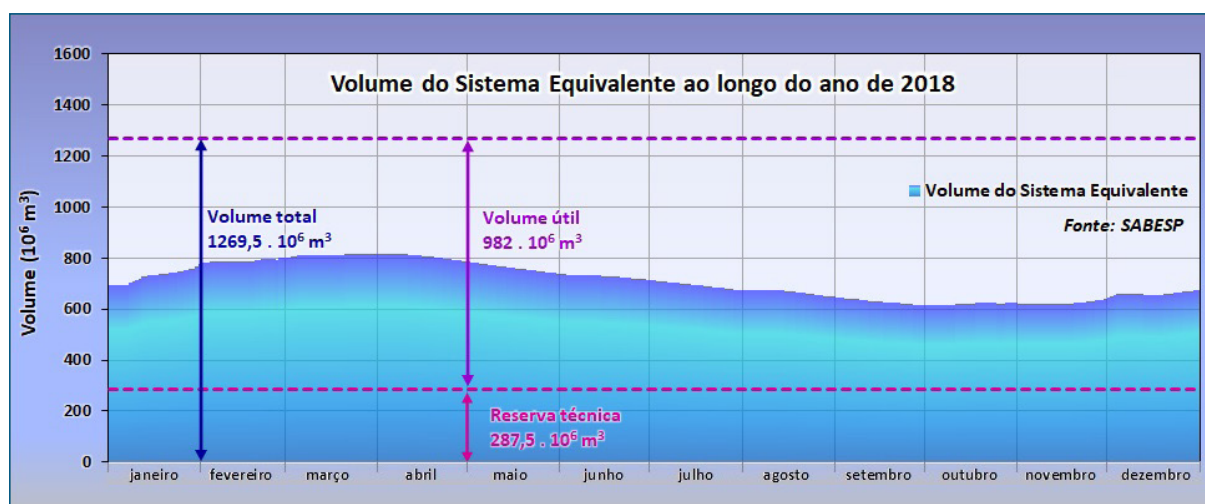
principalmente, pela verificação de efeitos tóxicos crônicos e agudos e, secundariamente, pelos baixos níveis de Oxigênio Dissolvido em amostras coletadas nos meses secos de abril e agosto. Com o reenquadramento do rio Jundiaí para Classe 3, ressalta-se a importância de verificar as causas de efeitos tóxicos crônicos e agudos em suas águas.

7.5 SISTEMA CANTAREIRA – UGRHs 05 e 06

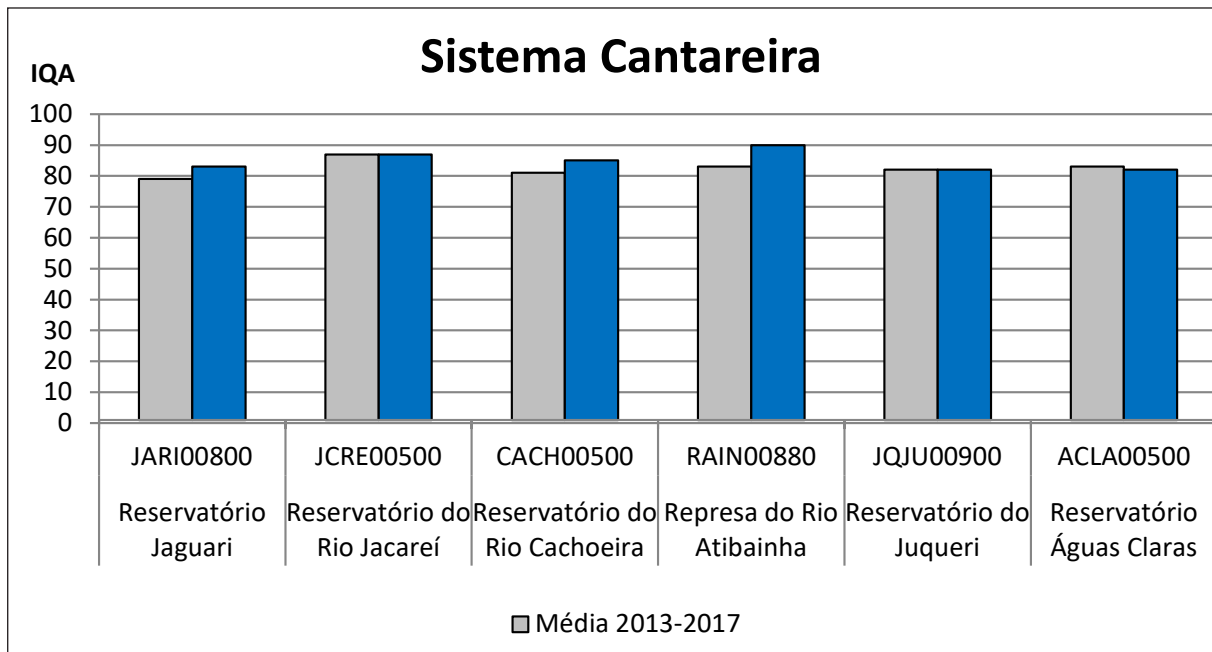
Os reservatórios iniciais do Sistema Cantareira são o Jaguari/Jacareí, Cachoeira e Atibainha. Para facilitar o entendimento do comportamento dinâmico desses três corpos hídricos, a SABESP denomina-os, em conjunto, como “Sistema Equivalente” e realiza o monitoramento sistemático do nível d’água dos mesmos 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 2018, podendo-se observar que o volume em dezembro de 2018, após uma recuperação progressiva e significativa até o final de março, ficou próximo ao patamar de janeiro, correspondendo a cerca de 40% do volume útil.

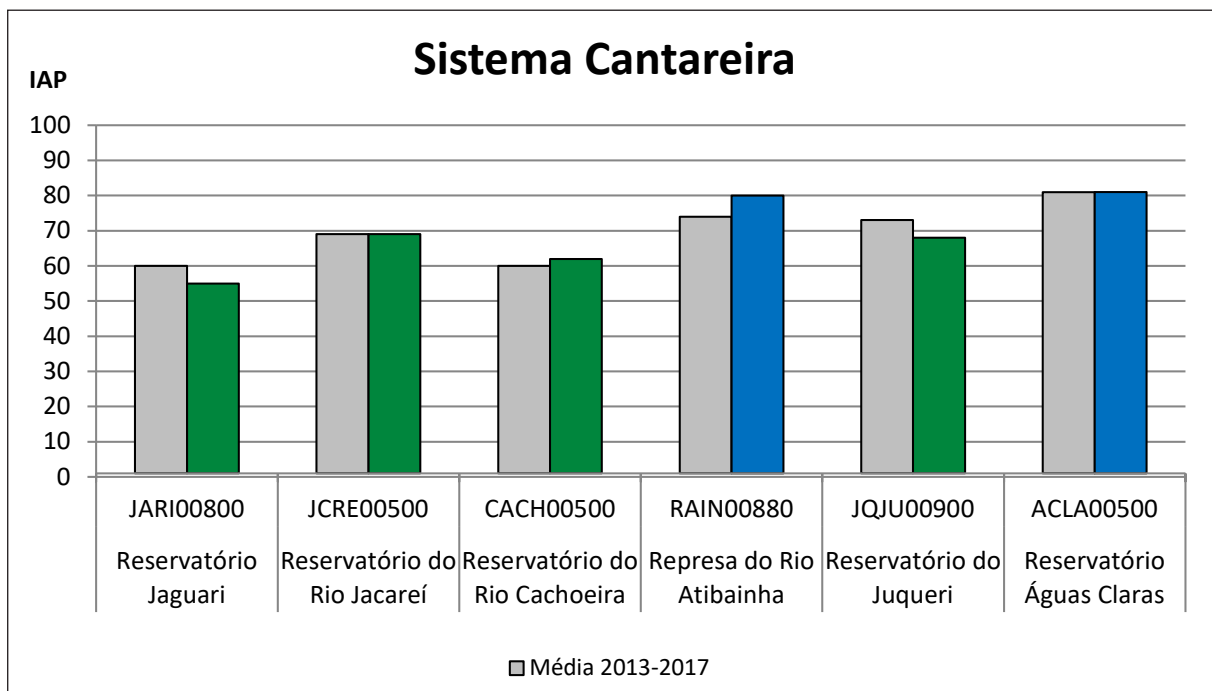
Gráfico 7.24 – Evolução do volume do Sistema Equivalente ao longo de 2018.



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 2018, a qualidade da água de todos os reservatórios foi classificada na categoria Ótima.

Gráfico 7.25 – Perfil do IQA nos reservatórios do Sistema Cantareira em 2018 e nos últimos 5 anos.

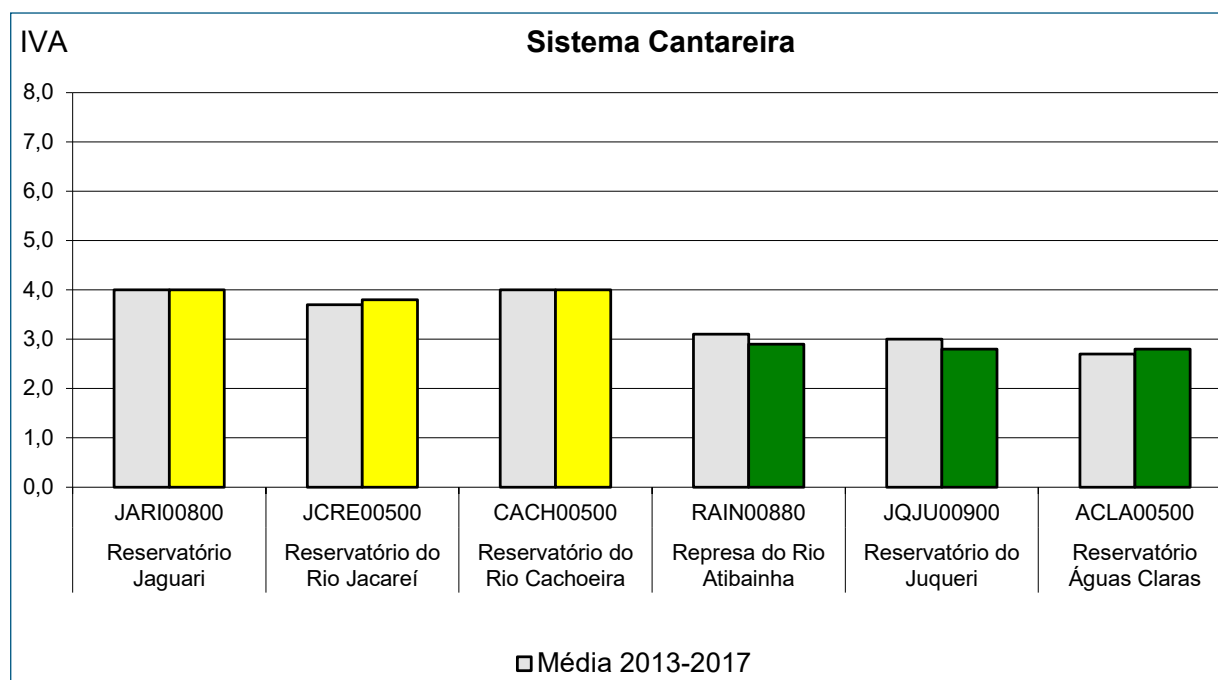
O Gráfico 7.26 apresenta o perfil do IAP para os reservatórios do Sistema Cantareira. O IAP anual variou entre as classificações Boa e Ótima em 2018, se mantendo nos mesmos patamares de 2017. Ressalta-se a melhora observada nos reservatórios Cachoeira e represa do Atibainha, esse último influenciado pela entrada de água de boa qualidade oriunda do reservatório Jaguari da UGRHI 2.

Gráfico 7.26 – Perfil do IAP nos reservatórios do Sistema Cantareira em 2018 e nos últimos 5 anos.

O Gráfico 7.27 apresenta o perfil do IVA para os reservatórios do Sistema Cantareira. Em 2018, a qualidade desses reservatórios manteve-se nas categorias Regular e Boa, não se alterando em relação ao ano anterior. A represa do Atibainha melhorou o seu estado de trofia, que passou de meso para oligotrófica, influenciando positivamente a nota do IVA. Os reservatórios Cachoeira, Jacaré e Jaguari apresentaram a classificação Regular devido à condição mesotrófica e a toxicidade crônica registrada em algumas campanhas realizadas no ano. Os reservatórios Juqueri/Paiva Castro e Águas Claras mantiveram a classificação Boa do ano anterior.

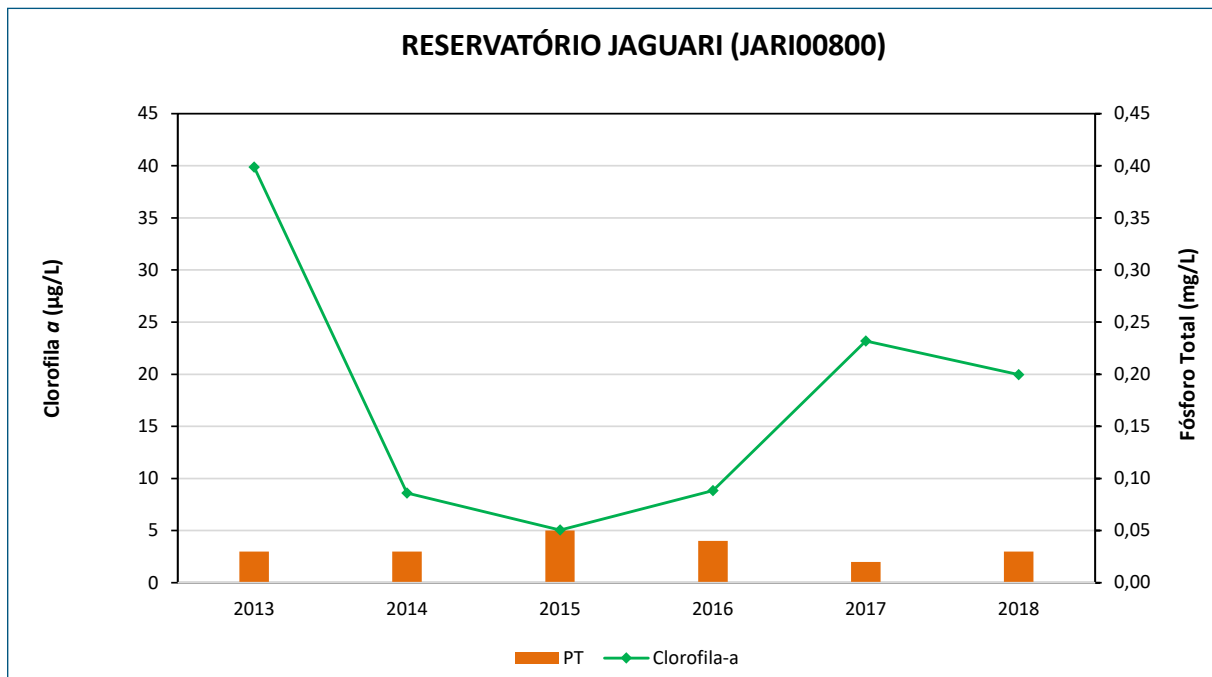
Nos reservatórios do Sistema Cantareira destaca-se o efeito tóxico crônico, verificado entre 25 e 50% das amostras de todos os pontos analisados. Nos reservatórios Cachoeira, Jaguari e Jacaré este efeito pode estar relacionado à presença de cianobactérias, as quais podem causar efeitos adversos aos organismos devido à liberação de toxinas e/ou obstrução do aparelho filtrador.

Gráfico 7.27 – Perfil do IVA nos reservatórios do Sistema Cantareira em 2018 e nos últimos 5 anos.



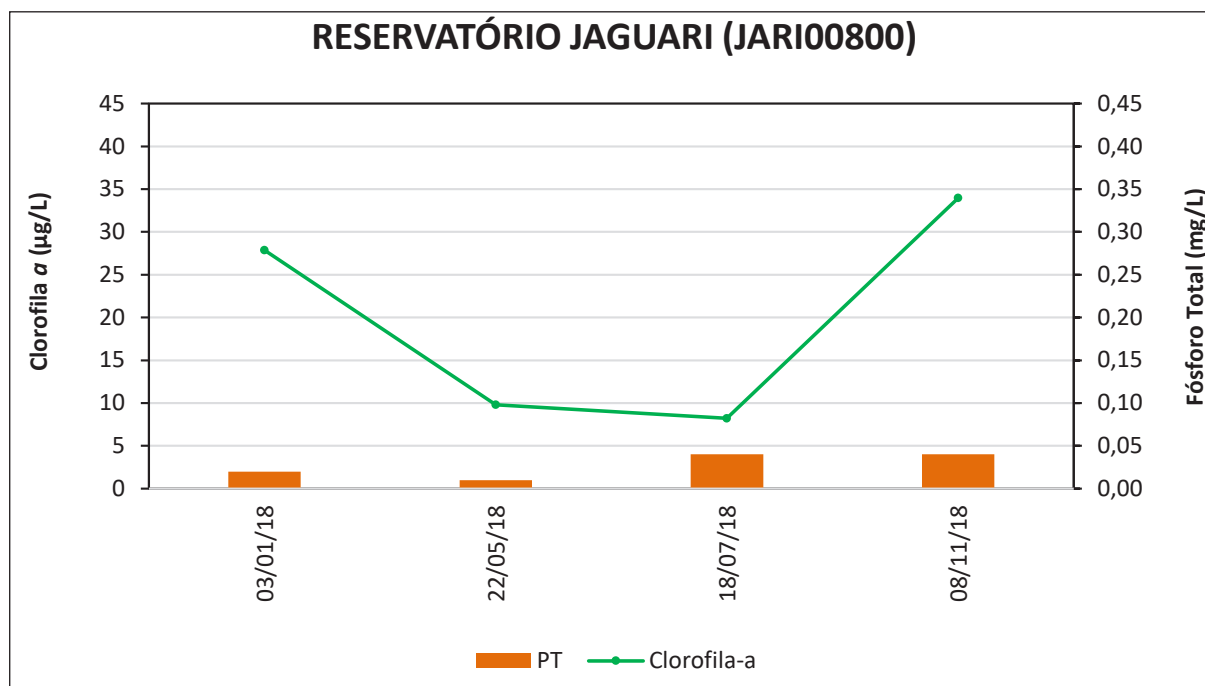
7.5.1 Reservatório Jaguari

O Gráfico 7.28 apresenta um histórico, do período de 2013 a 2018, 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 – 2013 a 2018.

No Gráfico 7.28, pode-se observar para 2018 que, apesar de um aumento na concentração de Fósforo Total houve uma diminuição na concentração de Clorofila *a*, em relação ao ano anterior. No período avaliado 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 aos elevados valores de organismos pertencentes ao grupo dos Dinoflagelados. As elevadas concentrações de Clorofila *a* observadas nos dois últimos anos estão relacionadas ao aumento significativo na densidade de organismos fitoplanctônicos principalmente do grupo de Cianobactérias.

No Gráfico 7.29 pode-se observar que as maiores concentrações de Clorofila *a* ocorreram em janeiro e novembro quando foram superados os limites da Resolução CONAMA nº 357/05 de 10 µg.L⁻¹. As flutuações nas concentrações de Clorofila *a* foram similares às densidades totais de organismos fitoplanctônicos, influenciada principalmente pelas elevadas densidades de células e de organismos pertencentes ao grupo das Cianobactérias. Em novembro, a concentração de Clorofila *a* também pode ter sido influenciada pelas Euglenofíceas, uma vez que foram encontrados nesse mês, os maiores valores do ano. Em relação ao Fósforo Total, em julho e novembro as concentrações superaram a legislação. Este reservatório exibiu classificação trófica de Mesotrófica a Eutrófica, com média anual de Mesotrófica mantendo a classificação obtida em 2014.

Gráfico 7.29 – Concentrações de Clorofila a e Fósforo Total (PT) no reservatório Jaguari – 2018.

Com relação à estrutura da comunidade fitoplanctônica, o reservatório Jaguari manteve a condição ruim observada em 2017. Apesar da densidade média anual de organismos em 2018 ter diminuído em relação ao ano anterior, passando de 29.151 org.mL⁻¹ para 18.866 org.mL⁻¹, seu valor ainda é muito superior às médias registradas entre 2013 e 2016, com evidente dominância de cianobactérias (Figura 7.4). Esses resultados foram influenciados pelos dados obtidos em janeiro (43.620 org.mL⁻¹) e novembro (17.035 org.mL⁻¹), onde foram obtidos os maiores valores de organismos e dominância de cianobactérias (Figura 7.5). O cenário foi semelhante na média anual de células de cianobactérias, que teve queda discreta em relação a 2017 e concentrações mensais que ultrapassaram o preconizado pela Resolução CONAMA nº 357/05 para Classe Especial (20.000 céls.mL⁻¹) em todas as amostragens. Os maiores valores de células de cianobactérias pertenceram aos gêneros *Aphanizomenon* e *Cylindrospermopsis*, ambos potencialmente produtores de cilindrospermopsina, saxitoxina e microcistina.

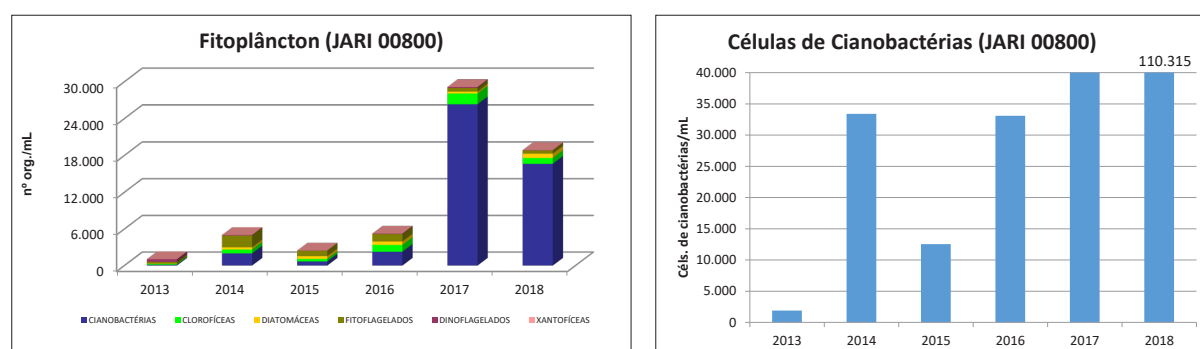
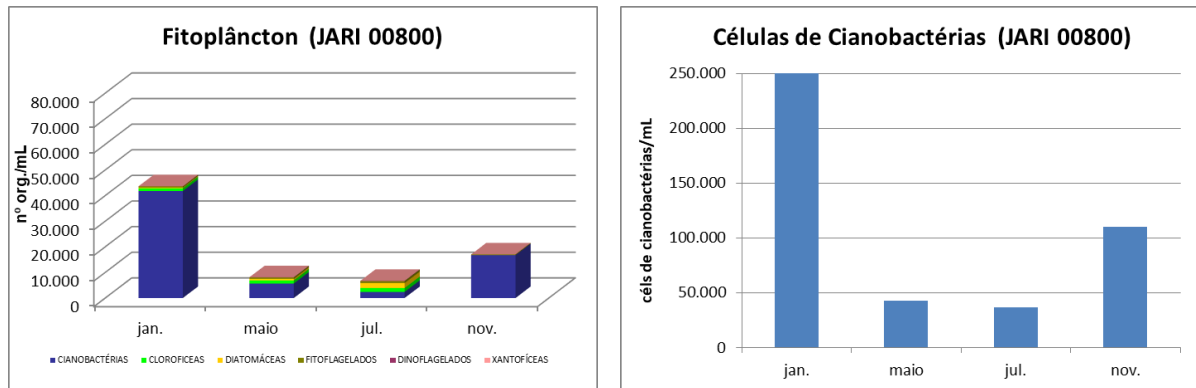
Figura 7.4 – Média anual da Comunidade Fitoplanctônica e Contagem de Células de Cianobactérias no reservatório Jaguari – 2013 a 2018.

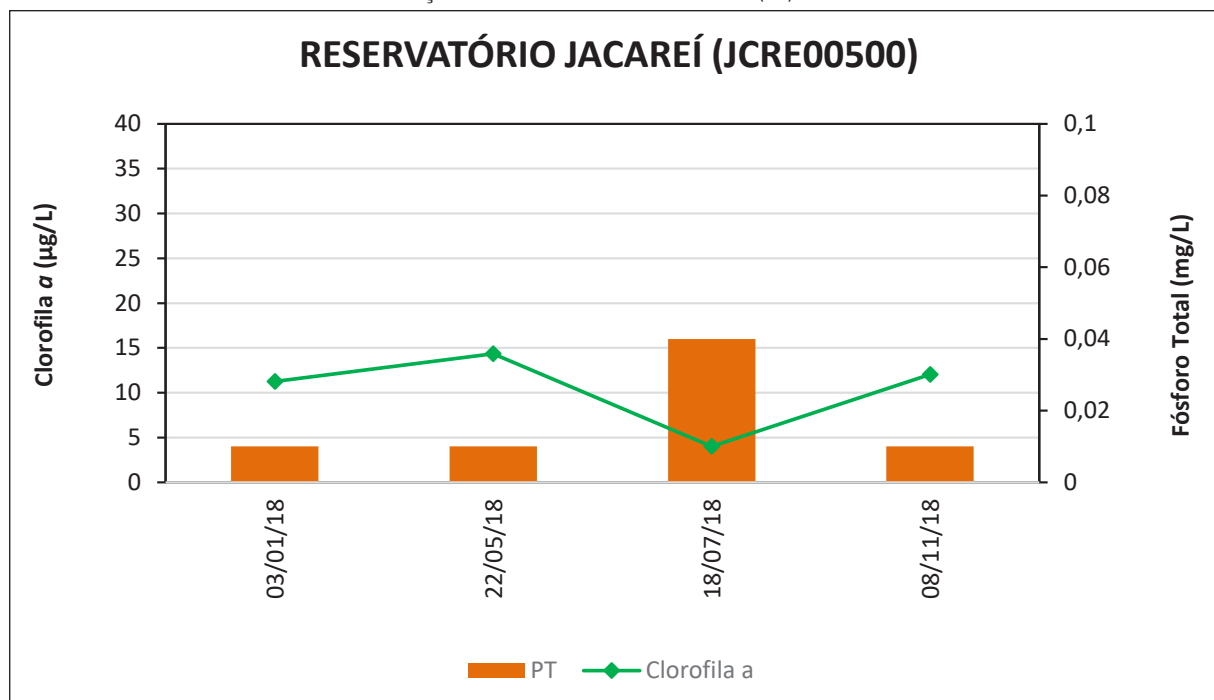
Figura 7.5 – Média mensal da Comunidade Fitoplantônica e Contagem de Células de Cianobactérias no reservatório Jaguari em 2018.



7.5.2 Reservatório Jacaréi

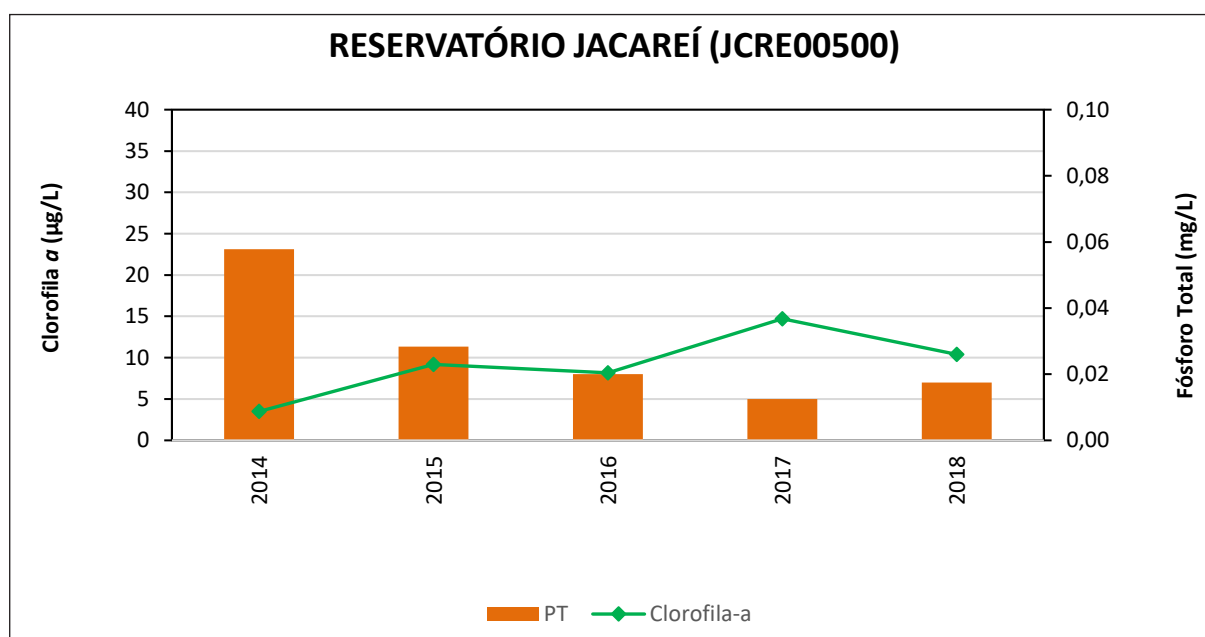
O Gráfico 7.30 apresenta as concentrações de Clorofila *a* e Fósforo Total ao longo de 2017 no reservatório Jacaréi que compõe o Sistema Cantareira e que, juntamente com o reservatório Jaguari, localizam-se na porção inicial do Sistema, sendo os dois principais reservatórios em termos de volume. Este reservatório foi incluído na Rede de Monitoramento, com amostragens mensais, a partir de abril de 2014, atualmente com 4 campanhas ao longo do ano.

Gráfico 7.30 – Concentrações de Clorofila *a* e Fósforo Total (PT) no reservatório Jacaréi 2018.



No reservatório Jacaré, as maiores concentrações de Clorofila *a* foram observadas nos meses de janeiro, maio e novembro, quando superaram o limite estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/05 e quando foram observadas elevadas densidades de organismos fitoplanctônicos, sendo que em novembro a abundância de diatomáceas pode ter contribuído significativamente para o valor de Clorofila *a*. O Fósforo Total, apenas em julho superou limite da legislação. Este reservatório exibiu ao longo do ano a classificação Mesotrófica segundo IET, mantendo a classificação obtida desde 2015 (Gráfico 7.31).

Gráfico 7.31 – Média Anual de Clorofila *a* e Fósforo Total (PT) no reservatório Jacaré - 2014 a 2018.



Assim como no reservatório Jaguari, a estrutura da comunidade se manteve, na classificação ruim. A densidade média total de organismos teve um aumento discreto de 2017 (12.685 org.mL⁻¹) para 2018 (13.358 org.mL⁻¹) (Figura 7.7), com dominância de cianobactérias em todas as amostragens (Figura 7.6). As concentrações mensais ultrapassaram o preconizado pela Resolução CONAMA nº 357/05 para Classe Especial (20.000 céls.mL⁻¹) em praticamente todos os meses, com exceção de julho (17.928 céls.mL⁻¹). No primeiro semestre houve dominância de células de cianobactérias, principalmente do gênero *Cylindrospermopsis*, potencialmente produtor de cilindrospermopsina, saxitoxina e microcistina. Já no segundo semestre, houve dominância do gênero picoplanctônico *Cyanogranis* (julho) e abundância de células de cianobactérias picoplanctônicas pertencentes à família de Synechococcaceae, pertencentes ao gênero *Epigloesphaera* ou *Lemmermaniella*, sem registro na literatura de produção de cianotoxinas. Os valores de cianotoxinas na água bruta estiveram abaixo das concentrações estabelecidas para a água potável conforme o Anexo XX da Portaria de Consolidação nº 5/2017, a qual deverá ainda passar por tratamento, sendo que os maiores valores foram obtidos em janeiro para ambas as cianotoxinas: microcistina (0,19 µg.L⁻¹) e saxitoxina (0,31 µg.L⁻¹), coincidente com as maiores densidades de células de cianobactérias encontrada no ano.

Figura 7.6 – Média mensal da Comunidade Fitoplancônica, Contagem de Células de Cianobactérias e concentrações de cianotoxinas (microcistina e saxitoxina) no reservatório Jacaré em 2018.

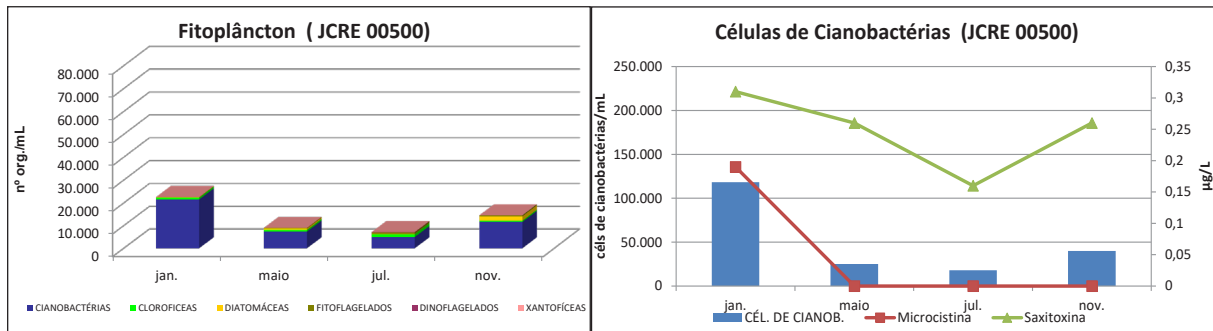
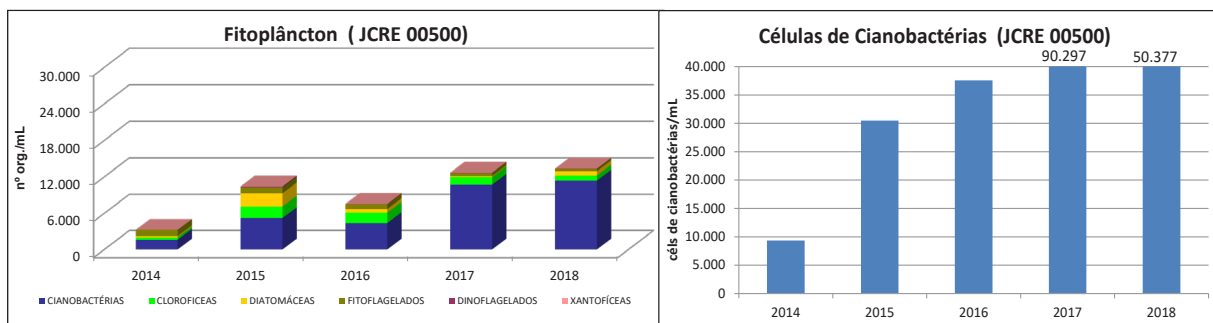


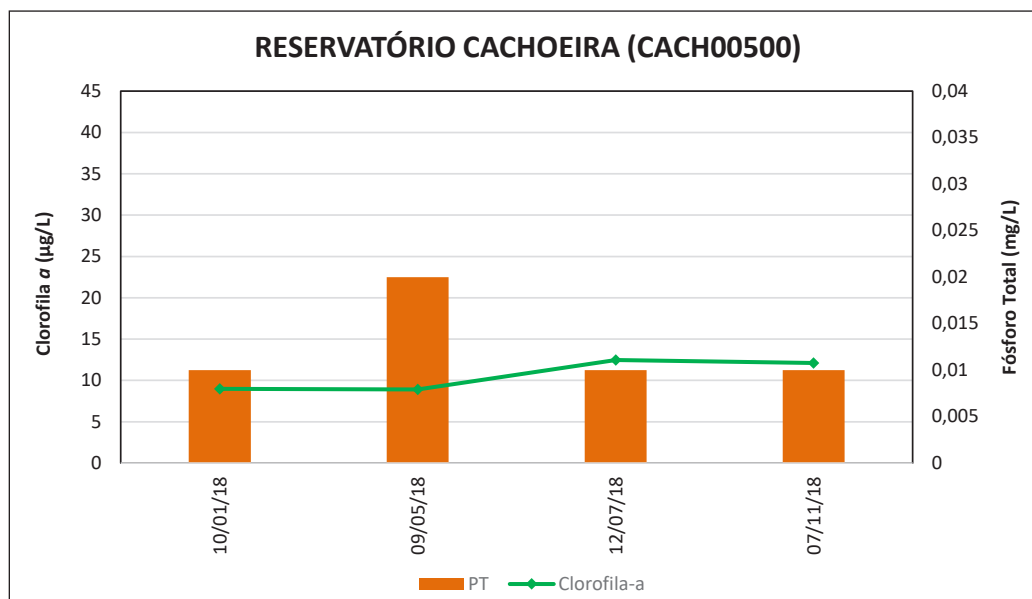
Figura 7.7 – Média anual da Comunidade Fitoplancônica e Contagem de Células de Cianobactérias no reservatório Jacaré – 2014 a 2018.



7.5.3 Reservatório Cachoeira

O Gráfico 7.32 apresenta as concentrações de Clorofila *a* e Fósforo Total, no reservatório Cachoeira, ao longo de 2018. Este reservatório foi incluído na Rede de Monitoramento, com amostragens mensais, a partir de maio de 2014, contando atualmente com 4 campanhas ao longo do ano.

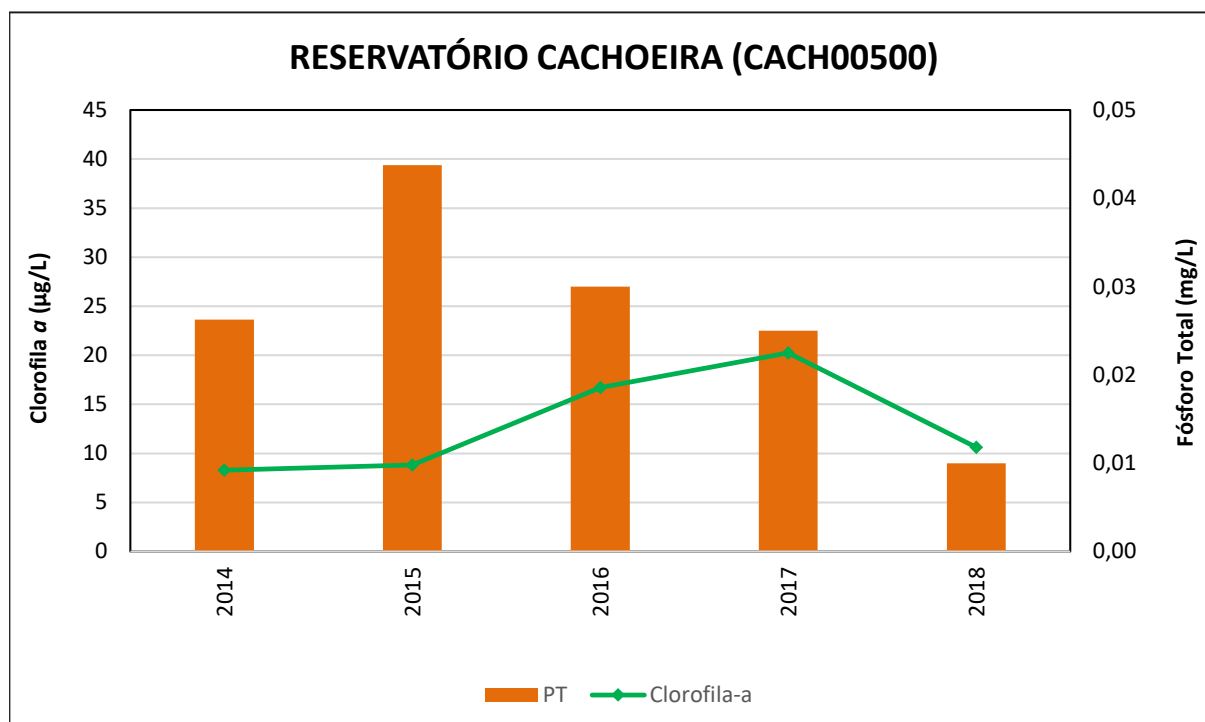
Gráfico 7.32 – Concentrações de Clorofila *a* e Fósforo Total (PT) no reservatório Cachoeira – 2018.



As maiores concentrações de Clorofila *a* foram obtidas em julho e novembro quando também superaram o limite de $10\mu\text{g.L}^{-1}$, estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/05. Quanto ao Fósforo Total, suas concentrações atenderam em todas as campanhas ao limite estabelecido em legislação.

Este reservatório, em relação à condição trófica segundo o IET, exibiu tanto ao longo do ano, como na sua média anual a classificação Mesotrófica, ou seja, ambiente em processo de eutrofização que vem se mantendo estável desde 2014 (Gráfico 7.33).

Gráfico 7.33 – Média Anual de Clorofila *a* e Fósforo Total (PT) no reservatório Cachoeira - 2014 a 2018.



O reservatório Cachoeira vem apresentando aumento gradativo das médias anuais de densidades de organismos: em 2015 a média foi de $9.370 \text{ org.mL}^{-1}$, em 2016 foi de $14.310 \text{ org.mL}^{-1}$, em 2017 foi de $17.156 \text{ org.mL}^{-1}$ e em 2018 o valor médio foi $18.377 \text{ org.mL}^{-1}$ (Figura 7.8). O maior valor tanto de organismos quanto de células de cianobactérias foi registrado em janeiro (Figura 7.9), provavelmente associado às altas temperaturas do período. A dominância de organismos também evidenciou piora do corpo d'água, em 2015 a porcentagem de organismos pertencentes ao grupo das cianobactérias foi de 48%, em 2018 foi de 86%. Apesar de ter ocorrido diminuição da densidade média anual de células de cianobactérias, que passou de $123.081 \text{ céls.mL}^{-1}$ em 2017 para $63.115 \text{ céls.mL}^{-1}$ em 2018, os valores mensais de células de cianobactérias foram superiores ao estabelecido pela Resolução CONAMA Nº 357/05 para Classe Especial ($20.000 \text{ céls.mL}^{-1}$) em todos os meses, com dominância do gênero *Cylindrospermopsis*, potencialmente produtor de cilindrospermopsina, saxitoxina e microcistina.

Figura 7.8 – Média anual da Comunidade Fitoplanctônica e Contagem de Células de Cianobactérias no reservatório Cachoeira – 2014 a 2018.

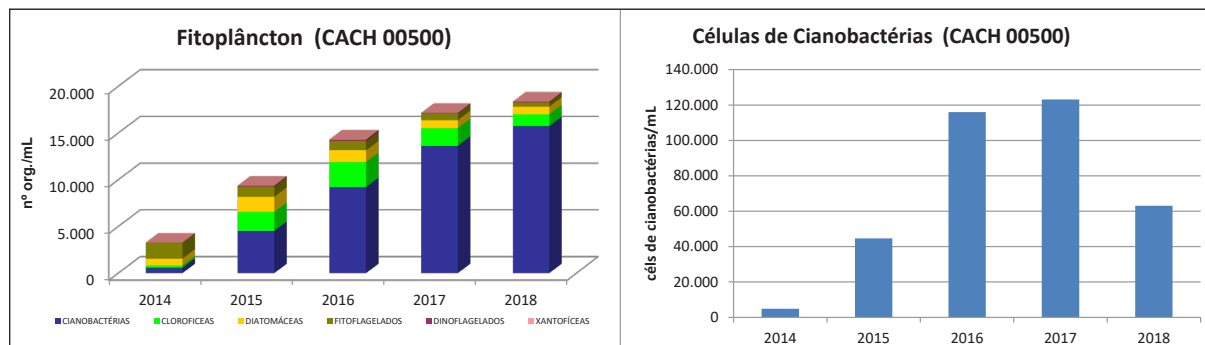
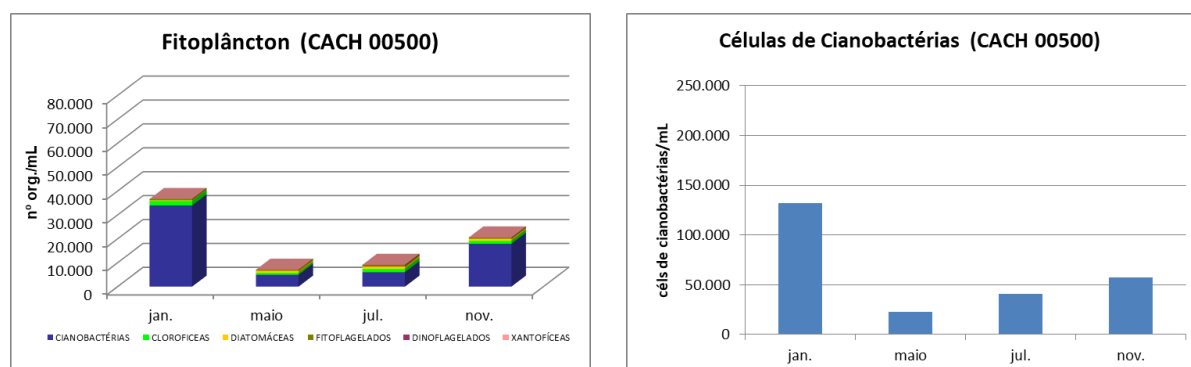


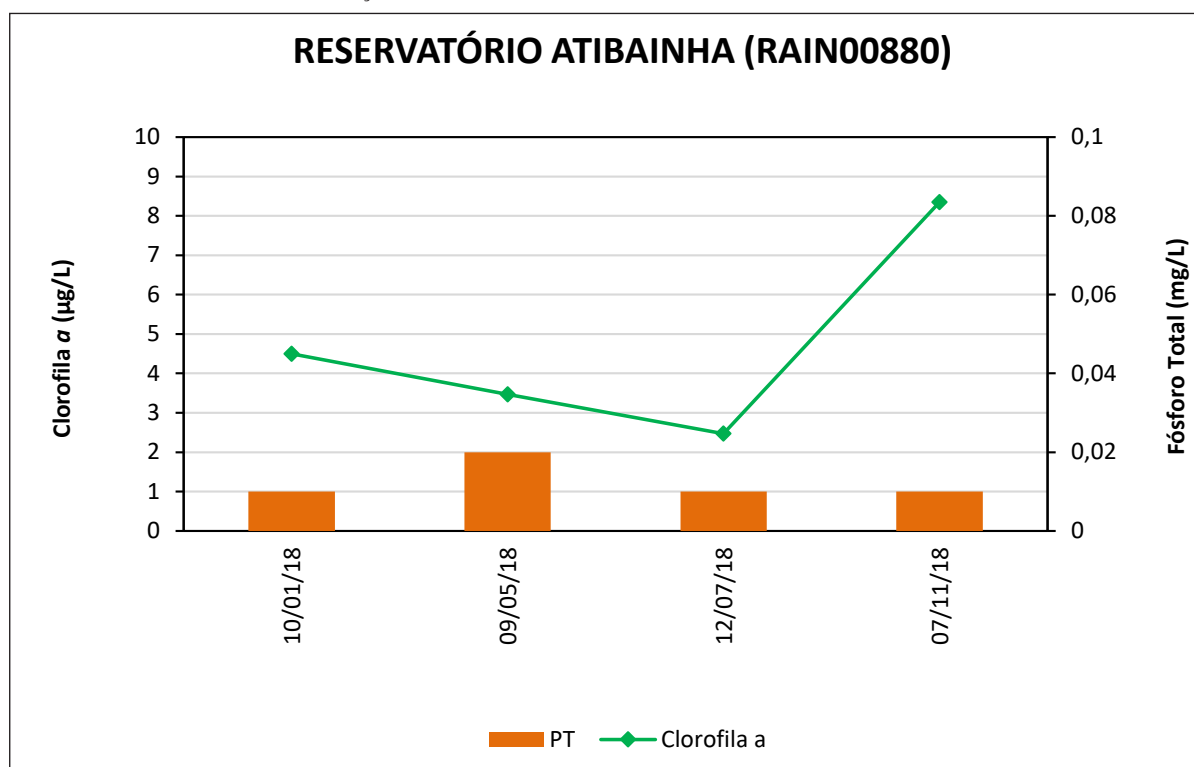
Figura 7.9 – Média mensal da Comunidade Fitoplanctônica e Contagem de Células de Cianobactérias no reservatório Cachoeira. 2018.



7.5.4 Reservatório Atibainha

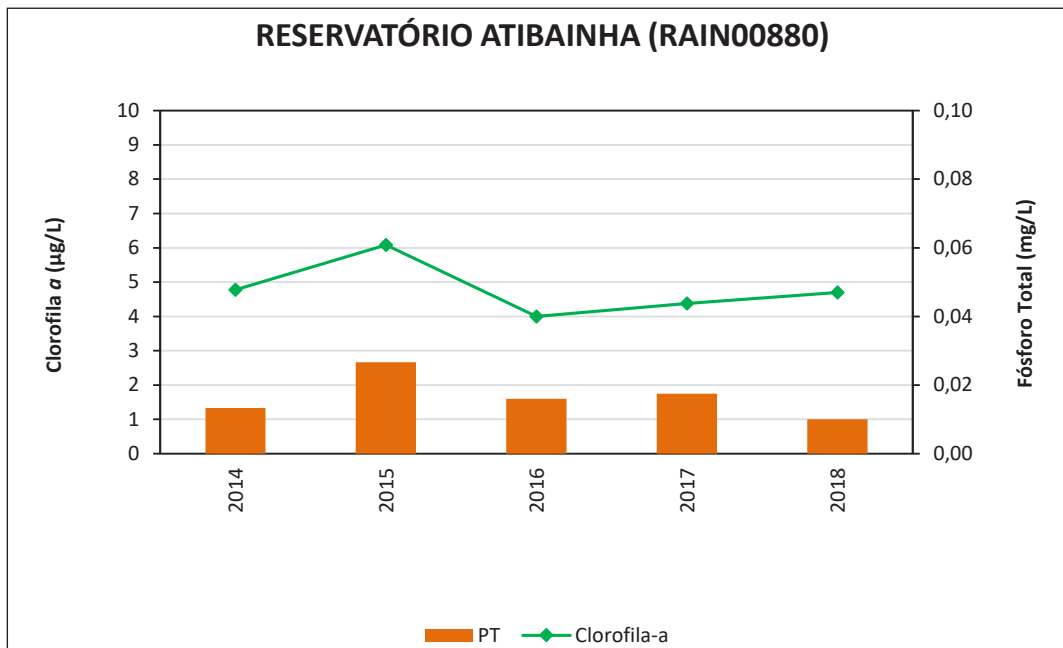
O Gráfico 7.34 apresenta as concentrações de Clorofila *a* e Fósforo Total, neste reservatório ao longo de 2018. O reservatório Atibainha foi incluído na Rede de Monitoramento, com amostragens mensais, a partir de abril de 2014, contando atualmente com 4 campanhas ao longo do ano.

Gráfico 7.34 – Concentrações mensais de Clorofila *a* e Fósforo Total (PT) no reservatório Atibainha - 2018.



A maior concentração de Clorofila *a* em 2018 foi observada em novembro, influenciada pelas elevadas densidades de cianobactérias. Tal valor, porém não superou o limite estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/05. As concentrações de Clorofila *a* exibidas ao longo do ano estiveram relacionadas com a densidade total de organismos fitoplanctônicos. As concentrações de Fósforo Total, em todas as campanhas 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 Oligotrófica, ou seja, um ambiente com baixo grau de trofia, indicando uma melhora em relação ao ano anterior (Gráfico 7.35).

Gráfico 7.35 – Média Anual de Clorofila *a* e Fósforo Total (PT) no reservatório Atibainha - 2014 a 2018.

Com relação à comunidade fitoplancônica, houve aumento considerável na densidade média anual de organismos, que passou de 7.110 org.mL⁻¹ em 2017 para 36.048 org.mL⁻¹ em 2018 (Figura 7.10), resultado influenciado de forma significativa pelo valor obtido em novembro, quando houve grande quantidade de cianobactérias, tanto na contagem de organismos (134.572 org.mL⁻¹) quanto na contagem de células (194.255 céls.mL⁻¹), superando o estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/05 para Classe Especial (20.000 céls.mL⁻¹). Do total de células, 60% pertenciam à uma filamentosa ainda não identificada e descrita no “*Atlas de Cianobactérias da Bacia do Alto Tietê*” desenvolvido pela CETESB (Lamparelli *et al.*, 2014) (Figura 7.11). O gênero *Cyanogranis*, sem registro de produção de cianotoxinas na literatura, foi dominante em maio e julho. Em janeiro houve abundância do gênero *Cylindrospermopsis*, potencialmente produtor de cilindrospermopsina, saxitoxina e microcistina, e em menor densidade do gênero *Planktothrix*, potencialmente produtor de microcistina e saxitoxina. Considerando que janeiro foi o único mês em que houve quantificação de microcistina (0,16 µg.L⁻¹) e de *Planktothrix*, possivelmente a cianotoxina presente na água foi produzida e liberada por organismos desse gênero.

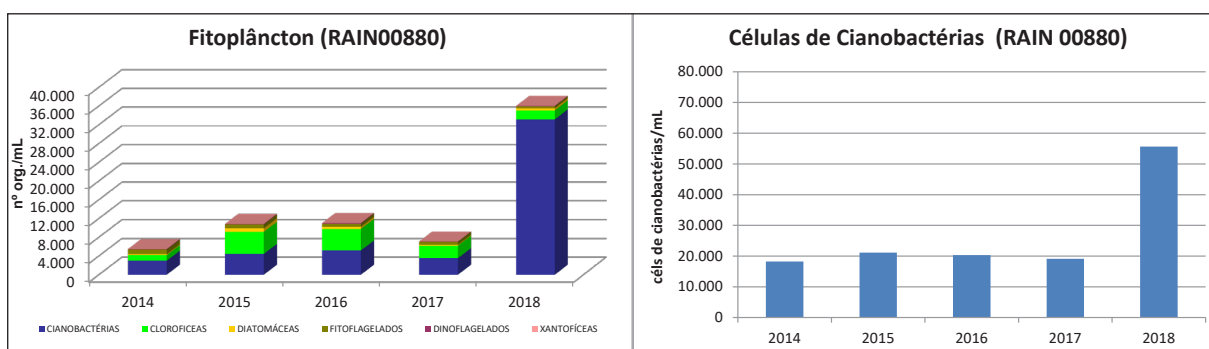
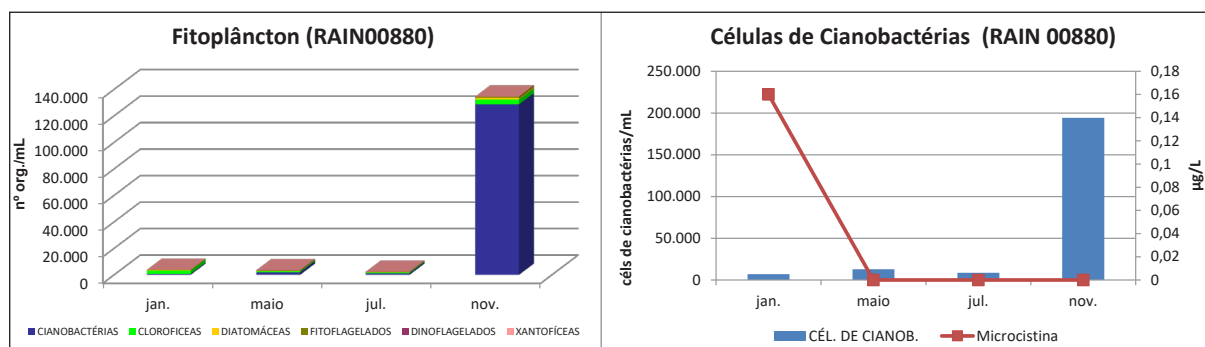
Figura 7.10 – Média anual da Comunidade Fitoplancônica e Contagem de Células de Cianobactérias no reservatório Atibainha – 2014 a 2018.

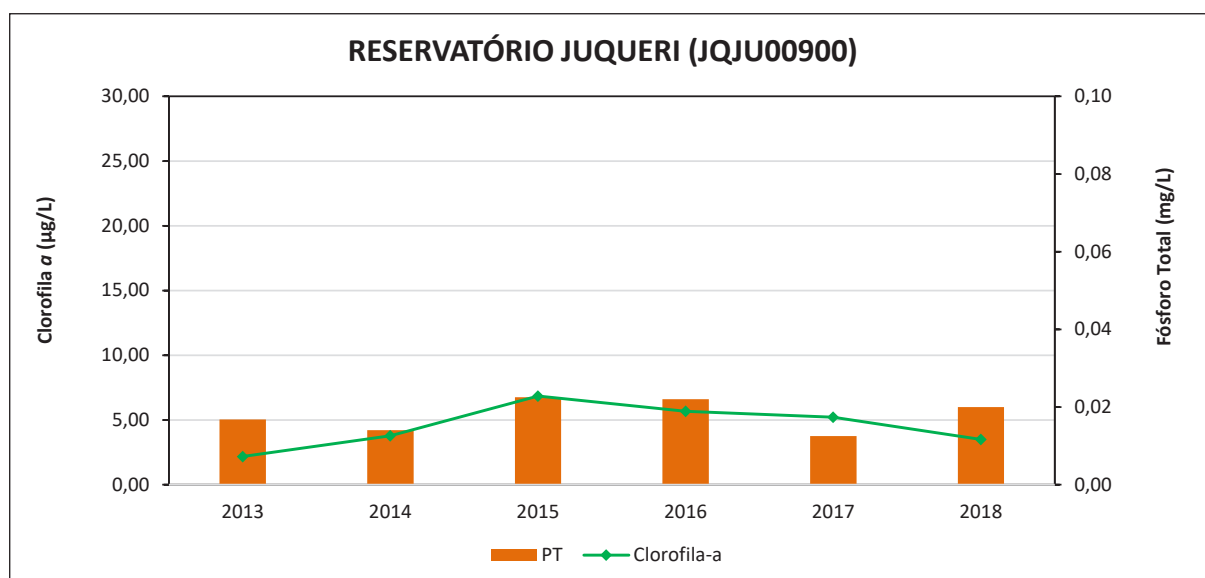
Figura 7.11 – Média mensal da Comunidade Fitoplanctônica, Contagem de Células de Cianobactérias e concentração de microcistina no reservatório Atibainha. 2018.



7.5.5 Reservatório Juqueri (Paiva Castro)

No Gráfico 7.36 é apresentado um histórico da média anual das concentrações de Clorofila *a* e Fósforo Total, do período de 2013 a 2018, no reservatório Juqueri.

Gráfico 7.36 – Média Anual de Clorofila *a* e Fósforo Total no reservatório Juqueri – 2013 a 2018.

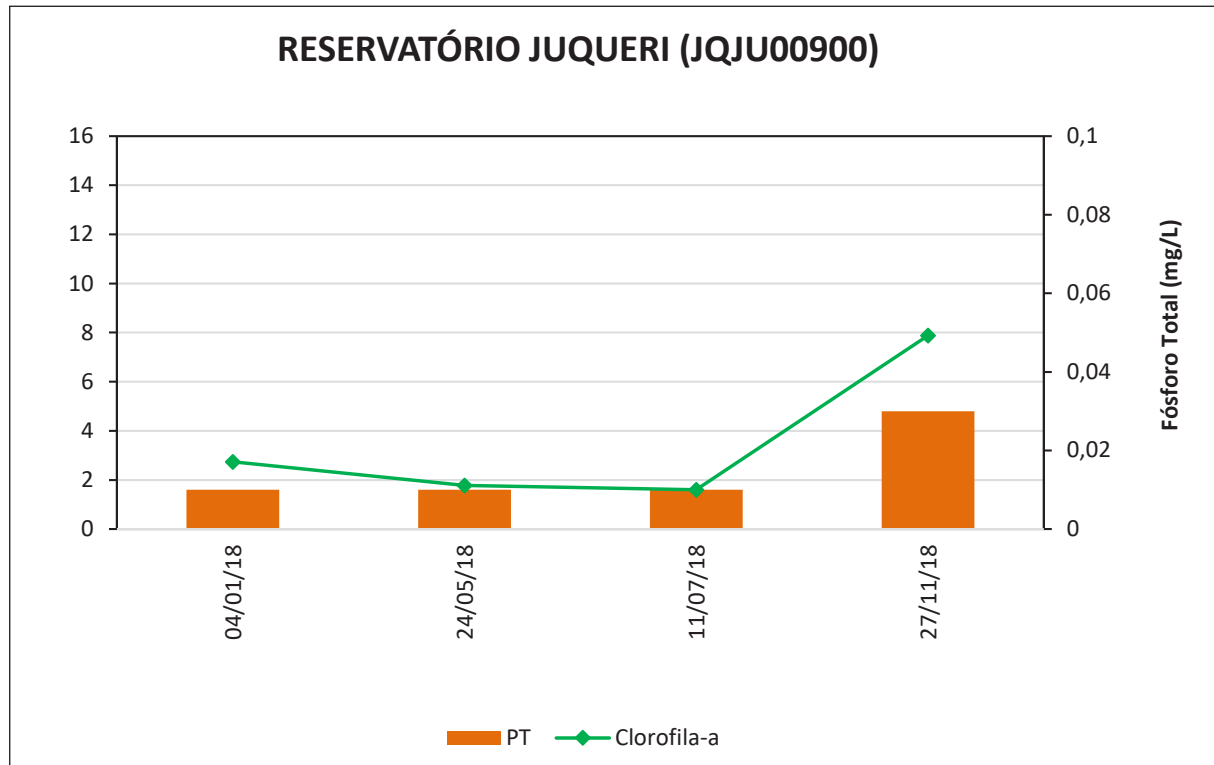


No reservatório Juqueri foi possível observar que as maiores médias anuais de Clorofila *a*, Fósforo Total, Densidade de organismos fitoplanctônicos e Células de cianobactérias, ao longo de seis anos, foram obtidas em 2015 e 2016, quando atingiu a condição Mesotrófica. Cabe salientar que os valores de Clorofila *a* e Fósforo Total sempre se mantiveram em conformidade com a Resolução CONAMA nº 357/05. Segundo a média anual do IET, este reservatório exibiu condição trófica nesse período de Oligotrófica a Mesotrófica.

Ao longo de 2018 (Gráfico 7.37) foram realizadas quatro campanhas neste reservatório, com as maiores concentrações de Clorofila *a* e de Fósforo Total, obtidas em novembro, sendo que a Clorofila esteve relacionada pelas às elevadas densidades de organismos fitoplanctônicos, com destaque para as cianobactérias. Os valores de Clorofila *a* não ultrapassaram o limite estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/05, situação diferente da concentração de Fósforo Total, que ultrapassou o limite legislável em novembro.

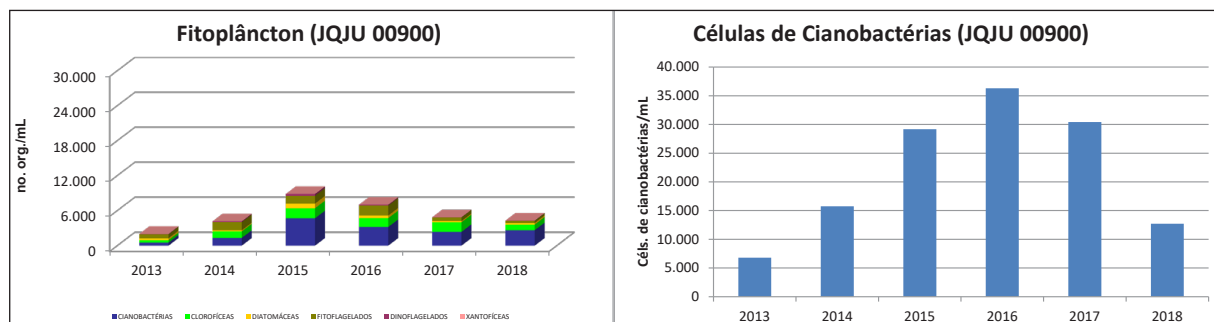
Neste reservatório a classificação trófica, pelo IET em 2018 variou, de Oligotrófica a Mesotrófica e pela média anual classificou-se como Oligotrófica, ou seja, ambiente de baixa trofia, mantendo a classificação obtida no ano anterior.

Gráfico 7.37 – Concentrações mensais de Clorofila *a* e Fósforo Total no reservatório Juqueri em 2018.



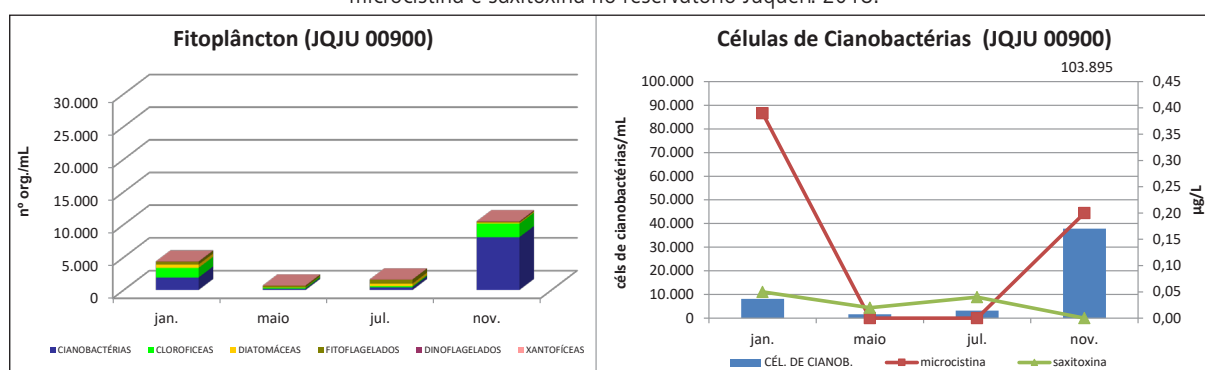
A densidade média anual de organismos e de células de cianobactérias vêm diminuindo desde 2016, com destaque para a densidade de células de cianobactéria que passou de 30.425 céls.mL⁻¹ em 2017 para 12.719 céls.mL⁻¹ em 2018 (Figura 7.12). É importante informar que em 2017 a média anual foi influenciada pela elevação bruta da densidade de *Cylindrospermopsis* em novembro de 2017, que elevou consideravelmente a contagem total de células. A estrutura da comunidade também está mudando, com maior contribuição de cianobactérias em detrimento de outros grupos.

Figura 7.12 - Média anual da Comunidade Fitoplantônica e Contagem de Células de Cianobactérias no reservatório Juqueri - 2013 a 2018.



As maiores densidades de organismos ($10.499 \text{ org.mL}^{-1}$) e de células de cianobactérias ($37.816 \text{ céls.mL}^{-1}$) foram obtidas em novembro (Figura 7.13). A densidade de células de cianobactérias superou o estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/05 para Classe Especial ($20.000 \text{ céls.mL}^{-1}$) apenas em novembro ($37.816 \text{ céls.mL}^{-1}$) com contribuições importantes dos gêneros *Cylindrospermopsis*, potencialmente produtor de cilindrospermopsina, saxitoxina e microcistina e *Cyanogranis*, que ainda não possui registro de produção de cianotoxina e foi abundante em todas as amostragens. Quanto às cianotoxinas, não foram obtidos valores superiores aos estipulados no Anexo XX da Portaria de Consolidação nº 5/2017, para água potável, em relação a ambas as cianotoxinas, que apresentaram os maiores valores em janeiro: $0,39 \mu\text{g.L}^{-1}$ de microcistina e $0,05 \mu\text{g.L}^{-1}$ de saxitoxina.

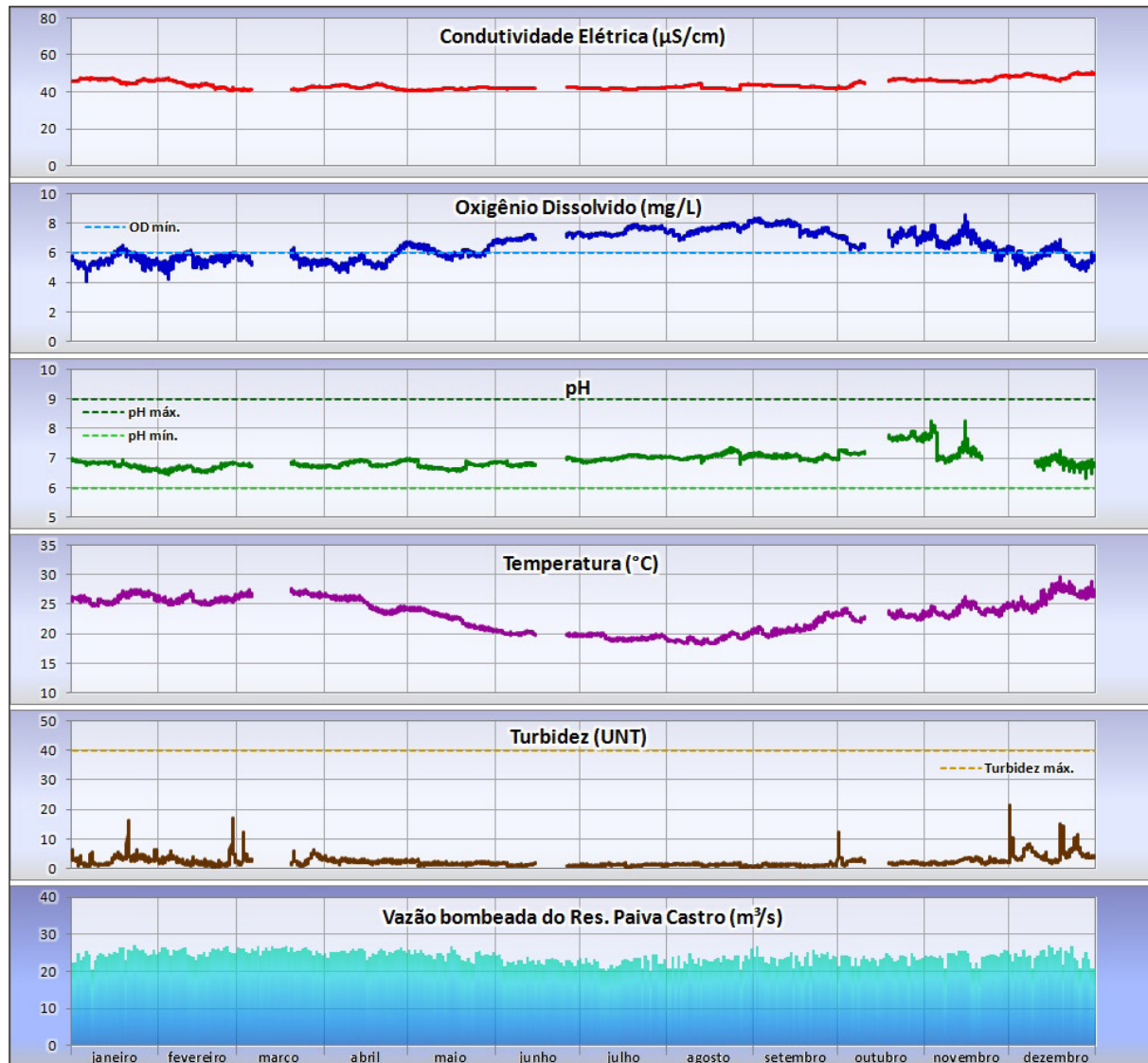
Figura 7.13 – Média mensal da Comunidade Fitoplânctônica, Contagem de Células de Cianobactérias e concentrações de microcistina e saxitoxina no reservatório Juqueri. 2018.



7.5.6 Reservatório Águas Claras

A Figura 7.14 apresenta a evolução dos parâmetros medidos pela Estação Automática Águas Claras em 2018.

Figura 7.14 – Evolução dos parâmetros medidos pela Estação Automática Águas Claras de janeiro a dezembro de 2018.



A Estação Automática Águas Claras determina a qualidade das águas no reservatório Águas Claras, integrante do Sistema Cantareira e última passagem das águas antes de alcançar a ETA Guaraú que tratou uma vazão média de 14 m³/s nesse ano. Esse reservatório recebe as águas bombeadas do reservatório Paiva Castro, que operou com menos de 60% da sua capacidade durante todo ano de 2018. A Condutividade Elétrica em torno de 40 μS/cm, com leve aumento nos meses chuvosos, denota que as 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 59% do tempo. A Turbidez e o pH atendem o padrão de qualidade em 100% do tempo.

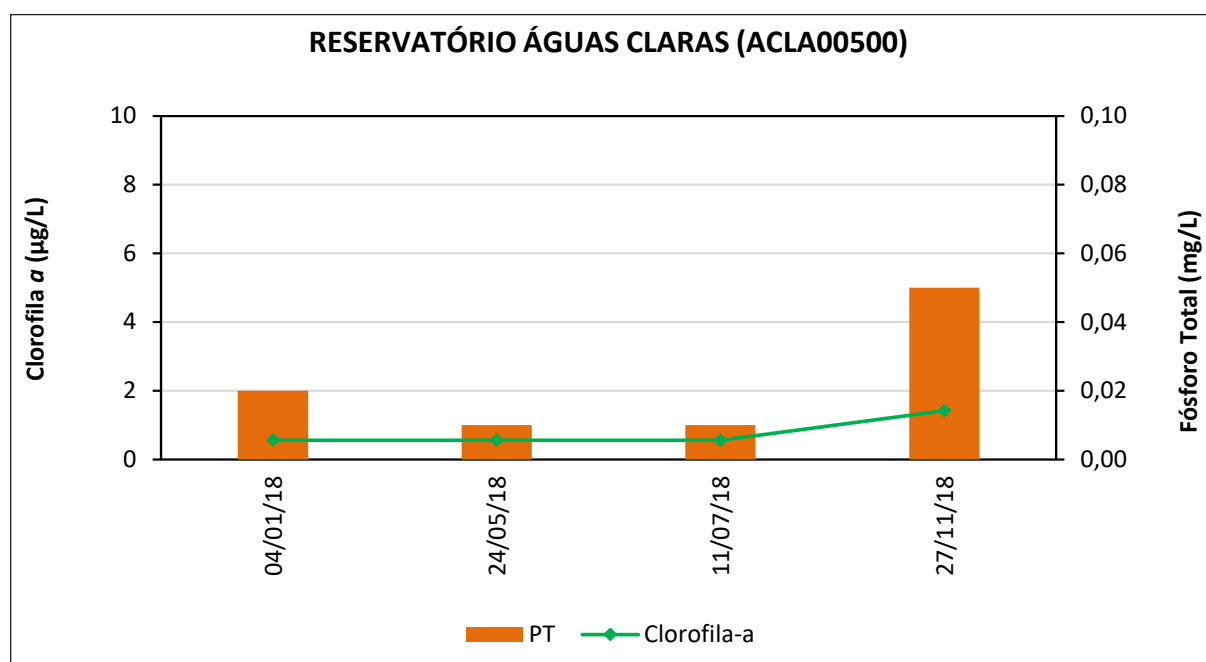
O Gráfico 7.38 apresenta as concentrações de Clorofila *a* e Fósforo Total no reservatório Águas Claras ao longo de 2018. Este reservatório foi incluído na Rede de Monitoramento, com amostragens

mensais em maio de 2014 para clorofila e a partir de 2016 para a comunidade fitoplanctônica, por pertencer ao Sistema Cantareira, sendo o último antes do encaminhamento das águas para a Estação de Tratamento de Água do Guaraú.

Neste reservatório, assim como nos de montante (Atibainha e Juqueri), pode-se observar a maior concentração de Clorofila *a* no mês de novembro, porém, em conformidade com o limite estabelecido na Resolução CONAMA nº 357/05. De modo geral, a variação dos valores de clorofila durante o ano foi coerente com os resultados de densidades de organismos fitoplanctônicos.

As concentrações de Fósforo Total, com exceção de novembro, também estiveram em conformidade com a legislação.

Gráfico 7.38 – Concentrações de Clorofila *a* e Fósforo Total (PT) no reservatório Águas Claras – 2018.

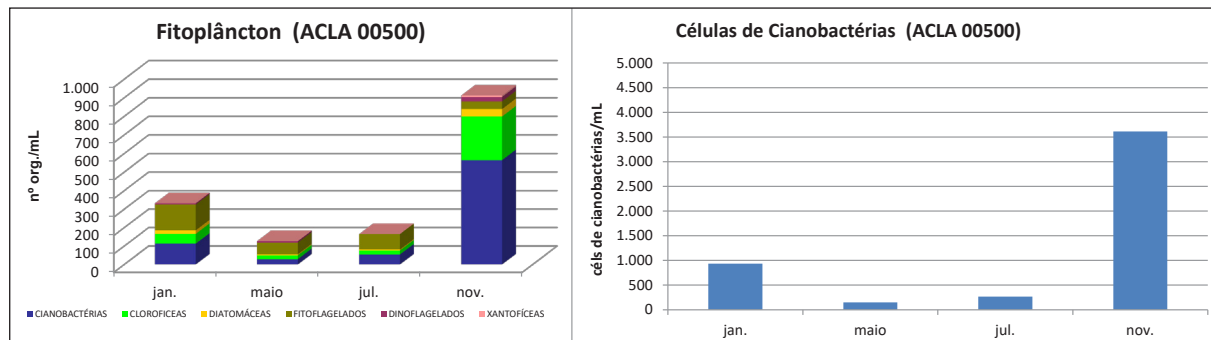


Este reservatório exibiu ao longo do ano classificação trófica, pelo IET, de Ultraoligotrófica a Mesotrófica e pela média anual classificou-se como Oligotrófica, ou seja, de baixa trofia mantendo a classificação obtida desde 2014.

As densidades de organismos fitoplanctônicos ficaram abaixo de $1.000 \text{ org.mL}^{-1}$ ao longo do ano, com dominância de cianobactérias apenas em novembro (Figura 7.15), quando também foram obtidos os maiores valores de densidades de organismos (912 org.mL^{-1}) e de células de cianobactérias ($3.611 \text{ céls.mL}^{-1}$), possivelmente influenciados pelas maiores concentrações de fósforo total do ano ($0,05 \text{ mg.L}^{-1}$). As densidades de células de cianobactérias não superaram o valor estipulado pela Resolução CONAMA nº 357/05 para Classe Especial. O gênero *Cyanogranis* foi o que mais contribuiu com os valores de células durante o ano todo. Situação melhor que a observada em 2017, quando a densidade de células de cianobactérias em novembro ($19.685 \text{ céls.mL}^{-1}$) foi superior à encontrada em 2018 no mesmo período, sendo registrada dominância do gênero *Cylindrospermopsis*. Cabe ressaltar que esse reservatório refletiu a situação do reservatório a montante em

relação às maiores densidades fitoplanctônicas e de células de cianobactérias obtidas em janeiro e novembro, com dominância de cianobactérias.

Figura 7.15 – Média mensal da Comunidade Fitoplanctônica e Contagem de Células de Cianobactérias no reservatório Águas Claras. 2018.

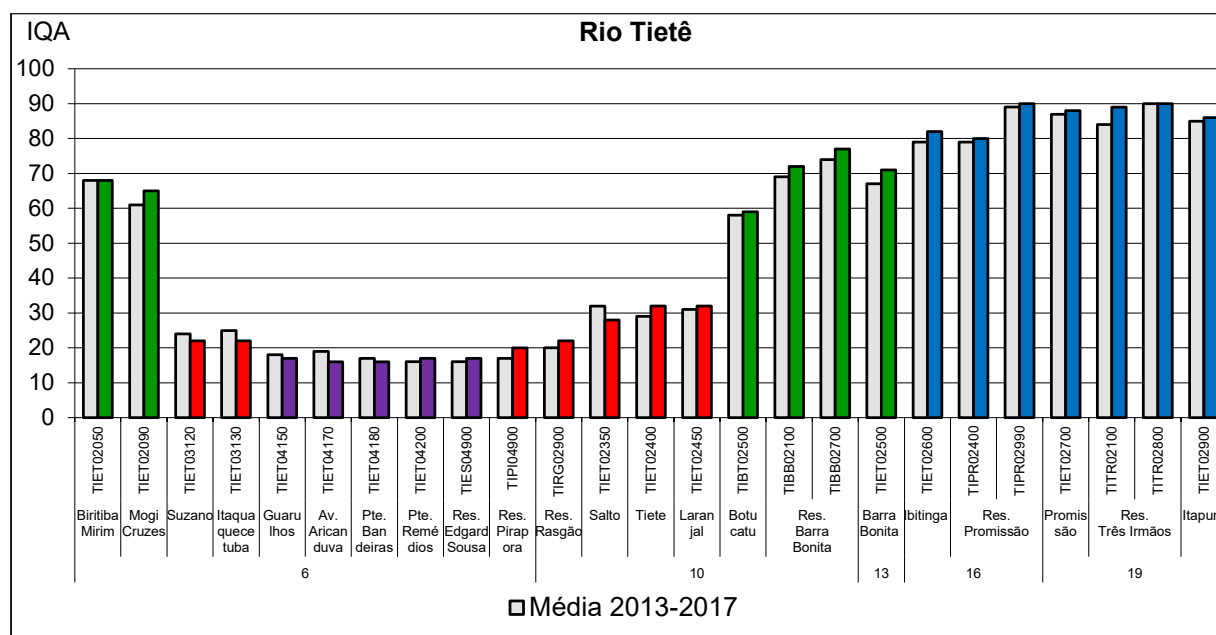


As baixas concentrações de Clorofila *a* bem como das densidades de organismos fitoplanctônicos estão provavelmente relacionadas ao curto tempo de residência desse reservatório, que não propicia um ambiente adequado ao estabelecimento da comunidade fitoplanctônica.

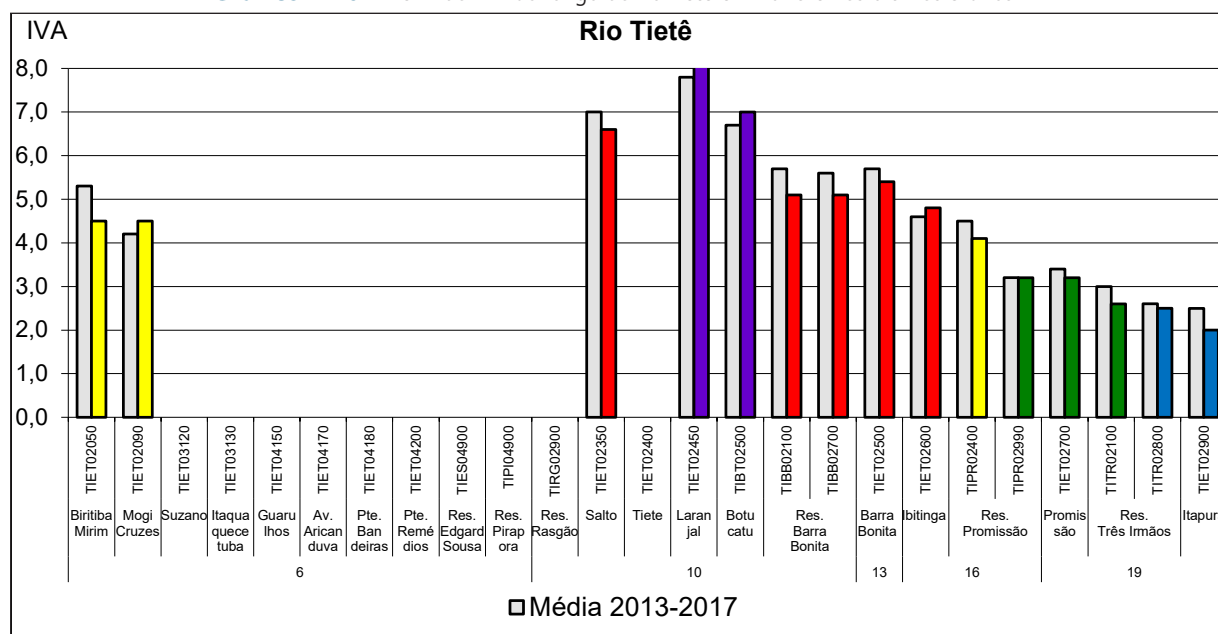
Avaliando o Sistema Cantareira como um todo, em relação à eutrofização, foi possível concluir que todos os reservatórios localizados na cabeceira do sistema (Jaguari, Jacaré, Cachoeira e Atibainha) se encontram em processo de eutrofização, enquanto os reservatórios já na bacia do Alto Tietê (Juqueri e Águas Claras) ainda se mantêm com baixa trofia.

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

No Gráfico 7.39, apresenta-se o perfil do IQA ao longo dos 22 pontos de amostragem na calha do rio Tietê, que percorre todo o estado de São Paulo e atravessa as UGRHI 6, 10, 13, 16 e 19. A avaliação do IQA inclui também pontos no braço do rio Tietê e no reservatório de Barra Bonita, totalizando 25 pontos de amostragem. 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 Laranjal Paulista a classificação variou entre Ruim e Péssima devido à elevada carga orgânica. Salienta-se a piora, em relação a 2017, no trecho entre Tietê e Laranjal Paulista, que passou da categoria Regular para a categoria Ruim, aumentando a extensão da mancha de poluição nesse rio. Processos de autodepuração desencadeados a partir do represamento da água nos reservatórios de Barra Bonita, Ibitinga, Promissão e Três Irmãos, vão progressivamente melhorando a sua qualidade, atingindo a qualidade Ótima perto da sua foz no rio Paraná.

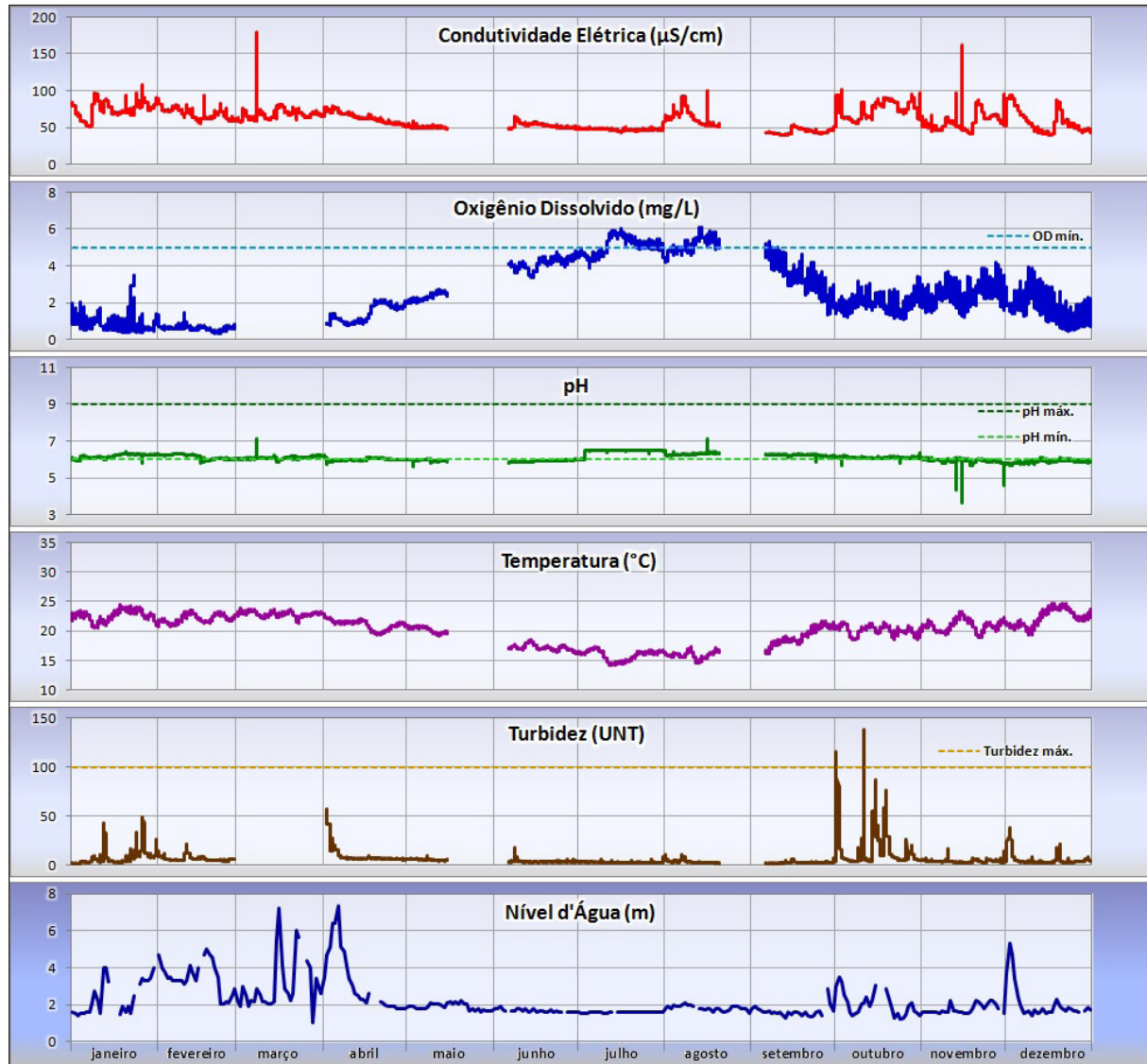
Gráfico 7.39 – Perfil do IQA ao longo do rio Tietê em 2018 e nos últimos 5 anos.

No Gráfico 7.40, é mostrado o perfil do IVA do rio Tietê no ano de 2018, ressaltando-se que esse índice não é calculado nos trechos de Classe 4, na Região Metropolitana de São Paulo, e nos pontos que apresentam histórico de baixo OD. Com exceção dos trechos mais próximos da nascente, classificados na categoria Regular, o IVA manteve a classificação Ruim e Péssima nos trechos de Salto, Laranjal Paulista, Barra Bonita e Ibitinga em função das contribuições provenientes das regiões metropolitanas que causam aumento da carga orgânica, baixos níveis de OD e eutrofização. A partir de Promissão, a qualidade para fins de proteção da vida aquática variou de Boa a Ótima. Destaca-se a melhora da qualidade em Promissão, que passou para a categoria Boa, devido a ausência de efeitos tóxicos no organismo-teste em 100 % das campanhas.

Gráfico 7.40 – Perfil do IVA ao longo do rio Tietê em 2018 e nos últimos 5 anos.

A Figura 7.16 apresenta a evolução dos parâmetros medidos pela Estação Automática Mogi das Cruzes em 2018.

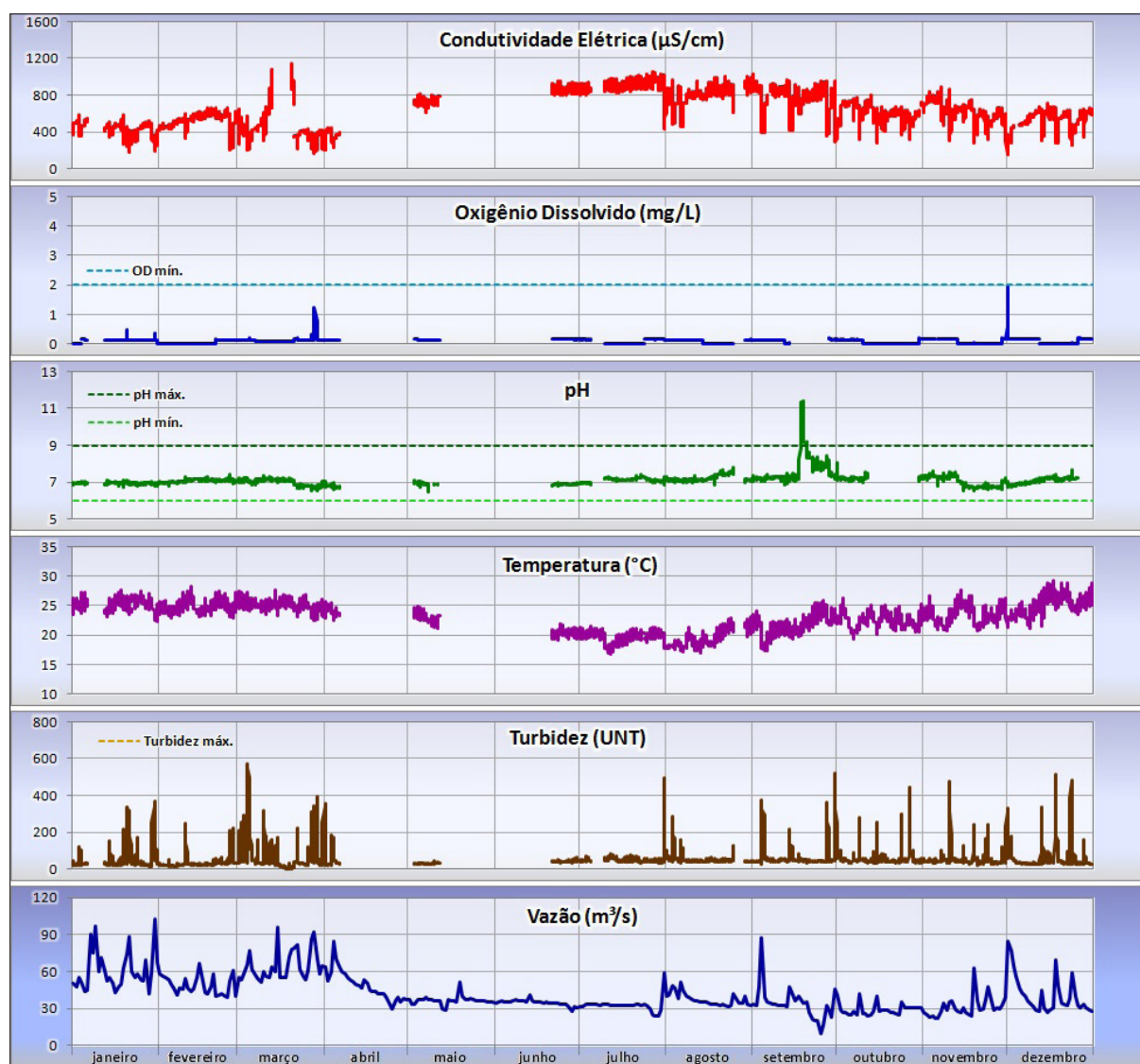
Figura 7.16 – Evolução dos parâmetros medidos pela Estação Automática Mogi das Cruzes de janeiro a dezembro de 2018.



Localizada junto à captação de água do SEMAE, a Estação Automática 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, trata-se de bacia agrícola que contribui com expressiva carga poluidora difusa. Isso pode ser observado pelos picos de Condutividade Elétrica e Turbidez, além dos baixos níveis de Oxigênio Dissolvido, durante o período chuvoso. O pH, tipicamente baixo, atende ao padrão de qualidade durante 66% do ano.

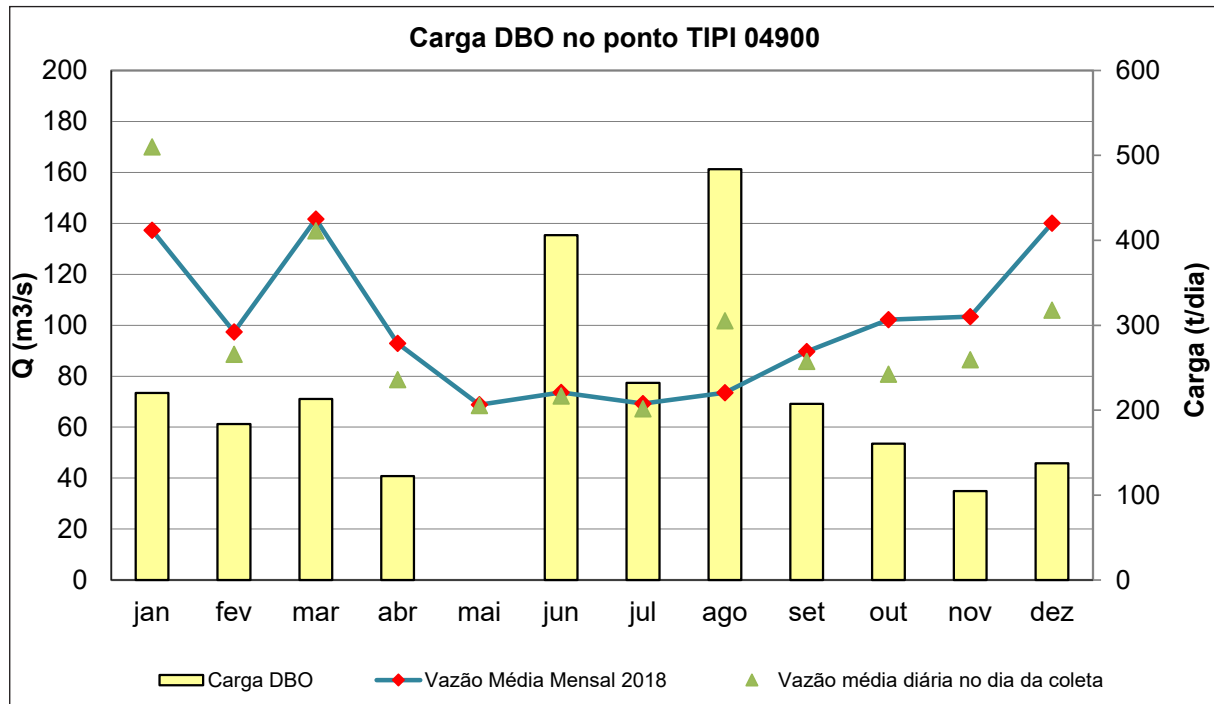
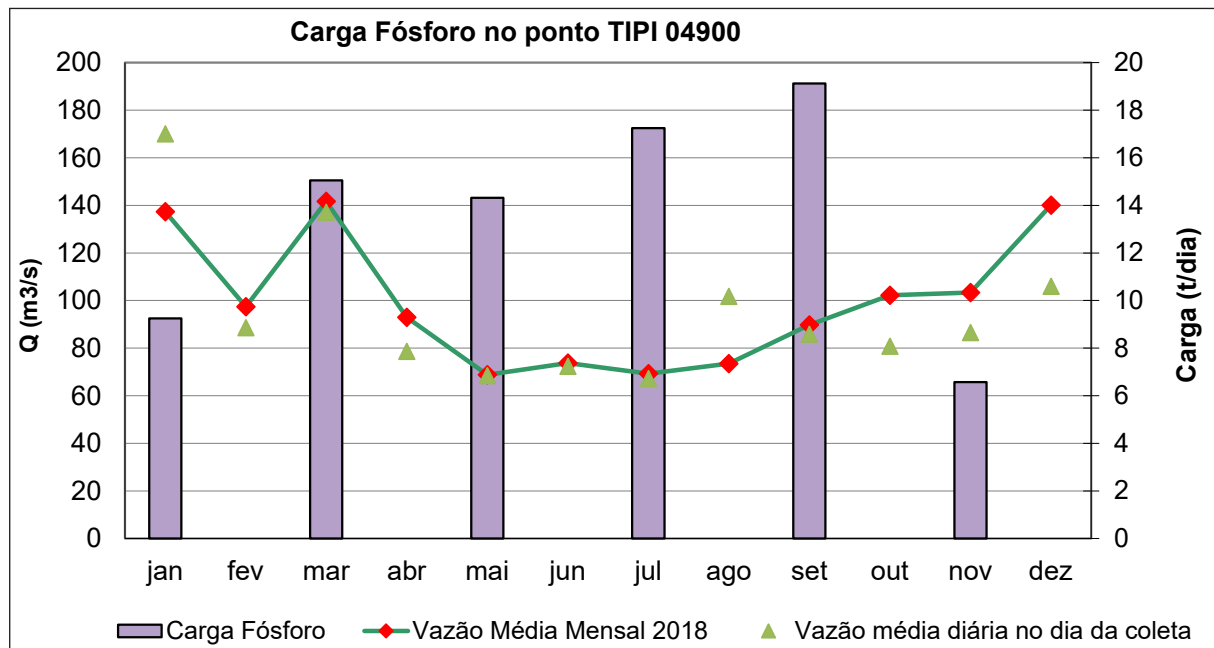
A Figura 7.17 apresenta a evolução dos parâmetros medidos pela Estação Automática Penha em 2018.

Figura 7.17 – Evolução dos parâmetros medidos pela Estação Automática Penha de janeiro a dezembro de 2018.

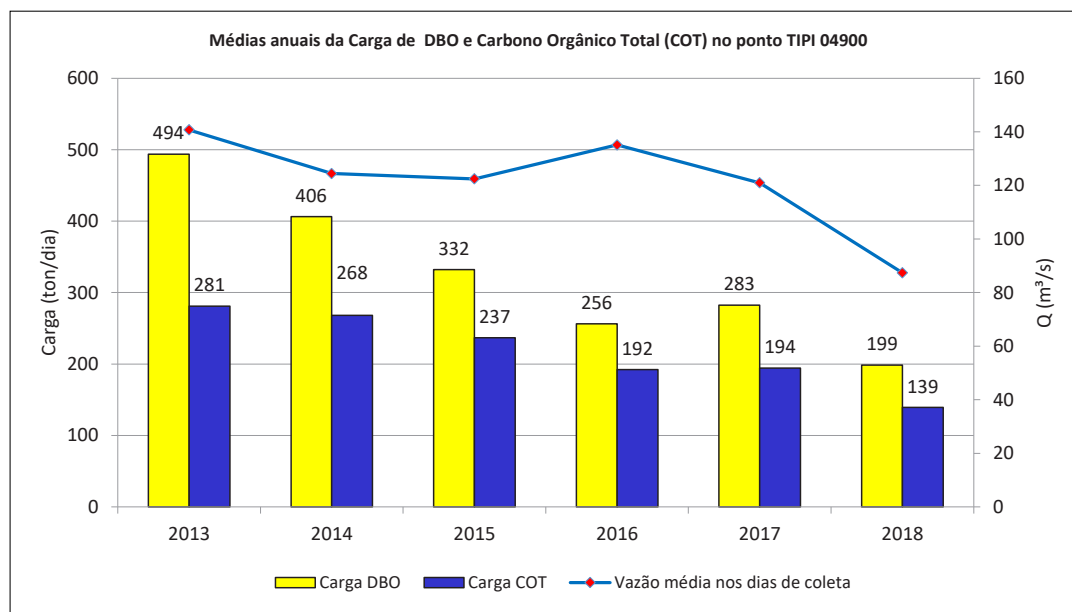


A Estação Automática Penha localiza-se no trecho de entrada do rio Tietê na capital paulista, onde já se verifica ausência de Oxigênio Dissolvido na água, com valores abaixo do padrão para rios Classe 4 em 100% do tempo. Mesmo nos momentos de maior vazão, não se observa melhora nos níveis de Oxigênio Dissolvido. A Condutividade Elétrica apresentou grande variabilidade, entre 200 e 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$, sendo tipicamente maior no período seco e indicando comprometimento desse trecho do rio por cargas poluidoras. O pH atendeu o padrão de qualidade em 99% do tempo. Os picos de Turbidez coincidem com as elevações de vazão do rio, mostrando que há aporte de cargas difusas. Não há padrão de Turbidez para rios Classe 4.

Uma vez que os trechos mais críticos do rio Tietê situam-se a jusante da RMSP, selecionou-se o ponto da barragem de Pirapora (TIPI 04900), que recebe toda a contribuição da bacia hidrográfica do Alto Tietê, a fim de acompanhar as medidas de saneamento implementadas ao longo dos últimos anos. Os gráficos 7.41 e 7.42 apresentam os dados de carga de DBO e de Fósforo a partir da integração dos dados de qualidade (concentração de DBO e de Fósforo) e de quantidade (vazão média diária) nesse ponto.

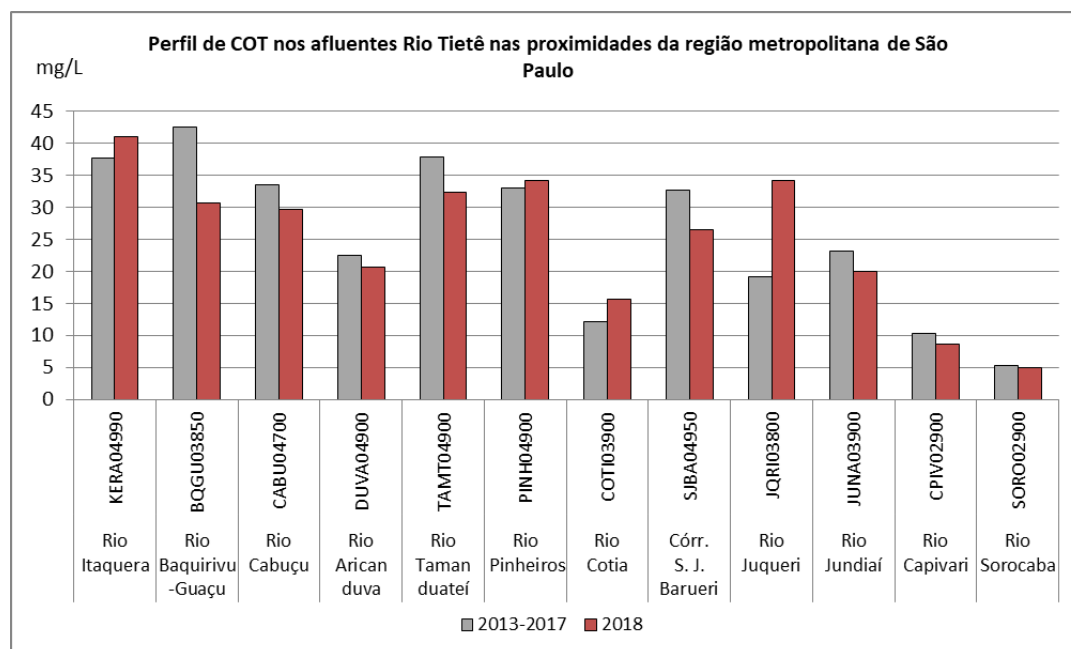
Gráfico 7.41 – Vazões e carga de DBO em 2018, no Ponto TIPI 04900.**Gráfico 7.42** – Vazões e carga de Fósforo em 2018, no Ponto TIPI 04900.

A fim de visualizar a evolução da carga de matéria orgânica medida no exutório da bacia do Alto Tietê entre 2013 e 2018, foi construído o Gráfico 7.43. 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 7.43 – 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 7.44 apresenta as concentrações de COT de cada afluente que a CETESB monitora.

Gráfico 7.44 – Perfil de COT nos Afluentes do rio Tietê em 2018 e nos últimos 5 anos.

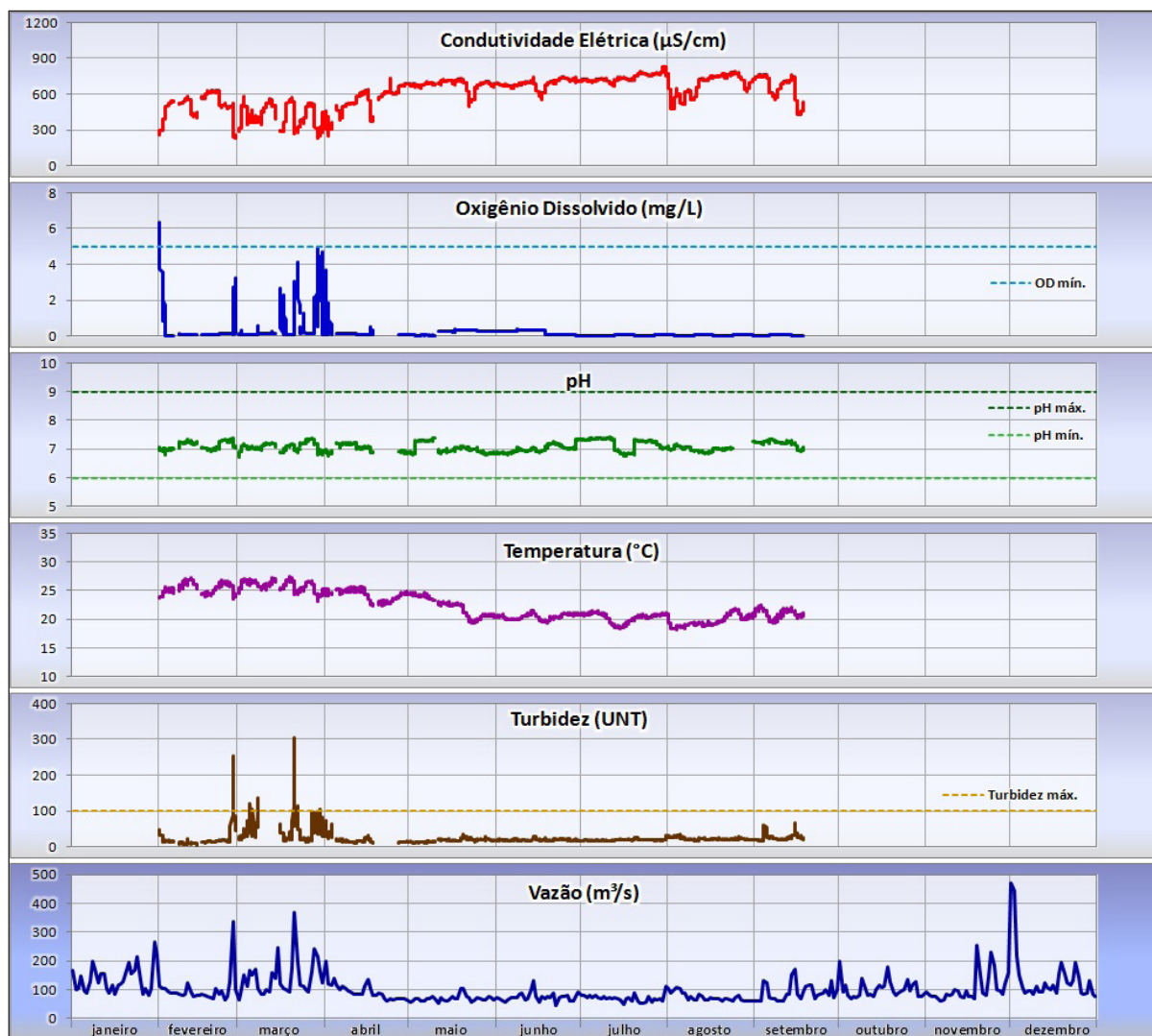
A maior parte das contribuições ocorre na Região Metropolitana de São Paulo, com diferença acentuada em relação aos afluentes do Médio Tietê – Jundiá, Capivari e Sorocaba. Na RMSP, os afluentes com maiores concentrações de COT que contribuem com lançamentos de esgoto são:

- Cabuçu e Baquirivu;
- Tamanduateí;
- Pinheiros;
- Itaquera e Aricanduva;
- São João do Barueri e Juqueri.

É possível observar que os afluentes Aricanduva, Baquirivu-Guaçu, Cabuçu, Tamanduateí e São João do Barueri vem mantendo uma redução da carga orgânica em relação à média histórica dos últimos 5 anos ao passo que houve inversão dessa tendência em 2018 para os rios Pinheiros, Juqueri e Itaquera. Dentre todos os afluentes avaliados em 2018, o rio Itaquera apresentou a maior concentração média de COT, seguido pelos rios Tamanduateí, Pinheiros e Juqueri.

A Figura 7.18 apresenta a evolução dos parâmetros medidos pela Estação Automática Rasgão em 2018.

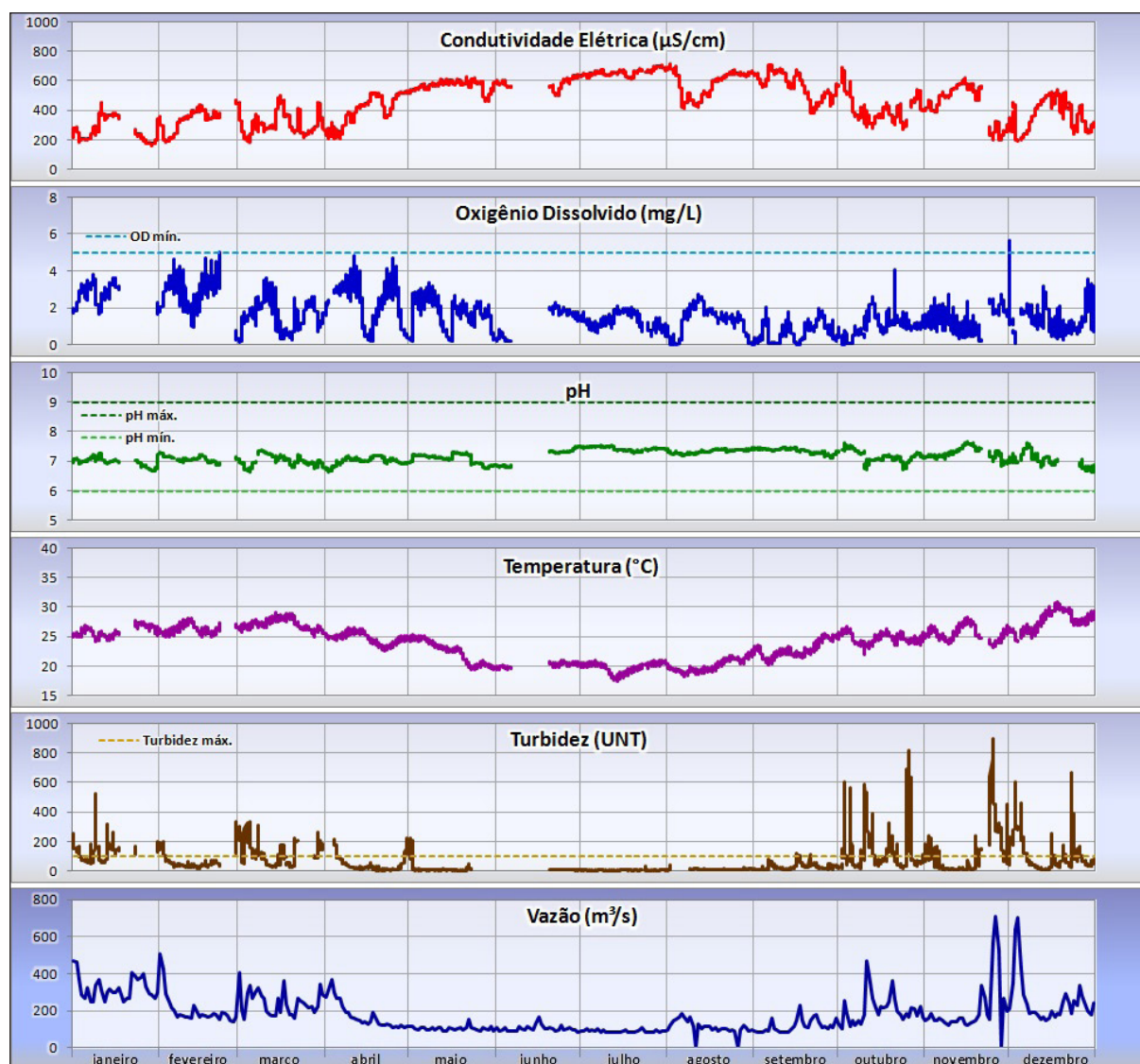
Figura 7.18 – Evolução dos parâmetros medidos pela Estação Automática Rasgão de janeiro a dezembro de 2018.



Localizada em Pirapora do Bom Jesus, a Estação Automática Rasgão monitora a qualidade das águas do rio Tietê na saída da Região Metropolitana de São Paulo. O impacto das expressivas cargas poluidoras recebidas a montante é evidenciado pelos altos valores de Condutividade e pelos valores de Oxigênio Dissolvido próximos de zero. Nos eventos de maior vazão, que ocorrem predominantemente no período chuvoso, 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.

A Figura 7.19 apresenta a evolução dos parâmetros medidos pela Estação Automática Laranjal Paulista em 2018.

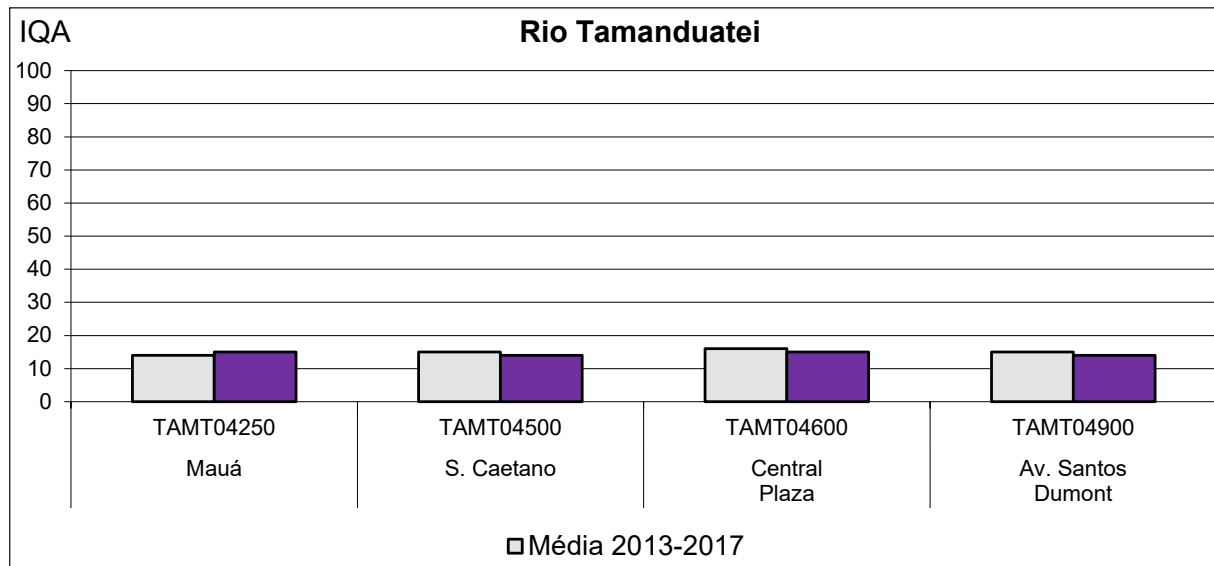
Figura 7.19 – Evolução dos parâmetros medidos pela Estação Automática Laranjal Paulista de janeiro a dezembro de 2018.



A Estação Automática Laranjal Paulista monitora a qualidade das águas do rio Tietê a montante do reservatório de Barra Bonita, trecho onde começam a ser observados sinais de recuperação desse corpo hídrico. A Condutividade Elétrica apresenta-se maior no período seco, no qual a vazão é menor. 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 2018. Os valores de Turbidez ultrapassam o limite máximo de 100 UNT em 20% do tempo, tipicamente no período chuvoso, no qual se observam as maiores vazões, indicando aporte de cargas difusas.

7.6.1 Rio Tamanduatei

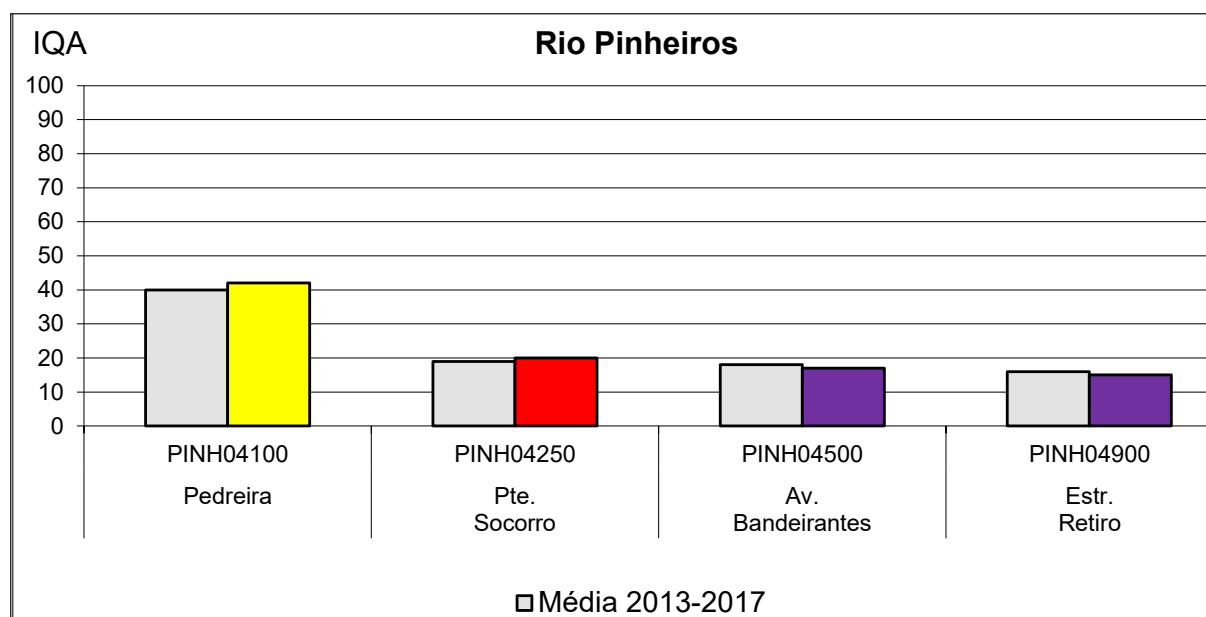
Gráfico 7.45 – Perfil do IQA ao longo do rio Tamanduatei em 2018 e nos últimos 5 anos.



O Gráfico 7.45 mostra o perfil do IQA no rio Tamanduatei em 2018. É possível observar que, igualmente aos anos anteriores, a qualidade se mantém na categoria Péssima em função da presença de elevada carga orgânica.

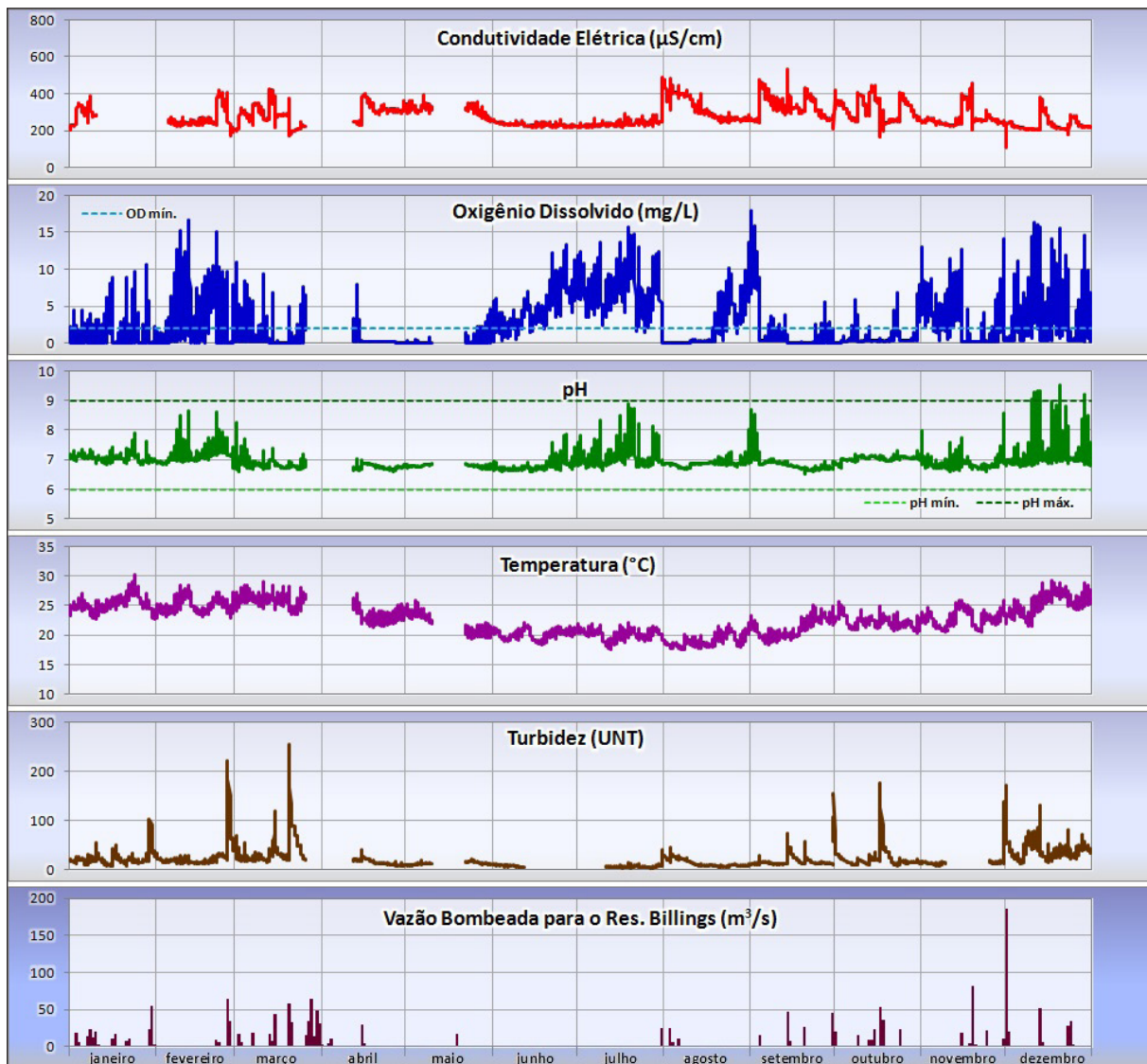
7.6.2 Rio Pinheiros

Gráfico 7.46 – Perfil do IQA ao longo do rio Pinheiros em 2018 e nos últimos 5 anos.



O perfil do IQA no rio Pinheiros em 2018 pode ser visualizado através do Gráfico 7.46. A qualidade se mantém na categoria Regular em Pedreira, no Alto Pinheiros. No trecho sob a Ponte do Socorro a qualidade se altera devido a presença de carga orgânica elevada, passando para a categoria Ruim, a mesma classificação obtida em 2017. Na Av. Bandeirantes e na Estrutura do Retiro a classificação se mantém na categoria Péssima.

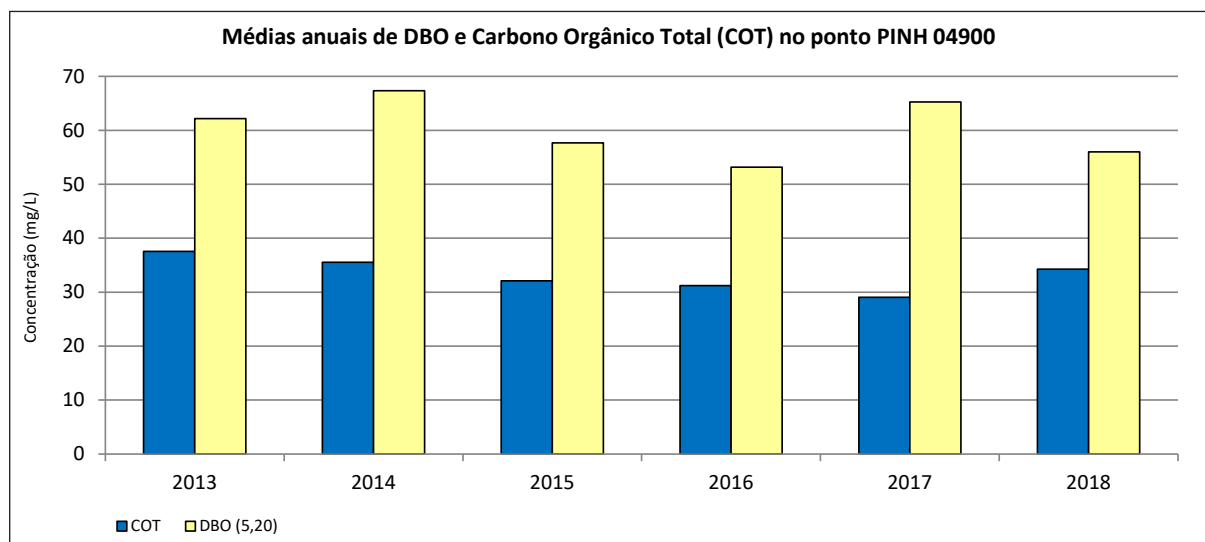
A Figura 7.20 apresenta a evolução dos parâmetros medidos pela Estação Automática Pedreira em 2018.

Figura 7.20 – Evolução dos parâmetros medidos pela Estação Automática Pedreira de janeiro a dezembro de 2018.

Situada no canal do rio Pinheiros, 500 m a montante da Usina Elevatória de Pedreira, a Estação Automática Pedreira determina a qualidade das águas bombeadas para o reservatório Billings. Valores de Condutividade entre 200 e 500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ indicam tratar-se de corpo-d'água impactado por cargas poluidoras. O rio Pinheiros apresenta comportamento hidrodinâmico misto:

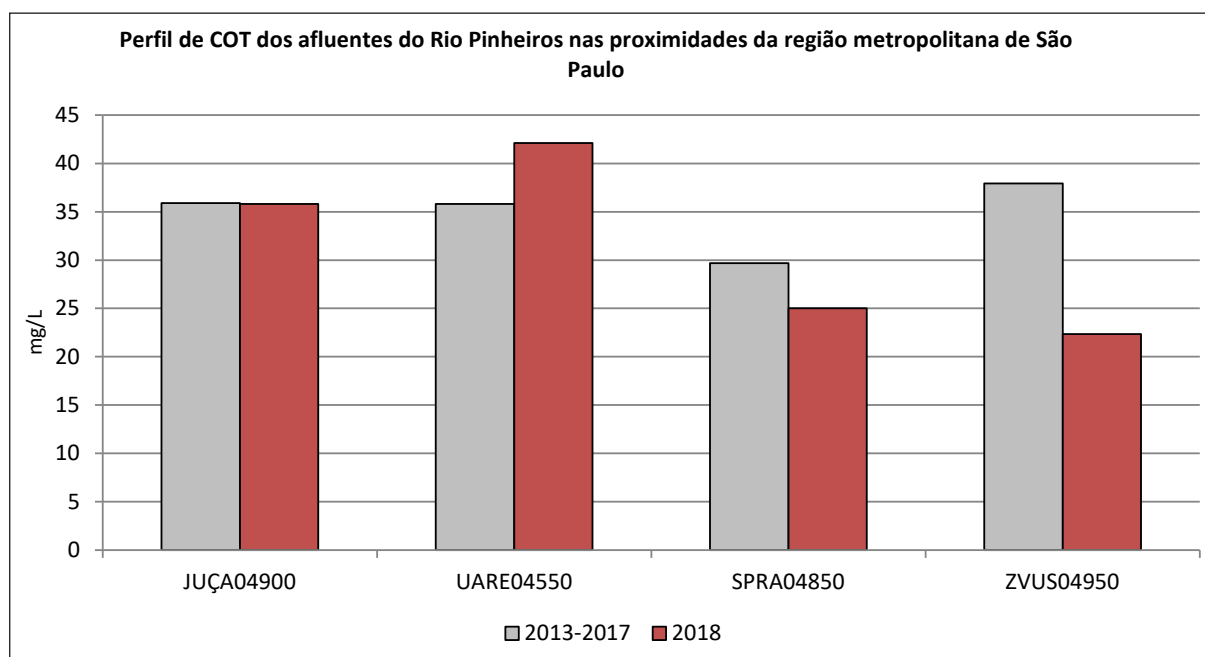
- Lótico, quando da ocorrência de eventos de bombeamento, com maior frequência no período chuvoso, quando há maior variabilidade da Turbidez, com picos superiores a 200 UNT, devido às variações na vazão do rio. O Oxigênio Dissolvido apresenta grande variabilidade, sendo marcante sua ausência;
- Lêntico, na ausência de bombeamento, situação mais frequente na estiagem, quando é possível observar período em que o OD não registra ausência; por outro lado, concentrações de até 15 mg/L são explicadas pela ocorrência de floração de algas, fenômeno indicativo da eutrofização do corpo-d'água.

O Oxigênio Dissolvido atende ao padrão de qualidade em 41% do tempo e o pH em mais de 99%. Para rios Classe 4, como o Pinheiros, não há padrão de Turbidez estabelecido na Resolução CONAMA nº 357/05.

Gráfico 7.47 – Médias anuais de DBO e Carbono Orgânico Total no ponto PINH 04900.

No tocante à qualidade da água na foz do rio Pinheiros (PINH 04900), o Gráfico 7.47 apresenta a evolução das concentrações de DBO e COT, as quais não tiveram alterações significativas ao longo dos anos.

No Gráfico 7.48, são apresentadas as concentrações de COT nos principais afluentes do rio Pinheiros. Com exceção do córrego Zavuvus, todos os afluentes do rio Pinheiros exibiram aumento nas concentrações de COT em relação a ano anterior, com destaque para os córregos do Jaguaré (UARE 04550) e Pirajussara (JUÇA 04900), que recebem contribuições dos municípios de Taboão da Serra e Embu das Artes. Contudo, o córrego das Águas Espraiadas e o Zavuvus vêm mantendo concentrações de COT inferiores à média histórica.

Gráfico 7.48 – Perfil de COT nos afluentes do rio Pinheiros em 2018 e nos últimos 5 anos.

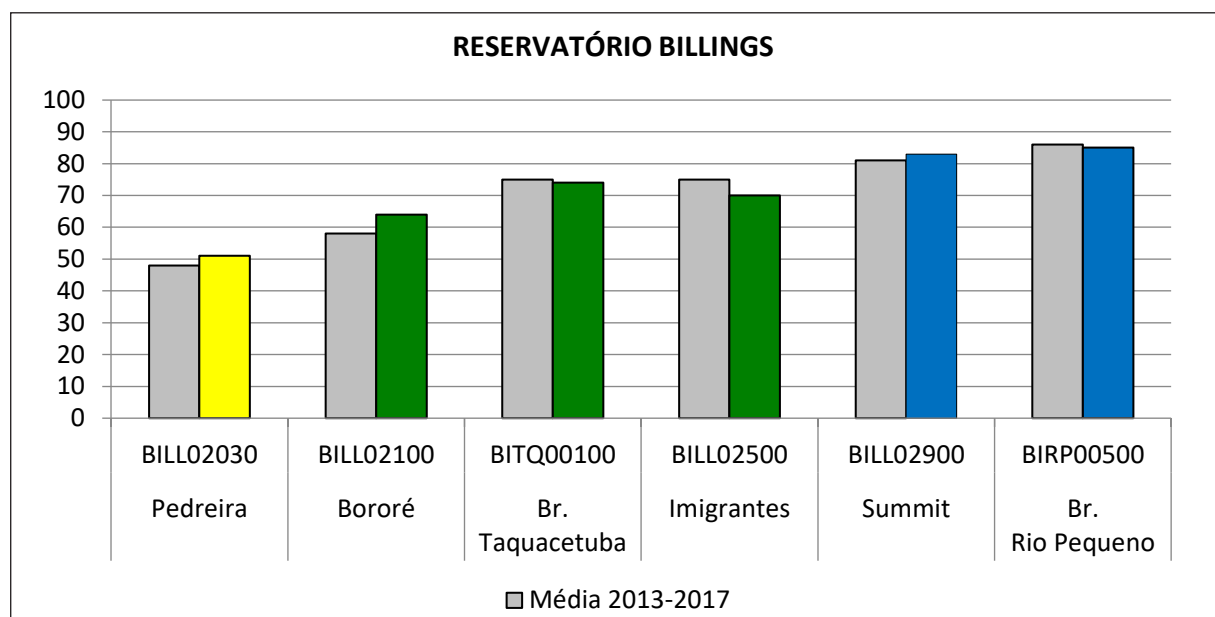
7.7 RESERVATÓRIOS DA UGRHI 06 – ALTO TIETÊ

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 BIRP00500, localizado no braço do rio Pequeno, inserido no ano de 2015, representa a qualidade da água na saída do reservatório Billings para o reservatório do rio Grande. A partir de abril de 2015, este reservatório passou a ser monitorado mensalmente.

O Gráfico 7.49 apresenta os valores do IQA em 2018, verificando-se piora em Pedreira na comparação com 2017, que passou para a categoria Regular. Nos demais pontos, a qualidade manteve-se na categoria Boa e Ótima, 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 três anos.

Gráfico 7.49 – Perfil do IQA – reservatório Billings em 2018 e nos últimos 5 anos.

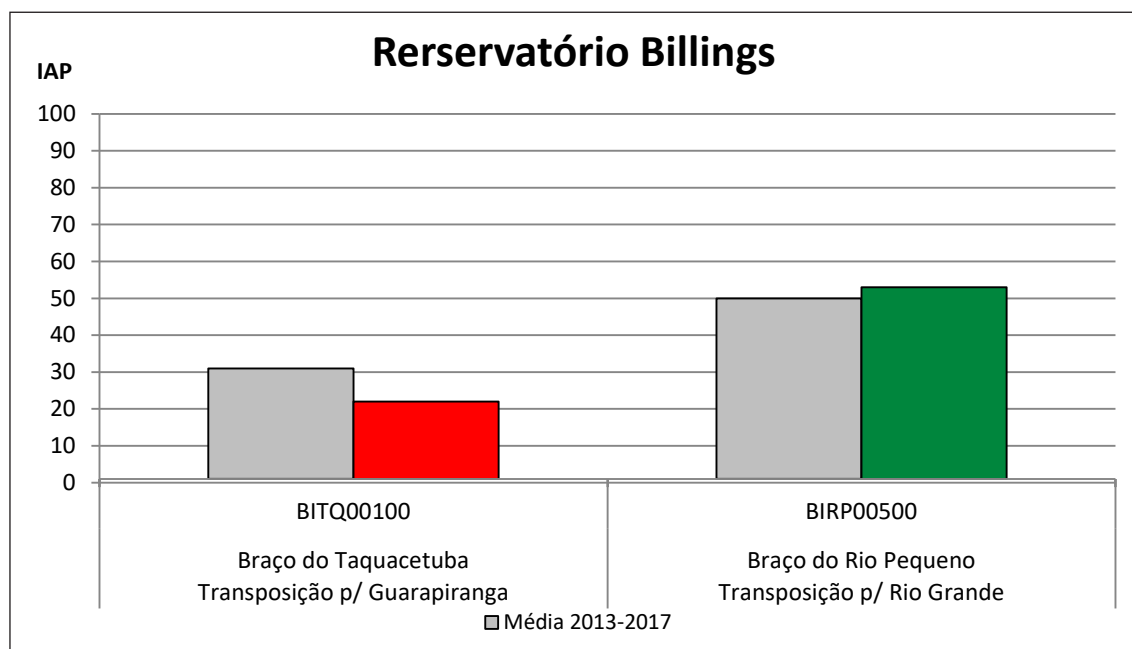


Os bombeamentos em Pedreira, do rio Pinheiros para o reservatório Billings, em 2018, indicaram uma vazão média anual de $4,6 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, portanto bem abaixo da média de 2017 ($7,1 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$). As maiores vazões médias

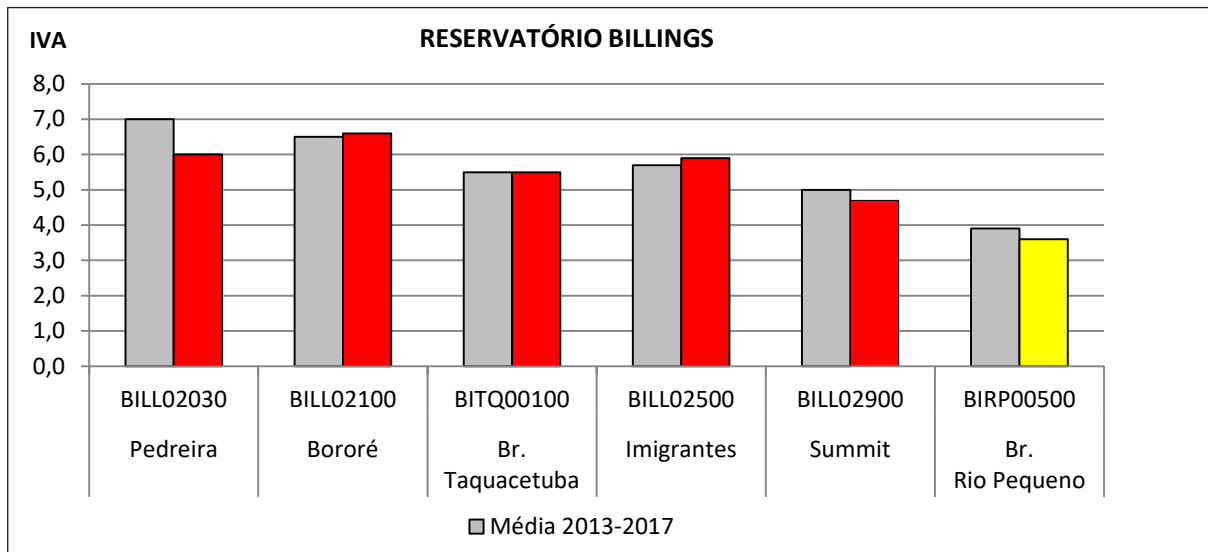
de bombeamento ocorreram nos meses chuvosos de janeiro ($7,2 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$), março ($13,2 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$) e dezembro ($10,6 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$), e resultaram no aporte de Fósforo e outros poluentes, o que refletiu no decaimento da qualidade da água, principalmente no trecho inicial da represa.

A classificação média do IAP em 2018 nos pontos de transferência da água no braço do Taquacetuba e no braço do rio Pequeno pode ser visualizada no Gráfico 7.50. Houve melhora no braço do Rio Pequeno, cujo índice passou para a categoria Boa devido às menores densidades de cianobactérias observadas em algumas campanhas ao longo do ano. A qualidade da água para fins de abastecimento público no braço do Taquacetuba, no entanto, se manteve na categoria Ruim já que os resultados para a densidade de cianobactérias e para o Potencial de Formação de Trihalometanos foram elevados em praticamente todas as campanhas de 2018.

Gráfico 7.50 – Perfil do IAP reservatório Billings em 2018 e nos últimos 5 anos.

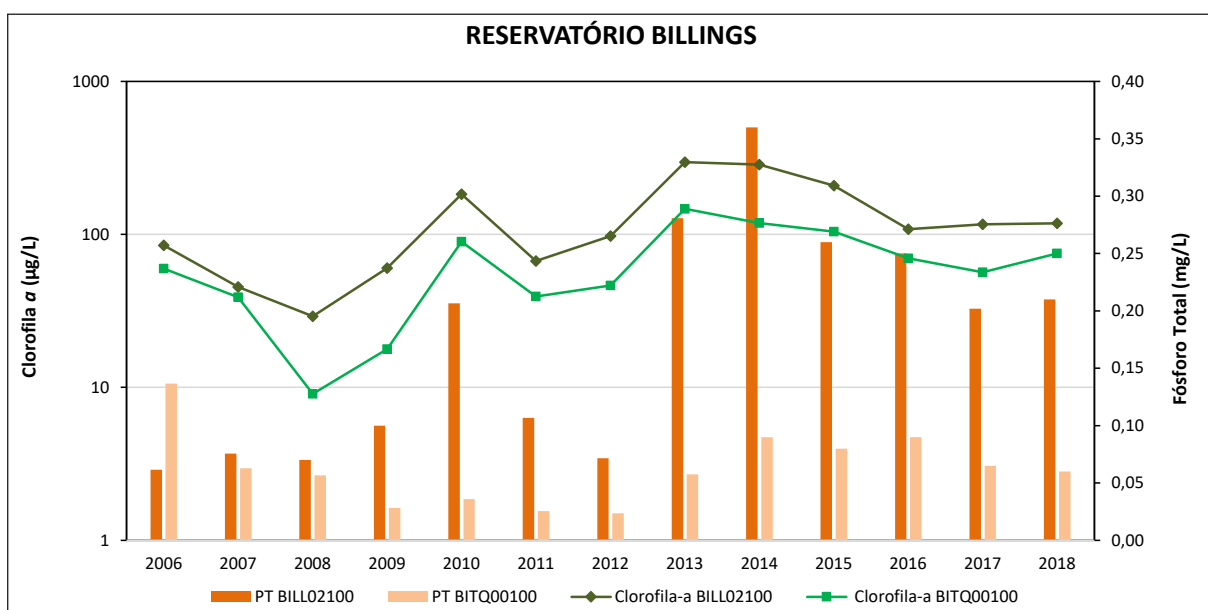


O IVA (Gráfico 7.51) do reservatório Billings manteve a classificação Ruim no braço do Taquacetuba, no Bororé e na Ponte da Imigrantes, em função do aporte de Fósforo, que influencia negativamente o IVA devido ao processo de eutrofização. Houve melhora da qualidade em Pedreira, que passou para a categoria Ruim devido ao menor registro de efeitos tóxicos crônicos (em 25 % das campanhas). No Summit, por outro lado, a qualidade piorou passando para a categoria Ruim, devido ao registro de efeitos tóxicos crônicos em 75 % das campanhas realizadas no ano. A qualidade no braço do rio Pequeno manteve a classificação Regular, a mesma observada no ano passado.

Gráfico 7.51 – Perfil do IVA reservatório Billings em 2018 e nos últimos 5 anos.

Cabe mencionar que o Sistema Billings apresenta uma condição preocupante em termos ecotoxicológicos, uma vez que todos os pontos apresentaram toxicidade crônica pelo menos duas vezes ao ano, com exceção do ponto em Pedreira. Os pontos BILLO2100 (Bororé), Imigrantes (BILL 02500), BILLO2900 (Summit Control) apresentaram efeito tóxico crônico em, pelo menos, 50% das amostras analisadas durante o ano. O braço do Rio Pequeno registrou efeitos tóxicos crônicos em mais de 30 % das campanhas. Os efeitos tóxicos crônicos 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 7.52, 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 2018.

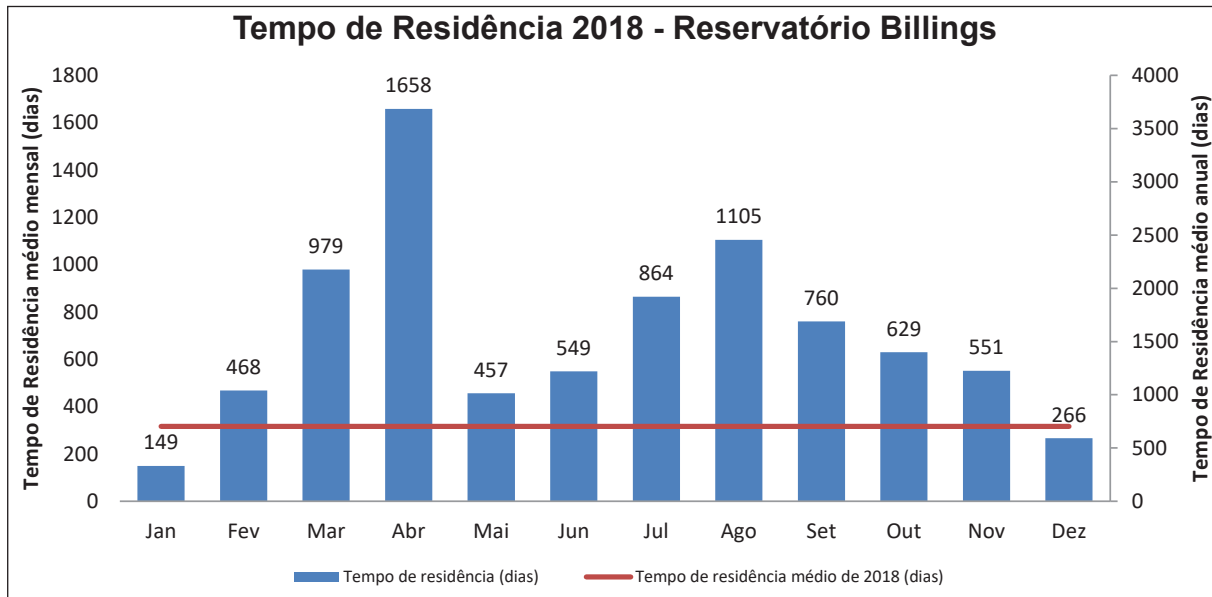
Gráfico 7.52 – Média anual de Clorofila *a* e Fósforo Total (PT) no reservatório Billings (BILLO2100 e BITQ00100) de 2006 a 2018.

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 7.21). Porém, a partir de 2011 observa-se uma tendência de aumento para os valores de Clorofila *a*, assim como para as densidades da comunidade fitoplanctônica, em especial do grupo das Cianobactérias no reservatório Billings no braço do Bororé (BILL 02100) até 2014. Segundo o IET, este ponto vem mantendo a classificação Hipereutrófica.

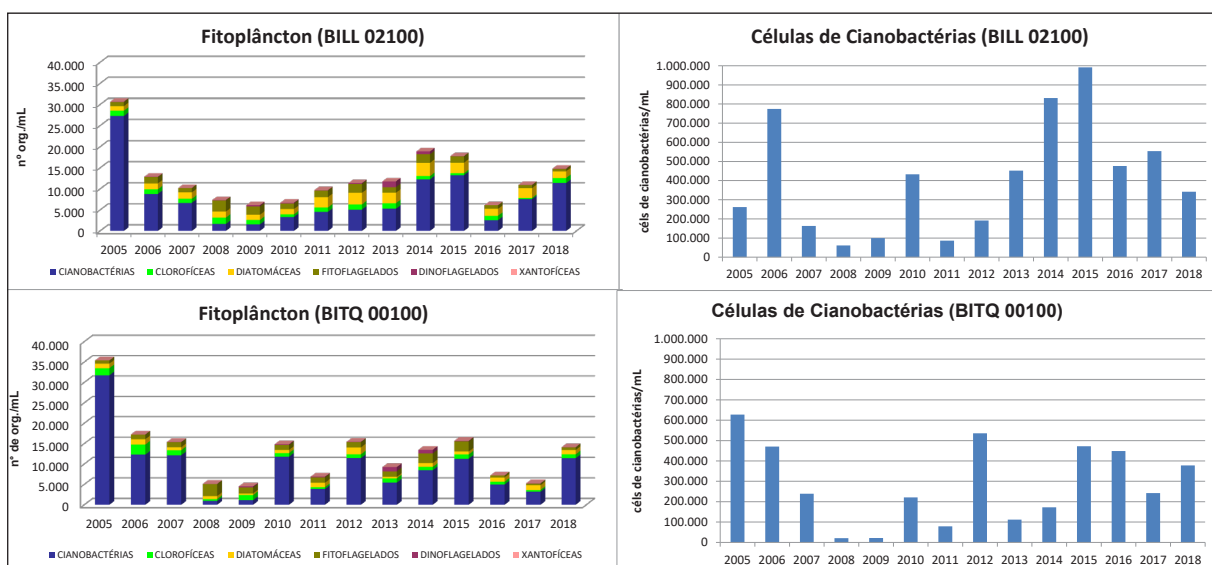
Já no BITQ 00100 que vinha apresentando queda nas médias anuais de concentrações de Clorofila *a*, densidade de organismos fitoplanctônicos e Número de Células de Cianobactérias desde 2015, apresentou aumento das médias anuais em 2018. As concentrações mensais de Clorofila *a*, influenciadas pelas elevadas densidade de células de cianobactérias, e as concentrações de Fósforo Total, superaram os limites estabelecidos pela CONAMA nº 357/05 para Classe 1 ($10 \mu\text{g.L}^{-1}$ de Clorofila *a* e $0,02 \mu\text{g.L}^{-1}$ de Fósforo Total) em todos os períodos amostrados. Segundo o IET, este ponto indicou uma piora em relação ao ano anterior sendo classificado como Supereutrófico.

A densidade média anual de organismos fitoplanctônicos no reservatório Billings variou entre $12.623 \text{ org.mL}^{-1}$ (BILL 02500 – sob a ponte da Imigrantes) e $62.202 \text{ org.mL}^{-1}$ (BIRP 00500 – braço do rio Pequeno) e a estrutura da comunidade, de forma geral, manteve-se semelhante ao verificado nos últimos anos. No Gráfico 7.53 é apresentado o tempo de residência médio que em 2018 diminuiu, passando de 905 dias para 703 dias.

Houve dominância de cianobactérias em todos os pontos do reservatório em pelo menos uma amostragem, com destaque para os pontos situados na barragem *Summit Control* (BILL 02900) e nos braços Bororé (BILL02100), Imigrantes (BILL 02500) e Taquacetuba (BITQ00100), que apresentaram dominância o ano todo. Situação pior que a observada em 2017, quando apenas dois pontos tiveram dominância de cianobactérias o ano todo (*Summit Control* e braço do Rio Pequeno). O maior valor de células de cianobactérias foi registrado em janeiro no ponto de Pedreira, $1.661.370 \text{ céls.mL}^{-1}$, com dominância do gênero *Microcystis*.

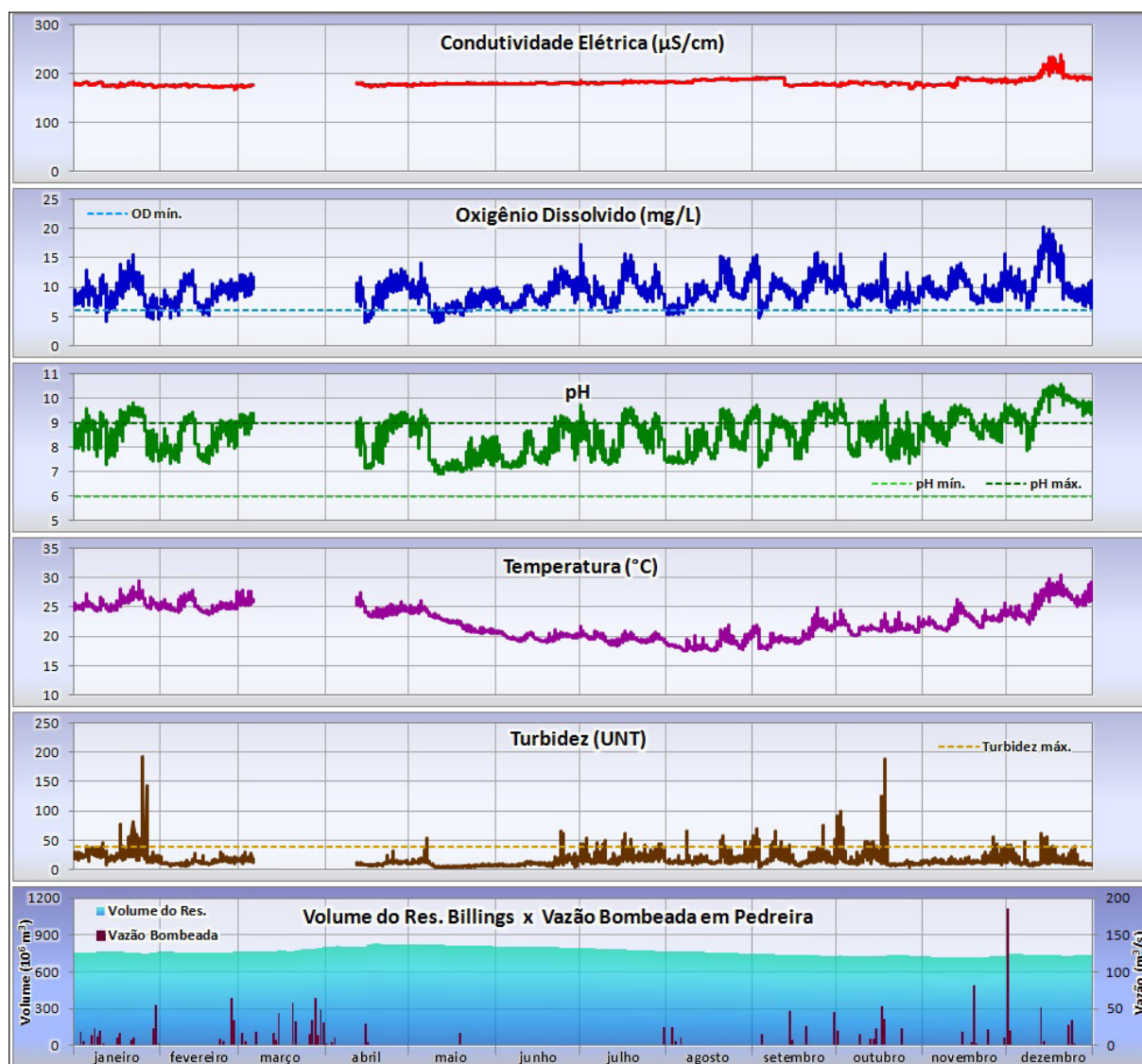
Gráfico 7.53 – Tempo de residência (dias) do reservatório Billings em 2018.

A Figura 7.21 apresenta o histórico das médias anuais dos últimos quatorze anos nos pontos dos braços do Taquacetuba e Bororé, para a densidade da comunidade fitoplanktônica e o número de células de cianobactérias. 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) e *Microcystis* (potencialmente produtor de microcistina).

Figura 7.21 – Média anual da composição da Comunidade fitoplanktônica e média anual do Número de Células de Cianobactérias – reservatório Billings – 2005 a 2018.

A Figura 7.22 apresenta a evolução dos parâmetros medidos pela Estação Automática Taquacetuba em 2018.

Figura 7.22 – Evolução dos parâmetros medidos na Estação Automática Taquacetuba de janeiro a dezembro de 2018.



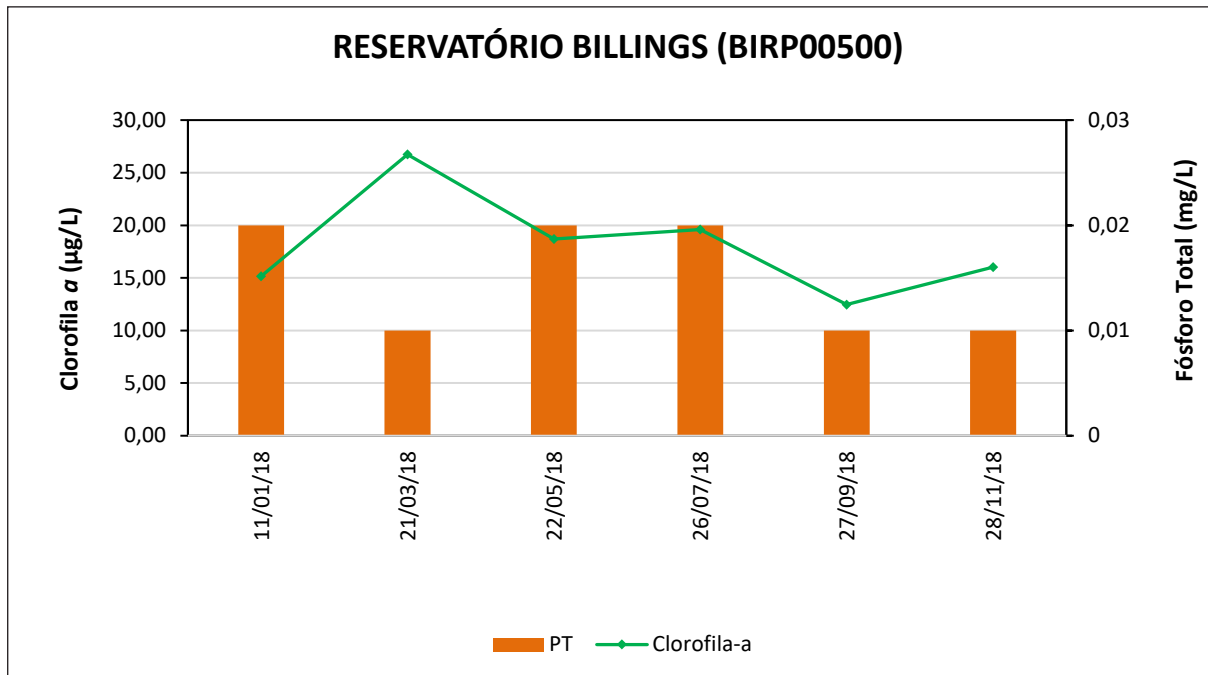
A Estação Automática Taquacetuba determina a qualidade das águas revertidas do reservatório Billings para o reservatório Guarapiranga pela SABESP. O Oxigênio Dissolvido atende ao padrão de qualidade em 95% do tempo, apresentado grande variabilidade, com valores entre 5 e 20 mg/L. Altas concentrações de oxigênio são devidas a eventos de floração 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 32% do tempo. A Turbidez atendeu ao padrão de qualidade em 98% do tempo.

Em 2018, no ponto do braço do rio Pequeno (BIRP 00500) local de transposição de águas para o reservatório Rio Grande, as concentrações de Clorofila *a* (Gráfico 7.54) variaram de forma similar às densidades de organismos fitoplancônicos, sendo influenciadas principalmente pelos grupos mais abundantes. Seu estado

trófico variou de Mesotrófico a Eutrófico e as valores de Clorofila *a* superaram, em todas as campanhas, o limite de 10 $\mu\text{g.L}^{-1}$ estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/05.

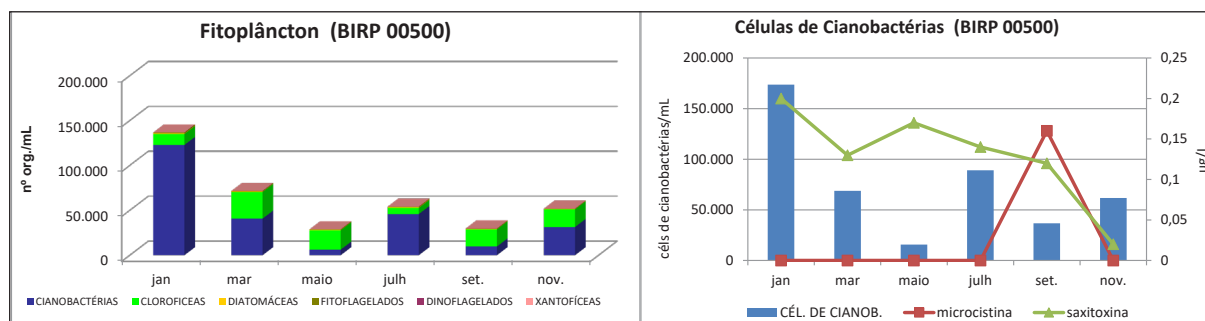
Já as concentrações de Fósforo Total, estiveram em conformidade com a legislação em todas as campanhas com concentrações indicativas de condição trófica de Oligotrófica a Mesotrófica. Pela média do IET, este reservatório foi classificado como Mesotrófico mantendo a classificação obtida desde 2016.

Gráfico 7.54 – Concentrações de Clorofila *a* e Fósforo Total (PT) no reservatório Billings (BIRP00500) – 2018.



Nesse ponto (BIRP 00500), houve diminuição tanto das densidades médias anuais de fitoplâncton (que passou de 108.194 org.mL^{-1} para 62.202 org.mL^{-1}) quanto de células de cianobactérias (que passou de 171.083 céls.mL^{-1} para 74.265 céls.mL^{-1}). Apesar dessa diminuição, o Número de Células de Cianobactérias ficou acima do estipulado pela Resolução CONAMA nº 357/05 para Classe Especial (20.000 céls.mL^{-1}) em aproximadamente 80% das amostragens mensais (Figura 7.23). Já em 2017 ultrapassou todas as amostragens. A dominância de cianobactérias também caiu para aproximadamente 70% em 2018 em comparação com 2017, que havia sido 100%, 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). A exceção foi setembro, quando ocorreu dominância do gênero picoplanctônico *Cyanogranis*, ainda sem registro na literatura de produção de cianotoxina.

Figura 7.23 – Média mensal da Comunidade Fitoplancônica e Contagem de Células de Cianobactérias no braço do rio Pequeno (BIRP 00500) – reservatório Billings – 2018.



As cianotoxinas foram monitoradas em três pontos do reservatório. Nos pontos situados no braço do Taquacetuba (BITQ 00100) e braço do rio Pequeno (BIRP 00500) foram monitoradas microcistinas e saxitoxinas e próximo à barragem Pedreira (BILL 02030) foi monitorada apenas microcistina.

No ponto BILL 02030, as concentrações de microcistina superaram o preconizado no anexo XX da Portaria de Consolidação nº 5/2017 para água tratada ($1,0 \mu\text{g.L}^{-1}$) em janeiro, julho e novembro, sendo o maior valor encontrado em janeiro ($50 \mu\text{g.L}^{-1}$). Esse valor é muito superior ao encontrado em janeiro de 2017 ($14,5 \mu\text{g.L}^{-1}$), devido à elevada densidade de células de cianobactérias pertencentes ao gênero *Microcystis*.

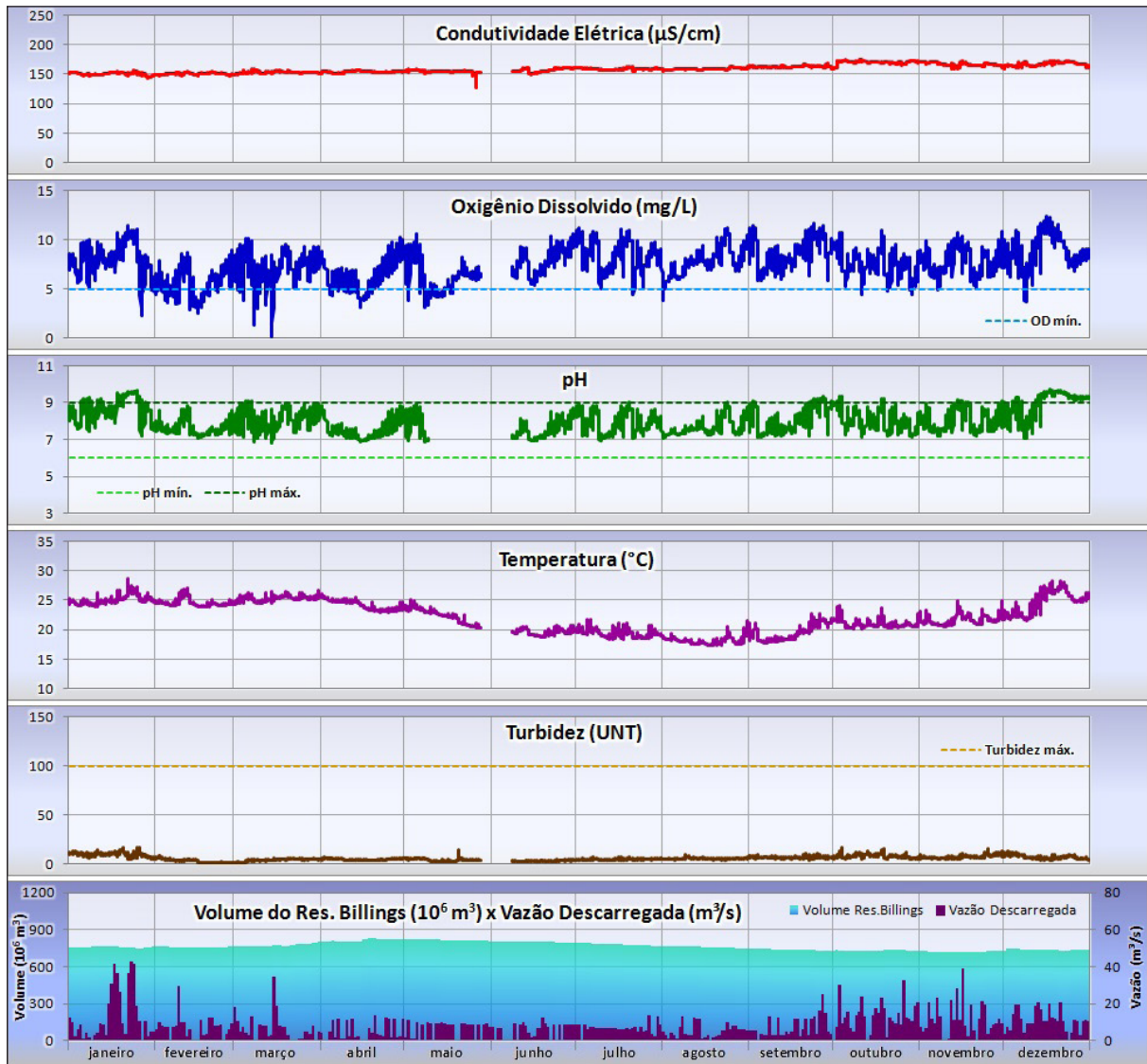
No braço do Taquacetuba a microcistina foi quantificada em todos os meses amostrados, e os valores ultrapassaram o limite para água potável ($1,0 \mu\text{g.L}^{-1}$) em praticamente todas as amostragens com exceção de maio. O maior valor obtido foi em novembro ($6,60 \mu\text{g.L}^{-1}$), superior aos valores obtidos em 2016 ($2,21 \mu\text{g.L}^{-1}$) e 2017 ($1,75 \mu\text{g.L}^{-1}$) e o menor valor foi de $0,30 \mu\text{g.L}^{-1}$ (maio). Já as concentrações de saxitoxina ficaram abaixo do valor legislado para água tratada ($3,0 \mu\text{g.L}^{-1}$), sendo que o maior valor foi obtido em março ($0,07 \mu\text{g.L}^{-1}$). Não foi encontrada correlação com o número de células de cianobactéria, o que é esperado, uma vez que as concentrações de cianotoxinas dependem da presença de gêneros potencialmente produtores, de cepas com genes responsáveis por sua produção e da taxa de degradação dessas toxinas no ambiente.

No braço do rio Pequeno as concentrações de microcistina ficaram abaixo do limite de detecção em praticamente todas as amostragens com exceção de setembro ($0,16 \mu\text{g.L}^{-1}$). A saxitoxina foi quantificada em todas as amostragens, sempre em concentrações muito baixas, sendo que o maior valor foi obtido em janeiro ($0,20 \mu\text{g.L}^{-1}$), possivelmente associada às maiores densidades de células pertencentes aos gêneros *Cylindrospermopsis* e *Aphanizomenon*, potencialmente produtores dessa cianotoxina.

O reservatório Billings, ainda se mantém com elevado grau de eutrofização com a maioria de seus pontos monitorados classificados de Supereutrófico a Hipereutrófico. Apenas os pontos no braço do Rio Pequeno (BIRP 00500) e o próximo à barragem Billings-Pedras (BILL 02900) mantiveram a classificação Mesotrófica, ou seja, ambiente em processo de eutrofização, mantendo a classificação observada no ano anterior. 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 7.24 apresenta a evolução dos parâmetros medidos pela Estação Automática *Summit Control* em 2018.

Figura 7.24 – Evolução dos parâmetros medidos pela Estação Automática *Summit Control* de janeiro a dezembro de 2018.



A Estação Automática *Summit Control* localiza-se junto à saída das águas do reservatório Billings para a geração de energia na Usina Hidrelétrica Henry Borden. Dessa forma, essa Estação permite acompanhar a qualidade das águas que vão da UGRHI 6 para a UGRHI 7. A Condutividade Elétrica permaneceu em torno de 150 $\mu\text{S/cm}$ ao longo do ano. O Oxigênio Dissolvido apresentou grande variabilidade, atingindo valores tanto acima de 10 mg/L, quanto abaixo do padrão (8% do tempo). Os valores de OD que extrapolam a saturação podem ser atribuídos a eventos de floração de algas decorrentes da eutrofização. Acompanhando o comportamento do OD, o pH também apresentou grande variabilidade, excedendo o limite superior em 13% do tempo. Os valores baixos de Turbidez, que atendem ao padrão em 100% do tempo, são devidos ao fato de a água apresentar um tempo de residência bastante significativo no reservatório, favorecendo a sedimentação da maior parte dos sólidos no percurso em direção à barragem.

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 2018, a qualidade das águas no braço de Parelheiros (GUAR 00100) piorou passando da categoria Boa para Regular. É importante ressaltar que a qualidade das águas nesse ponto, que se localiza a jusante da várzea do rio Parelheiros, é influenciada pela carga orgânica advinda das bacias de drenagem do ribeirão Itaim e do rio Parelheiros, as quais possuem deficiência nos sistemas de coleta e tratamento de esgotos. Já no ponto GUAR 00900, junto ao ponto de captação da SABESP, o IQA se manteve na categoria Boa (Gráfico 7.55) e próximo à média histórica dos últimos cinco anos.

Gráfico 7.55 – Perfil do IQA no reservatório Guarapiranga em 2018 e nos últimos 5 anos.

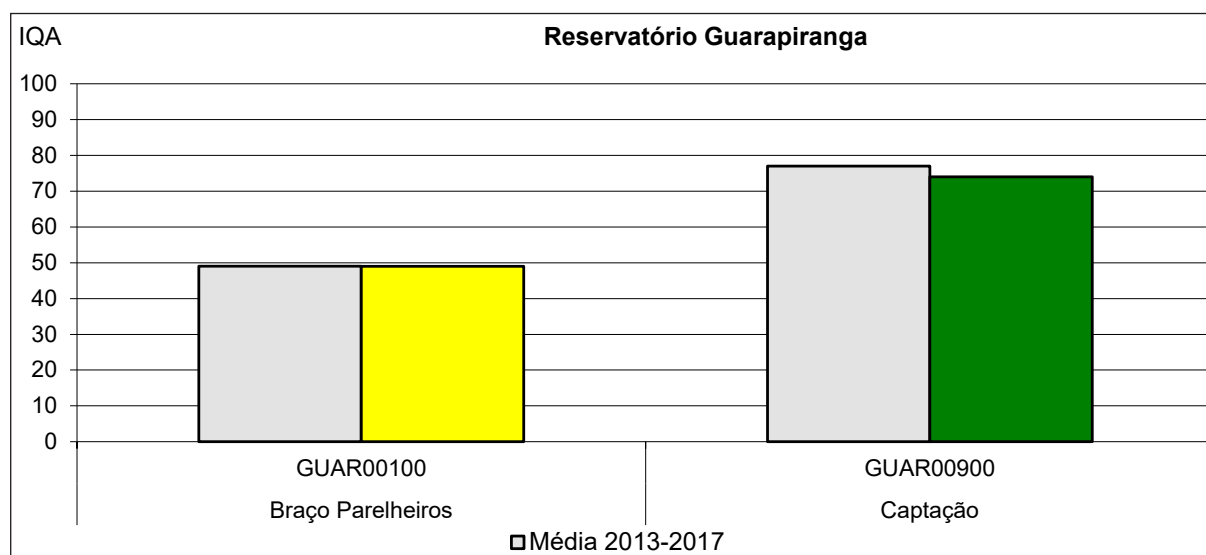
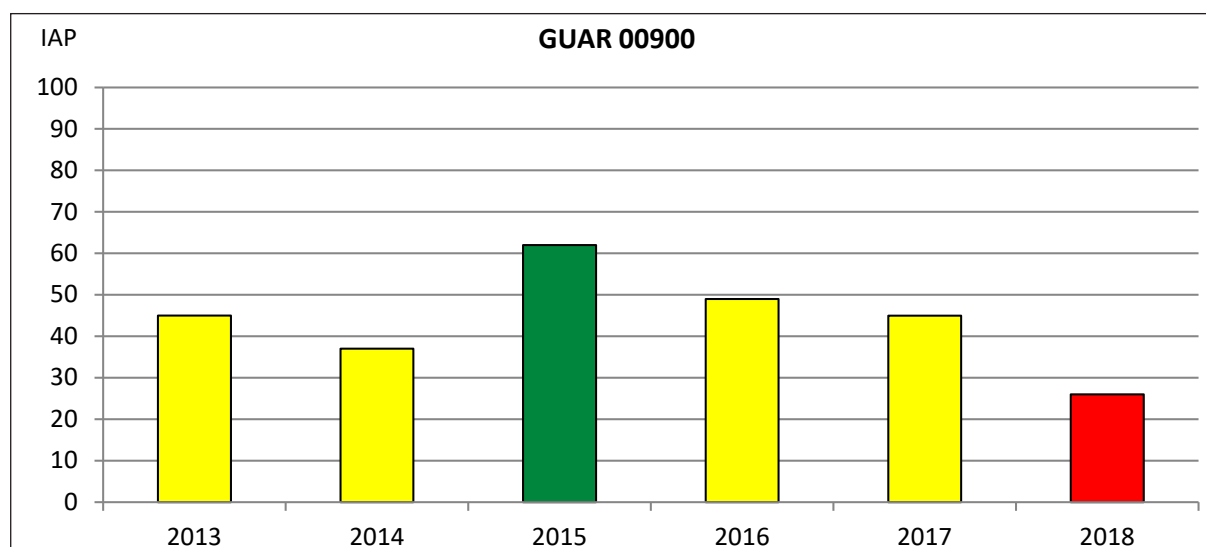
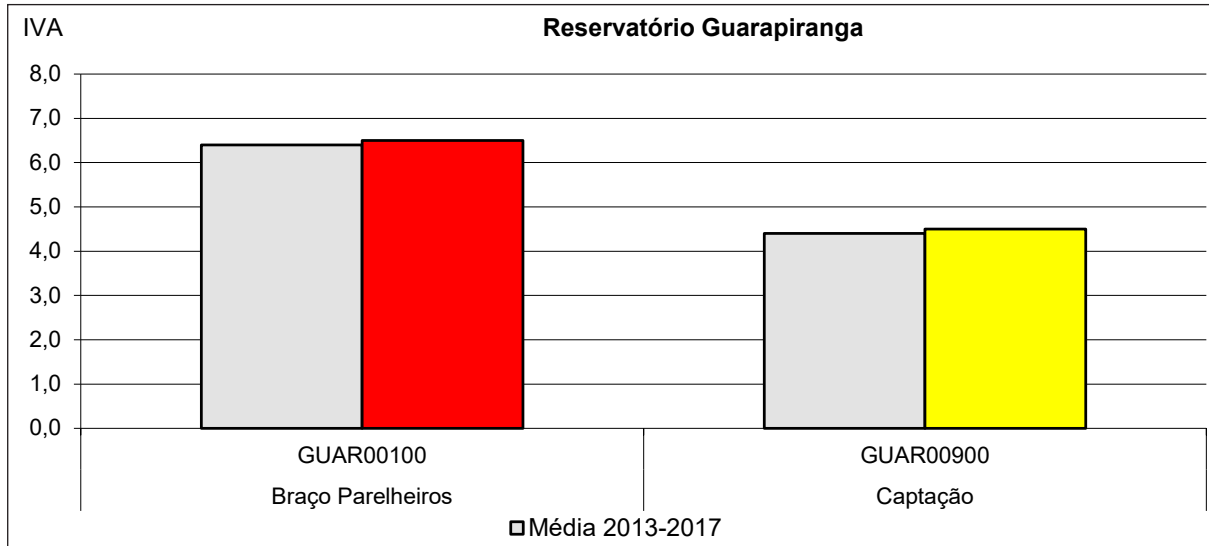


Gráfico 7.56 – Média Anual do IAP no ponto GUAR 00900 – reservatório Guarapiranga.



Quanto a qualidade da água utilizada para fins de abastecimento público (IAP), a qualidade em 2018 se manteve na categoria Ruim (Gráfico 7.56), sendo influenciada pela detecção, em algumas campanhas ao longo do ano, de resultados desconformes (> 20.000 céls/mL) para a densidade de cianobactérias.

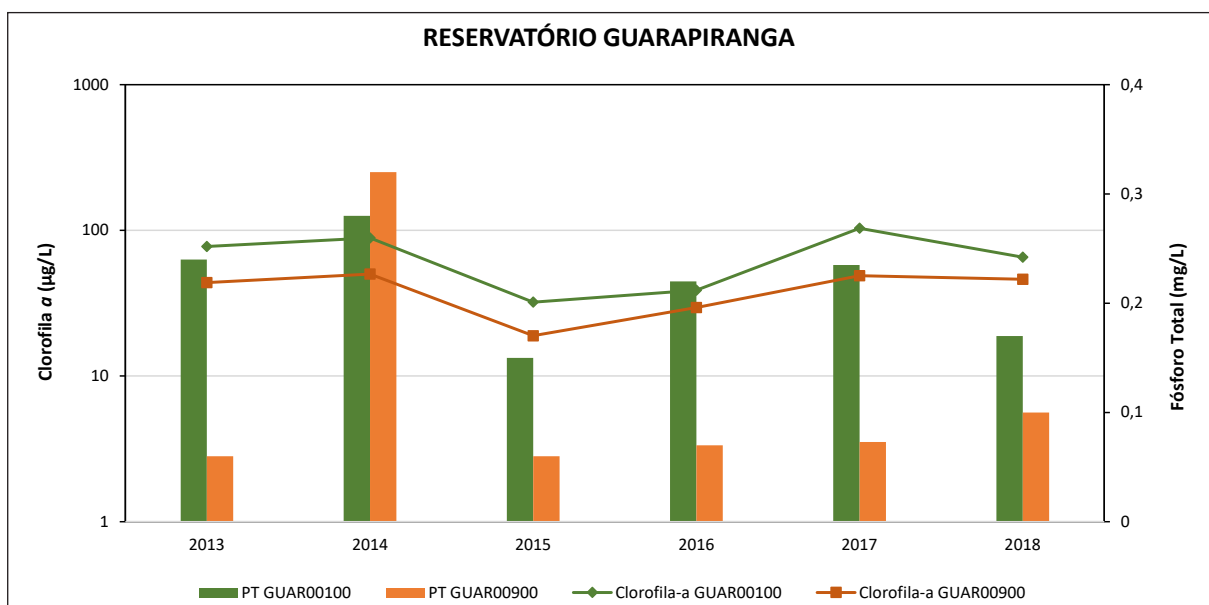
Gráfico 7.57 – Perfil do IVA no reservatório Guarapiranga em 2018 e nos últimos 5 anos.



Quanto ao índice para fins de Proteção da Vida Aquática (IVA), a qualidade foi Ruim no braço do rio Parelheiros e Regular no ponto de captação (Gráfico 7.57). Ressalta-se que ambos os pontos foram classificados como Supereutróficos em 2018. Contudo, no braço do Parelheiros a condição de qualidade é pior em função dos baixos níveis de Oxigênio Dissolvido registrados em algumas campanhas ao longo do ano. Ambos os pontos mantiveram as mesmas classificações do ano anterior.

O Gráfico 7.58 apresenta o histórico, do período de 2013 a 2018, das médias anuais das concentrações de Clorofila *a* e Fósforo Total nos dois pontos no reservatório Guarapiranga (GUAR00100 e GUAR00900).

Gráfico 7.58 – Média anual de Clorofila *a* e Fósforo Total (PT) no reservatório Guarapiranga de 2013 a 2018.



Os dados históricos mostram que as médias anuais, tanto para Clorofila *a* quanto para o Fósforo Total, vêm exibindo variações similares nos seis últimos anos, com os maiores valores encontrados em 2014 (Gráfico 7.58). As concentrações médias de Clorofila *a* no braço do Parelheiros GUAR 00100 variaram de forma similar às densidades totais de organismos fitoplanctônicos sendo bastante influenciadas pelos grupos das Cianobactérias e Diatomáceas. Em 2014, a média de Clorofila *a* também foi influenciada significativamente pelas densidades de células de cianobactérias (Figura 7.22). Esse local encontra-se extremamente eutrofizado e desde 2013 vem exibindo condição trófica, segundo o IET, de Supereutrófico a Hipereutrófico. Já na Captação (GUAR 00900), a concentração de Clorofila *a* variou com estreita relação com as densidades totais de organismos fitoplanctônicos, influenciada principalmente pelos três grupos mais abundantes, as Cianobactérias, as Clorofíceas e Diatomáceas. Este ponto também já eutrofizado, variou de Eutrófico a Supereutrófico.

A elevada concentração de Clorofila *a* observada em julho foi influenciada principalmente pelos grupos das Euglenofíceas e dos Dinoflagelados. 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 na maioria das 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. As concentrações de Clorofila *a* variaram de forma similar às densidades totais de organismos fitoplanctônicos sendo influenciadas principalmente pelos grupos das Clorofíceas e Diatomáceas. 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, para água bruta.

Já para a comunidade fitoplanctônica, as densidades médias anuais que vinham aumentando desde 2015 apresentaram queda em 2018 (Figura 7.25). O grupo das Clorofíceas foi abundante o ano todo nesse corpo-d'água. Em novembro os dois pontos apresentaram o mesmo padrão: as maiores densidades totais de fitoplâncton do ano com elevadas densidades de Clorofíceas e Diatomáceas.

O tempo de residência médio anual foi de 100 dias, variando entre 73 dias em setembro a 128 dias em maio, muito similar ao ano anterior (Gráfico 7.59).

Em relação às densidades de células de cianobactérias, as médias anuais foram inferiores às de 2017 (Figura 7.25) em ambos os pontos e apesar das maiores densidades terem sido encontradas em novembro (66.774 céls.mL⁻¹ no ponto da entrada do rio Parelheiros - GUAR 00100 e 149.363 céls.mL⁻¹ no ponto de captação GUAR 00900), a dominância de gêneros foi distinta quando se compara os pontos amostrados. Os gêneros presentes foram *Aphanocapsa* em todas as amostragens. Já no ponto do rio Parelheiros (GUAR 00100) constatou-se em janeiro dominância do gênero *Woronichinia* e em julho abundância de *Microcystis*. A presença desses gêneros provavelmente está relacionada à transferência das águas do reservatório Billings - ponto do braço Taquacetuba, que apresentou prevalência destes gêneros de cianobactéria.

As concentrações mensais de cianobactérias estiveram acima do preconizado pela Resolução CONAMA nº 357/2005 para água de Classe Especial (20.000 céls.mL⁻¹) em todas as amostragens em ambos os pontos, com exceção da amostragem realizada em julho no ponto de Parelheiros (6.739 céls.mL⁻¹).

Apenas no ponto próximo à captação foi realizada análise para as cianotoxinas, sendo que os valores de microcistina foram inferiores ao limite de quantificação durante o ano e a saxitoxina foi quantificada em todas as amostragens, com os maiores valores obtidos em janeiro e novembro ($0,16 \mu\text{g.L}^{-1}$). 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 7.25 – Média anual da Comunidade Fitoplânctônica e Contagem de Células de Cianobactérias no reservatório Guarapiranga - 2013 a 2018.

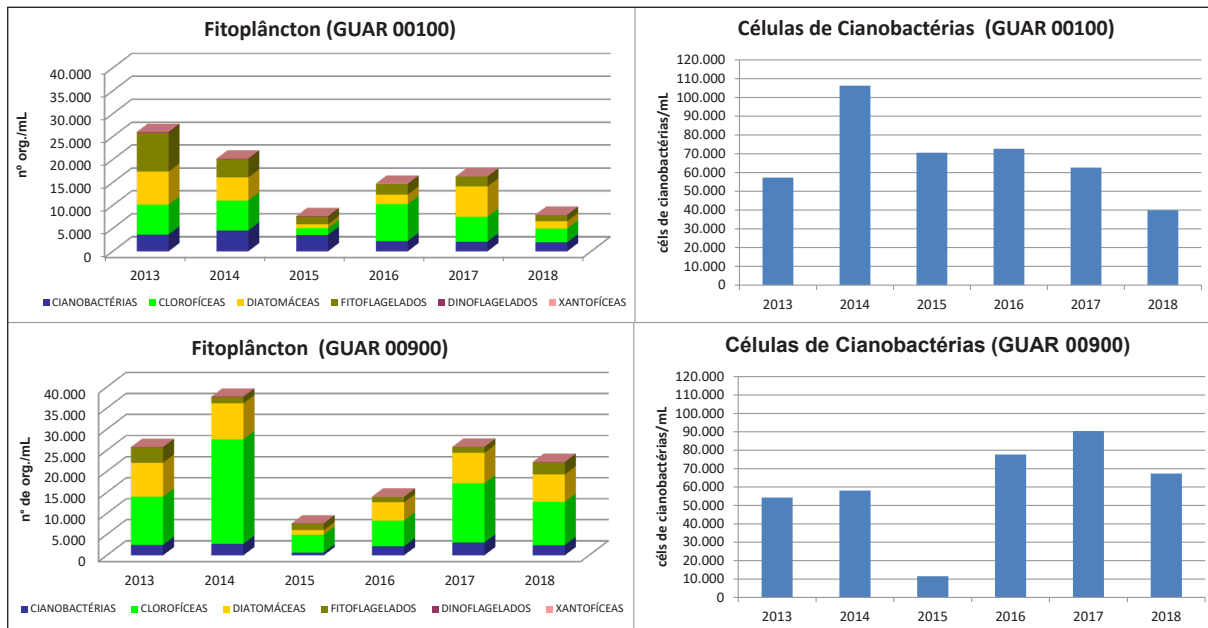
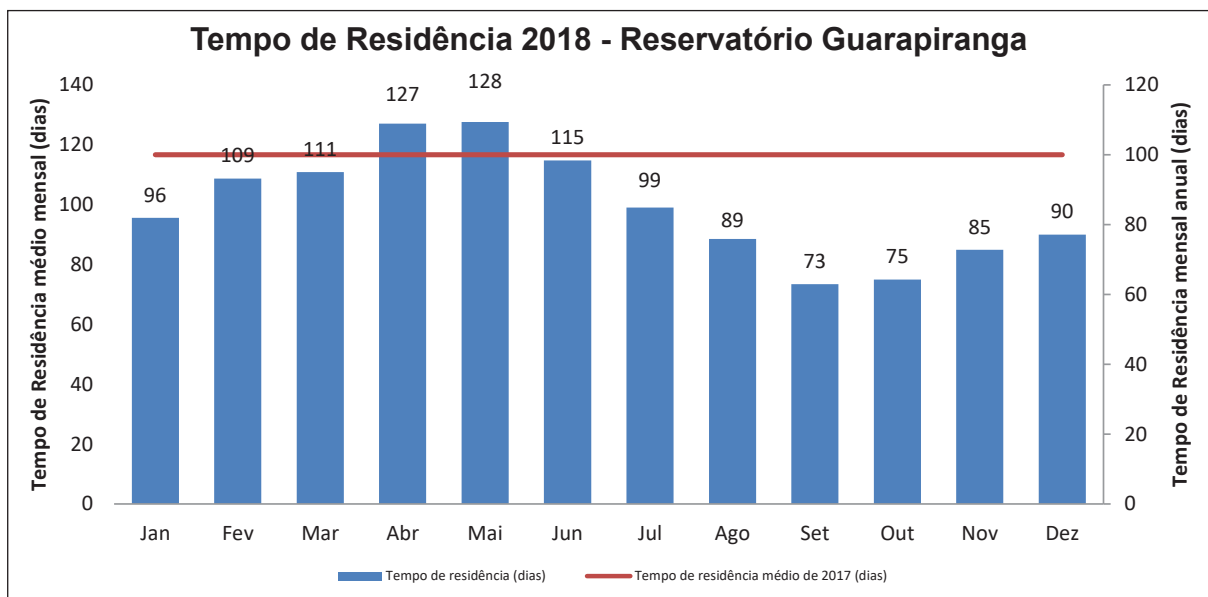
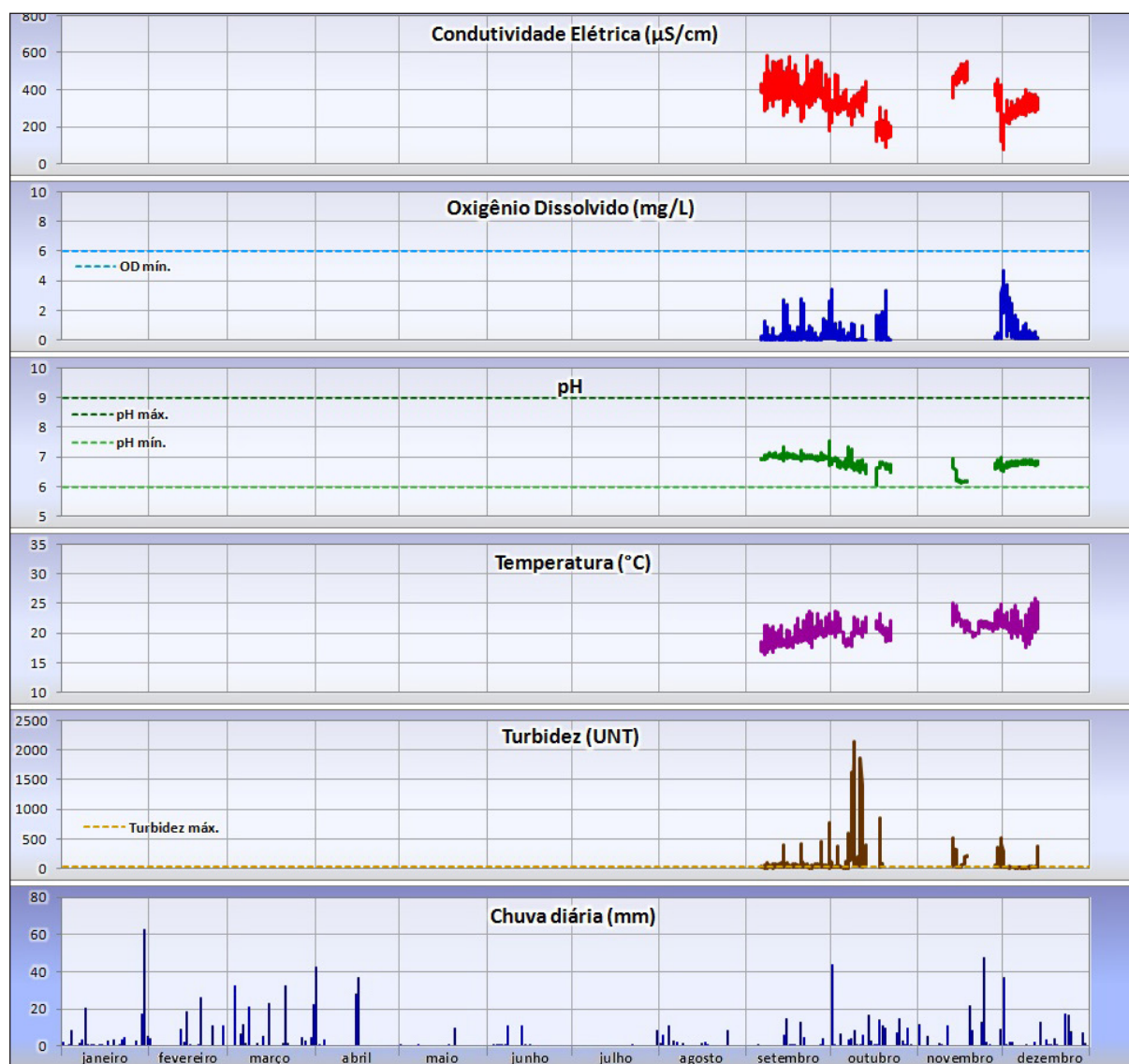


Gráfico 7.59 – Tempo de residência médio mensal e anual em dias do reservatório Guarapiranga. 2018.



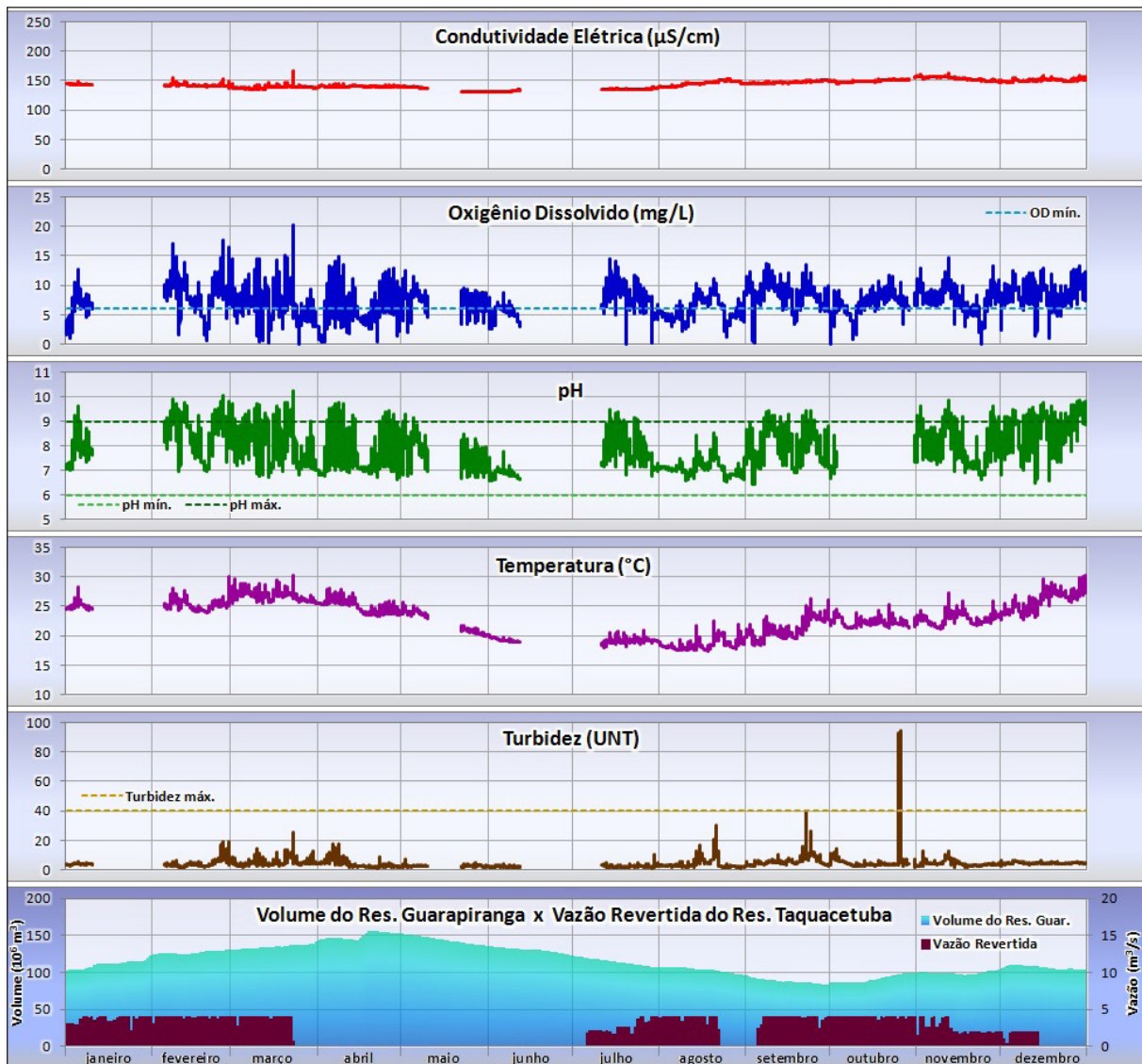
A Figura 7.26 apresenta a evolução dos parâmetros medidos pela Estação Automática Caulim em 2018.

Figura 7.26 – Evolução dos parâmetros medidos na Estação Automática Caulim de janeiro a dezembro de 2018.



Implantada em setembro de 2018, a Estação Automática Caulim monitora a qualidade das águas do rio Caulim, importante contribuinte do reservatório Guarapiranga. A estação está localizada em trecho a montante de onde o rio Caulim recebe as águas bombeadas do reservatório Billings, braço do Taquacetuba. Os altos valores de Condutividade Elétrica demonstram tratar-se de um curso-d'água impactado por cargas poluidoras nesse trecho. O Oxigênio Dissolvido encontra-se abaixo do padrão de qualidade para rios Classe 1 em 100% do período em que a estação operou no ano de 2018. Apesar de atender ao padrão de Turbidez em 54% do tempo, houve picos de 2000 UNT, geralmente coincidentes com eventos de chuva, o que indica que a lixiviação do solo da bacia contribui para o aporte de cargas difusas.

A Figura 7.27 apresenta a evolução dos parâmetros medidos pela Estação Automática Guarapiranga em 2018.

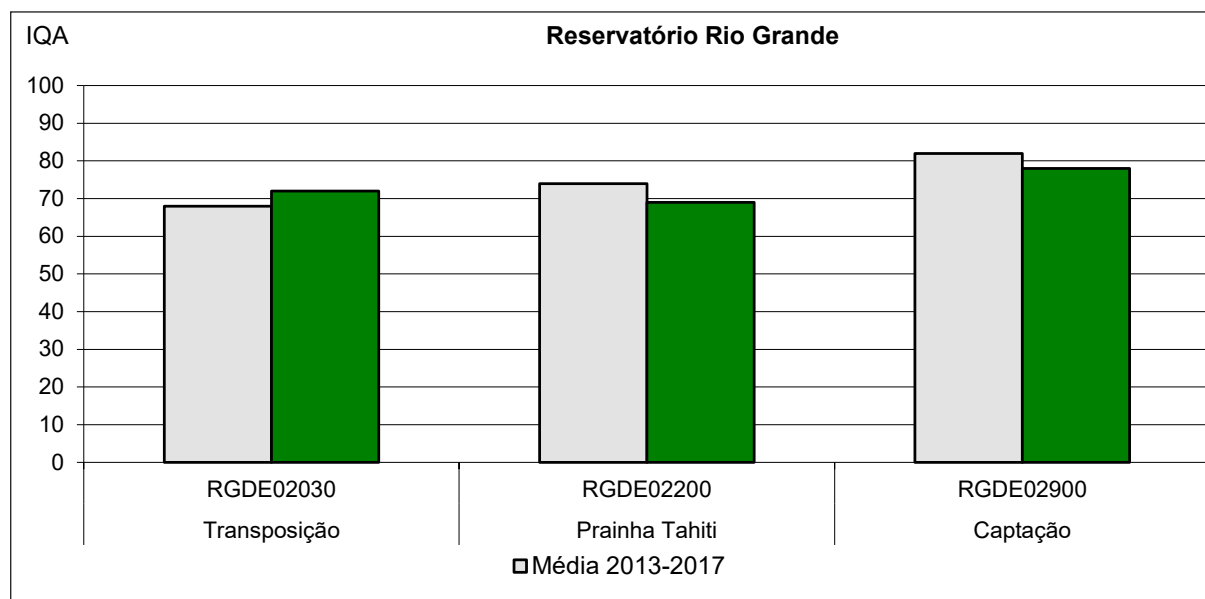
Figura 7.27 – Evolução dos parâmetros medidos pela Estação Automática Guarapiranga de janeiro a dezembro de 2018.

A Estação Automática Guarapiranga localiza-se junto à captação da SABESP para a ETA Alto da Boa Vista, que trata a vazão de 13 m³/s. O Oxigênio Dissolvido atende o padrão de qualidade em 69% do tempo e apresenta grande variabilidade, com muitos eventos de valores próximos de zero e acima de 15 mg/L. Os valores próximos de zero são associados 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 floração 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 16% do tempo. A Condutividade Elétrica esteve em torno de 150 µS/cm ao longo do ano. A reversão das águas do reservatório Taquacetuba para o Guarapiranga ocorreu nos meses de janeiro a março e de julho a dezembro, com vazão média de 2,2 m³/s.

7.7.3 Reservatório Rio Grande

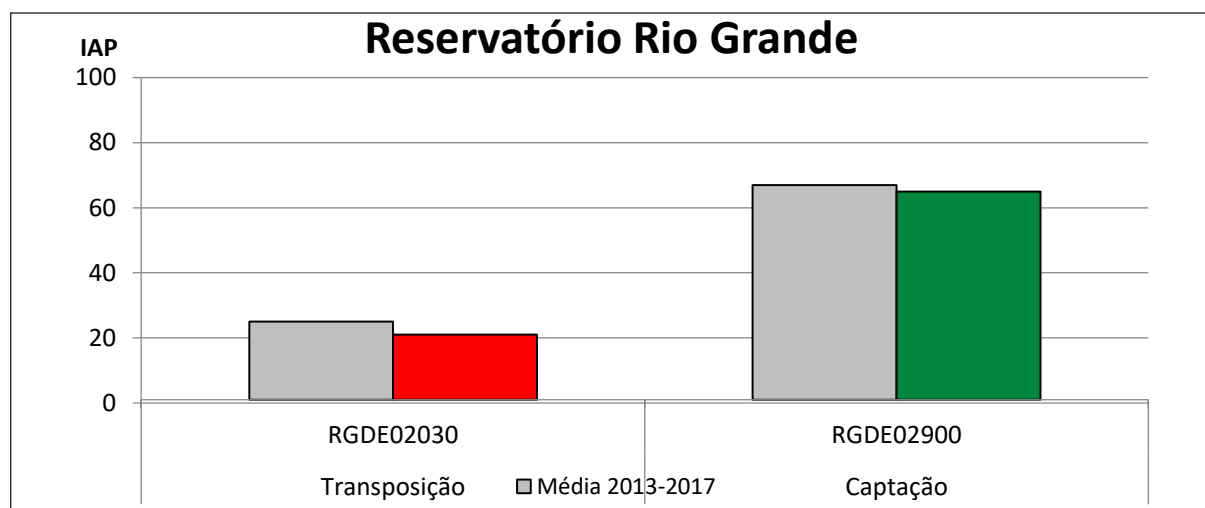
A partir de abril de 2015 o reservatório rio Grande foi monitorado mensalmente pela CETESB em três pontos: RGDE02030 (Foz do rio Grande), RGDE02200 (Prainha Tahiti) e RGDE02900 (Captação). Salienta-se que o ponto RGDE 02030 foi incluído em 2015, em função da transferência da água para o Sistema Produtor do Alto Tietê. Em 2018, a qualidade da água nesse reservatório, avaliada pelo IQA, se manteve na categoria Boa (Gráfico 7.60).

Gráfico 7.60 – Perfil do IQA no reservatório rio Grande em 2018 e nos últimos 5 anos.



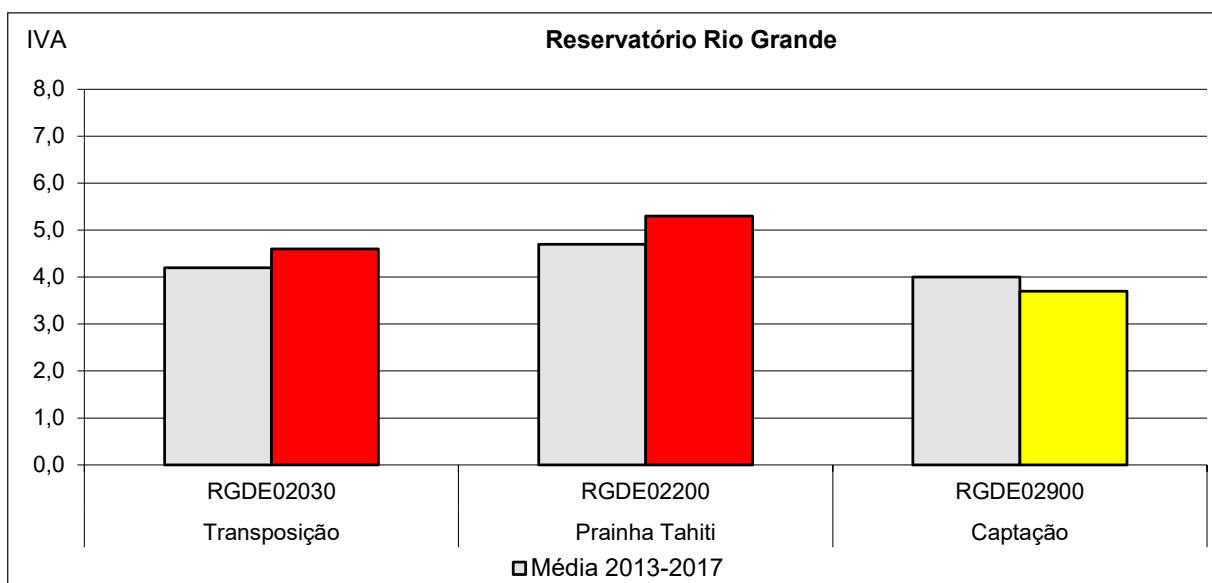
Em relação ao índice que avalia a qualidade da água bruta destinada ao abastecimento público (IAP), destaca-se a classificação Ruim no ponto de transferência para o reservatório Taiaçupeba, situado junto à foz do rio Grande, a qual foi influenciada pelos valores elevados de PFTHM e pelas densidades elevadas de cianobactérias em algumas campanhas do ano. Já na captação da SABESP, o IAP se manteve na classificação Boa (Gráfico 7.61).

Gráfico 7.61 – Perfil do IAP no reservatório rio Grande em 2018 e nos últimos 5 anos.

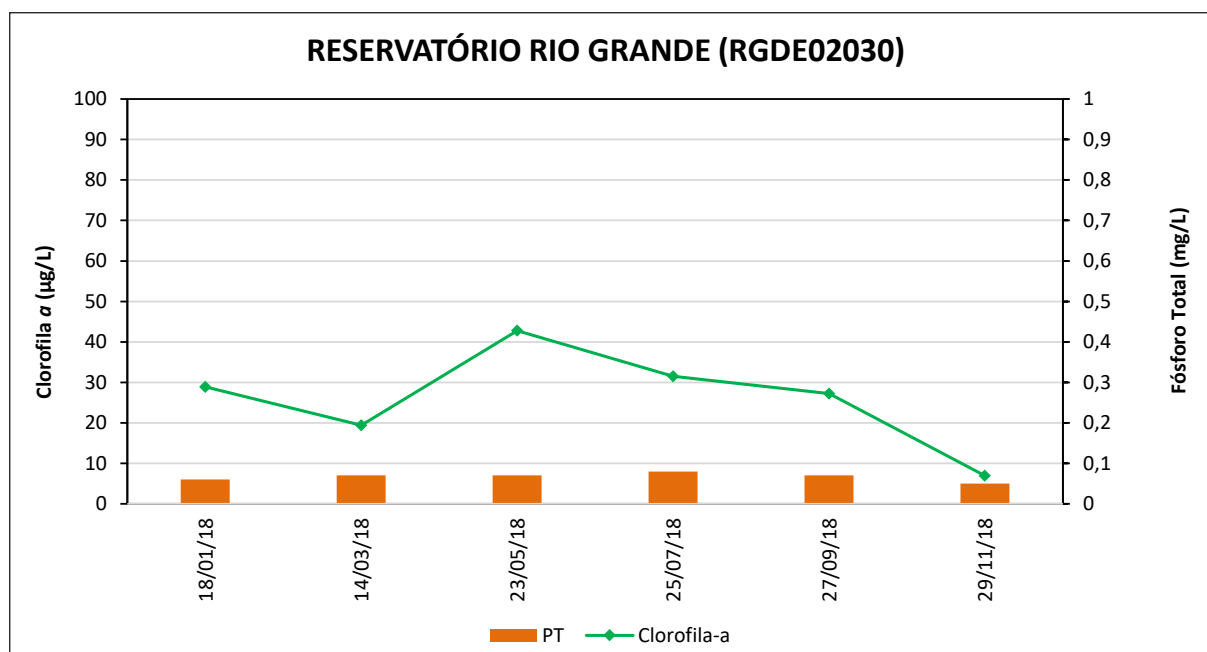


O Gráfico 7.62 apresenta os valores do IVA no reservatório do rio Grande em 2018. Houve piora da qualidade para fins de proteção da vida aquática no ponto de transferência para o reservatório Taiacupeba (RGDE 02030) em relação a 2017, que passou para a categoria Ruim. A piora do IVA nesse ponto foi influenciada pelo aumento no grau de trofia que passou de Meso para Eutrófico. No ponto de captação (RGDE 02900), o IVA Regular foi influenciado pelo estado Mesotrófico das águas. Já a prainha Tahiti (RGDE02200) apresentou classificação Ruim decorrente do estado Eutrófico de suas águas. A quantificação de Cobre Dissolvido em algumas campanhas ao longo do ano na captação e na prainha Tahiti, decorrente da aplicação do algicida Sulfato de Cobre, também influenciou a classificação do IVA nesses pontos em 2018.

Gráfico 7.62 – Perfil do IVA no reservatório rio Grande em 2018 e nos últimos 5 anos.



O Gráfico 7.63 apresenta as concentrações de Clorofila *a* e Fósforo Total ao longo de 2018 no reservatório rio Grande, no ponto localizado próximo a região de transposição das águas do reservatório do rio Grande para o reservatório Taiacupeba, (RGDE02030), a cerca de 1 Km depois da desembocadura do rio Grande ou Jurubatuba.

Gráfico 7.63 – Concentrações de Clorofila *a* e Fósforo Total (PT) no reservatório rio Grande (RGDE02030) – 2018.

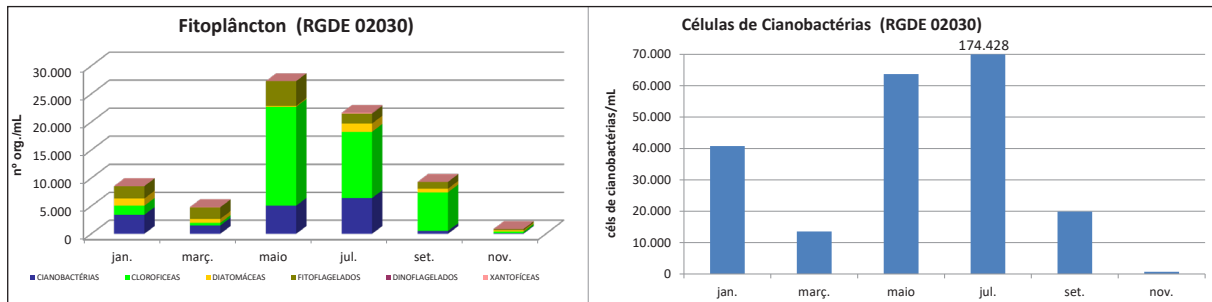
No ponto RGDE 02030 (Gráfico 7.63), as concentrações de Fósforo Total ultrapassaram os limites estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357/05 ao longo de todo o ano, indicando um ambiente Eutrófico. Já as concentrações de Clorofila *a* ultrapassaram o limite de $30 \mu\text{g.L}^{-1}$ estabelecido em legislação nos meses de maio e julho, quando indicou condição Supereutrófica. Nesses meses também foram observados indícios do uso de algicida, visto que as concentrações de Feofitina *a* foram elevadas e as concentrações de Cobre Dissolvido ultrapassaram o limite estabelecido em legislação para água bruta. Apesar da conformidade com a legislação em alguns meses, as elevadas concentrações de Clorofila *a* foram influenciadas principalmente pelas variações nas densidades dos grupos de Cianobactérias, Clorofíceas e Fitoflagelados. Ao longo do ano, pelo IET médio, neste ponto, a condição trófica variou de Mesotrófica a Eutrófica sendo classificado pela média anual como Eutrófica exibindo uma piora em relação ao ano anterior.

Nesse ponto (RGDE 02030) constatou-se piora em relação a 2017, com o aumento das densidades e alteração da composição da comunidade. A densidade média anual de organismos triplicou (de $4.227 \text{ org.mL}^{-1}$ em 2017 para $12.089 \text{ org.mL}^{-1}$ em 2018) e a densidade de células de cianobactérias quadruplicou (de $12.738 \text{ céls.mL}^{-1}$ em 2017 para $52.173 \text{ céls.mL}^{-1}$ em 2018). A comunidade foi dominada por Clorofíceas em 50% das amostragens e, de modo geral, houve diminuição das contribuições dos demais grupos em relação a 2016 (Figura 7.28).

Também houve aumento das concentrações mensais de células de cianobactérias, que em 2017 ficou abaixo do legislado ($50.000 \text{ céls.mL}^{-1}$ para Classe 2) em todas as amostragens e em 2018 superaram esse valor em maio ($63.710 \text{ céls.mL}^{-1}$) e julho ($174.428 \text{ céls.mL}^{-1}$). Os valores mensais de células estiveram superiores aos do ano anterior para os mesmos períodos. O maior valor de células de cianobactérias do ano, obtido em julho, provavelmente foi influenciado positivamente pelos maiores valores de nutrientes: fósforo Total ($0,08 \text{ mg.L}^{-1}$) e Nitrogênio Total ($1,44 \text{ mg.L}^{-1}$). Também houve alteração da constituição dos gêneros abundantes/dominantes: em 2018 os gêneros mais importantes em termos de contribuição de densidade celular foram principalmente

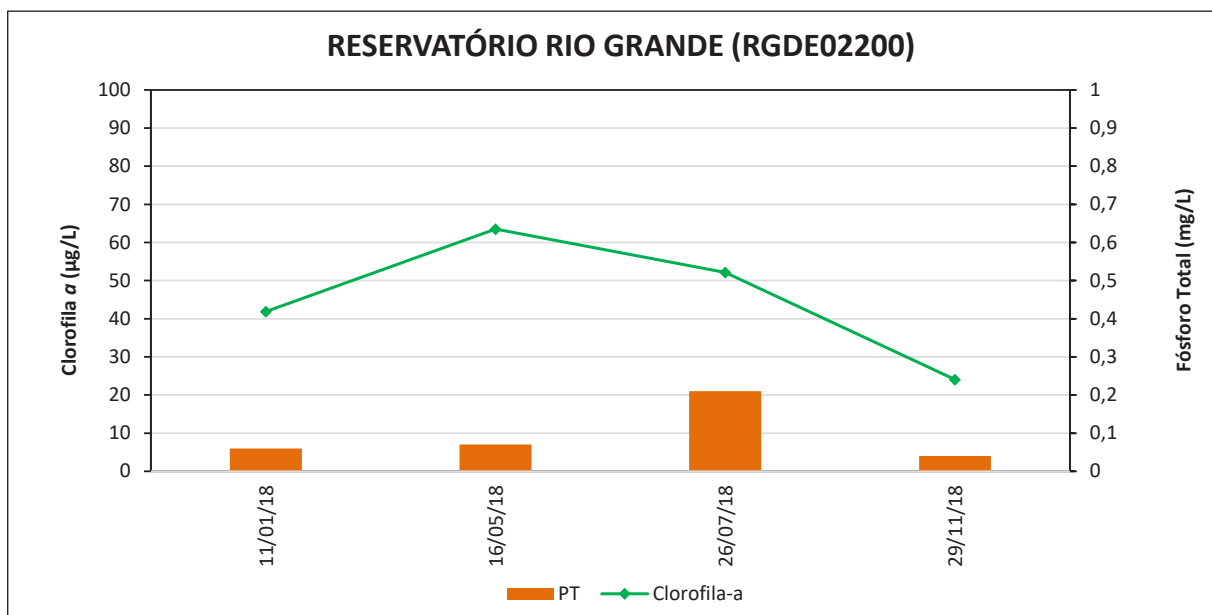
Aphanocapsa (picoplânctônico e potencialmente produtor de microcistina) e *Cyanogranis* (picoplânctônico e sem registro de produção de cianotoxina), em 2017 o gênero mais importante foi *Pseudanabaena*.

Figura 7.28 - Média mensal da Comunidade Fitoplânctônica e Contagem de Células de Cianobactérias no reservatório rio Grande, corpo central (RGDE 02030). 2018.



O Gráfico 7.64 apresenta as concentrações de Clorofila *a* e Fósforo Total no reservatório rio Grande (RGDE02200), localizado no corpo central, ao longo de 2018.

Gráfico 7.64 – Concentrações de Clorofila *a* e Fósforo Total (PT) no reservatório rio Grande (RGDE02200) – 2018.

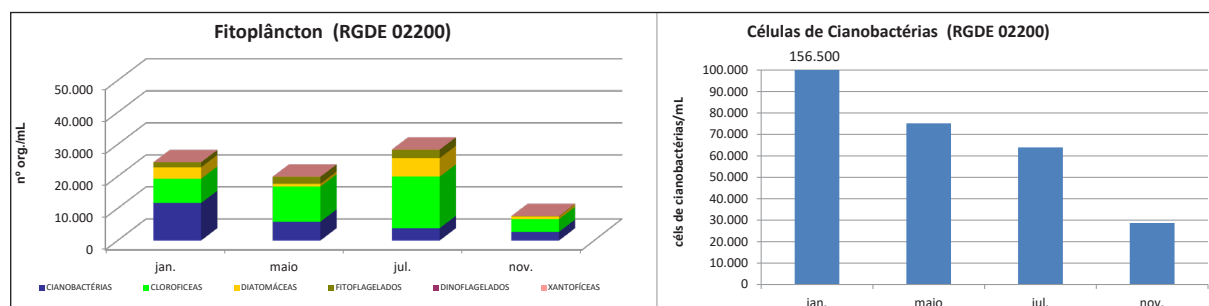


No ponto RGDE 02200 (Gráfico 7.64), as concentrações de Fósforo Total ultrapassaram os limites estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357/05, ao longo de todo ano, indicando um ambiente com condições tróficas que variaram de Mesotrófica a Supereutrófica. Ao longo do ano, pelo IET, neste local, a condição trófica variou de Eutrófica 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 classificação Eutrófica sendo, no entanto, o mais eutrofizado deste reservatório.

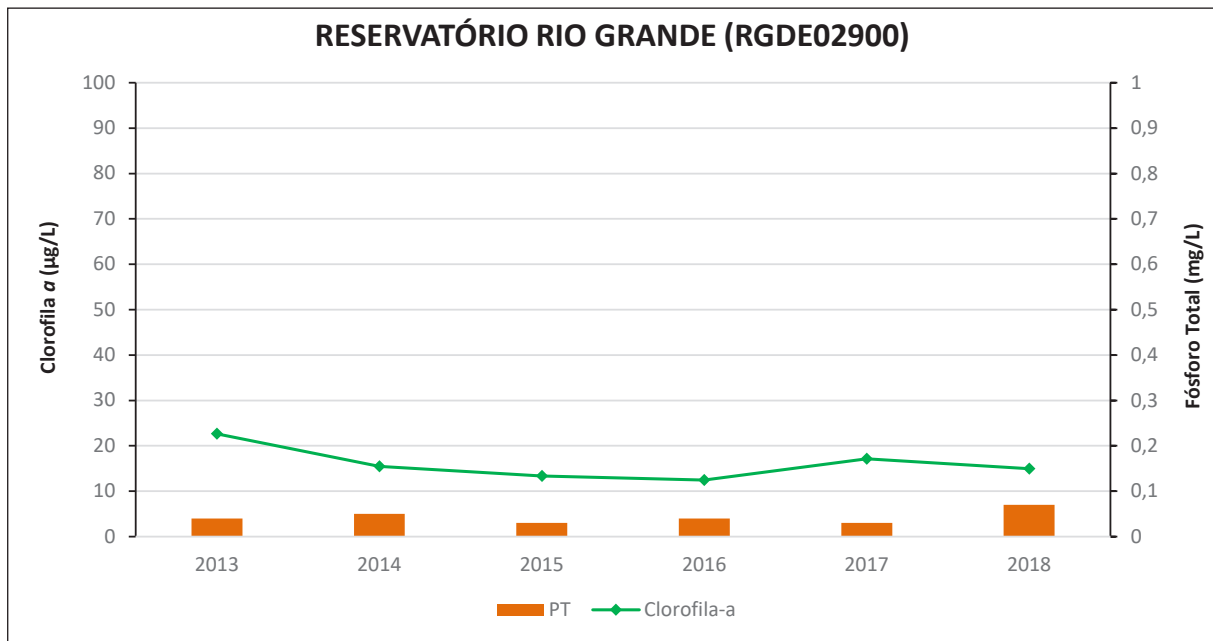
A média anual da densidade fitoplanctônica se manteve semelhante à do ano anterior, passando de aproximadamente 19.000 org.mL⁻¹ em 2017 para aproximadamente 20.000 org.mL⁻¹ em 2018, com médias mensais abaixo de 30.000 org.mL⁻¹ em todas as amostragens, situação semelhante à de 2017. Os menores valores de densidades de organismos, observados em novembro (Figura 7.29), provavelmente foram consequência das menores concentrações de Fósforo e Nitrogênio Total obtidos no ano, situação que se refletiu também na densidade de células de cianobactérias. Condição inversa foi observada em julho, quando foram obtidas as maiores densidades fitoplanctônicas, possivelmente reflexo dos altos valores de nutrientes. Tal situação não foi observada na densidade de células de cianobactérias possivelmente em função das baixas temperaturas registradas, que não favorecem o crescimento desse grupo, aliado à aplicação de algicidas.

Foram obtidos valores mensais acima do recomendado pela Resolução CONAMA n° 357/2005 para Classe 2 (50.000 céls.mL⁻¹) em praticamente todas as amostragens com exceção de novembro, e os gêneros que mais contribuíram para a contagem de células de cianobactérias foram distintos nas amostragens: em janeiro houve dominância da família Synechococcaceae, em maio constatou-se abundância de *Dolichospermum* (potencialmente produtor de anatoxina-a/homoanatoxina-a; cilindrospermopsina, microcistina e saxitoxina), em julho houve dominância de *Pseudanabaena* e em novembro abundância de *Woronichinia* (potencialmente produtor de anatoxina-a e microcistina).

Figura 7.29 – Média mensal da Comunidade Fitoplanctônica e Contagem de Células de Cianobactérias no reservatório rio Grande - Clube Tainha (RGDE 02200). 2018.

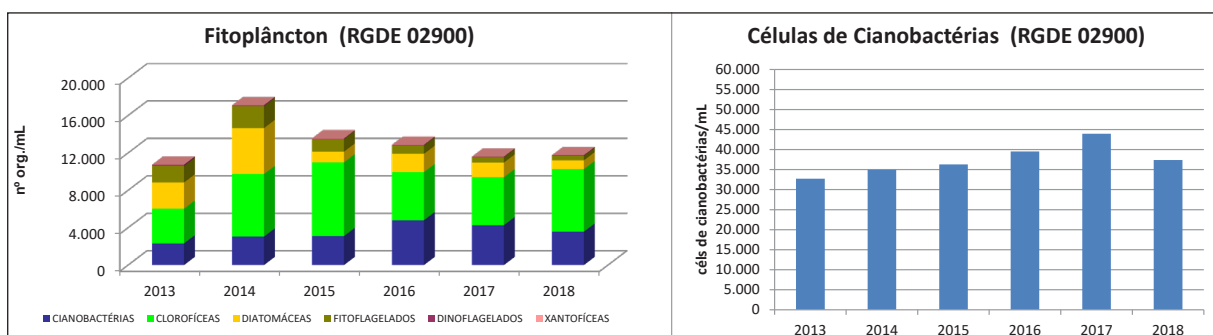


O Gráfico 7.65 apresenta as concentrações de Clorofila *a* e Fósforo Total no reservatório rio Grande no ponto localizado junto à captação da Sabesp (RGDE02900), no período de 2013 a 2018.

Gráfico 7.65 – Concentrações de Clorofila *a* e Fósforo Total (PT) no reservatório rio Grande (RGDE02900) de 2013 a 2018.

No ponto RGDE 02900 (Gráfico 7.65) as médias anuais de concentrações de Fósforo Total e Clorofila *a* não apresentaram um padrão linear, sendo que a maior média de Fósforo foi obtida em 2018 e de Clorofila *a* foi obtida em 2013. A classificação neste ponto, segundo a média anual do IET em 2018 foi Mesotrófica, classificação mantida desde 2013. As concentrações mensais de Clorofila *a* variaram, ao longo de 2018, de forma similar às densidades totais de organismos fitoplanctônicos influenciadas principalmente pelos grupos das Clorófitas e dos Fitoflagelados, indicando condições tróficas que alternaram de Mesotrófica a Eutrófica, porém sempre em conformidade com a resolução CONAMA nº 357/05. Em relação ao Fósforo Total, sua maior concentração foi obtida em julho indicando condição Hipereutrófica, quando ultrapassou em 10 vezes o limite estabelecido em legislação ($0,03\text{mg. L}^{-1}$).

Entre 2015 e 2018, as densidades médias anuais da comunidade fitoplanctônica foram pouco significativas, havendo uma sutil alteração da comunidade, com maior contribuição de Clorófitas em detrimento de outros grupos (Figura 7.30). Esse aumento da contribuição das Clorófitas pode ser resultado da aplicação de algicida nesse reservatório, uma vez que, de modo geral, esse grupo é mais resistente ao stress oxidativo provocado pelos algicidas quando comparados às cianobactérias.

Figura 7.30 – Média anual da Comunidade Fitoplanctônica e Contagem de Células de Cianobactérias no reservatório rio Grande próximo da Captação da SABESP (RGDE 02900) - 2013 a 2018.

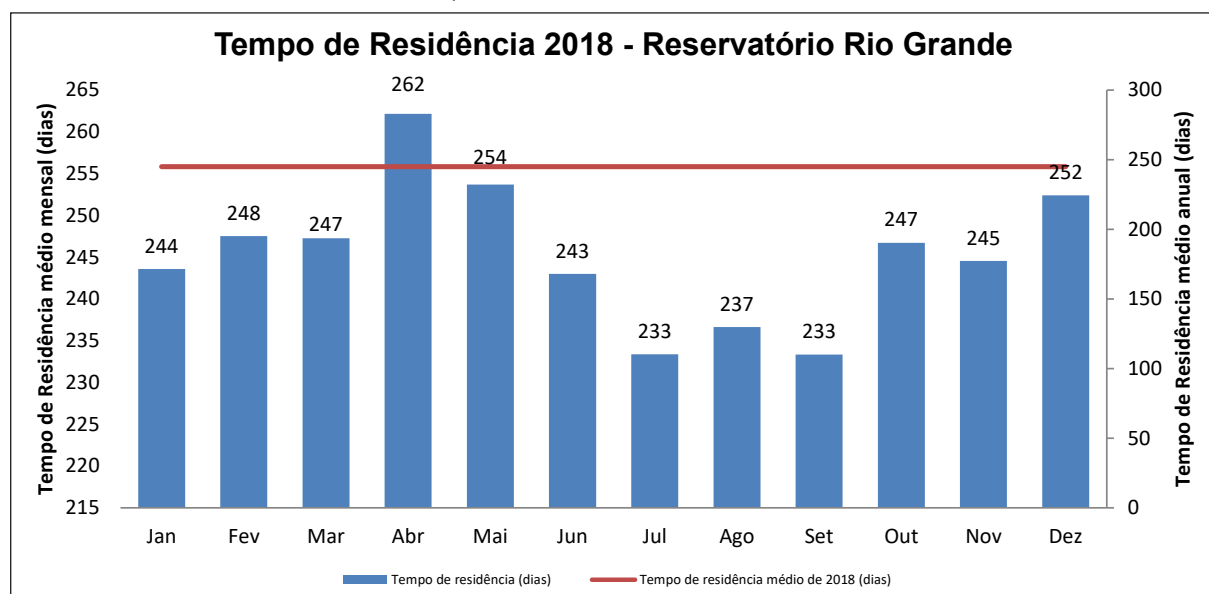
Desde 2015 as densidades médias anuais de células de cianobactérias estiveram entre 35.000 e 45.000 céls.mL⁻¹, com diminuição de 2017 para 2018. Os valores de células mensais que estiveram superiores ao estipulado pela Resolução CONAMA nº 357/2005 para Classe 2 (50.000 céls.mL⁻¹) em aproximadamente 30% das amostragens em 2018, situação não muito diferente da encontrada em 2017.

Considerando que a média anual do tempo de residência permaneceu praticamente a mesma, passando de 246 dias em 2017 para 245 dias em 2018 (Gráfico 7.66), e que em 2017 os valores de fósforo foram superiores aos encontrados em 2018, é possível inferir que o menor valor de clorofila encontrado em 2017 seja decorrente do controle da biomassa algal pelo uso de algicidas.

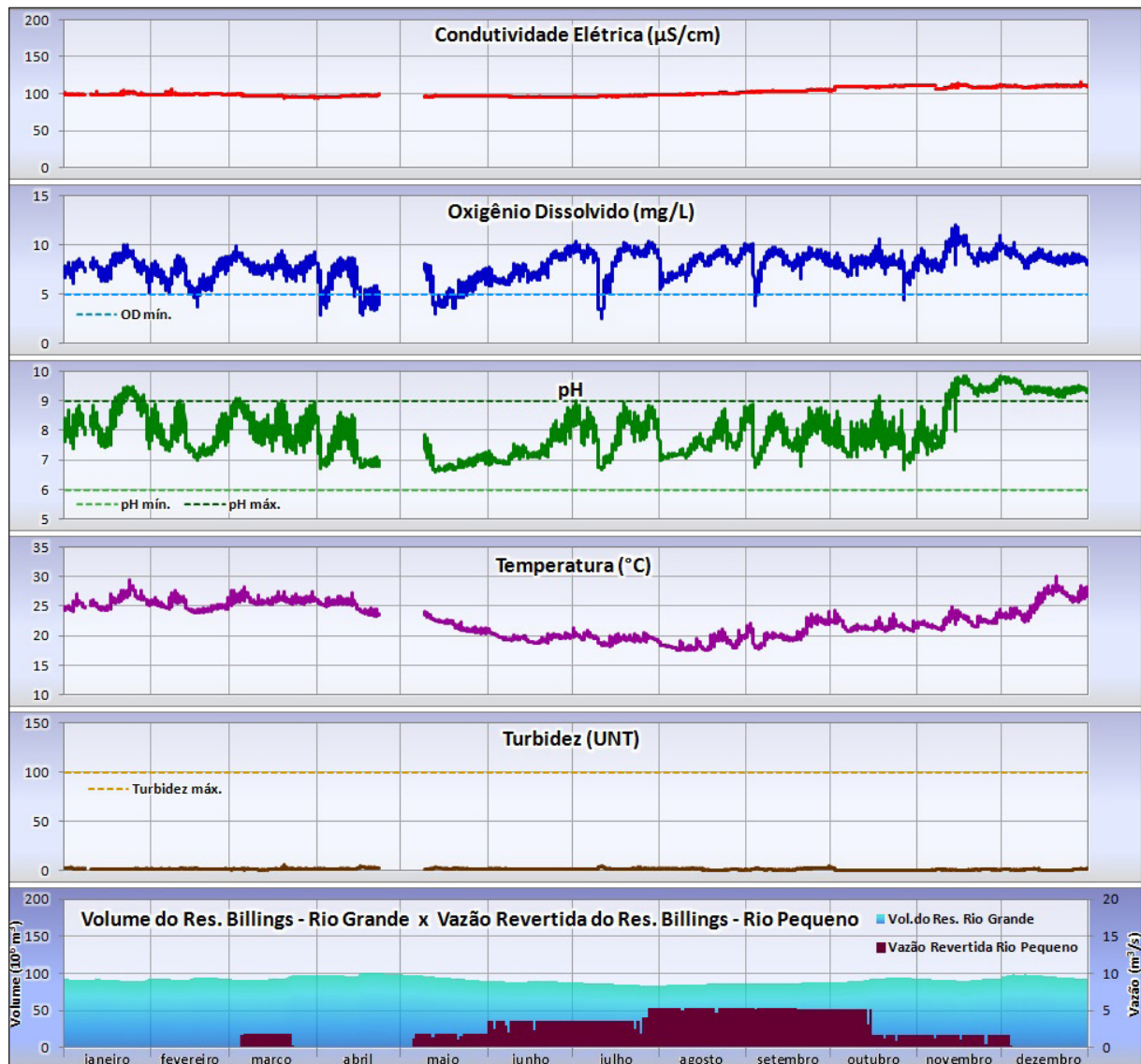
De modo geral as contagens celulares foram influenciadas por organismos picoplanctônicos do gênero *Aphanocapsa* (potencialmente produtor de microcistina) e *Cyanogranis*, seguidos de organismos pertencentes à família Synechococcaceae, situação semelhante à observada em 2016 e 2017. Também foram encontrados outros gêneros potencialmente produtores de cianotoxinas como *Cylindrospermopsis* e *Dolichospermum*.

A microcistina ficou abaixo do limite de quantificação em todas as amostragens de 2018. Já a saxitoxina foi quantificada em todas as amostragens, sendo que o maior valor foi obtido em março (0,14 µg.L⁻¹), compatível com as maiores densidades de células pertencentes aos gêneros potencialmente produtores dessa cianotoxina, *Cylindrospermopsis* e *Dolichospermum*. 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 7.66 – Tempo de residência (dias) do reservatório rio Grande, 2018.



A Figura 7.31 apresenta a evolução dos parâmetros medidos pela Estação Automática Rio Grande em 2018.

Figura 7.31 – Evolução dos parâmetros medidos pela Estação Automática Rio Grande de janeiro a dezembro de 2018.

A Estação Automática 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 n.º 357/05 para corpos-d'água classe 2 em 94% e 83% do tempo, respectivamente. Valores muito altos de OD, que extrapolam a saturação, são indicativos do fenômeno de eutrofização do corpo-d'água, que causa crescimento desordenado (floração) de algas. O pH acompanha a tendência de aumento do Oxigênio Dissolvido, ultrapassando, em alguns momentos, o limite máximo previsto na legislação. A reversão das águas do reservatório Rio Pequeno para o reservatório Rio Grande ocorreu em maior intensidade entre os meses de junho e outubro. Nesse período não foram observadas alterações na condutividade elétrica, que se manteve em torno de 100 µS/cm.

7.7.4 Sistema Alto Tietê

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

O Gráfico 7.67 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 Taiaçupeba, onde é feita a adução para a ETA do SPAT. Em 2018, a qualidade dos reservatórios se manteve nas categorias Boa e Ótima, como no ano anterior.

Gráfico 7.67 – Perfil do IQA no Sistema Alto Tietê e rios afluentes em 2018 e nos últimos 5 anos.

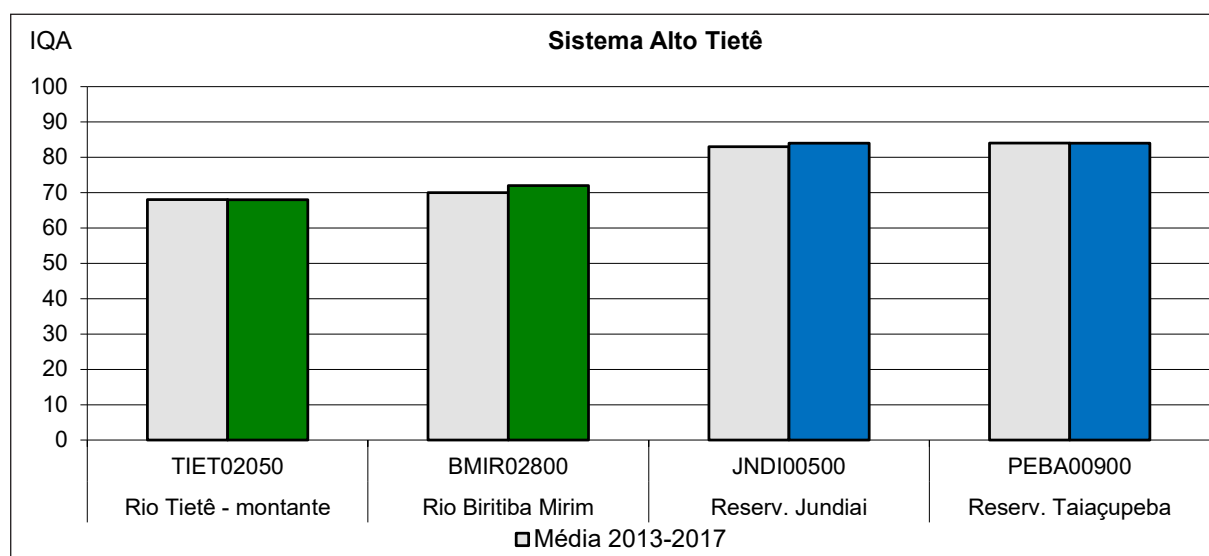
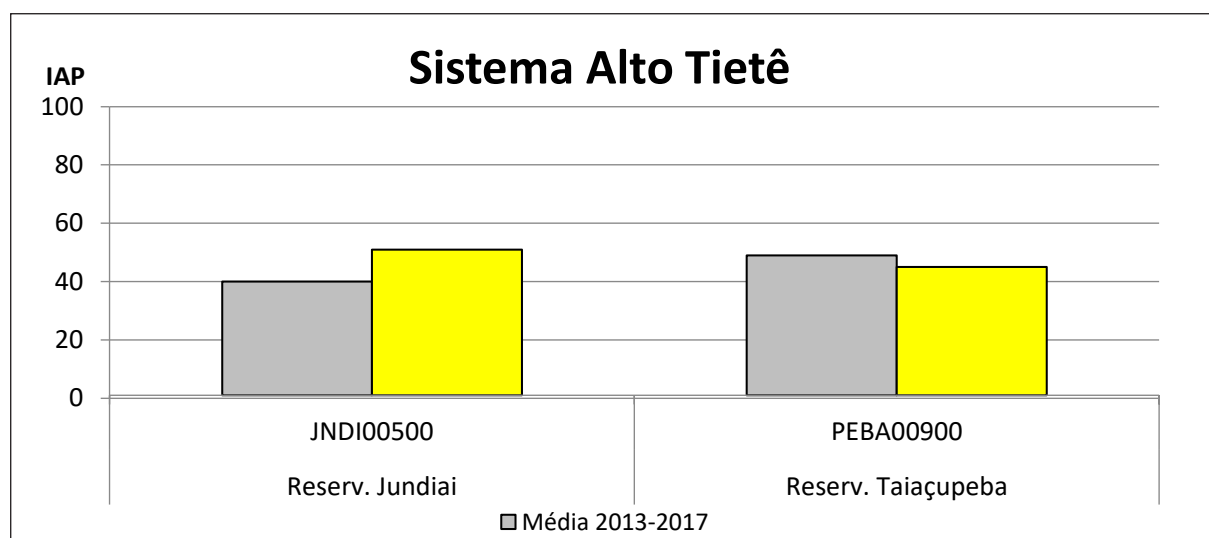


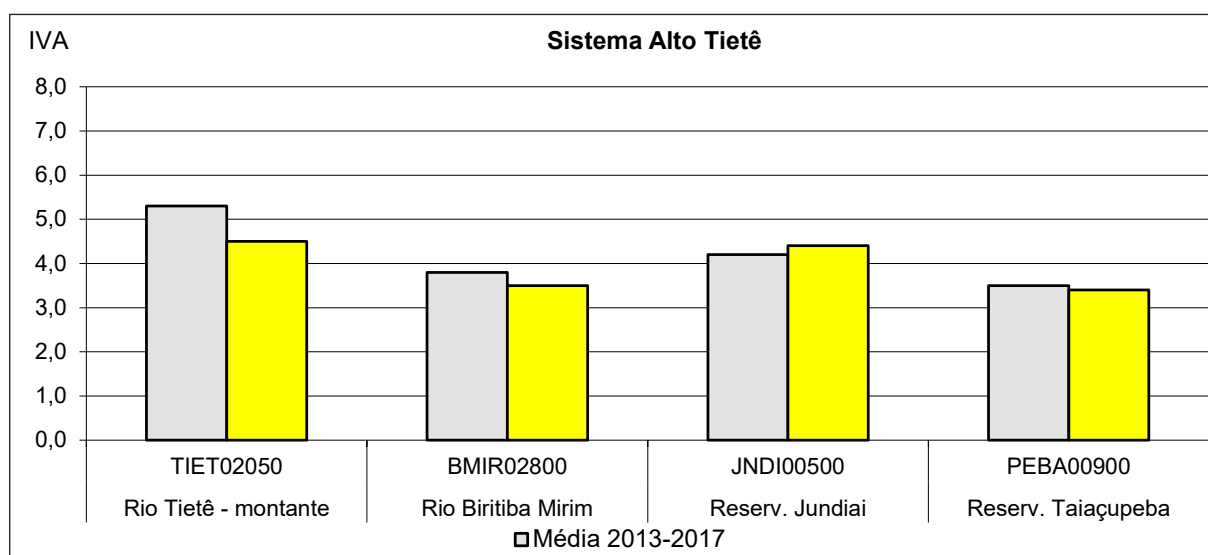
Gráfico 7.68 – Perfil do IAP no Sistema Alto Tietê e rios afluentes e efluentes em 2018 e nos últimos 5 anos.



O IAP do reservatório Jundiaí em 2018 mostrou melhora, passando da categoria Ruim para a Regular, sendo influenciada por menores valores para o PFTHM ao longo do ano. Contudo, é importante salientar que esse reservatório apresentou densidades elevadas de cianobactérias, principalmente, na campanha de novembro ($110.028 \text{ céls.mL}^{-1}$). Já a qualidade da água para fins de abastecimento público no reservatório de Taiapuêba piorou em 2018, passando para a categoria Regular. Essa piora foi influenciada por valores elevados para o Potencial de Formação de Trihalometanos nas campanhas de março e novembro (Gráfico 7.68).

O IVA (Gráfico 7.69) dos reservatórios Jundiaí e Taiapuêba em 2018 se manteve na categoria Regular devido a condição mesotrófica e ao efeito tóxico crônico em algumas amostragens ao longo do ano. Houve melhora do IVA para a categoria Regular no rio Tietê em Salesópolis (TIET 02050), influenciada pelo grau de trofia, que passou de Eutrófico para Mesotrófico.

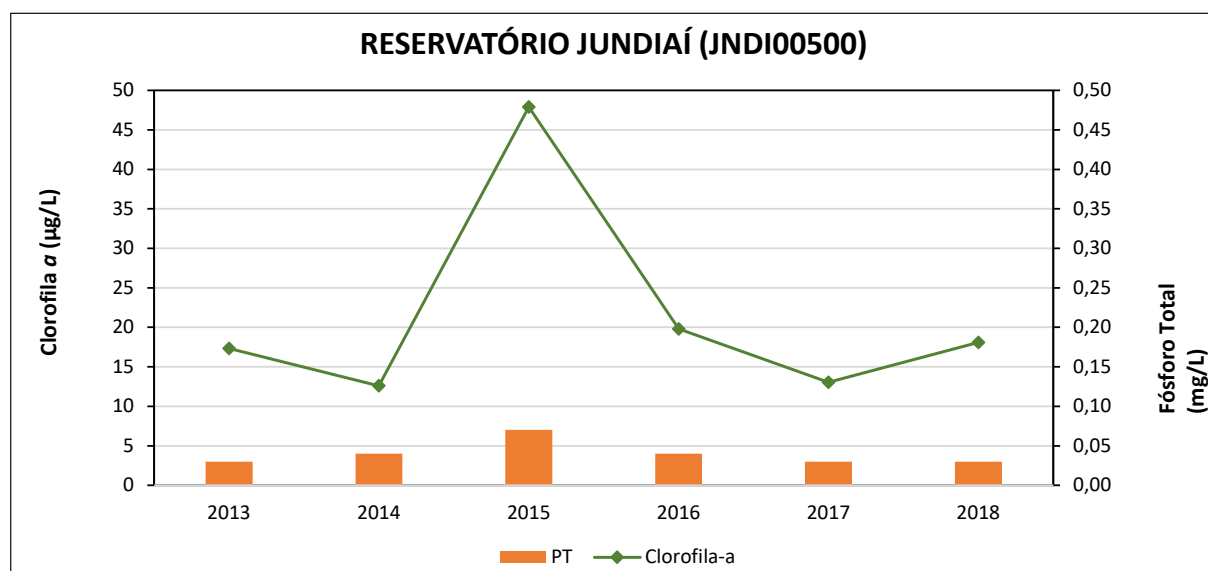
Gráfico 7.69 – Perfil do IVA no Sistema Alto Tietê e rios afluentes e efluentes em 2018 e nos últimos 5 anos.



7.7.4.1 Reservatório Jundiáí

O Gráfico 7.70 apresenta o histórico, do período de 2013 a 2018, das médias anuais das concentrações de Clorofila *a* e Fósforo Total no reservatório Jundiáí.

Gráfico 7.70 – Média Anual de Clorofila *a* e Fósforo Total (PT) no reservatório Jundiáí – 2013 a 2018.

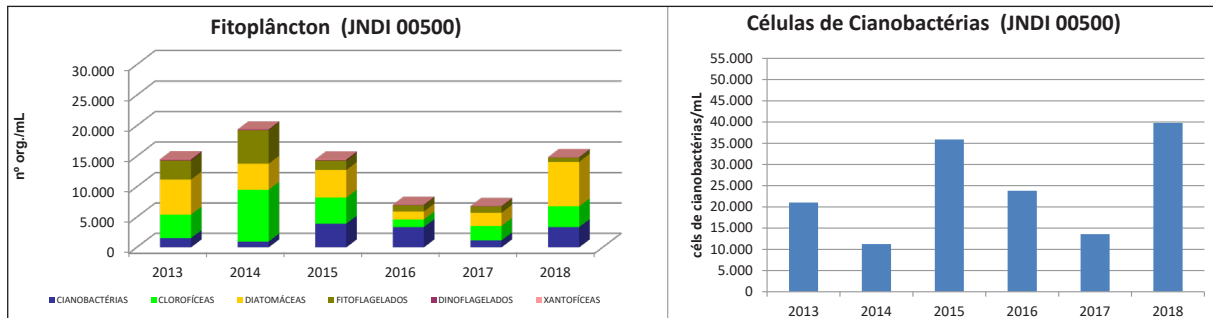


Na avaliação dos dados históricos do reservatório Jundiáí, pode-se observar que em 2015, 2016 e 2017, as concentrações de Fósforo Total e Clorofila *a*, variaram de forma equivalente, entretanto de 2017 para 2018, houve aumento da concentração média anual de Clorofila *a* sem alteração significativa da média anual de Fosforo Total possivelmente ligada ao aumento expressivo da densidade média de diatomáceas que possuem um maior volume celular. As concentrações médias anuais de Clorofila *a* observadas podem ser consideradas elevadas para um reservatório enquadrado na Classe Especial. Quanto ao Fósforo Total, as concentrações médias anuais têm se mantido muito próximas, porém, assim como a Clorofila *a*, exibiu um aumento expressivo em 2015. As concentrações médias anuais de Clorofila *a* variaram, neste período, de forma similar às densidades de células de Cianobactérias, Diatomáceas e dos Dinoflagelados. A classificação Eutrófica, segundo o IET, observada em 2014 e 2015 esteve relacionada aos anos de menor volume no reservatório, mas nos três últimos anos retornou à classificação Mesotrófica observada em 2013.

Em relação à 2018, esse reservatório exibiu concentrações mensais de Fósforo Total superando, em todas as campanhas, o limite estabelecido pela Resolução nº CONAMA 357/05, com exceção de janeiro. As concentrações de Clorofila *a* superaram em todos os meses o limite máximo de 10 µg.L⁻¹ estabelecido em legislação, e variaram de forma similar à densidade de organismos dos grupos das Cianobactérias e Clorofíceas tendo exibido a maior concentração em mês de novembro. Pelo IET, este reservatório se manteve ao longo do ano e na média anual como Mesotrófico, mantendo a classificação exibida no ano anterior.

Em relação à comunidade fitoplanctônica, houve aumento considerável das densidades totais de organismos e do número de células de cianobactérias. A composição média da comunidade evidenciou elevados valores do grupo das diatomáceas ao longo do ano, com dominância em maio (Figura 7.32).

Figura 7.32 – Média anual da Comunidade Fitoplânctônica e Contagem de Células de Cianobactérias no reservatório Jundiá - 2013 a 2018.

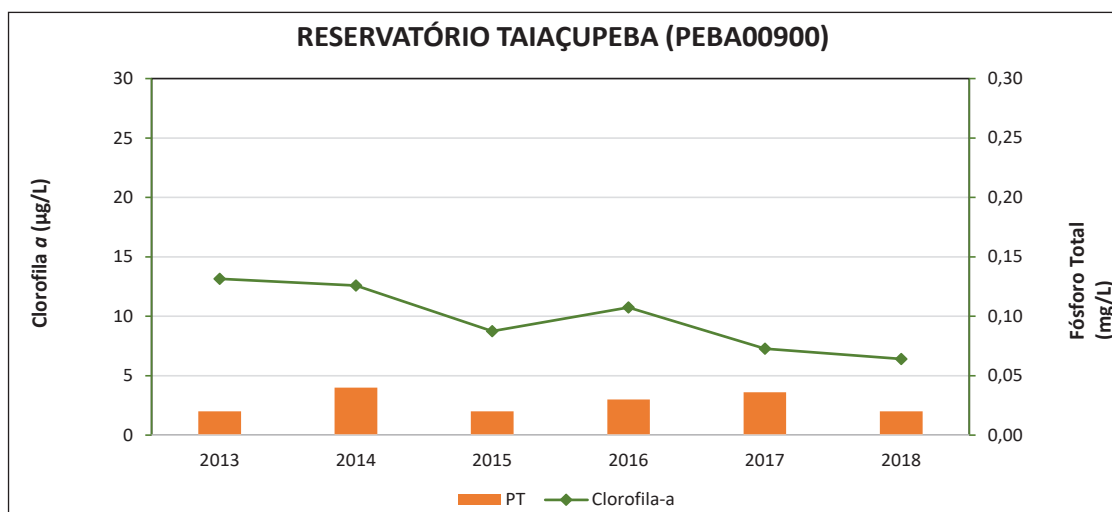


A média anual de células de cianobactérias, que vinha apresentando tendência de queda desde 2015 (Figura 7.32), apresentou um aumento significativo em 2018, sendo influenciada pelos maiores valores encontrada durante o ano e pela densidade obtida em dezembro. Os valores mensais superaram o estipulado pela Resolução CONAMA nº 357/2005 para água de Classe Especial em janeiro ($22.625 \text{ céls.mL}^{-1}$), julho ($20.244 \text{ céls.mL}^{-1}$) e dezembro ($110.029 \text{ céls.mL}^{-1}$). Os gêneros mais abundantes foram os picoplânctônicos. *Cyanogranis* o mais expressivo em termos de contagem, sendo também abundantes organismos da família Synechococcaceae, provavelmente pertencente a um dos gêneros *Epigloesphaera* ou *Lemmermaniella*, sem registro na literatura de produção de cianotoxinas. Para esse reservatório foi realizada apenas análise de microcistina, que foi quantificada em julho ($0,16 \mu\text{g.L}^{-1}$).

7.7.4.2 Reservatório Taiaçupeba

O Gráfico 7.71 apresenta o histórico, no período de 2013 a 2018, das médias anuais das concentrações de Clorofila *a* e Fósforo Total no reservatório Taiaçupeba. Este reservatório foi incluído no monitoramento mensal em abril de 2015.

Gráfico 7.71 – Média Anual de Clorofila *a* e Fósforo Total (PT) no reservatório Taiaçupeba – 2013 a 2018.

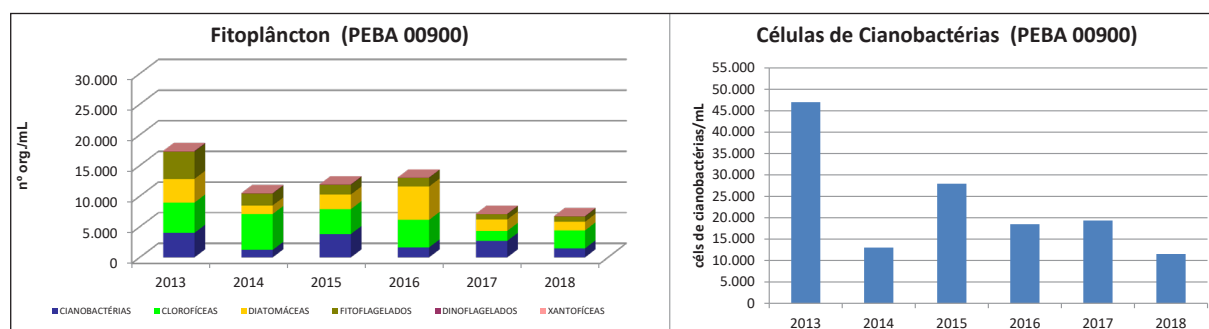


No reservatório Taiaçupeba, observa-se pelos dados históricos uma tendência à diminuição nas concentrações médias de Clorofila *a*, no entanto esses valores ainda são considerados elevados para um manancial enquadrado na Classe Especial. As concentrações de Clorofila *a* foram influenciadas pela variação na estrutura da comunidade fitoplanctônica principalmente dos grupos das Clorofíceas e Diatomáceas. Para o Fósforo Total não é possível observar variações muito significativas ao longo desse período.

Em 2018, as concentrações de Fósforo Total, com exceção ao mês de novembro, estiveram em conformidade com o limite estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/05 em todas campanhas. Quanto a Clorofila *a* essa variável esteve em conformidade com os limites da legislação em todas as campanhas, com concentrações influenciadas pela variação na densidade de organismos dos diferentes grupos presentes na estrutura da comunidade fitoplanctônica. Pelo IET este reservatório vem mantendo desde 2013 a condição Mesotrófica, ou seja, em processo de eutrofização.

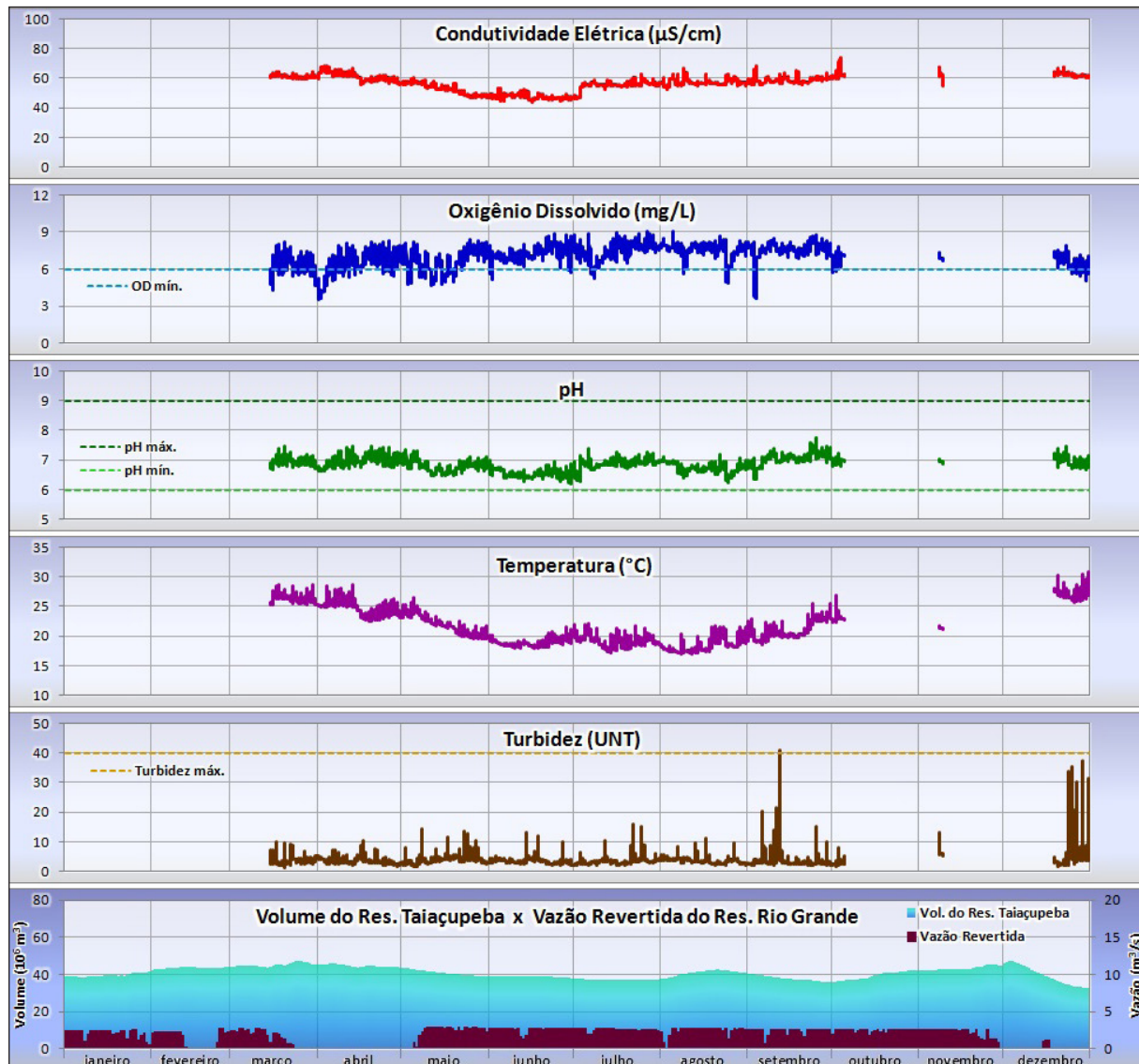
Na comunidade fitoplanctônica houve diminuição das densidades médias anuais de organismos totais e do número de células de cianobactérias. A composição média da comunidade evidenciou dominância de Clorofíceas, que foi influenciada pelos altos valores desse grupo encontrados durante o ano (Figura 7,33). Fato este que provavelmente pode estar relacionado à aplicação de algicidas neste reservatório.

Figura 7.33 – Média anual da Comunidade Fitoplanctônica e Contagem de Células de Cianobactérias no reservatório Taiaçupeba - 2013 a 2018.



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). O maior valor mensal foi obtido em julho (13.534 céls.mL⁻¹), cenário melhor que o encontrado em 2017, quando foram obtidos em três meses valores acima da Resolução nº. CONAMA 357/2005 para Classe Especial. Os gêneros mais importantes em termos de densidades celulares foram os picoplanctônicos *Aphanocapsa* (potencialmente produtor de microcistina) e *Cyanogranis*. A dominância desses gêneros pode estar relacionada à sua habilidade competitiva de adquirir nutriente (Edwards, 2011). A microcistina permaneceu abaixo do limite de quantificação em todas as amostragens e a saxitoxina foi quantificada em setembro e dezembro (0,02 µg.L⁻¹).

A Figura 7.34 apresenta a evolução dos parâmetros medidos pela Estação Automática Taiaçupeba em 2018.

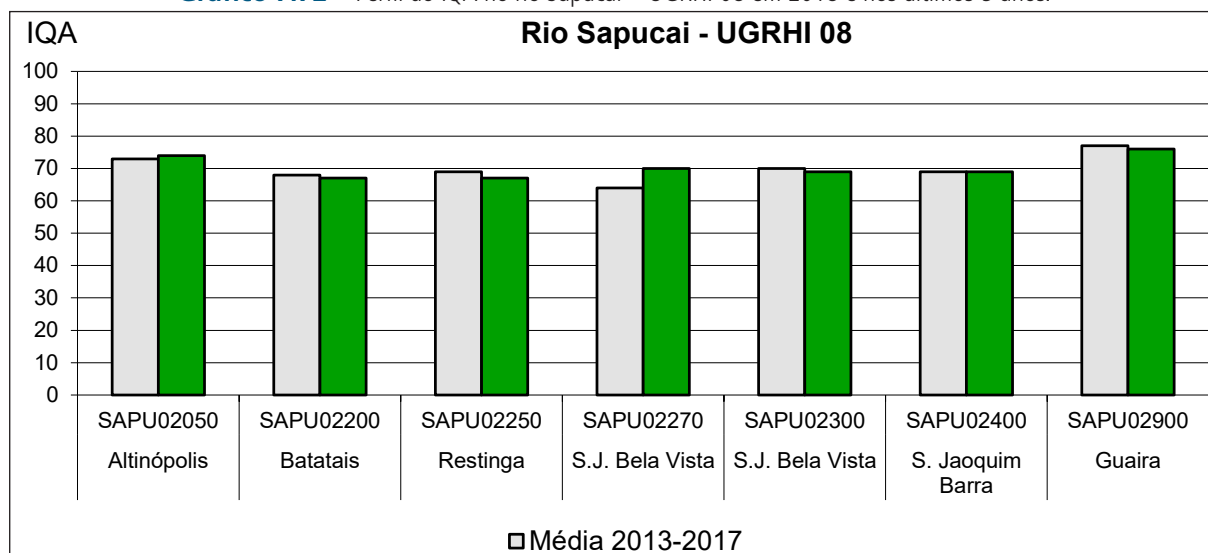
Figura 7.34 – Evolução dos parâmetros medidos na Estação Automática Taiacupeba de janeiro a dezembro de 2018.

Implantada em março de 2018, a Estação Automática Taiacupeba monitora a qualidade das águas do reservatório Taiacupeba, integrante do Sistema Produtor Alto Tietê – SPAT. Nesse reservatório, a SABESP capta uma vazão média de 15 m³/s. Os valores de Condutividade Elétrica em torno de 60 µS/cm indicam que essas águas são pouco impactadas por poluentes. O Oxigênio Dissolvido atende ao padrão de qualidade para corpos de água classe 1 em 88% do tempo. Além das águas provenientes do SPAT, o reservatório Taiacupeba recebe as águas revertidas do reservatório Billings – Rio Grande, manobra essa que ocorreu em quase todos os meses de 2018.

7.8 UGRHI 08 – SAPUCAI / GRANDE

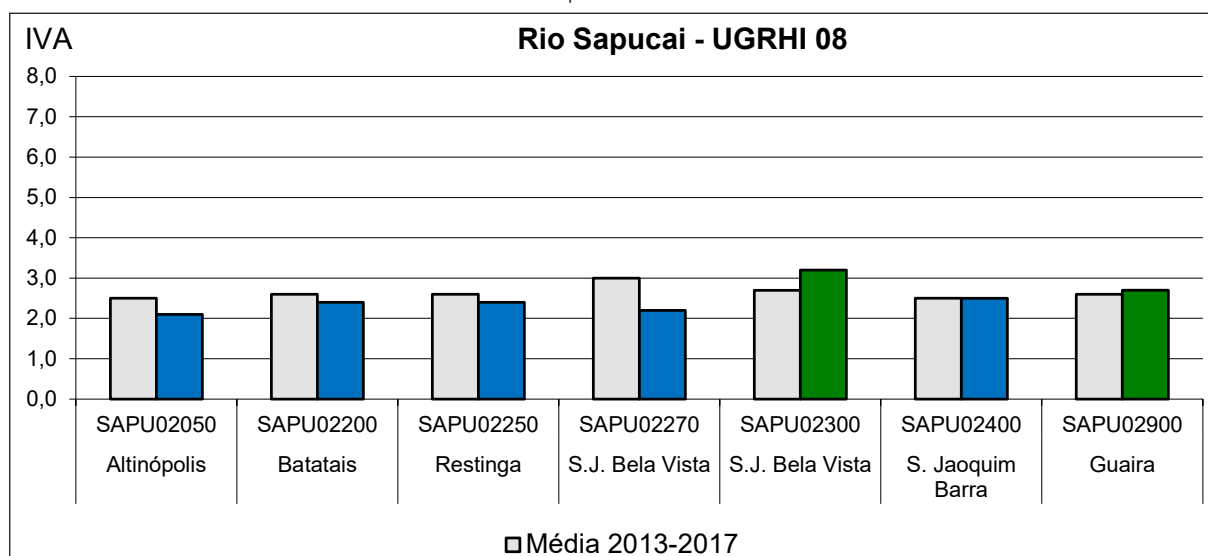
7.8.1 Rio Sapucaí – UGRHI 08

Gráfico 7.72 – Perfil do IQA no rio Sapucaí – UGRHI 08 em 2018 e nos últimos 5 anos.



O perfil do IQA ao longo do rio Sapucaí em 2018 está mostrado no Gráfico 7.72. 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 7.73).

Gráfico 7.73 – Perfil do IVA no rio Sapucaí – UGRHI 08 em 2018 e nos últimos 5 anos.



O perfil do IQA para o ribeirão dos Bagres pode ser visualizado no Gráfico 7.74. De forma semelhante a 2017, a qualidade da água pelo IQA foi predominantemente Boa, exceto no trecho em Restinga, aonde a qualidade foi Regular devido à elevada concentração de DBO e de *E. coli*, indicando a presença de carga orgânica.

Gráfico 7.74 – Perfil do IQA no ribeirão dos Bagres – UGRHI 08 em 2018 e nos últimos 5 anos.

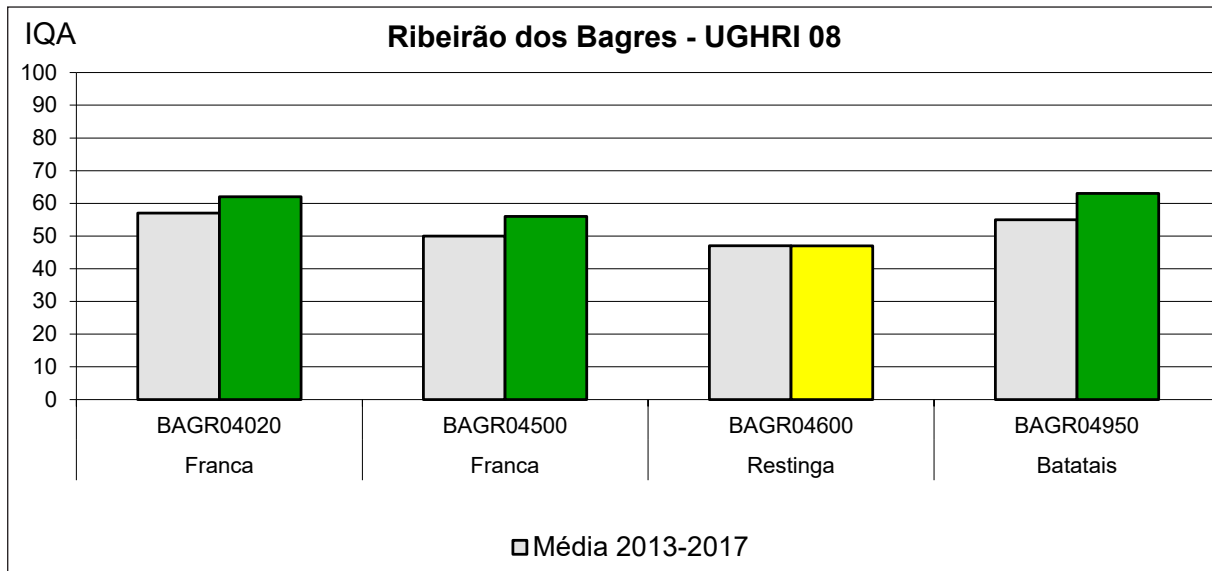
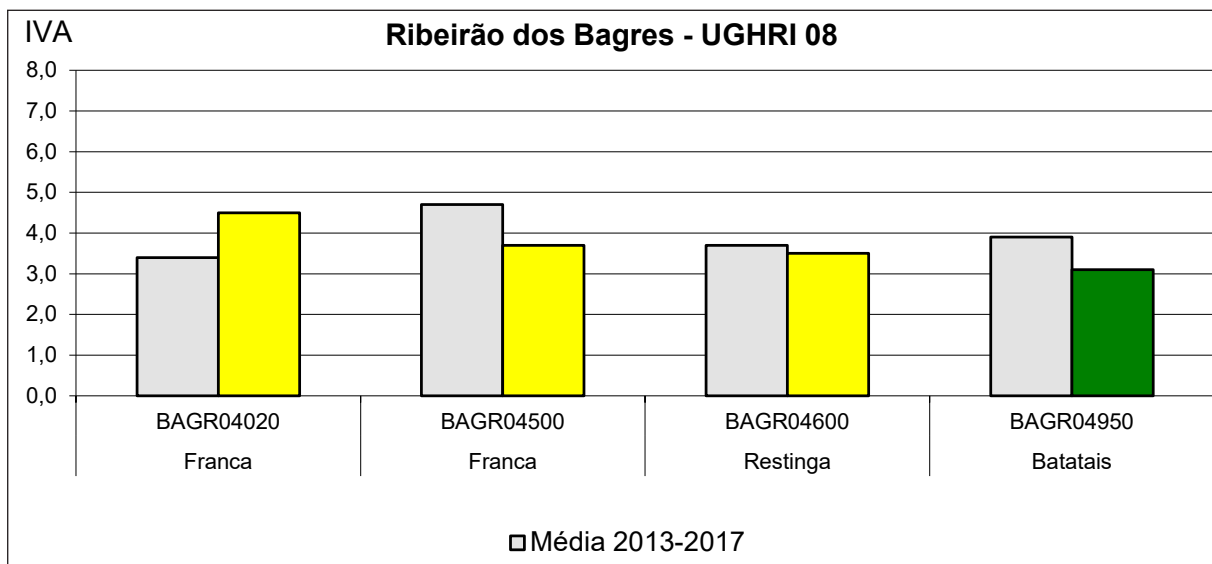


Gráfico 7.75 – Perfil do IVA no ribeirão dos Bagres – UGRHI 08 em 2018 e nos últimos 5 anos.



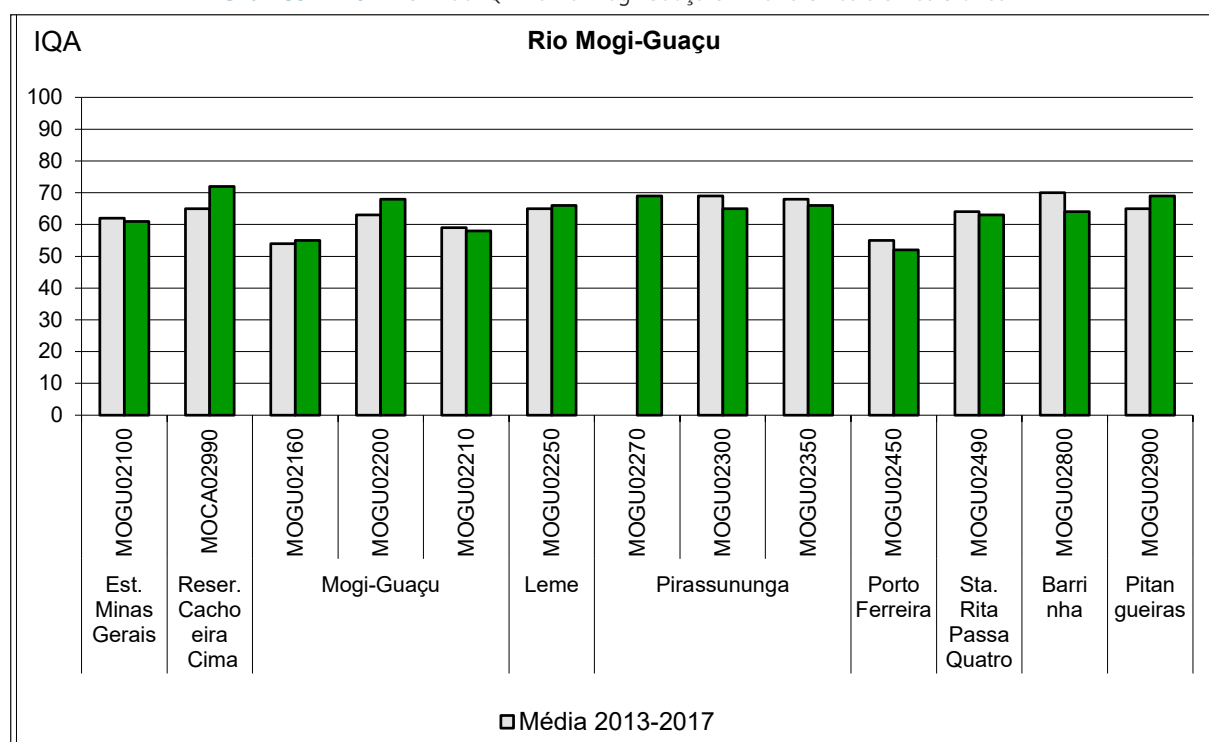
O perfil do IVA (Gráfico 7.75) ao longo do ribeirão dos Bagres mostrou classificação variando entre Regular e Boa. Nos trechos em Franca e Restinga, a classificação foi Regular influenciado pela toxicidade crônica e pelo grau de trofia Mesotrófico. No entanto, a qualidade melhorou no ponto de montante, em Franca

(BAGR 04020), e no ponto de jusante em Batatais (BAGR 04950). Em Franca, a melhora foi influenciada pela ausência de efeitos tóxicos em 75 % das campanhas. Já em Batatais, a qualidade Boa do IVA foi influenciada ausência de quantificação de valores desconformes para o Mercúrio Total.

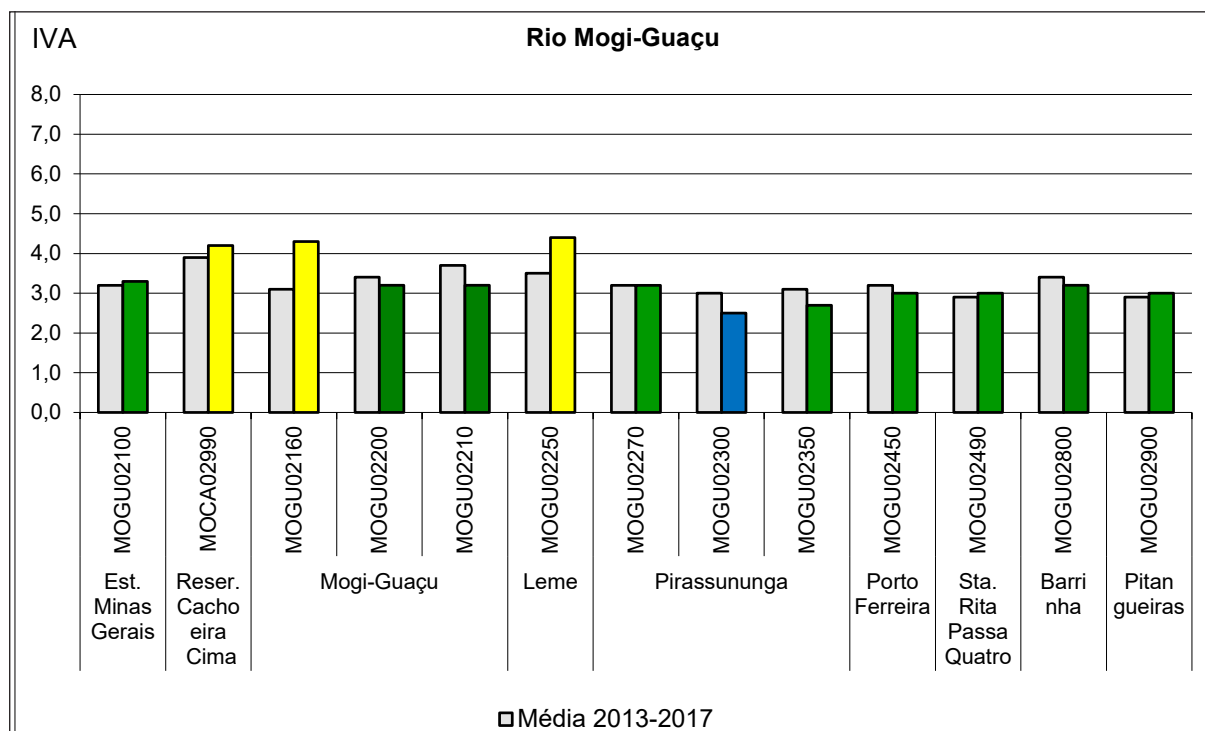
7.9 UGRHI 09 – MOGI-GUAÇU

7.9.1 Rio Mogi-Guaçu

Gráfico 7.76 – Perfil do IQA no rio Mogi-Guaçu em 2018 e nos últimos 5 anos.

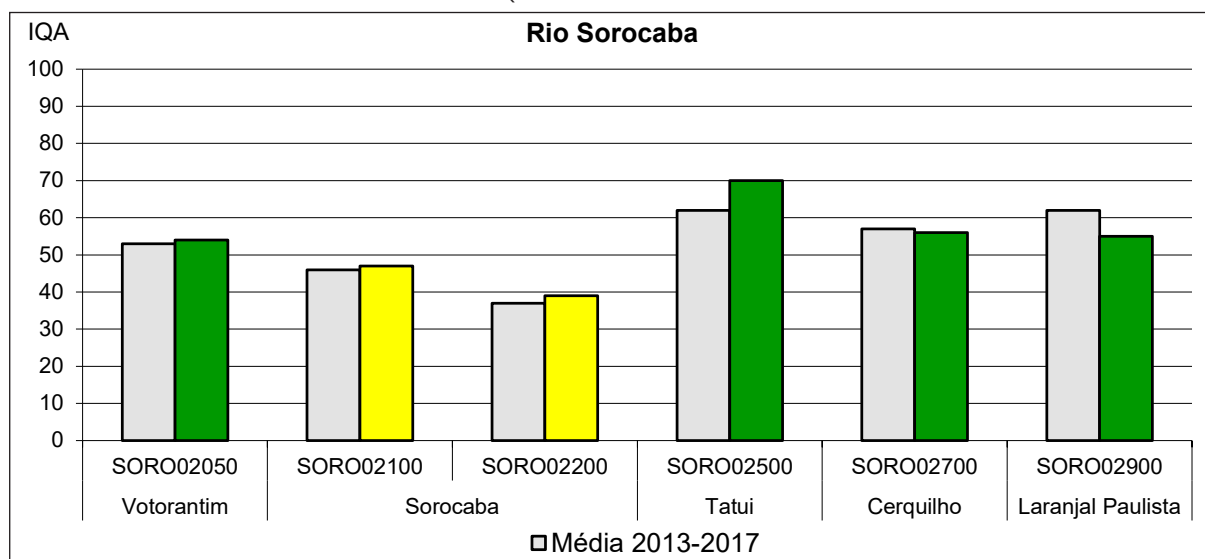


O perfil do IQA para o rio Mogi-Guaçu pode ser visualizado no Gráfico 7.76. A qualidade da água de acordo com esse índice se manteve na categoria Boa e próxima da média histórica de 5 anos. Já o IVA apresentou classificação predominantemente Boa, com exceção do reservatório Cachoeira de Cima e nos trechos em Mogi-Guaçu e Leme. No reservatório Cachoeira de Cima, o grau de trofia passou de Meso para Eutrófico, o que influenciou a categoria Regular do IVA. Nos trechos em Mogi-Guaçu (MOGU 02160) e em Leme (MOGU 02250), a qualidade foi classificada na categoria Regular principalmente devido ao registro de efeitos tóxicos crônicos e baixos níveis de Oxigênio Dissolvido em algumas campanhas ao longo do ano (Gráfico 7.77).

Gráfico 7.77 - Perfil do IVA no rio Mogi-Guaçu em 2017 e nos últimos 5 anos.

7.10 UGRHI 10 – SOROCABA / MÉDIO TIETÊ

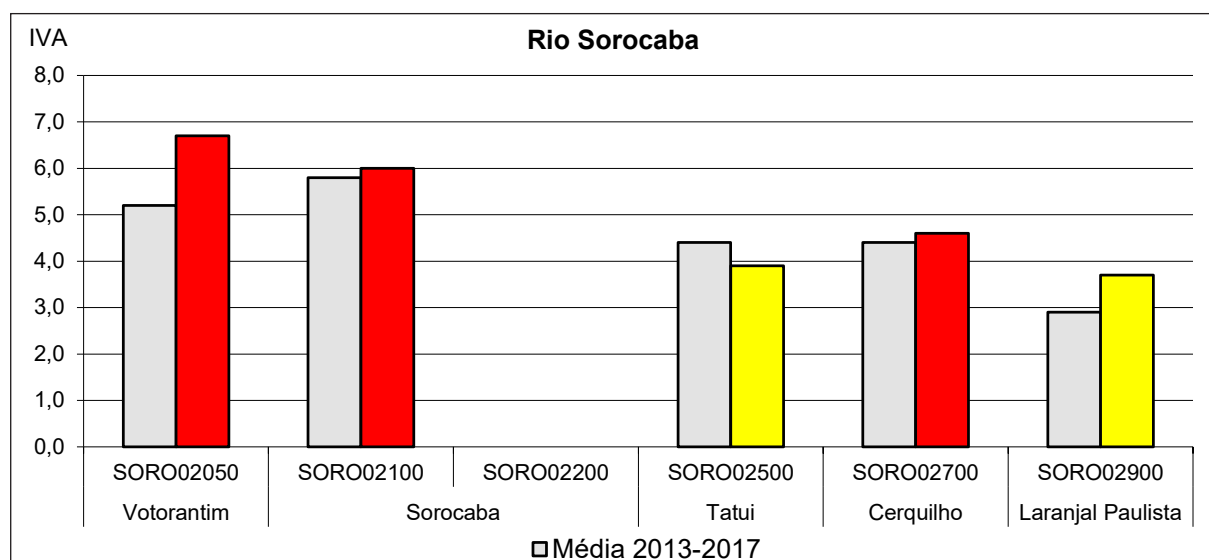
7.10.1 Rio Sorocaba

Gráfico 7.78 – Perfil do IQA no rio Sorocaba em 2018 e nos últimos 5 anos.

O perfil do IQA e do IVA do rio Sorocaba pode ser visualizado nos Gráficos 7.78 e 7.79. A classificação do IQA foi predominantemente Boa, com exceção do trecho em Sorocaba, que apresentou classificação Regular,

devido a presença de *E. coli* e de concentrações desconformes de Fósforo Total e de DBO e baixos níveis de OD (principalmente no SORO 02200). Contudo, a qualidade nesses dois pontos tem se mantido acima da média dos 5 anos anteriores

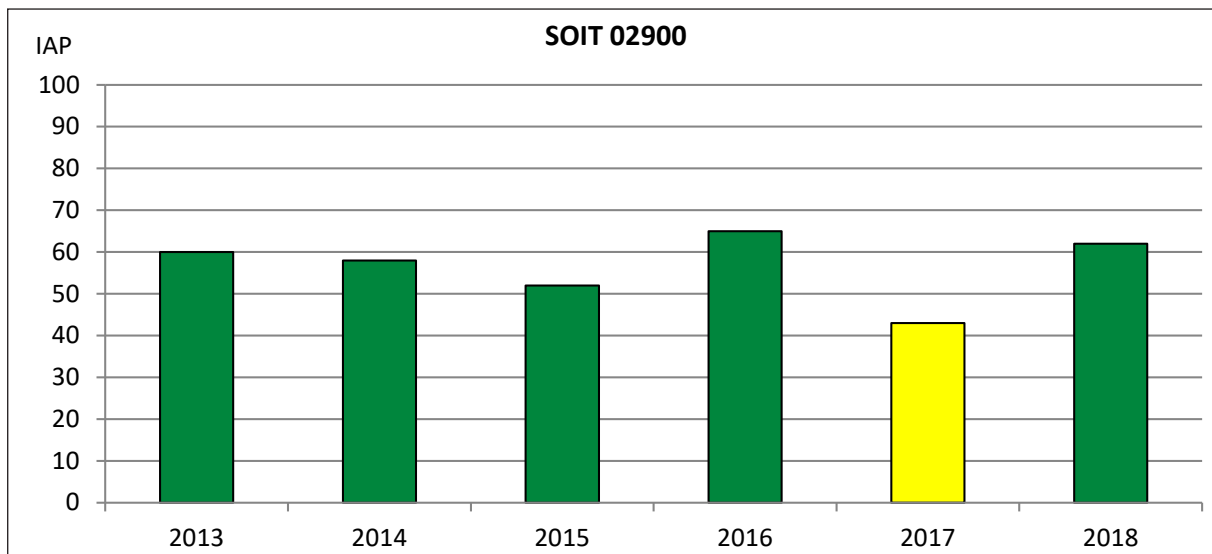
Gráfico 7.79 – Perfil do IVA no rio Sorocaba em 2018 e nos últimos 5 anos.



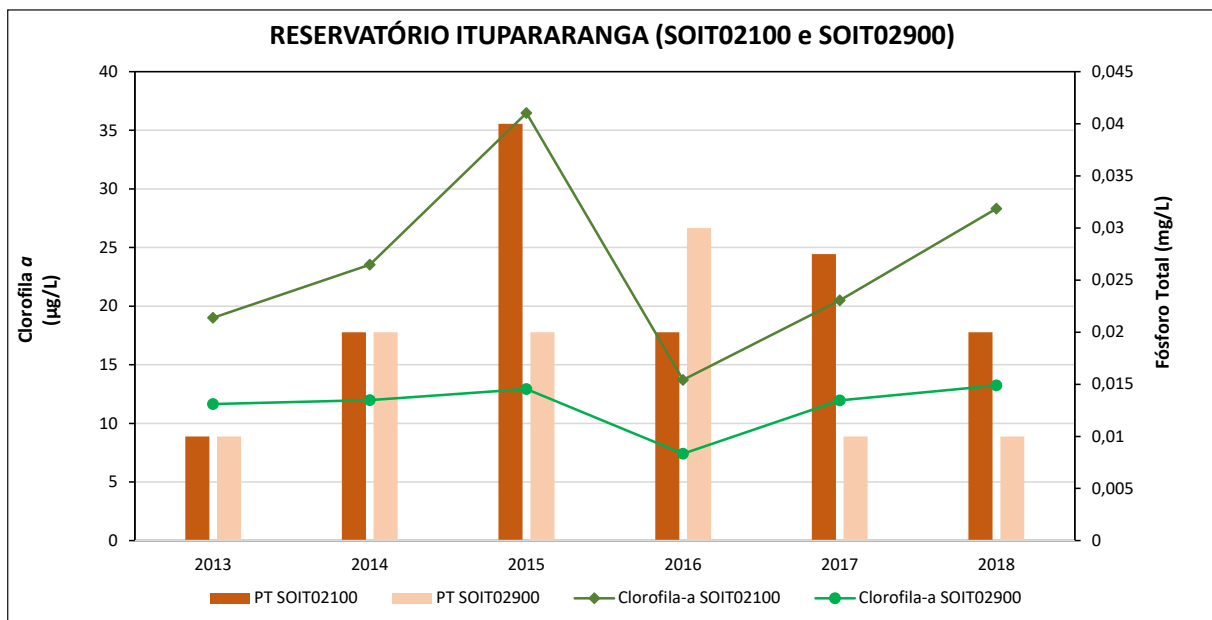
Já o estado supereutrófico e eutrófico influenciou o IVA nos trechos em Votorantim, Sorocaba e Tatui que mantiveram a classificação nas categorias Ruim e Regular, respectivamente. Além disso, o efeito tóxico crônico influenciou a classificação do IVA nos trechos em Votorantim e Sorocaba. Em Cerquilha, houve piora do IVA, que passou da categoria Boa para a Ruim devido aos baixos níveis de Oxigênio Dissolvido registrados na maioria das campanhas realizadas em 2018. Ressalta-se que o IVA não é calculado no ponto SORO 02200, uma vez que os níveis de OD nesse ponto, necessários à manutenção da vida aquática, são historicamente inferiores a 2 mg L⁻¹.

7.10.2 Reservatório Itupararanga

O Gráfico 7.80 apresenta o histórico, do período de 2013 a 2018, das médias anuais do IAP no reservatório Itupararanga, localizado na UGRHI 10, no ponto SOIT 02900, próximo à barragem. O IAP médio anual de Itupararanga, que foi Regular em 2017, passou para a categoria Boa em 2018, indicando melhora da qualidade da água para fins de abastecimento público. A melhora desse índice foi influenciada por resultados menores para a densidade de cianobactérias e do Potencial de Formação de Trihalometanos na campanha de janeiro.

Gráfico 7.80 – Classificação do IAP no reservatório de Itupararanga entre 2013 e 2018.

O Gráfico 7.81 apresenta o histórico, do período de 2013 a 2018, 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 7.81 – Média anual de Clorofila *a* e Fósforo Total (PT) no reservatório Itupararanga de 2013 a 2018.

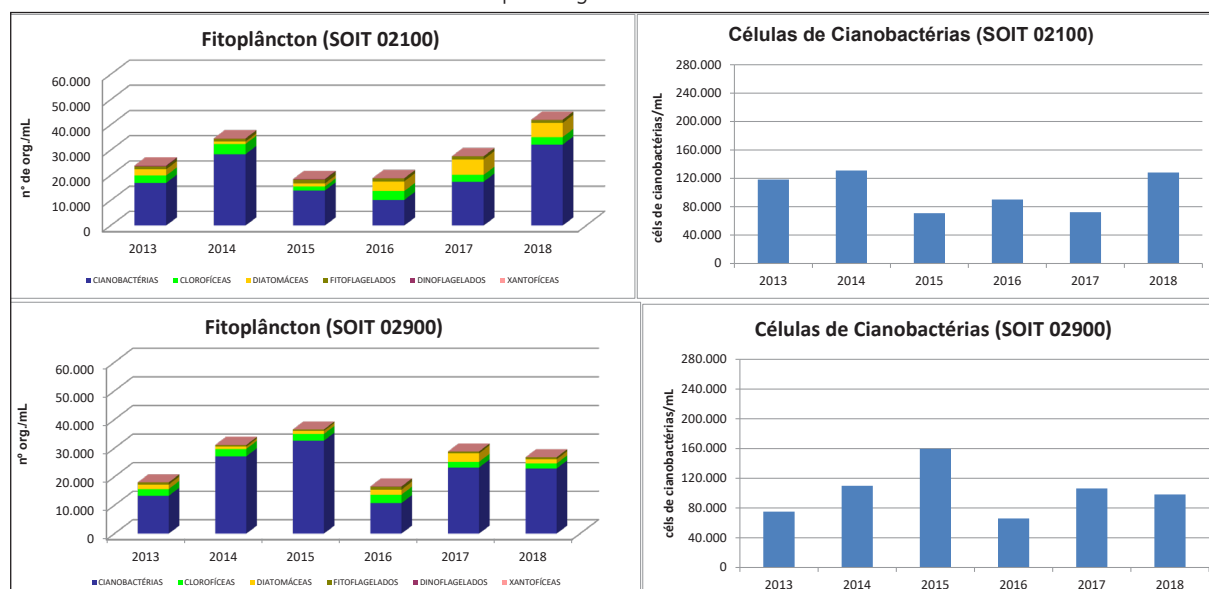
No reservatório Itupararanga, nos dois pontos monitorados (SOIT 02100 e SOIT 02900), as concentrações médias anuais de Fósforo Total variaram da condição Oligotrófica a Mesotrófica. Em relação às concentrações de Clorofila *a* os dois pontos variaram, ao longo dos anos, em concentrações indicativas de condição Mesotrófica a Supereutrófica. O ponto SOIT 02100 exibiu, ao longo desse período, concentrações de Clorofila *a* ligeiramente maiores, porém com média anual do IET indicando a condição Mesotrófica, exceto

em 2015 quando exibiu condição Eutrófica. Já o ponto SOIT02900, exibiu neste período concentrações de Clorofila *a* menores indicando condição Mesotrófica sendo influenciadas principalmente pela densidade de organismos fitoplanctônicos dos grupos das Cianobactérias e Clorofíceas. Pelo IET este ponto vem mantendo a condição Mesotrófica desde 2013.

Ao longo de 2018, o ponto SOIT 02100, apenas em julho, exibiu concentração de Fósforo Total acima do limite estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/05. Já as concentrações de Clorofila *a*, em janeiro e novembro excederam o limite de $30 \mu\text{g.L}^{-1}$ estabelecido em legislação e variaram de forma similar às densidades totais de organismos fitoplanctônicos, influenciadas principalmente pelos grupos das Cianobactérias, Clorofíceas e Diatomáceas. Segundo a classificação do 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 exibindo condição Mesotrófica ao longo deste ano. Neste reservatório a Clorofila *a*, foi a variável que mais influenciou na condição trófica.

A comunidade fitoplanctônica apresentou diferenças tanto na distribuição da média anual de organismos quanto na densidade de células de cianobactérias, nos dois pontos amostrados (Figura 7.35). No ponto SOIT 02900, a densidade média anual total de organismos permaneceu semelhante à de 2017, já no ponto SOIT 02100, a média de 2018 foi superior à de 2017, influenciada pelos valores obtidos em janeiro ($52.332 \text{ org.L}^{-1}$) e novembro ($49.587 \text{ org.L}^{-1}$). Apesar da dominância de cianobactérias ser evidente em ambos os locais, nota-se que no ponto SOT 02100 houve maior contribuição de Diatomáceas, provavelmente influenciado pela constituição hidrodinâmica do referido ponto.

Figura 7.35 – Média anual da Comunidade Fitoplanctônica e Contagem de Células de Cianobactérias no reservatório Itupararanga - 2013 a 2018.



As densidades de células de cianobactérias ultrapassaram o estabelecido na Resolução CONAMA nº 357/2005 para Classe 2 ($50.000 \text{ céls.mL}^{-1}$) em todos os meses amostrados, em ambos os pontos, sendo que os maiores valores foram registrados no mês de novembro no ponto SOIT 02100 ($186.455 \text{ céls.mL}^{-1}$) e no mês de julho no ponto SOIT 02900 ($138.966 \text{ céls.mL}^{-1}$).

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 foi abundante, chegando a ser dominante em diversas ocasiões, em ambos os pontos e em todos os períodos amostrados.

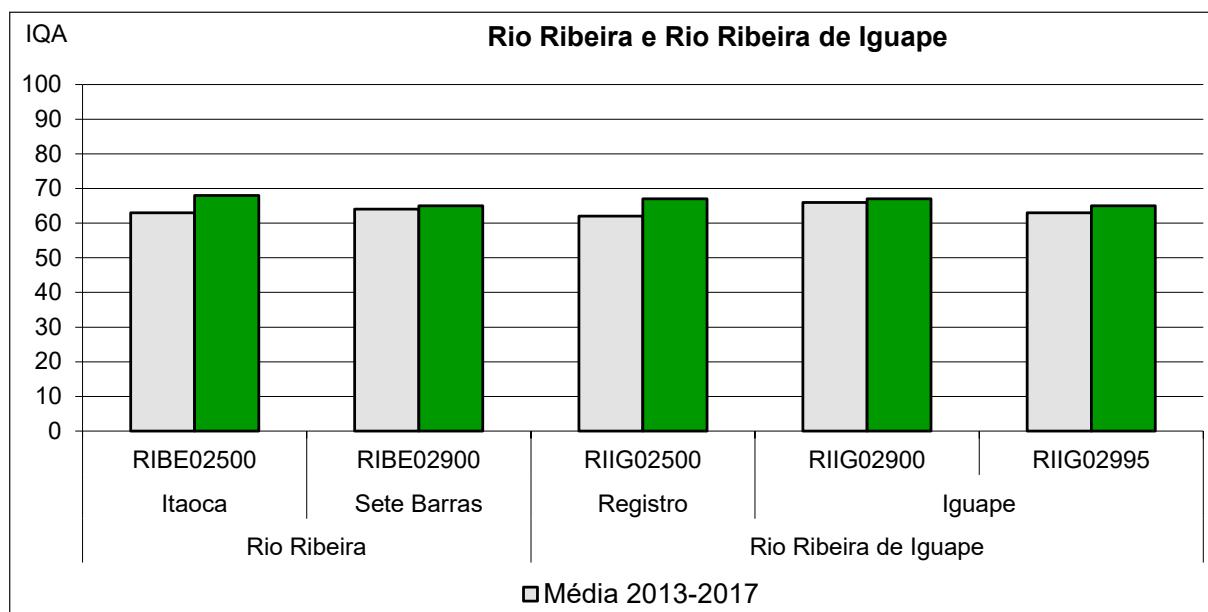
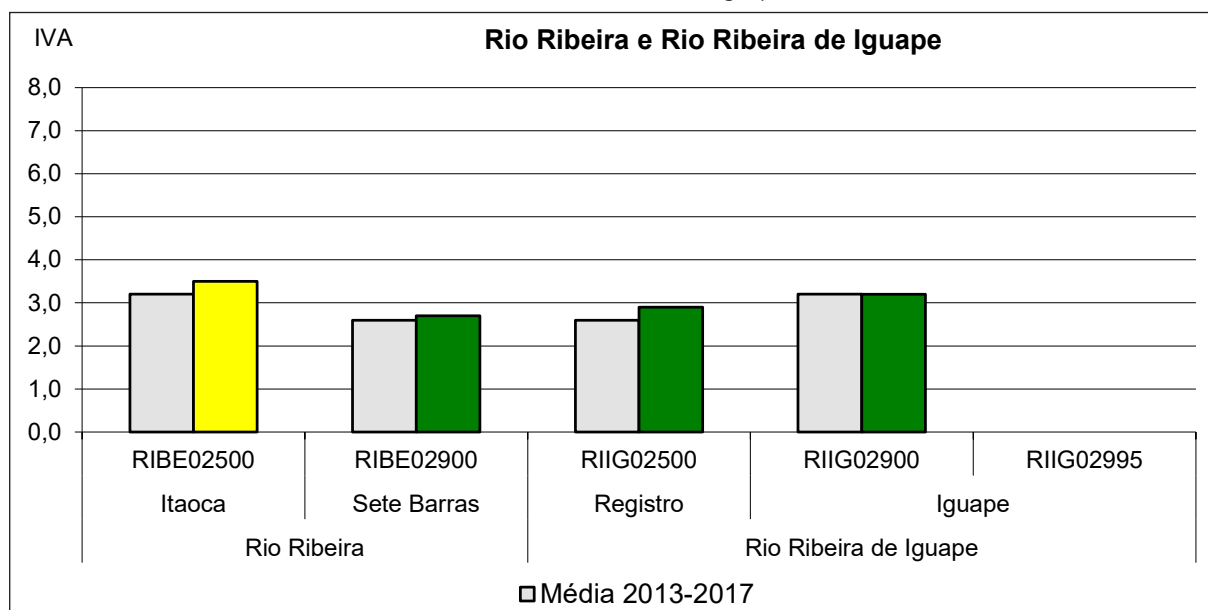
Os valores de microcistina, que haviam ficado abaixo do limite de quantificação em todas as amostragens e em ambos os pontos em 2016 e 2017, foram quantificados em janeiro ($0,19 \mu\text{g.L}^{-1}$) e novembro ($0,15 \mu\text{g.L}^{-1}$) no ponto SOIT 02900, com valores abaixo do referenciado no anexo XX da Portaria de Consolidação nº 5/2017 para água tratada ($1,0 \mu\text{g.L}^{-1}$). Cenário que pode ser explicado pela presença de gêneros potencialmente produtores dessa cianotoxina, *Aphanizomenon* e *Aphanocapsa*.

A saxitoxina, analisada apenas no ponto SOIT 02900, foi quantificada em todas as amostragens, com valores abaixo do estabelecido no anexo XX da Portaria de Consolidação nº 5/2017 para água tratada ($3,0 \mu\text{g.L}^{-1}$), sendo o maior valor obtido em janeiro, $0,35 \mu\text{g.L}^{-1}$. Apesar desses organismos terem sido encontrados em todas as amostragens, há a ocorrência de cepas produtoras e não produtoras de cianotoxinas coexistindo no mesmo ambiente, além disso, mesmo as cepas que são potencialmente produtoras de cianotoxinas, eventualmente podem não produzir a cianotoxina, podendo estar relacionada a fatores ambientais.

7.11 UGRHI 11 – RIBEIRA DE IGUAPE / LITORAL SUL

7.11.1 Rio Ribeira e Rio Ribeira do Iguape

O perfil do IQA e do IVA nos rios Ribeira e Ribeira de Iguape pode ser visualizado nos Gráfico 7.82 e Gráfico 7.83. A qualidade da água foi classificada na categoria Boa para ambos os corpos-d'água, com valores acima da média histórica de 5 anos. Já o IVA foi classificado nas categorias Regular e Boa no rio Ribeira, havendo piora em relação ao ano anterior no trecho em Itaoca devido ao efeito tóxico crônico registrado na campanha de maio de 2018. No rio Ribeira de Iguape, o IVA manteve-se na categoria Boa.

Gráfico 7.82 – Perfil do IQA nos rios Ribeira e Ribeira de Iguape em 2018 e nos últimos 5 anos.**Gráfico 7.83** – Perfil do IVA nos rios Ribeira e Ribeira de Iguape em 2018 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 nos Gráficos 7.84 e 7.85. A qualidade da água ao longo da calha desse rio manteve-se dentro da categoria Boa em termos de diluição de efluentes. O IVA médio em 2018 variou entre as categorias Boa e Ótima, destacando-se a melhora para a categoria Ótima no trecho em Reginópolis.

Gráfico 7.84 – Perfil do IQA no rio Batalha em 2018 e nos últimos 5 anos.

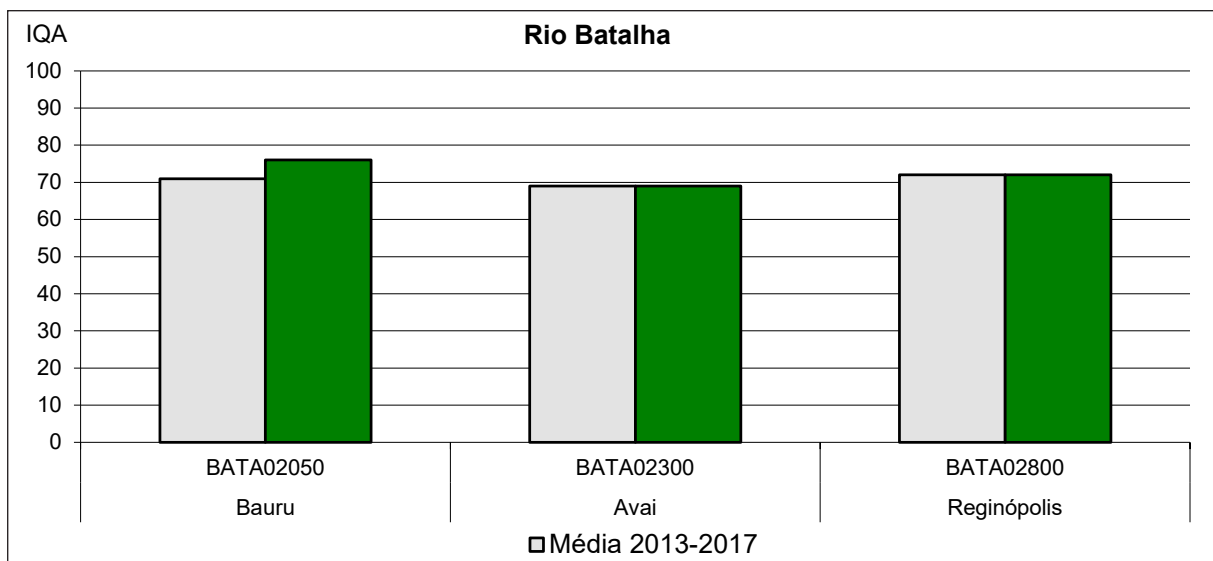
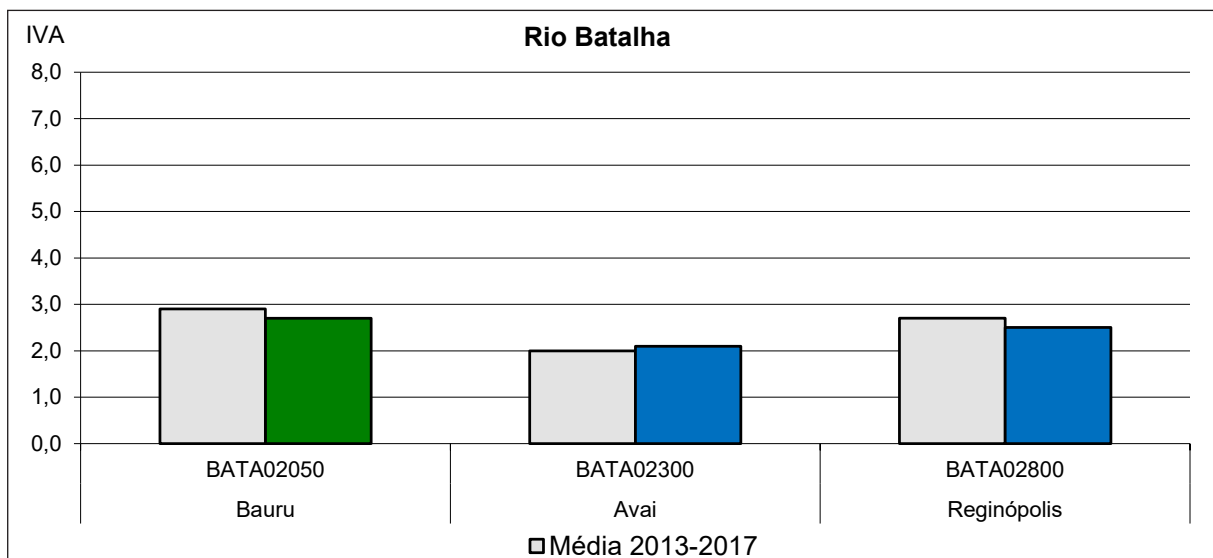


Gráfico 7.85 – Perfil do IVA no rio Batalha em 2018 e nos últimos 5 anos.

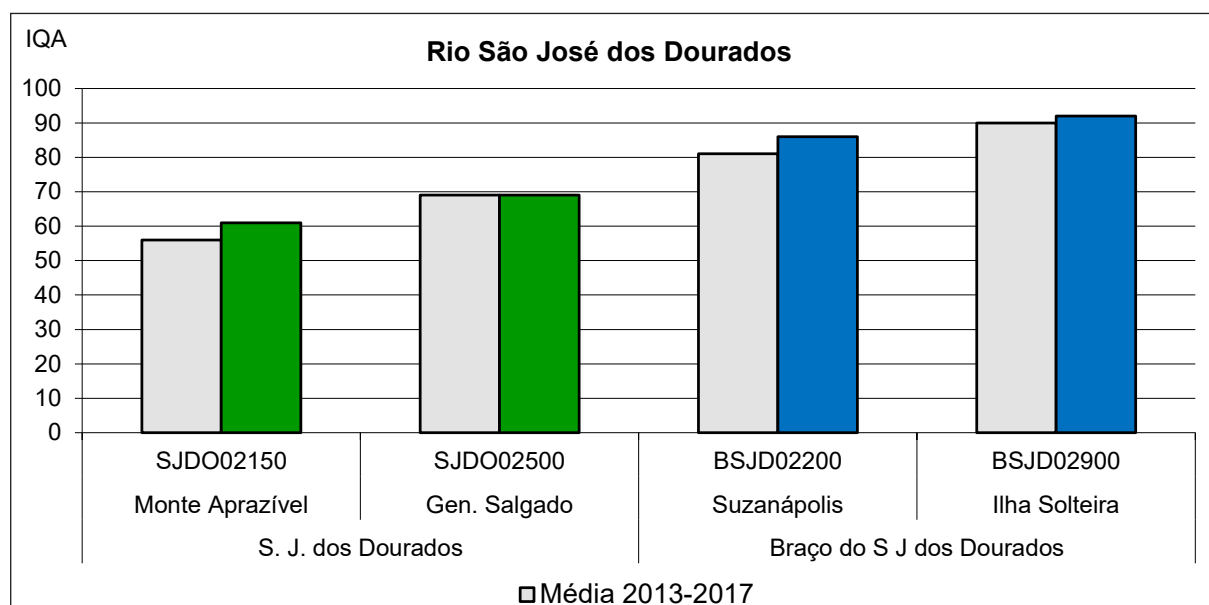


7.13 UGRHI 18 – SÃO JOSÉ DOS DOURADOS

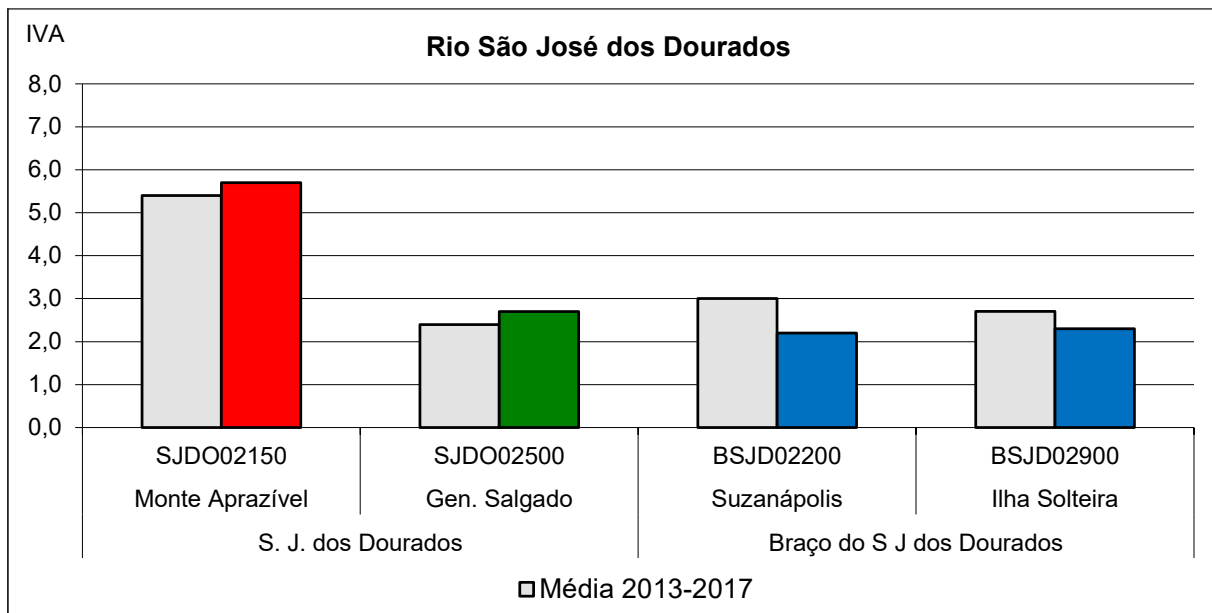
7.13.1 Rio São José dos Dourados

O perfil do IQA no rio São José dos Dourados pode ser visualizado no Gráfico 7.86. A qualidade ao longo da calha, assim como nos braços variou entre as categorias Boa e Ótima, mantendo-se acima da média histórica de 5 anos indicando, portanto, tendência de melhora da qualidade.

Gráfico 7.86 – Perfil do IQA no rio São José dos Dourados em 2018 e nos últimos 5 anos.



O perfil do IVA é mostrado no Gráfico 7.87. No trecho de montante, em Monte Aprazível, a qualidade foi classificada na categoria Ruim, sendo influenciada pelos baixos níveis de Oxigênio Dissolvido em algumas campanhas, pelo registro de efeito tóxico crônico e pelo grau de trofia das suas águas nesse trecho, que é supereutrófico. 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 7.87 – Perfil do IVA no rio São José dos Dourados em 2018 e nos últimos 5 anos.

7.14 UGRHI 20 - AGUAPEÍ

7.14.1. Rio Aguapeí

O perfil do IQA e do IVA no rio Aguapeí pode ser visualizado nos Gráfico 7.88 e 89. 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 em Guarantã, Santópolis e Adamantina variaram entre as categorias Ótima e Boa. Já no trecho de Junqueirópolis, a qualidade passou para a categoria Regular, devido ao registro de efeito tóxico crônico na campanha de agosto de 2018.

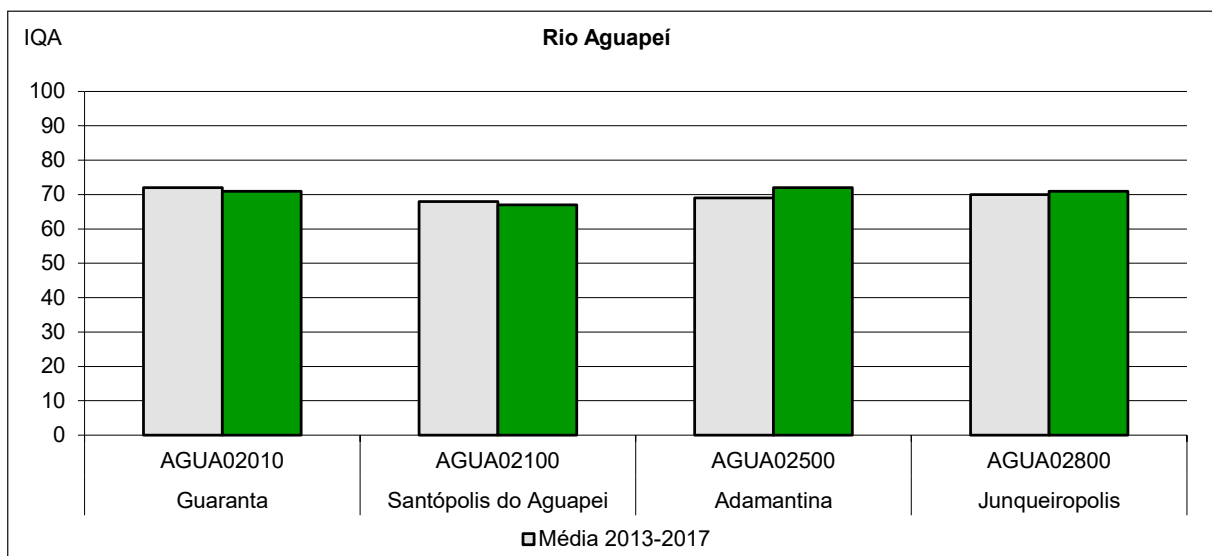
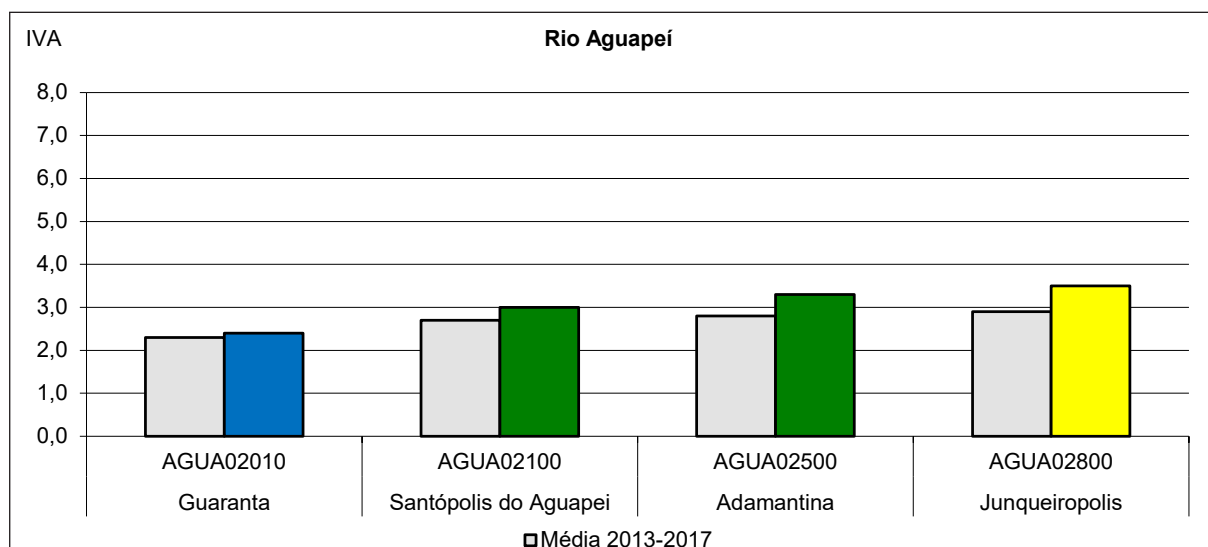
Gráfico 7.88 – Perfil do IQA no rio Aguapeí em 2018 e nos últimos 5 anos.

Gráfico 7.89 – Perfil do IVA no rio Aguapeí em 2018 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 nos Gráfico 7.90 e Gráfico 7.91. A qualidade da água ao longo da calha desse rio foi classificada na categoria Boa, com exceção no trecho em Marília, devido aos valores elevados de *E. coli* registrados em todas as campanhas realizadas. Houve piora nos trechos em Marília e Caiabu, que passaram para a categoria Regular devido ao registro de efeitos tóxicos crônicos em duas campanhas (PEIX 02100) e ao grau de trofia, que passou de Oligo para Mesotrófico (PEIX 02600).

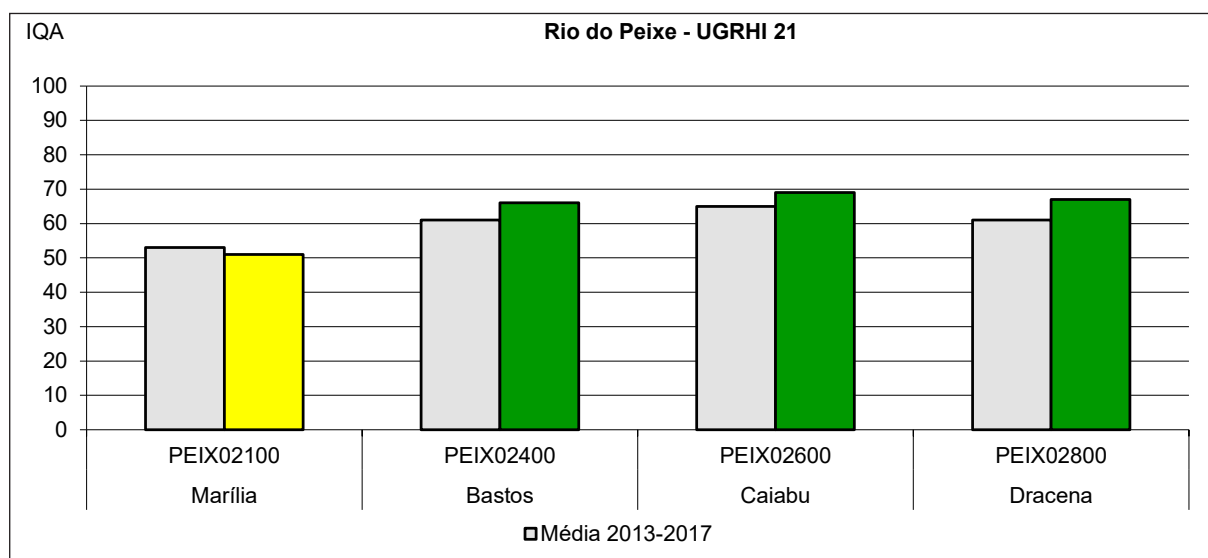
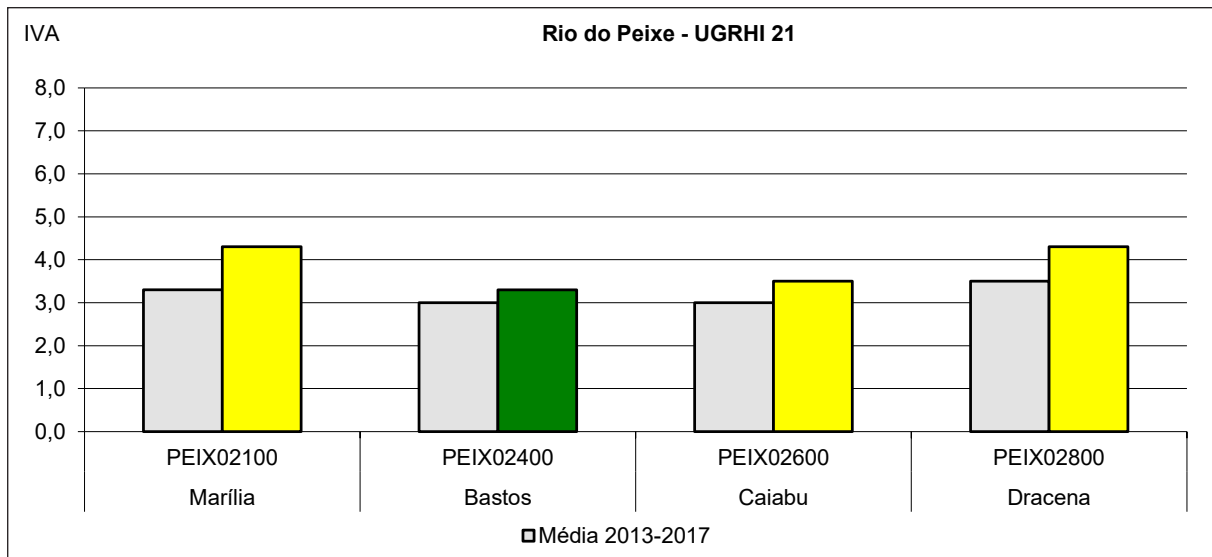
Gráfico 7.90 – Perfil do IQA no rio do Peixe em 2018 e nos últimos 5 anos.

Gráfico 7.91 – Perfil do IVA no rio do Peixe em 2018 e nos últimos 5 anos.

7.16 DIVISAS DO ESTADO

7.16.1 Rio Grande – UGRHIs 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 nos Gráfico 7.92 e Gráfico 7.93. A qualidade da água desse rio, tanto para fins de diluição de efluentes (IQA) como para proteção da vida aquática (IVA), se manteve nas categorias Boa e Ótima.

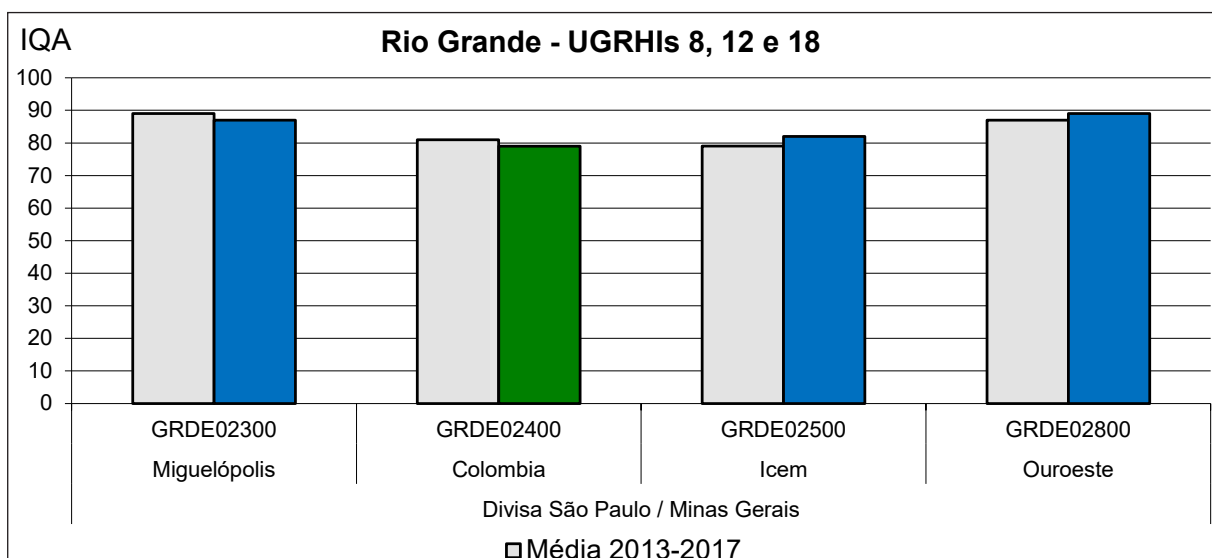
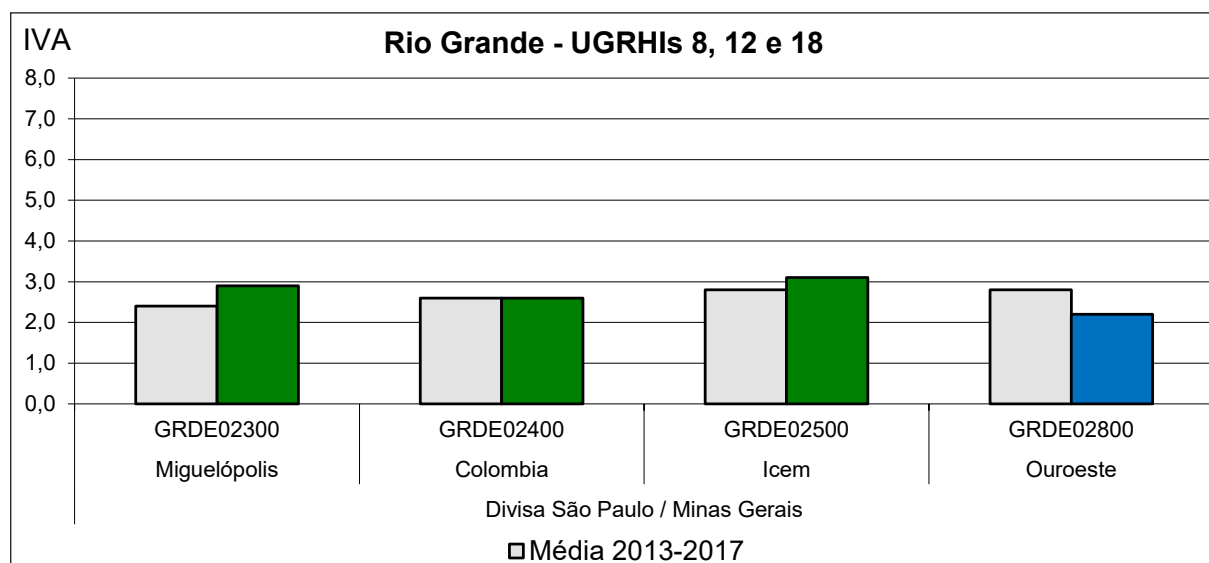
Gráfico 7.92 – Perfil do IQA no rio Grande em 2018 e nos últimos 5 anos.

Gráfico 7.93 – Perfil do IVA no rio Grande em 2018 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 Gráfico 7.94 e Gráfico 7.95. A qualidade da água desse rio se apresentou na categoria Ótima em todos os trechos monitorados, se mantendo próxima ou acima da média histórica. Já o IVA, que foi calculado nos pontos com histórico de monitoramento, se manteve na categoria Ótima.

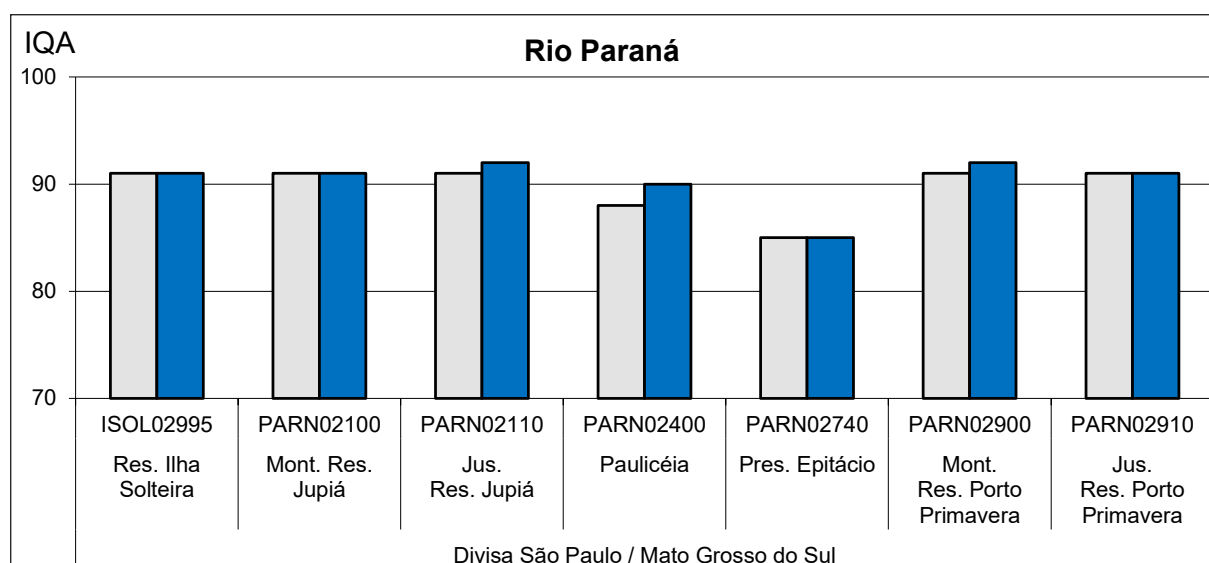
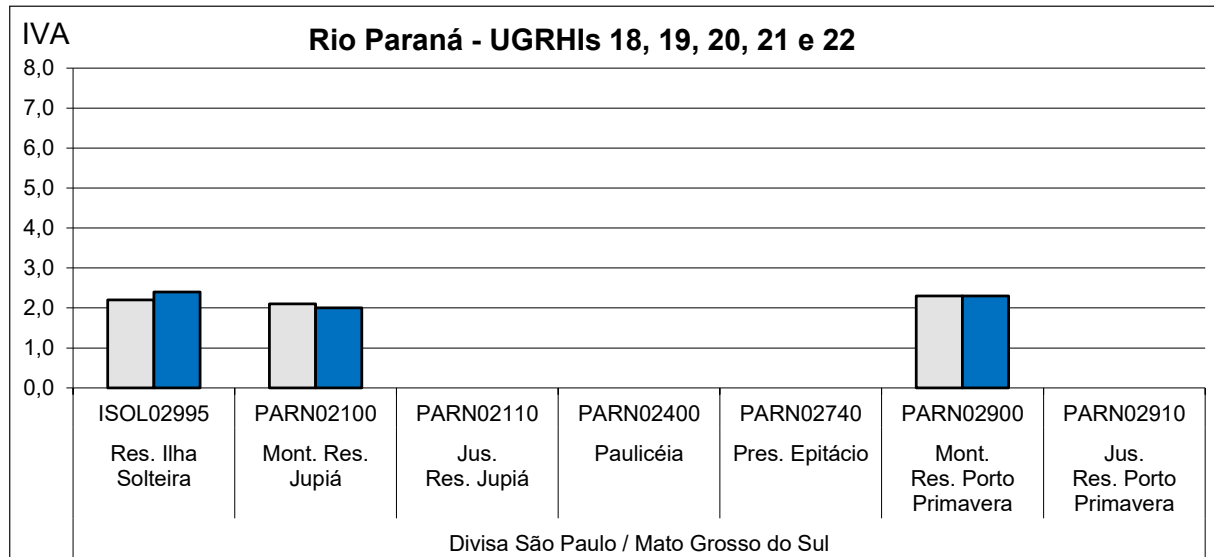
Gráfico 7.94 – Perfil do IQA no rio Paraná em 2018 e nos últimos 5 anos.

Gráfico 7.95 – Perfil do IVA no rio Paraná em 2018 e nos últimos 5 anos.

7.16.2 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 7.96 e 7.97. 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.

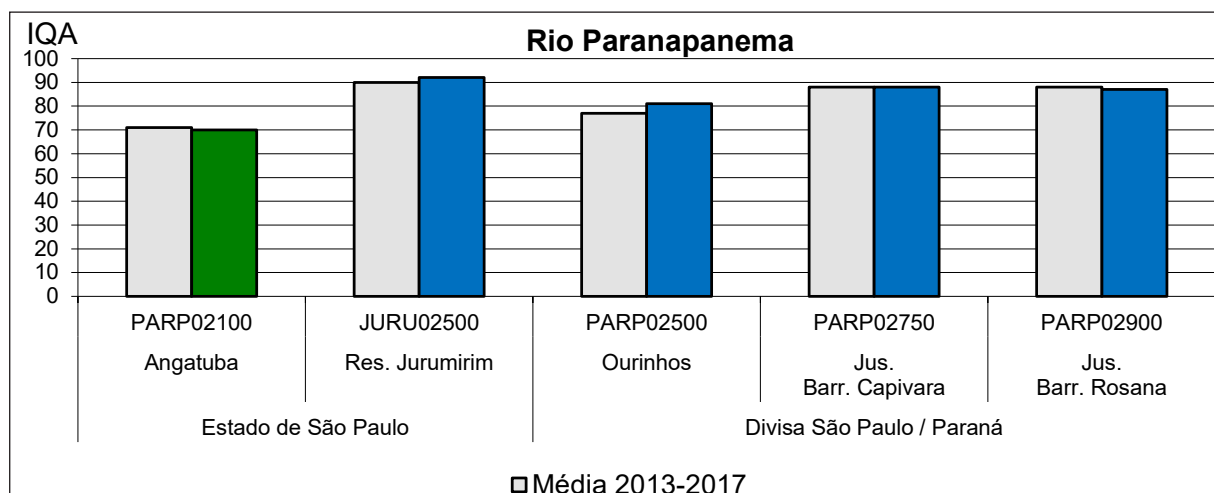
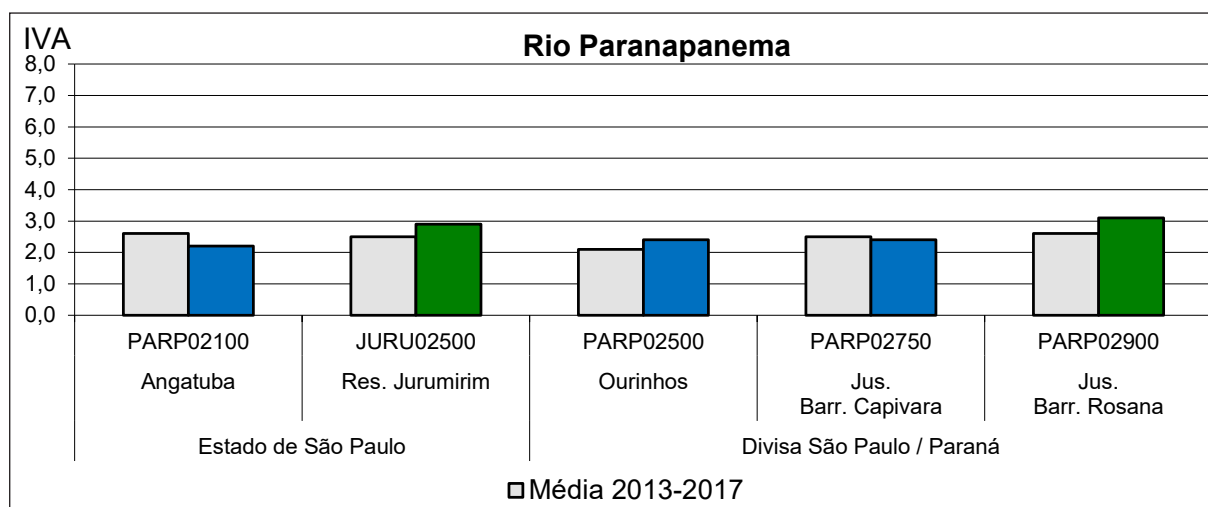
Gráfico 7.96 – Perfil do IQA no rio Paranapanema em 2018 e nos últimos 5 anos.

Gráfico 7.97 – Perfil do IVA no rio Paranapanema em 2018 e nos últimos 5 anos.

8 • Qualidade dos sedimentos

Em 2018, a avaliação química da qualidade do sedimento foi realizada em 25 pontos (Mapa 8.1) distribuídos em oito UGRHs. Esses pontos variam anualmente, sendo definidos entre 20 e 35 pontos que são amostrados no período de estiagem (Apêndice E). Os pontos podem se repetir nos anos subsequentes até se obter um diagnóstico, ou serem reavaliados após um intervalo maior de tempo. Alguns pontos com problemas recorrentes, ou que requerem acompanhamento intensivo e de longo prazo, são amostrados por mais anos.

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 sancti-caroli*), além de ensaios de mutagenicidade (Teste de Ames), de toxicidade aguda com *Vibrio fischeri* (Microtox®) e da medida da frequência de deformidade em mento de *Chironomus*. Para avaliar a carga interna de nutrientes e a condição de eutrofização dos corpos-d'água é realizada a análise de fósforo total. Variáveis microbiológicas (*Clostridium perfringens* e *Escherichia coli*) são medidas para identificar fontes de esgoto nas bacias. Nem todas essas variáveis são incluídas em todos os pontos amostrados. Em todos os pontos foram feitas análises de metais e semimetais, nutrientes, granulometria, sólidos e umidade. A análise de contaminantes orgânicos foi feita na maioria dos pontos. Não foram realizadas análises de dioxinas e furanos nos pontos LJAR 02990 e VEME 04175 e de pesticidas organoclorados no ponto RONC 02700.

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.

A tabela 8.1 apresenta os diagnósticos da qualidade dos sedimentos e seus históricos por ponto e faz uma avaliação geral da qualidade dos ambientes, integrando as informações obtidas com as análises de água.

Tabela 8.1 – Avaliação dos sedimentos. (continua)

UGRHI	Ponto	Análise	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2018
			Diagnóstico						Comentário
1	SAGU 02250 Rio Sapucaí-Guaçu	Substâncias químicas							Presença de dioxinas e furanos acima de TEL e fonte de esgoto doméstico. O sedimento arenoso é reflexo da turbulência do rio e não favorece a retenção de contaminantes. A piora na qualidade ecológica pode estar relacionada com a maior influência de esgotos.
		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 8.1 – Avaliação dos sedimentos. (continua)

UGRHI	Ponto	Análise		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2018
				Diagnóstico						Comentário
4	PARD 02050 Res. Euclides da Cunha	Substâncias químicas								Presença de Cr acima de TEL e acúmulo de fósforo no sedimento. A carga remanescente de esgotos dos municípios da bacia é uma provável fonte para o fósforo que se acumula nos sedimentos dos reservatórios da bacia, e o Cr tem origem litológica. Embora pouco alterada, a estrutura da comunidade de macroinvertebrados sugere que a qualidade tende a piorar. O mesmo pode-se dizer quanto à mutagenicidade; ainda que seja baixa, demonstra a presença de contaminantes genotóxicos que podem afetar a biota.
		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								
5	RAIN 00880 Res. Atibainha	Substâncias químicas								Aporte de esgoto de fonte remota embora o ambiente se mantenha oligotrófico. A comunidade da região profunda tem sua colonização restringida pela hipóxia prolongada.
		Fósforo total								
		Toxicidade <i>Vibrio fischeri</i>								
		Microbiológico	<i>Escherichia coli</i>							
			<i>Clostridium perfringens</i>							
		Ecotoxicidade	<i>Hyalella azteca</i>							
			<i>Chironomus sancticaroli</i>							
		Bentos								
	ATSG 02800 Res. Salto Grande	Substâncias químicas								Presença de Pb, Cu, Cr, Zn e HPA acima de TEL. Aporte de esgoto doméstico, com elevado acúmulo de fósforo no sedimento. Ambiente eutrofizado com carga interna de fósforo.
		Fósforo total								
		Toxicidade <i>Vibrio fischeri</i>								
		Mutagenicidade								
		Microbiológico	<i>Escherichia coli</i>							
			<i>Clostridium perfringens</i>							
		Bentos								
6	NOVA 00800 Res. Ponte Nova	Substâncias químicas								Presença de Pb, Hg, HPA, dioxinas e furanos acima de TEL. As dioxinas e furanos são recorrentes no ambiente, sendo necessária a investigação de suas possíveis fontes, enquanto Cr tem aparente origem litológica. Aporte de esgoto, com pequeno acúmulo de fósforo no sedimento. A fauna profunda apresentou-se pobre mesmo com o elevado teor de matéria orgânica e oxigênio dissolvido na água de fundo. A presença de compostos genotóxicos pode estar colaborando com este cenário.
		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 8.1 – Avaliação dos sedimentos. (continua)

UGRHI	Ponto	Análise		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2018
				Diagnóstico						Comentário
6	TAIM 00800 Rio Taiaçupeba Mirim	Substâncias químicas								A toxicidade observada pode ter sido causada pela presença de dioxinas e furanos acima de TEL ou por outro contaminante não analisado. A granulometria arenosa do sedimento é reflexo da turbulência do rio e não favorece a retenção de contaminantes. O ambiente está eutrofizado em decorrência de esgoto e de cargas difusas de nutrientes.
		Fósforo total								
		Toxicidade <i>Vibrio fischeri</i>								
		Microbiológico	<i>Escherichia coli</i>							
			<i>Clostridium perfringens</i>							
		Ecotoxicidade	<i>Hyalella azteca</i>							
			<i>Chironomus sancticarioli</i>							
	PEBA 00200 Res. Taiaçupeba	Substâncias químicas								Presença de diversos metais, DDE, HPA e dioxinas e furanos acima de TEL e Cd, Cu e Zn acima de PEL. Cu, Zn e dioxinas e furanos são recorrentes no local e na bacia, sendo importante localizar suas fontes. Além dos metais que superaram PEL, o Hg, cuja concentração esteve entre TEL e PEL, é de origem antrópica e deve ser monitorado devido à transposição das águas do rio Grande que podem conter este elemento. A toxicidade pode estar relacionada aos contaminantes observados. Aporte de esgoto doméstico com acúmulo de fósforo no sedimento.
		Fósforo total								
		Toxicidade <i>Vibrio fischeri</i>								
		Microbiológico	<i>Escherichia coli</i>							
			<i>Clostridium perfringens</i>							
		Ecotoxicidade	<i>Hyalella azteca</i>							
			<i>Chironomus sancticarioli</i>							
	PEBA 00900 Res. Taiaçupeba	Substâncias químicas								Presença de diversos metais, DDE, HPA e dioxinas e furanos acima de TEL e de Cu e Zn acima de PEL. Cu, Hg, Zn e dioxinas e furanos são recorrentes no local e na bacia, sendo importante localizar suas fontes. A toxicidade pode estar relacionada aos contaminantes observados e a deformidade a contaminantes diluídos no esgoto. O ensaio de toxicidade com <i>Vibrio fischeri</i> indicou a presença de contaminantes na água intersticial. Aporte de esgoto doméstico, com acúmulo de fósforo no sedimento, tornando o ambiente mesotrófico. A comunidade de macroinvertebrados reflete o enriquecimento orgânico, e não a toxicidade local como nos anos anteriores.
		Fósforo total								
		Toxicidade <i>Vibrio fischeri</i>								
		Microbiológico	<i>Escherichia coli</i>							
			<i>Clostridium perfringens</i>							
		Ecotoxicidade	<i>Hyalella azteca</i>							
			<i>Chironomus sancticarioli</i>							
		Deformidade em <i>Chironomus</i>								
	PEOV 03900 Ribeirão Perová	Substâncias químicas								Presença de diversos metais e dioxinas e furanos acima de TEL e de Cu, Cr, Ni, Zn e HPA acima de PEL. O baixo teor de sólidos voláteis e a granulometria arenosa sugerem que os contaminantes devem estar dissolvidos na água intersticial, corroborado pelo resultado do ensaio de toxicidade com <i>Vibrio fischeri</i> . Além dos metais que ocorreram acima de PEL, Cd e Hg também foram considerados de origem antrópica. A toxicidade observada para todos os organismos-teste indica a biodisponibilidade dos contaminantes. O local também apresenta histórico de toxicidade na água. Fonte de esgoto próxima.
		Fósforo total								
		Toxicidade <i>Vibrio fischeri</i>								
		Microbiológico	<i>Escherichia coli</i>							
			<i>Clostridium perfringens</i>							
		Ecotoxicidade	<i>Hyalella azteca</i>							
			<i>Chironomus sancticarioli</i>							

Tabela 8.1 – Avaliação dos sedimentos. (continua)

UGRHI	Ponto	Análise	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2018
			Diagnóstico						Comentário
6	PIRE 02999 Ribeirão Pires	Substâncias químicas							Presença de diversos metais, HPA e dioxinas e furanos acima de TEL. Os contaminantes observados não estavam biodisponíveis. Aporte de esgoto doméstico de fonte próxima com elevado acúmulo de fósforo no sedimento. A comunidade de macroinvertebrados reflete o enriquecimento orgânico do local, classificado como supereutrófico. Primeira ocorrência do molusco exótico <i>Melanooides tuberculatus</i> . Presença da espécie ameaçada <i>Anodontites trapesialis</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							
	RGDE 02030 Res. do Rio Grande	Substâncias químicas							Presença de diversos metais, DDD, HCB, HPA e PCBs acima de TEL e de Hg, Zn e dioxinas e furanos acima de PEL. Contaminação por Hg, Zn, HPAs, PCBs e dioxinas e furanos têm origem antrópica e são recorrentes. O ensaio de toxicidade com <i>Vibrio fischeri</i> indicou a presença de contaminantes na água intersticial. Aporte de esgoto doméstico, com elevado acúmulo de fósforo no sedimento, tornando o ambiente eutrofizado.
		Fósforo total							
		Toxicidade <i>Vibrio fischeri</i>							
		Microbiológico	<i>Escherichia coli</i>						
			<i>Clostridium perfringens</i>						
	RGDE 02400 Res. do Rio Grande	Substâncias químicas							Presença de diversos metais acima de TEL e de Cu, Hg e dioxinas e furanos acima de PEL. Os metais Hg e Cu tem origem antrópica. Contaminantes biodisponíveis, com efeito observado em laboratório (<i>H. azteca</i>) e campo (bentos). Contaminantes genotóxicos presentes no ambiente. Ambiente supereutrófico com fonte interna de fósforo.
		Fósforo total							
		Toxicidade <i>Vibrio fischeri</i>							
		Mutagenicidade							
		Microbiológico	<i>Escherichia coli</i>						
			<i>Clostridium perfringens</i>						
		Ecotoxicidade	<i>Hyalella azteca</i>						
			<i>Chironomus sancticarloi</i>						
		Bentos							
	BIRP 00500 Braço do Rio Pequeno	Substâncias químicas							Presença de As, Cr, Ni, HPA e dioxinas e furanos acima de TEL. Os metais citados são aparentemente de origem litológica. O ensaio de toxicidade com <i>Vibrio fischeri</i> indicou a presença de contaminantes na água intersticial. Ambiente mesotrófico, com acúmulo de fósforo no sedimento.
		Fósforo total							
		Toxicidade <i>Vibrio fischeri</i>							
		Mutagenicidade							
		Microbiológico	<i>Escherichia coli</i>						
			<i>Clostridium perfringens</i>						
		Ecotoxicidade	<i>Hyalella azteca</i>						
			<i>Chironomus sancticarloi</i>						
	JQU 00900 Res. Juqueri	Substâncias químicas							Presença de As, Pb, Cu e dioxinas e furanos acima de TEL. Fonte de esgoto doméstico. O Cu tem aparente origem antrópica e o Pb litológica. Cu provavelmente oriundo da aplicação de algicidas a montante, uma vez que suas concentrações vem aumentando ao longo dos anos. Dioxinas e furanos são recorrentes, sendo importante investigar suas fontes. Apesar de oligotrófico já apresenta acúmulo de fósforo no sedimento, provavelmente decorrente de esgoto.
		Fósforo total							
		Toxicidade <i>Vibrio fischeri</i>							
		Microbiológico	<i>Escherichia coli</i>						
			<i>Clostridium perfringens</i>						

Tabela 8.1 – Avaliação dos sedimentos. (continua)

UGRHI	Ponto	Análise	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2018
			Diagnóstico						Comentário
6	LJAR 02990 Lago I do Parque Jaraguá	Substâncias químicas							Presença de As, Cu, Cr, Hg e HPA acima de TEL. Metais e metalóides analisados de origem aparentemente litológica, exceto o Hg. Presença de esgoto, com acúmulo de fósforo no sedimento, tornando o ambiente supereutrófico. Comunidade de macroinvertebrados reflete o enriquecimento orgânico.
		Fósforo total							
		Toxicidade <i>Vibrio fischeri</i>							
		Microbiológico	<i>Escherichia coli</i>						
			<i>Clostridium perfringens</i>						
		Bentos							
	VEME 04175 Lago II do Parque Jaraguá	Substâncias químicas							Presença de diversos metais e HPA acima de TEL e de Cr acima de PEL. Investigar a fonte antrópica de cromo, zinco, cádmio, mercúrio e cobre. Comunidade de macroinvertebrados reflete o enriquecimento orgânico evidenciado pela presença de esgotos, com elevado acúmulo de fósforo no sedimento, que torna o ambiente supereutrófico.
		Fósforo total							
		Toxicidade <i>Vibrio fischeri</i>							
		Microbiológico	<i>Escherichia coli</i>						
			<i>Clostridium perfringens</i>						
		Bentos							
	ACLA 00900 Res Águas Claras	Substâncias químicas							Presença de HPA acima de TEL, que pode explicar a mutagenicidade observada. Fonte remota de esgoto doméstico com acúmulo de fósforo no sedimento, mas o ambiente ainda se mostra oligotrófico. Primeira ocorrência da espécie exótica invasora <i>Limnoperna fortunei</i> (mexilhão dourado) neste corpo-d'água.
		Fósforo total							
		Toxicidade <i>Vibrio fischeri</i>							
		Mutagenicidade							
		Microbiológico	<i>Escherichia coli</i>						
			<i>Clostridium perfringens</i>						
		Ecotoxicidade	<i>Hyalella azteca</i>						
			<i>Chironomus sancti-caroli</i>						
	CRIS 03400 Ribeirão dos Cristais	Substâncias químicas							Presença de As acima de TEL e esgoto doméstico de fonte próxima. As de origem litológica. A toxicidade indica biodisponibilidade de substâncias tóxicas no sedimento e na água intersticial. Presença de compostos genotóxicos. Apesar da contribuição de esgoto doméstico não há retenção de fósforo e o ambiente ainda está oligotrófico.
		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>						
7	IPAU 02600 Rio Itapanhaú	Substâncias químicas							Ambiente ultraoligotrófico. O sedimento arenoso é reflexo da turbulência do rio e não propicia a retenção de contaminantes. A comunidade perdeu elementos sensíveis em relação ao ano anterior, mas ainda mantém uma grande proporção deste grupo. Nenhuma variável abiótica analisada indicou uma causa.
		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 8.1 – Avaliação dos sedimentos. (continua)

UGRHI	Ponto	Análise	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2018
			Diagnóstico						Comentário
9	MOMI 03950 Rio Mogi Mirim	Substâncias químicas							O sedimento arenoso é reflexo da turbulência do rio e não favorece a retenção de contaminantes. A comunidade de macroinvertebrados indica ambiente organicamente enriquecido, corroborando seu estado mesotrófico.
		Fósforo total							
		Toxicidade <i>Vibrio fischeri</i>							
		Mutagenicidade							
		Ecotoxicidade	<i>Hyalella azteca</i>						
			<i>Chironomus sancticarloi</i>						
		Bentos							
	RICO 02250 Córrego Rico	Substâncias químicas							Presença de esgoto de fonte próxima. O sedimento arenoso é consequência da turbulência do rio e não favorece a retenção de contaminantes. O ensaio de toxicidade com <i>Vibrio fischeri</i> indicou a presença de contaminantes na água intersticial. A comunidade de macroinvertebrados refletiu ambiente organicamente enriquecido a despeito da massa-d'água ainda se apresentar oligotrófica.
		Fósforo total							
		Toxicidade <i>Vibrio fischeri</i>							
		Mutagenicidade							
		Microbiológico	<i>Escherichia coli</i>						
			<i>Clostridium perfringens</i>						
		Ecotoxicidade	<i>Hyalella azteca</i>						
			<i>Chironomus sancticarloi</i>						
		Bentos							
	RONC 02700 Ribeirão das Onças	Substâncias químicas							O sedimento arenoso é consequência da turbulência do rio e não favorece a retenção de contaminantes. Cr de origem litológica. A comunidade de macroinvertebrados refletiu ambiente organicamente enriquecido a despeito da massa-d'água ainda se apresentar oligotrófica.
		Fósforo total							
		Toxicidade <i>Vibrio fischeri</i>							
		Mutagenicidade							
		Microbiológico	<i>Escherichia coli</i>						
			<i>Clostridium perfringens</i>						
		Ecotoxicidade	<i>Hyalella azteca</i>						
			<i>Chironomus sancticarloi</i>						
		Bentos							
13	BROA 02800 Res. Broa	Substâncias químicas							Presença de HPA e dioxinas e furanos acima de TEL. A toxicidade indicou contaminantes biodisponíveis no sedimento e na água intersticial. Além disso, foram observados eventos de toxicidade na água superficial. A comunidade de macroinvertebrados apresentou-se mais diversa que no ano anterior. Ambiente mesotrófico.
		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							
	MONJ 04950 Rio Monjolinho	Substâncias químicas							Presença de fonte próxima de esgoto doméstico.
		Fósforo total							
		Toxicidade <i>Vibrio fischeri</i>							
		Microbiológico	<i>Escherichia coli</i>						
			<i>Clostridium perfringens</i>						
		Bentos							
		Bentos							

Tabela 8.1 – Avaliação dos sedimentos. (conclusão)

UGRHI	Ponto	Análise	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2018
			Diagnóstico						Comentário
14	GREI 02990 Rio Guareí	Substâncias químicas							Presença de esgotos de fonte remota, com acúmulo de fósforo no sedimento. Ambiente mesotrófico.
		Fósforo total							
		Toxicidade <i>Vibrio fischeri</i>							
		Microbiológico	<i>Escherichia coli</i>						
			<i>Clostridium perfringens</i>						
		Ecotoxicidade	<i>Hyalella azteca</i>						
			<i>Chironomus sancticaroli</i>						

Qualidade	ótima	boa	regular	ruim	péssima
SUBSTÂNCIAS QUÍMICAS					
ICB					
ECOTOXICIDADE H. azteca		N.A.			
MUTAGENICIDADE - Teste Ames (rev/g)	ND	até 50	> 50 até 500	> 500 até 5.000	>5.000
DEFORMIDADE		N.A.			N.A.
TOXICIDADE V. Fischeri	> 81,9 %	N.A.	> 50 % até 81,9 %	> 25 % até 50 %	≤ 25 %
Escherichia coli (NMP/100g)	até 10 ³	> 10 ³ até 10 ⁴	> 10 ⁴ até 10 ⁵	> 10 ⁵ até 10 ⁶	> 10 ⁶
Clostridium perfringens (NMP/100g)	até 10 ⁴	> 10 ⁴ até 10 ⁵	> 10 ⁵ até 10 ⁶	> 10 ⁶ até 10 ⁷	> 10 ⁷
Fósforo Total (mg/kg)	N.A.	até 750	N.A.	> 750 até 1.500	> 1.500

N.A. = não aplicável N.T. = Não tóxica

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 entre TEL e PEL podem ser de origem natural, podendo mesmo assim causar efeito em ensaios de laboratório e na biota local.

Pela análise do perfil sedimentar, em muitos casos, arsênio, níquel e zinco, em concentrações entre TEL e PEL, foram considerados de origem litológica. Nestas concentrações o cádmio e o mercúrio foram os metais que tiveram contribuição apenas por origem antrópica. Em todos os locais em que os metais ocorreram em concentrações acima de PEL, suas origens foram consideradas antrópicas, assim como todos os compostos orgânicos. A ordem decrescente de ocorrência dos metais de origem antrópica foi: Hg, Cu, Cd, Zn, Ni, As, Pb e Cr. A Tabela 8.2 apresenta o quantitativo de elementos e substâncias acima dos critérios de TEL e PEL e em quantos pontos tais elementos e substâncias foram considerados de origem antrópica.

Concentrações acima dos limites de efeito foram observadas para metais nas UGRHI 4, 5, 6 e 9.

Tabela 8.2 – Quantidade de pontos com elementos e substâncias acima dos critérios de TEL e PEL e os considerados de origem antrópica

	> TEL	> PEL	Origem antrópica
Arsênio	8		3

	> TEL	> PEL	Origem antrópica
Cádmio	1	1	3*
Chumbo	10		2
Cobre	6	4	6
Crômio	10	2	2
Mercurio	7	2	9
Níquel	5	1	4
Zinco	3	4	6
HPA	11	1	12
DDE + DDD	3		11**
Hexaclorobenzeno	1		5**
Dioxinas e Furanos	10	2	12
PCBs indicadores	1		1

* - Considerado um ponto com resultado abaixo de TEL, porém de origem seguramente antrópica.

** - Considerado outros pontos com resultados abaixo de TEL, porém, devido à característica dos compostos, podem ser considerados antrópicos.

HPAs foram quantificados nas UGRHI 4, 5, 6, 9 e 13, mas só no rio Perová a concentração de 2-metilnaftaleno ultrapassou o limite PEL. A origem dos HPAs pôde ser determinada para alguns locais pela razão fluoreno:pireno proposta por Yunker et al. (2002). Na maioria dos ambientes (os lagos do PEJ, os reservatórios Águas Claras, do Rio Grande, o braço do rio Pequeno na Billings, o corpo central do Taiaçupeba, Euclides da Cunha e Broa e o rio Perová), os dados sugerem como principal fonte de HPAs a queima de carvão ou madeira, enquanto que para os rios Monjolinho, Taiaçupeba-Mirim e os reservatórios Salto Grande (Americana) e a entrada do Taiaçupeba, os dados sugerem como principal fonte de HPAs a combustão do petróleo. A presença de HPAs de baixo peso molecular (2-3 anéis na estrutura), como os naftalenos, acenafteno, fenantreno e fluoreno, no corpo central do Taiaçupeba, Broa e no rio Perová, pode estar relacionada também a possíveis fontes petrogênicas, além da fonte pirolítica indicada acima.

Em 8 localidades (32%), distribuídas nas UGRHI 4, 5 e 6, foi constatada elevada concentração de fósforo total nos sedimentos, que pode decorrer tanto do uso agrícola do solo quanto de despejos de efluentes domésticos. Todos são reservatórios, mostrando que ambientes lênticos favorecem a deposição e acúmulo desse elemento. Na maioria dos casos a fonte pôde ser associada a esgotos domésticos. Apenas para o reservatório Euclides da Cunha a fonte do fósforo pode ser também agrícola.

De fato, 45,8% dos ambientes investigados, localizados nas UGRHI 5, 6 e 13, apresentaram valores elevados dos indicadores microbiológicos de esgoto.

Os pesticidas quantificados em sedimentos foram: DDD, DDE, hexaclorobenzeno, mirex e pentaclorobenzeno, observados nas UGRHI 1, 5, 6 e 13. Apenas nos rios Sapucaí-Guaçu, Perová e nos reservatórios Taiaçupeba e do Rio Grande, na desembocadura do rio Grande, os valores ultrapassaram os limites TEL.

Embora PCBs ainda tenham sido detectados em todos os ambientes analisados, apenas no reservatório do Rio Grande, na desembocadura do rio Grande, as concentrações ocorreram um pouco acima de TEL.

Dioxinas e furanos também foram quantificados em todos os ambientes analisados, mas ocorreram acima do limite PEL apenas na UGRHI 6, no reservatório do Rio Grande.

Aproximadamente 32% dos ambientes avaliados apresentaram comprometimento, tanto com relação

à presença de contaminantes potencialmente tóxicos de origem antrópica, como por enriquecimento orgânico.

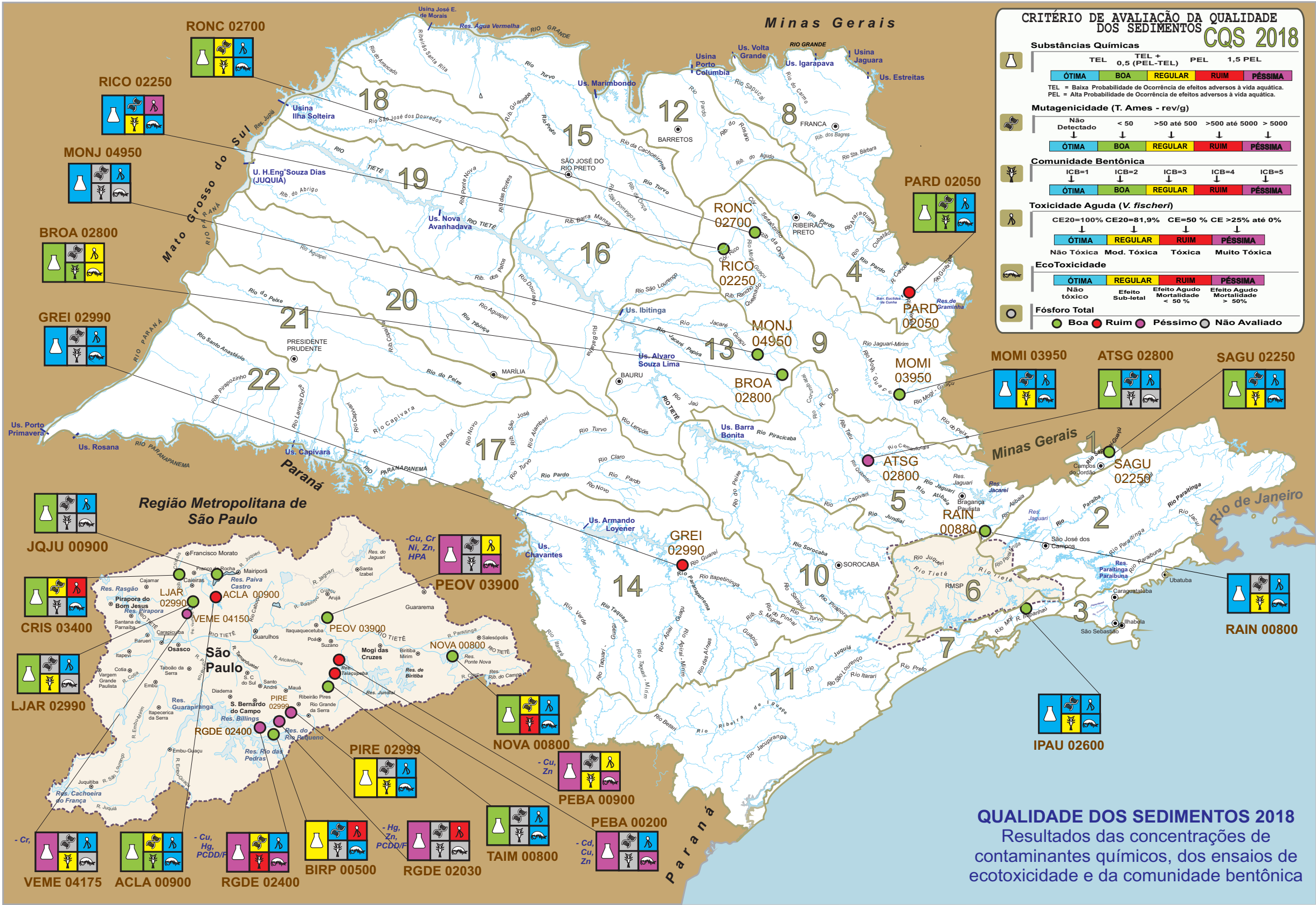
A avaliação ecotoxicológica mostrou efeito agudo em pontos em que foram observadas concentrações de contaminantes superiores aos limites PEL. Dos locais em que estes ocorreram entre TEL e PEL, em 33% foram observados efeitos ecotoxicológicos. Com relação aos contaminantes com potencial de causar efeito tóxico, os metais foram os que ocorreram com maior frequência.

Em 10 localidades as alterações observadas nas comunidades bentônicas puderam ser relacionadas ao enriquecimento orgânico, promovido, principalmente, pela introdução de esgotos no ambiente. No reservatório do Rio Grande a baixa densidade observada na comunidade pôde ser associada à toxicidade, também observada no ensaio ecotoxicológico.

Foi detectada atividade mutagênica nas amostras de seis localidades, em cinco com qualidade química Boa, o que sugere a presença de compostos orgânicos que não foram determinados quimicamente, ou que se encontravam em baixa concentração.

A análise de toxicidade com a bactéria *Vibrio fischeri* detectou efeito tóxico em 28% dos ambientes analisados. No córrego Rico, onde não foram quantificados compostos químicos no sedimento em concentrações acima de TEL, o resultado indica a presença de um contaminante não analisado.

Mapa 8.1 – Localização dos pontos da rede de sedimento em 2018



(*) Valores > PEL: As, Cd, Cr, Cu, DDE, Hg, Ni, Pb, Zn, HAP, PCB, PCDD/F (Dioxinas e Furanos)

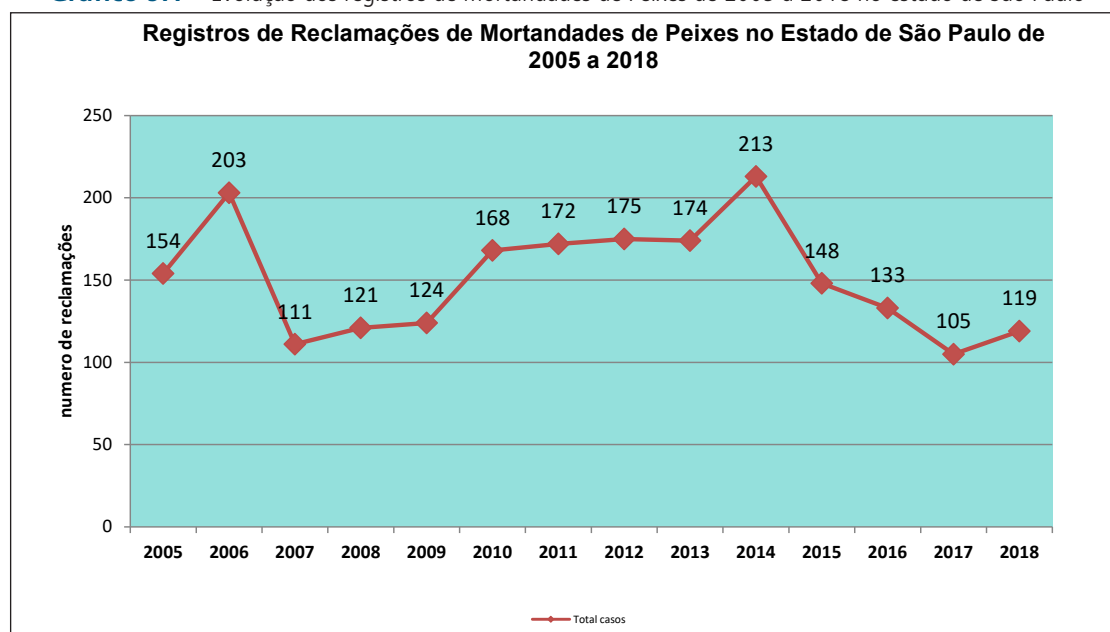
9 • Mortandades de Peixes

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 desse 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 acionamento do Setor de Atendimento a 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 119 ocorrências de mortandade de peixes e/ou outros organismos aquáticos em 2018 no estado de São Paulo, atendidas pela CETESB, Sede e Agências Ambientais. Houve um aumento de um pouco mais de 13% em relação ao número de ocorrências de 2017 e uma queda de 44% em relação ao ano de 2014, quando ocorreu um pico no número de ocorrências associado à crise hídrica. Observando o número de ocorrências registradas no período de 2013 a 2018, 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 2005 a 2018, pode ser vista no Gráfico 9.1.

Gráfico 9.1 – Evolução dos registros de Mortandades de Peixes de 2005 a 2018 no estado de São Paulo

Levando-se em conta esse histórico mais longo, desde 2005, verifica-se que, após o pico de casos em 2014, auge da crise hídrica no estado, houve queda no número de registros de mortandades de peixes de modo semelhante ao registrado em 2006, ano que foi mais seco que a média dos dez anos anteriores.

A Tabela 9.1 apresenta o número de casos de mortandade de peixes atendidas pela CETESB em 2018 por UGRHIs, 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 UGRHIs, no estado de São Paulo em 2018.

UGRHIs	Registros
UGRHIs 01 – Mantiqueira	0
UGRHIs 02 – Paraíba do Sul	4
UGRHIs 03 – Litoral norte	6
UGRHIs 04 – Pardo	5
UGRHIs 05 – Piracicaba, Capivari e Jundiá	25
UGRHIs 06 – Alto Tietê	12
UGRHIs 07 – Baixada Santista	3
UGRHIs 08 – Sapucaí/Grande	1
UGRHIs 09 – Mogi-Guaçu	10
UGRHIs 10 – Sorocaba/Médio Tietê	12
UGRHIs 11 – Ribeira do Iguape/Litoral Sul	3

UGRHIs	Registros
UGRHIs 12 – Baixo Pardo/Grande	0
UGRHIs 13 – Tietê/Jacaré	10
UGRHIs 14 – Alto Paranapanema	4
UGRHIs 15 – Turvo/Grande	8
UGRHIs 16 – Tietê/Batalha	9
UGRHIs 17 – Médio Paranapanema	2
UGRHIs 18 – São José dos Dourados	2
UGRHIs 19 – Baixo Tietê	2
UGRHIs 20 – Aguapeí	0
UGRHIs 21 – Peixe	0
UGRHIs 22 – Pontal do Paranapanema	1

O número de ocorrências por UGRHIs ao longo do ano de 2018 está discriminado no Apêndice J, assim como o registro dos atendimentos feitos pelas Agências Ambientais e/ou Setor de Comunidades Aquáticas.

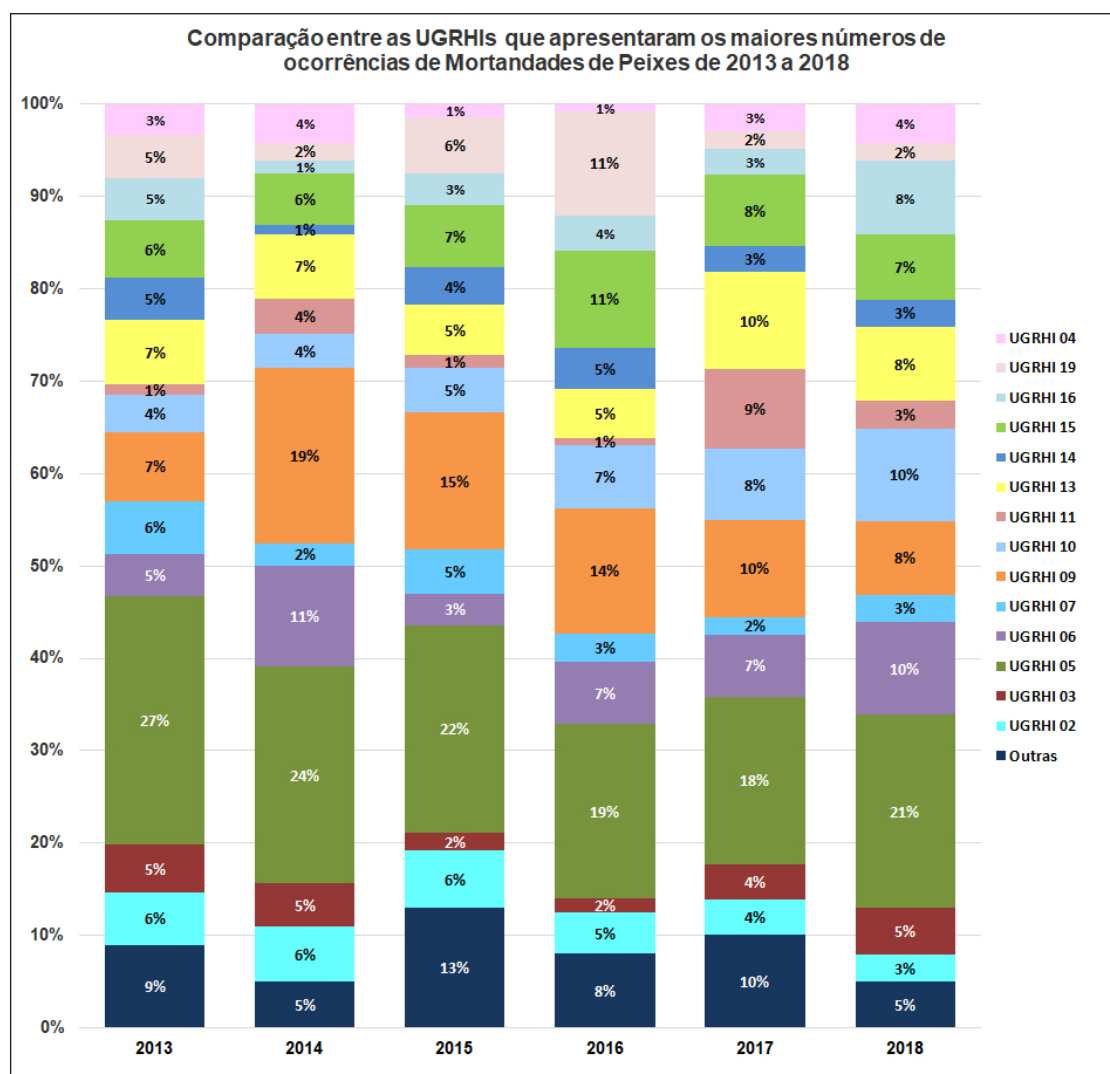
9.2 Distribuição nas UGRHs

A distribuição espacial dessas ocorrências no estado pode ser observada no Gráfico 9.2, o qual compara as UGRHs que apresentaram as maiores parcelas relativas ao total de ocorrências de Mortandades de Peixes no estado de São Paulo no período de 2013 a 2018.

Entre os atendimentos realizados pela CETESB em 2018, treze UGRHs concentraram 91% dos registros, enquanto as outras nove UGRHs foram responsáveis pelas demais 9% das ocorrências reportadas. Em cada uma dessas treze UGRHs foram registradas mais de duas mortandades de peixes em 2018.

Observa-se que em 2018, assim como em anos anteriores, a UGRHs 5 – Piracicaba/Capivari/Jundiaí, teve a maior proporção de casos registrados, sendo que a parcela relativa à essa UGRHs (21%) apresenta uma tendência de queda considerando-se o período de 2013 a 2018.

Gráfico 9.2 – Comparação entre as UGRHs que apresentaram as maiores participações relativas (%) ao total de ocorrências de Mortandades de Peixes de 2013 a 2018.



Em segundo lugar em número de ocorrências, duas UGRHs apresentaram a mesma porcentagem de registros de mortandades: 6 – Alto Tietê e 10 – Sorocaba/ Médio Tietê, cada uma respondendo por 10% das ocorrências do estado.

Considerando a porcentagem de ocorrências de mortandades por UGRHs entre 2013 e 2018, verificou-se 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 UGRHs.

Além da UGRHs 5 – Piracicaba/Capivari/Jundiaí, as UGRHs 2 - Paraíba do Sul, 7 - Baixada Santista e 17 – Médio Paranapanema apresentaram uma tendência de melhora, indicando uma questão nas ocorrências de mortandade de peixes entre 2013 a 2018 nestas bacias. Nesse mesmo período, apenas a UGRHs 10 - Sorocaba/ Médio Tietê apresentou um aumento progressivo na parcela relativa a essa UGRHs no estado de São Paulo.

Quadro 9.1 – Tendência estatística de melhora ou piora em relação ao número de registros de mortandades de peixes apresentada pelas UGRHs no período de 2013 a 2018

UGRHs	Tendência
	2013 a 2018
UGRHs 01 – Mantiqueira	➡
UGRHs 02 - Paraíba do Sul	⬆
UGRHs 03 - Litoral norte	➡
UGRHs 04 – Pardo	➡
UGRHs 05 - Piracicaba, Capivari e Jundiaí	⬆
UGRHs 06 - Alto Tietê	➡
UGRHs 07 - Baixada Santista	⬆
UGRHs 08 – Sapucaí/Grande	➡
UGRHs 09 – Mogi-Guaçu	➡
UGRHs 10 – Sorocaba/Médio Tietê	⬇
UGRHs 11 – Ribeira do Iguape/Litoral Sul	➡
UGRHs 12 – Baixo Pardo/Grande	➡
UGRHs 13 – Tietê/Jacaré	➡
UGRHs 14 – Alto Paranapanema	➡
UGRHs 15 – Turvo/Grande	➡
UGRHs 16 – Tietê/Batalha	➡
UGRHs 17 – Médio Paranapanema	⬆
UGRHs 18 – São José dos Dourados	➡
UGRHs 19 – Baixo Tietê	➡
UGRHs 20 – Aguapeí	➡
UGRHs 21 – Peixe	➡
UGRHs 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

Destacam-se, ainda, as UGRHIs 9, 13 e 16 que para o período de 2013 a 2018 representaram cada uma, parcelas de 8% dos registros de mortandades de peixes no estado. Na UGRHI 9, após o pior cenário de 2014, quando foram registradas 40 ocorrências, o número total de registros vem caindo lentamente a cada ano, com 10 registros em 2018. A UGRHI 16 – Tietê/Batalha apresentou um aumento no número total de registros em 2018 em relação a 2017, mas, considerando o período de 2013 a 2018, o quadro na UGRHIs ainda se mantém estável. A UGRHI 15 - Turvo Grande respondeu por 7% das ocorrências e o número de ocorrências foi o mesmo do ano anterior.

Não houve nenhum registro de mortandade de peixes em 2018 nas UGRHIs 1 – Mantiqueira, 12 – Baixo Pardo/Grande, 20 – Aguapeí e 21 – Peixe.

9.3 Atendimentos pelo Setor de Comunidades Aquáticas e Agências Ambientais

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 2018. No apêndice Q podem ser consultados todos os eventos de 2018.

Quadro 9.2 – Atendimentos de ocorrências de mortandade de peixes, realizados em 2018 pela CETESB (continua)

MORTANDADE DE PEIXES E/OU ORGANISMOS AQUÁTICOS - 2018– ATENDIMENTO REALIZADO PELAS AGÊNCIAS AMBIENTAIS E/OU SETOR DE COMUNIDADES AQUÁTICAS					
Data	UGRHIs	Local	Organismo	Motivo	Município/Atendimento
11/1	16	Rio Jacaré-Guaçu	Tilápias, carás e outros	Provável queda na concentração de oxigênio dissolvido na água	Ibitinga. Atendimento realizado pela Agência Ambiental de Araraquara (CGA)
19/1	6	Rio Grande	Não especificado	Indeterminado	Rio Grande da Serra. Atendimento realizado pela Secretaria do Meio Ambiente da Prefeitura de Rio Grande da Serra com suporte telefônico do Setor de Comunidades Aquáticas (ELHC)
21/1	5	Represa formada pelo Ribeirão Guamium	Tilápias, carás, cascudos	Provável contaminação por substância tóxica após pulverização de canavial seguida de forte chuva	Piracicaba. Atendimento realizado pela Agência Ambiental de Piracicaba (CJP) com suporte técnico da Divisão de Análises Hidrobiológicas (ELH)
8/2	6	Canal que liga o reservatório Jundiá ao reservatório Biritiba Mirim	Lambaris, carás, tilápias	Baixa concentração de oxigênio dissolvido na água em decorrência do fraco fluxo de água no canal, incapaz de promover uma renovação da água	Mogi das Cruzes. Atendimento realizado pela Agência Ambiental de Mogi das Cruzes (CLM), pelo Setor de Comunidades Aquáticas (ELHC) e pela Divisão de Amostragem (ELC)
27/2	5	Lagos do bairro Gramadão em empreendimento em implantação	Não especificado	Contaminação por substância tóxica decorrente de lançamento clandestino em boca de lobo na marginal de acesso ao Posto Graal 56 na Rodovia dos Bandeirantes	Jundiá. Atendimento realizado pela Agência Ambiental de Jundiá (CJJ) com suporte técnico da Divisão de Análises Hidrobiológicas (ELH)

Quadro 9.2 – Atendimentos de ocorrências de mortandade de peixes, realizados em 2018 pela CETESB (continua)

MORTANDADE DE PEIXES E/OU ORGANISMOS AQUÁTICOS - 2018– ATENDIMENTO REALIZADO PELAS AGÊNCIAS AMBIENTAIS E/OU SETOR DE COMUNIDADES AQUÁTICAS					
Data	UGRHIs	Local	Organismo	Motivo	Município/Atendimento
8/3	17	Rio São João	Não especificado	Indeterminado	Ubirajara. Atendimento realizado pela Agência Ambiental de Bauru (CGU)
15/3	10	Rio Pirajibu Mirim no bairro Eden	Bagres	Indeterminado	Sorocaba. Atendimento realizado pela Agência Ambiental de Sorocaba (CJD)
22/3	5	Lagos dos bairros Gramadão e Eloy Chaves	Tambaquis, carpas, matrinxãs, carás, lambaris	Contaminação por substância tóxica decorrente de lançamento clandestino em boca de lobo na marginal de acesso ao Posto Graal 56 na Rodovia dos Bandeirantes	Jundiá. Atendimento realizado pela Agência Ambiental de Jundiá (CJJ), pelo Setor de Comunidades Aquáticas (ELHC) e pela Divisão de Amostragem (ELC)
23/3	19	Lago da Praça da Bandeira Comendador Jorge Tanaka	Tilápias, carpas	Provável contaminação por substância tóxica	Pereira Barreto. Atendimento realizado pela Agência Ambiental de Jales (CFJ)
29/3	10	Lago do Parque dos Espanhóis	Tilápias	Provável queda na concentração de oxigênio dissolvido na água em decorrência da eutrofização do lago	Sorocaba. Atendimento realizado pela Agência Ambiental de Sorocaba (CJD)
13/4	15	Rio São Domingos	Não especificado	Indeterminado	Catanduva. Atendimento realizado pela Agência Ambiental de São José do Rio Preto (CFR) com suporte técnico telefônico do ELHC
2/5	4	Córrego Sul	Não especificado	Provável contaminação por efluentes de frigorífico	Sertãozinho. Atendimento realizado pela Agência Ambiental de Ribeirão Preto (CGR)
2/5	6	Lago do Espaço Verde Chico Mendes	Mandis e outros	Queda no nível da água do lago devido a vazamento	São Caetano do Sul. Atendimento realizado pela Agência Ambiental do ABC I (CLA) com suporte telefônico do ELHC
7/5	5	Rio Piracicaba	Corvinas e outros	Indeterminado	Santa Maria da Serra. Atendimento realizado pela Agência Ambiental de Piracicaba (CJP)
12/5	15	Rio São José dos Dourados	Não especificado	Contaminação por vinhaça devido a vazamento em tubulação de usina	Meridiano. Atendimento realizado pela Agência Ambiental de Votuporanga (CFV)
9/6	10	Lago do Parque Porto das Águas	Lambaris	Indeterminado	Sorocaba. Atendimento realizado pela Agência Ambiental de Sorocaba (CJD)
14/6	5	Rio Corumbataí	Não especificado	Indeterminado	Rio Claro. Atendimento realizado pela Agência Ambiental de Piracicaba (CJP)
18/6	2	Lago em fazenda no Jardim Maricá	Tilápias	Transbordamento de esgoto pelo topo do Poço de Visita (PV) devido a entupimento do coletor tronco da SABESP	Pindamonhangaba. Atendimento realizado pela Agência Ambiental de Taubaté (CMT)
9/7	13	Represa do Parque Ecológico da UFSCAR	Não especificado	Indeterminado	São Carlos. Atendimento realizado pela Agência Ambiental de São Carlos (CGC)
10/7	13	Rio Jacaré-Guaçu, entre Araraquara e o distrito de Guarapiranga, perto do assentamento Bela Vista	Lambaris, piaparas, piaus	Indeterminado	Ribeirão Bonito. Atendimento realizado pela Agência Ambiental de Araraquara (CGA)
20/7	22	Córrego do São Jorge	Bagres, lambaris, traíras	Baixa concentração de oxigênio dissolvido na água em decorrência do fraco fluxo de água no córrego	Tarabai. Atendimento realizado pela Agência Ambiental de Presidente Prudente (CFP)
25/7	10	Rio Sorocaba, entre Laranjal Paulista e Jumarim	Piranhas, cascudos, lambaris, piaus	Indeterminado	Laranjal Paulista. Atendimento realizado pela Agência Ambiental de Sorocaba (CJD)
30/7	10	Rio Sorocaba	Não especificado	Indeterminado	Sorocaba. Atendimento realizado pela Agência Ambiental de Sorocaba (CJD)

Quadro 9.2 – Atendimento de ocorrências de mortandade de peixes, realizados em 2018 pela CETESB (conclusão)

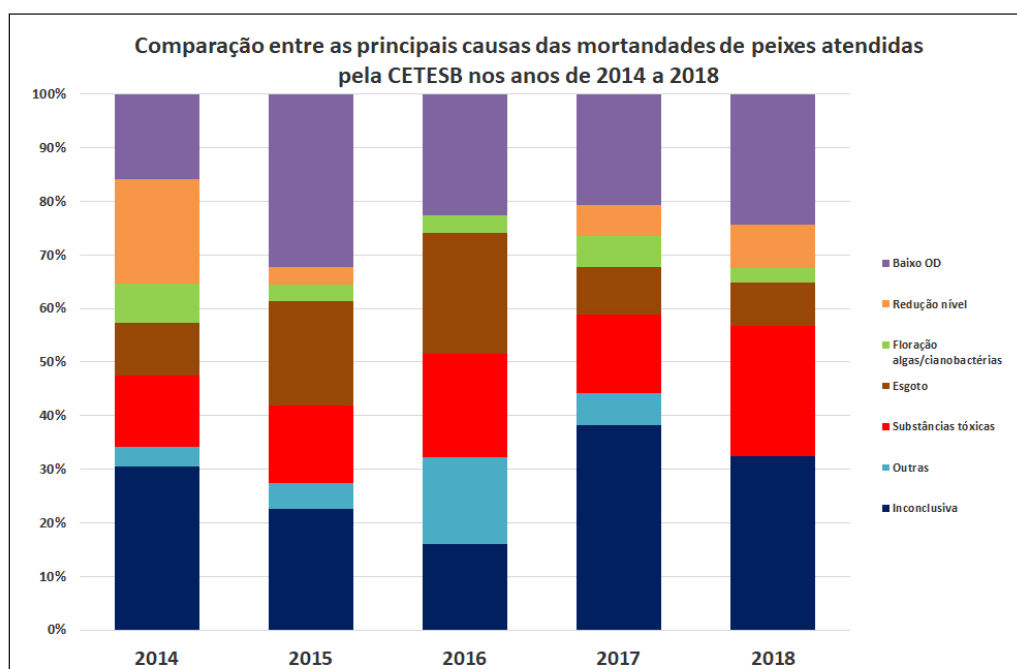
MORTANDADE DE PEIXES E/OU ORGANISMOS AQUÁTICOS - 2018– ATENDIMENTO REALIZADO PELAS AGÊNCIAS AMBIENTAIS E/OU SETOR DE COMUNIDADES AQUÁTICAS					
Data	UGRHIs	Local	Organismo	Motivo	Município/Atendimento
15/8	6	Córrego da Av. Albert Fink	Tilápias	Queda na concentração de oxigênio dissolvido em decorrência de contaminação originária de esgoto	Suzano. Atendimento realizado pela Agência Ambiental de Mogi das Cruzes (CLM), pelo Setor de Comunidades Aquáticas (ELHC) e pela Divisão de Amostragem (ELC)
24/8	4	Córrego da Avenida Carlos Eduardo de Gasperi Consoni	Carás, tilápias, lambaris	Provável contaminação por substância tóxica	Ribeirão Preto. Atendimento realizado pela Agência Ambiental de Ribeirão Preto (CGR)
4/9	10	Lago em propriedade particular	Não especificado	Indeterminado	Salto de Pirapora. Atendimento realizado pela Agência Ambiental de Sorocaba (CJD)
7/9	9	Lagoa São José	Não especificado	Contaminação devido a rompimento na tubulação da rede de esgoto	Mogi Guaçu. Atendimento realizado pelo Serviço Municipal de Água e Esgoto (Samae) de Mogi Guaçu
28/9	5	Lago do Pesqueiro Clube Periquito	Tilápias, traíras, pacus e outros	Contaminação do lago devido a vazamento na rede de esgoto	Várzea Paulista. Atendimento realizado pela Agência Ambiental de Jundiaí (CJJ)
1/10	9	Rio Mogi Guaçu	Cascudos, mandis, lambaris, piabinhas, lebetes	Contaminação por vazamento de efluente tóxico e queda na concentração de oxigênio dissolvido na água	Mogi Guaçu. Atendimento realizado pela Agência Ambiental de Mogi Guaçu (CGG)
3/10	13	Rio Tietê	Carás, lambaris, tilápias e outros	Queda na concentração de oxigênio dissolvido na água associada a floração de cianobactérias tóxicas	Barra Bonita. Atendimento realizado pela Agência Ambiental de Bauri (CGU)
5/10	5	Rio Piracicaba	Piapiaras, cascudos, mandis e outros	Queda na concentração de oxigênio dissolvido na água em decorrência da eutrofização do rio	Piracicaba. Atendimento realizado pela Agência Ambiental de Piracicaba (CJP)
26/10	14	Represa de Barra Bonita, na Ilha de Pedra	Piapiaras, carás, porquinhos	Provável queda na concentração de oxigênio dissolvido na água	São Manuel. Atendimento realizado pela Agência Ambiental de Avaré (CMA)
2/11	5	Lago do Parque Ecológico Hermógenes Leitão	Não especificado	Provável queda na concentração de oxigênio dissolvido na água	Campinas. Atendimento realizado pela Agência Ambiental de Campinas (CJC)
12/11	7	Córrego dos Pilões	Não especificado	Contaminação por óleo diesel em decorrência de vazamento na empresa Ipiranga.	Cubatão. Atendimento realizado pela Agência Ambiental de Cubatão (CMB)
3/12	16	Braço do Rio Tietê em Sabino	Tucunarés, corvinas, espadas, porquinhos e outros	Falta de oxigênio dissolvido na água em decorrência do excesso de matéria orgânica	Sabino. Atendimento realizado pela Agência Ambiental de Marília (CFM), com suporte técnico do ELHC
16/12	16	Lagoa do Parque Municipal de Urupês	Tilápias	Queda na concentração de oxigênio dissolvido na água	Urupês. Atendimento realizado pela Agência Ambiental de São José do Rio Preto (CFR)
26/12	5	Represa de Salto Grande - Praia dos Namorados	Carás, tilápias, pacus, lambaris, piaus e outros	Falta de oxigênio dissolvido na água em decorrência da eutrofização da represa	Americana. Atendimento realizado pela Agência Ambiental de Americana (CJA)

9.4 Causas das Mortandades de Peixes

Aproximadamente 67% das ocorrências atendidas pela CETESB em 2018 puderam ser esclarecidas, porcentagem um pouco maior do que a registrada em 2017. Os registros decorrentes de baixa concentração de oxigênio dissolvido na água e contaminação por substâncias tóxicas representaram cada um pouco mais de 24% dos atendimentos em 2018. 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 (33%). As ocorrências resultantes de florações de algas, ou cianobactérias potencialmente tóxicas, foram constatadas em uma participação menor do que em 2017.

A proporção entre as principais causas de mortandades no período de 2014 a 2018 pode ser observada no Gráfico 9.3.

Gráfico 9.3 –Proporção entre as principais causas das ocorrências de mortandade de peixes atendidas pela CETESB no período de 2014 a 2018.

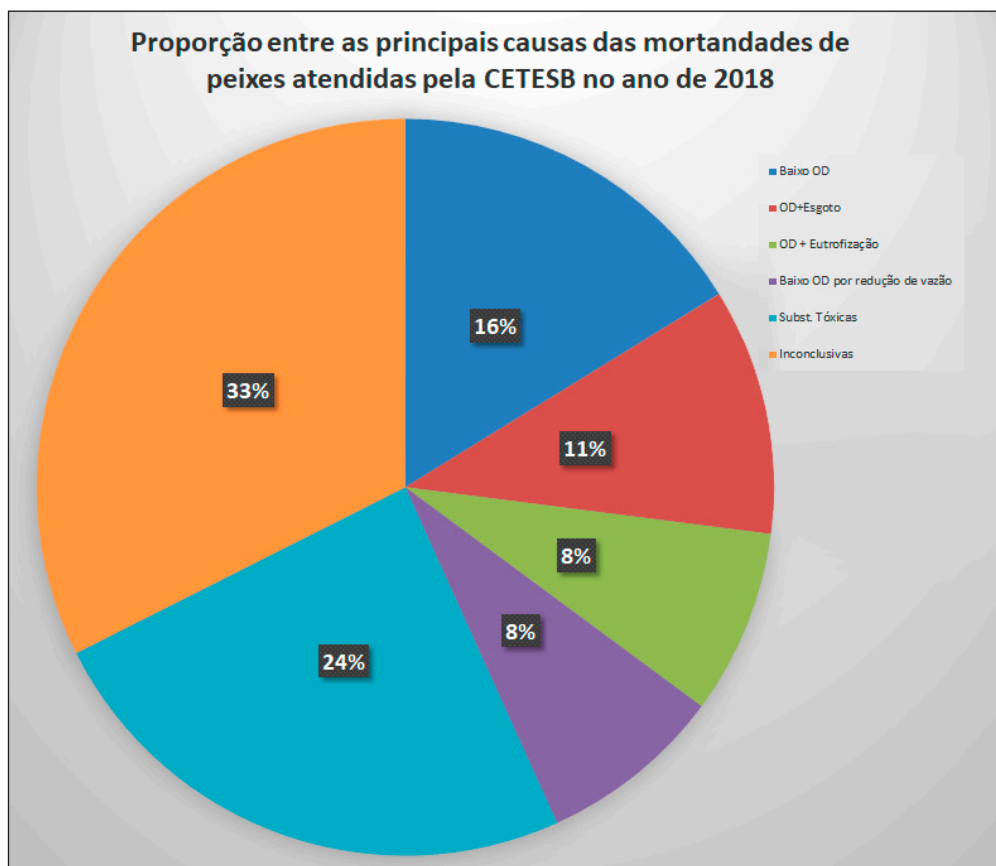


A contaminação por substâncias tóxicas superou os registros de contaminação por esgoto doméstico. Antes de 2017 essa contaminação era causada, em sua maioria, por acidentes rodoviários e registradas em corpos-d'água próximos a rodovias, no entanto, nos últimos dois anos tem sido proveniente de fontes variadas. Dentre estas fontes destacam-se em 2018 os defensivos agrícolas carregados pela chuva para o corpo-d'água, a vinhaça carregada pela chuva, ou proveniente de vazamento em tubulação de usina, o descarte irregular de produtos tóxicos na beira de estrada, bem como derrame devido a acidente rodoviário com caminhão tanque. A ausência de mata ciliar em áreas agrícolas piorou o cenário de corpos-d'água que foram contaminados por produtos aplicados nas áreas cultivadas.

A contaminação por esgoto doméstico também foi verificada em muitos casos, sobretudo devido a falhas de equipamentos e vazamentos de tubulações; além de lançamentos não identificados.

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 2018 pode ser vista no Gráfico 9.4.

Gráfico 9.4 – Detalhamento das causas das mortandades de peixes no estado de São Paulo em 2018.



Os atendimentos realizados pela CETESB– Sede e Agências Ambientais ocorreram ao longo de todo o ano de 2018, com 48% dos atendimentos no período seco (de abril a setembro) e 52% no período chuvoso (de outubro a março).

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. Os atendimentos registrados em 2018 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.

10 • Conclusões

Em 2018, a qualidade das águas, avaliadas pelo IQA, não se alterou em relação ao ano anterior, mantendo cerca de 85% dos pontos classificados nas condições Ótima, Boa e Regular, indicando a importância das ações de controle e fiscalização da CETESB sobre as fontes poluidoras pontuais. No caso do Índice de Proteção da Vida Aquática – IVA, a leve piora verificada em 2018, provavelmente, esteve associada à intensidade de chuvas abaixo da média histórica.

Do ponto de vista hidrológico, as chuvas no estado, em 2018, atingiram um acumulado de 1.223 mm, ou seja, cerca de 14% inferior à média geral dos 23 anos anteriores. Todas as 22 UGRHIs, com exceção da UGRHI 1, apresentaram volumes anuais de chuva inferiores às respectivas médias históricas, destacando-se os déficits de 26% nas cabeceiras da bacia do rio Paranapanema (UGRHI 14) e de cerca de 20% na bacia do rio Tietê (UGRHIs 6 e 13). O período de estiagem, de abril a setembro, foi ainda mais seco em 2018, com precipitações abaixo da média histórica.

O percentual de tratamento de esgotos domésticos no Estado de São Paulo, em 2018, manteve-se em um nível acima de 60%. Neste ano, entraram em operação novas Estações de Tratamento de Esgotos nos municípios de Saltinho, Pereiras, Águas de Santa Bárbara, Botucatu, Miracatu, Eldorado, Americana, Bebedouro, Birigui, Conchal, General Salgado, Guaraçaí, Mogi das Cruzes, Mogi Guaçu, Palestina, Pontal, Sorocaba e Sumaré. A implantação de novas ETEs, assim como o aumento da eficiência média dos sistemas de tratamento do estado, contribuíram para a redução da carga orgânica remanescente (em termos de DBO) nos corpos hídricos do estado em 16 t DBO dia⁻¹ em relação ao ano de 2017. Salienta-se que para atingir a universalização do tratamento de esgotos no estado, é importante a continuidade nos investimentos.

Nas UGRHIs 5 (Piracicaba/Capivari/Jundiaí), 6 (Alto Tietê) e 7 (Baixada Santista), que são as mais urbanizadas do estado, os esgotos domésticos ainda representam uma contribuição significativa para a degradação dos corpos hídricos, sendo a UGRHI 6, onde se encontra a Região Metropolitana de São Paulo, responsável por cerca de 57% de toda a carga orgânica remanescente do estado. No caso da UGRHI 5 houve, nos últimos anos, uma ampliação no tratamento dos esgotos, atingindo o índice de 77% em 2018. Já na UGRHI 7 (Baixada Santista), a elevada carga remanescente é reflexo da disposição oceânica por meio de emissários submarinos, que embora afastem o esgoto, possuem eficiências muito baixas na remoção de carga orgânica.

Embora a maioria dos rios no estado tenha apresentado uma qualidade Boa, existem rios com qualidade Péssima, de acordo com o IQA, dentro das Regiões Metropolitanas de São Paulo e de Campinas. Na UGRHI 5, destacam-se os rios Quilombo, Tatu, Três Barras e Tijucu Preto, enquanto na UGRHI 6 têm-se os rios Tietê, Tamanduateí e o trecho do Baixo Pinheiros, entre Traição e Retiro. Tal classificação foi influenciada pela baixa capacidade de diluição desses corpos hídricos e pela elevada carga orgânica remanescente dessas UGRHIs, decorrente de problemas históricos em relação a ocupações irregulares, crescimento urbano desordenado, aportes de cargas de esgotos domésticos não tratados e de cargas difusas.

No entanto, no exutório da bacia do Alto Tietê, localizado em Pirapora, a qualidade passou de Péssima (2014 a 2017) para Ruim, de acordo com a série histórica do IQA dos últimos 5 anos. Esta melhora pode estar associada ao decréscimo de 20% na carga orgânica verificada neste ponto e que é exportada para o Médio Tietê, cuja estimativa foi de 199 t DBO dia⁻¹ em 2018. Os menores índices pluviométricos, verificados nesta bacia em 2018, também podem justificar a redução desta carga, em função da menor contribuição difusa.

Embora o IQA do Baixo Pinheiros tenha se mostrado com qualidade Péssima, o seu trecho superior, também enquadrado na Classe 4 e que se destina a usos menos exigentes, apresentou uma melhora em 2018, atingindo qualidade Regular em Pedreira. Contribuíram para essa melhora os investimentos em saneamento na sub-bacia do Zavuvus, afluente do Alto Pinheiros, cujas águas apresentaram alguma recuperação nos níveis de oxigênio, com uma concentração média anual igual ao padrão de qualidade da Classe 4, e uma diminuição nos teores de matéria orgânica, avaliada por meio da DBO.

Outros corpos-d'água paulistas, enquadrados na Classe 4, vêm mantendo a classificação do IQA nas categorias Regular e Boa, para os quais, além dos parâmetros que integram esse índice, foi realizada a avaliação ecotoxicológica. Desses pontos, não mostraram efeito tóxico adverso à vida aquática os seguintes corpos hídricos: ribeirão Vermelho na cidade de São Paulo, córrego Piedade em São José do Rio Preto, rio Santo Anastácio em Alvares Machado, rio do Carmo em Ituverava, ribeirão dos Bagres na região de Franca e ribeirão do Marinheiro em Pedranópolis. Neste sentido, reforça-se a ideia que os Comitês de Bacias Hidrográficas das UGRHs 6, 8, 15 e 22, no âmbito de suas respectivas câmaras técnicas, poderiam discutir a possibilidade de reenquadramento desses rios para a Classe 3, que possui critérios mais exigentes.

O Índice de qualidade da água bruta com vistas ao abastecimento público (IAP), que avalia a qualidade da água bruta de mananciais, não mostrou uma tendência definida ao longo dos últimos seis anos, mantendo 80% dos pontos, onde são realizadas essas medições, nas categorias Ótima, Boa e Regular. Os resultados de 2018 indicaram o papel negativo da carga difusa na qualidade da água para o abastecimento público, com aporte significativo de matéria orgânica dissolvida na estação chuvosa, que dificulta o tratamento da água. O Número de Células de Cianobactérias também influenciou negativamente os resultados do IAP, principalmente em reservatórios.

Ainda em relação à 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/100mL, nos dois anos anteriores. Para o *Cryptosporidium* spp., todos os pontos, na média, atenderam ao critério estabelecido pela Portaria de Consolidação nº 5 MS-GM/2017 do Ministério da Saúde para mananciais de captação de água (< 3 oocistos/L), no entanto, em 2018 houve aumento nas concentrações médias deste protozoário nas captações de Salto de Pirapora (rio Pirapora) e de Campinas (rio Capivari). Já os resultados históricos de concentrações elevadas de *Giardia* spp. e *Cryptosporidium* spp. na captação de água bruta da Estação de Tratamento de Água do Baixo Cotia, objeto de intervenções da Vigilância Sanitária e da CETESB em 2017 e 2018, apontavam para a necessidade de suspensão dessa captação, o que foi viabilizado com a entrada em operação do Sistema Produtor São Lourenço em maio de 2018. Nas captações de Salto de Pirapora e Cajamar (ribeirão dos Cristais), ainda continuam sendo observadas elevadas concentrações de *Giardia* spp., com uma tendência de piora. Desta forma, a CETESB e 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, vêm avaliando ações para que sejam adotadas as providências necessárias, no âmbito do licenciamento ambiental destas ETAs.

A proteção da vida aquática foi afetada, principalmente, pelo grau de trofia, seguido das baixas concentrações de oxigênio dissolvido e dos efeitos tóxicos, que juntos representaram 85% dos fatores que resultaram em classificações Ruim e Péssima para o IVA em 2018. As Regiões Metropolitanas de São Paulo, Campinas e Baixada Santista, mais a Região de Sorocaba, apresentaram corpos hídricos com classificação Super e Hipereutrófico, resultantes da intensa urbanização, bem como de lançamentos industriais e de fontes difusas, importantes nessas bacias.

Em 2018, o estado trófico comprometeu a qualidade das águas de aproximadamente 26% dos corpos-d'água monitorados no Estado de São Paulo. Na Bacia do Alto Tietê, os reservatórios Billings, rio Grande e Guarapiranga, utilizados para abastecimento público, apresentaram estado trófico elevado, assim como nas UGRHIs 5 e 10, os reservatórios de Salto Grande e Barra Bonita, respectivamente. O rio Tietê também mostrou uma piora nas condições tróficas.

Com relação ao ICF – Índice da Comunidade Fitoplantônica, 58% de pontos foram classificados nas categorias Boa e Ótima em 2018. No entanto, metade dos pontos apresentou, em ao menos uma amostragem, concentração de células de cianobactérias superior ao estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/05. Os pontos localizados no Complexo Billings e mais um ponto do reservatório do rio Grande, no município de Ribeirão Pires, também eutrofizados, apresentaram classificação anual Ruim para o ICF, principalmente, em função da elevada densidade de organismos e dominância de cianobactérias.

No tocante aos metais tóxicos, que estão associados com o lançamento de efluentes industriais, destaca-se a baixa porcentagem (inferior a 4%) de valores em desacordo com os padrões de qualidade de água da Classe 2, indicando efetividade nas ações de controle e fiscalização das fontes industriais. Os metais Crômio, Chumbo, Níquel e Zinco ocorreram em maiores concentrações, principalmente, nos rios Tietê, Tamanduateí e Pinheiros e nos seus respectivos afluentes (Aricanduva, Perová, Cabuçu, Jaguari, Meninos, Couros, Pirajuçara, Jaguaré, Águas Espraiadas e Zavuvus), em cujas bacias se concentram atividades industriais. Ressaltam-se as desconformidades registradas para o Cobre Dissolvido em reservatórios das UGRHI 5 (Atibainha e Cachoeira) e 6 (Grande, Guarapiranga e Billings - braços do rio Pequeno e do Taquacetuba) associadas, possivelmente, com a aplicação do algicida Sulfato de Cobre para controle das florações de cianobactérias.

O principal problema apontado na avaliação da qualidade dos sedimentos é o enriquecimento orgânico, na maioria dos casos decorrente da descarga de efluentes domésticos. Esta foi a principal causa de alteração observada na comunidade de organismos de fundo. Com relação aos contaminantes potencialmente tóxicos, em apenas 6 dos 25 ambientes investigados em 2018, suas concentrações atingiram valores com potencial de causar efeito negativo à biota. Em alguns desses locais foram verificados efeitos em ensaios ecotoxicológicos, indicando a biodisponibilidade desses contaminantes. No entanto, ambientes de melhor qualidade química também apresentaram efeitos nos ensaios laboratoriais, mostrando que substâncias não analisadas podem estar causando tais danos. Os ambientes mais comprometidos em relação à qualidade de seus sedimentos foram os reservatórios Taiaçupeba e rio Grande e o rio Perová, todos localizados na bacia do Alto Tietê. Por outro lado, o rio Itapanhaú, em Bertioga, foi o que apresentou melhor qualidade.

Dentro das amostragens e análises realizadas no monitoramento de 2018, os seguintes organismos exóticos invasores, que prejudicam a biota natural, foram observados nos corpos-d'água: os moluscos bivalves

Limnoperna fortunei (mexilhão-dourado) e *Corbicula fluminea*; e gastrópoda *Melanoides tuberculatus* e a microalga fitoplanctônica *Ceratium*. Algumas localidades, tais como os reservatórios Águas Claras e rio Grande registraram, pela primeira vez, a ocorrência do mexilhão-dourado e de *Melanoides tuberculatus*, respectivamente.

Em 2018, verificou-se 119 registros de mortandades de peixes no Estado de São Paulo. As bacias dos rios Piracicaba-Jundiaí-Capivari – PCJ (UGRHI 5), Alto Tietê (UGRHI 6) e Sorocaba - MédioTietê (UGRHI 10) concentraram cerca de 41% das ocorrências registradas. Considerando os últimos seis anos, verificou-se tendência de melhora nas UGRHI 5 (PCJ), 7 (Baixada Santista) e 17 (Médio Paranapanema). No restante das bacias, não houve tendência significativa, com exceção da UGRHI 10 (Sorocaba-Médio Tietê), onde se verificou piora. A falta de oxigênio dissolvido na água, assim como a contaminação dos corpos-d'água por substâncias tóxicas continuam sendo as principais causas das ocorrências de mortandade de peixes, estando essas associadas à presença de esgotos, à eutrofização e à acidentes ambientais.

A avaliação da qualidade das águas dos corpos hídricos paulistas e das fontes poluidoras, em 2018, indicaram que o estado e os municípios devem dar continuidade nos investimentos de ampliação de redes de coleta e tratamento de esgotos, bem como em unidades de tratamento de esgotos com maior eficiência na remoção de nutrientes. Além disto, ações integradas de prevenção e controle da poluição, planejamento urbano, combate a ocupações irregulares e educação ambiental são fundamentais para evitar a degradação de corpos hídricos que ainda atendem aos usos previstos pela legislação.

Os Comitês de Bacias Hidrográficas também podem promover discussões no sentido de ampliar os níveis de tratamento em suas respectivas bacias hidrográficas, incentivando debates sobre questões relacionadas aos recursos hídricos; articulando procedimentos entre os gestores e as empresas de saneamento, bem como aprovando Planos de Bacia, sugerindo providências necessárias ao cumprimento de metas de qualidade, entre outros.

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.
- AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION - APHA; AWWA; WEF. **Standard methods for the examination of water and wastewater**, Washington, DCC2006. A Approved by SM Committee 2011.
- _____. 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 2011.
- _____. 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.
- 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

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. DNAEE. **Inventário das estações fluviométricas**. Brasília, 1995

BRASIL. Ministério da Saúde. Gabinete do Ministro. Portaria de Consolidação nº 5, de 28 de setembro de 2017. Dispõe sobre a consolidação das normas sobre as ações e os serviços de saúde do Sistema Único de Saúde. **Diário Oficial da União**: República Federativa do Brasil: seção 1, Brasília, DF, p. 360, Suplemento n. 190, Primeira Parte. p. 360. 03 out. 2017.

BRASIL. 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. **Diário Oficial da União**: República Federativa do Brasil: seção 1, Brasília, DF, ano 142, n. 53, p. 58-63, 18 mar. 2005.

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.

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.

BRASIL. CONAMA. Resolução nº 454, de 1º 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. **Diário Oficial da União**: República Federativa do Brasil: seção 1, Brasília, DF, ano 149, n. 216, p. 66, 8 nov. 2012.

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.

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..

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.

CCME. **Canadian sediment quality guidelines for the protection of aquatic life: summary tables.** Winnipeg, 2001. 5 p.

_____. **Canadian water quality guidelines for the protection of aquatic life: CCME Water Quality Index 1.0: technical report.** Winnipeg, 2001. 13 p.

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.

_____. **Dicionário de termos técnicos de saneamento ambiental: português-ingles.** 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.

_____. **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.

_____. **L5.241: teste de Kado: ensaio de microssuspensão com *Salmonella* Typhimurium – método de ensaio.** São Paulo, 1991. 43 p.

_____. **L5.303: fitoplâncton de água doce: métodos qualitativo e quantitativo.** 4.ed. São Paulo, 2012. _____.

L5.304: zooplâncton de água doce: métodos qualitativo e quantitativo. 2.ed. São Paulo, 2012.

_____. **L5.306: determinação de pigmentos fotossintetizantes, clorofila - A, B e C e feofitina-A – método de ensaio.** São Paulo, 1990. 22 p.

_____. **L5.620: mutação gênica reversa em *Salmonella* Typhimurium - teste de Ames - método de ensaio.** São Paulo, 1993. 40 p.

_____. **L6.160: sedimentos: determinação da distribuição granulométrica - método de ensaio.** São Paulo, 1995. 15 p.

_____. **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.

_____. **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).

_____. **Relatório de qualidade das águas interiores no estado de São Paulo 2002.** São Paulo, 2003. (Série Relatórios).

_____. **Relatório de qualidade das águas interiores no estado de São Paulo 2003.** São Paulo, 2004. (Série Relatórios).

CETESB (São Paulo). **Relatório de qualidade das águas interiores no estado de São Paulo 2004.** São Paulo, 2005. (Série Relatórios).

_____. **Relatório de qualidade das águas interiores no estado de São Paulo 2005.** São Paulo, 2006. (Série Relatórios).

_____. **Relatório de qualidade das águas interiores no estado de São Paulo 2006.** São Paulo, 2007. (Série Relatórios).

_____. **Relatório de qualidade das águas interiores no estado de São Paulo 2007.** São Paulo, 2008. (Série Relatórios).

_____. **Relatório de qualidade das águas interiores no estado de São Paulo 2008.** São Paulo, 2009. (Série Relatórios).

_____. **Relatório de qualidade das águas interiores no estado de São Paulo 2009.** São Paulo, 2010. (Série Relatórios).

_____. **Relatório de qualidade das águas interiores no estado de São Paulo 2014.** São Paulo, 2015. (Série Relatórios).

_____. **Relatório de qualidade das águas interiores no estado de São Paulo 2017.** São Paulo, 2018. (Série Relatórios).

_____. **Serviços de coleta de amostras, análises e estudos de avaliação das características biológicas, físico-químicas e microbiológicas das águas e sedimentos do rio Juquiá: 7.º 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 18. São Paulo, 2018. 8 p.

_____. **SQ PR/LB 153:** ensaio ecotoxicológico com *Chironomus sancticarloi* – 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.

BRANDÃO, C.J., COELHO-BOTELHO, M.J., SATO, M.I.Z., LAMPARELLI, M.C. (Org.). **Guia nacional de coleta e preservação de amostras: água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos.** ISBN: 978-85-89629-83-6. São Paulo: CETESB; Brasília: ANA, p. 325, 2011.

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.

CHRISTOFOLETTI, A.; TEIXEIRA, A. L. A. **Sistema de informação geográfica**: dicionário ilustrado. São Paulo: Hucitec, 1997. 244 p. (Geografia: teoria e realidade, 38)

CIIAGRO (São Paulo). **Informações agrometeorológicas**. Disponível em: <<http://www.ciiagro.sp.gov.br>>. Acesso em: fev. 2008.

CNEC; JNS ENGENHARIA, CONSULTORIA E GERENCIAMENTO. **Plano de desenvolvimento e proteção ambiental da bacia do Guarapiranga**: projeto Guarapiranga. São Paulo, 1997.

COELHO-BOTELHO, M.J.C. et al. **Desenvolvimento de índices biológicos para o biomonitoramento em reservatórios do Estado de São Paulo**. São Paulo: CETESB, 2006. 146 p. + anexos.

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).

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.

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?].

ENVIROLOGIX. **QuantiPlate™ kit for microcystins**. Rev. 07/01/10. Portland, ME, 2010. 7 p. (Catalog Number EP 022).

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.

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.

HEALTH CANADA. Guidelines for Canadian Drinking Water Quality: Guideline Technical Document - Enteric Protozoa in Drinking Water : *Giardia* and *Cryptosporidium*. Health Canada, Ottawa, Ontario. 2019.

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?].

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.

LILIANTIS, T. B. **Avaliação da adição de nitrato de amônio para redução de odor nos esgotos de Pereira Barreto - SP: reflexos na qualidade da água do reservatório de Três Irmãos, após dez anos de aplicação**. 2007. 147 f.. Tese (Doutorado) - Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

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.

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.

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.

PARESCHI, 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.

SAMPAIO, E. V. et al. Composition and abundance of zooplankton in the limnetic zone of seven reservoirs of the Paranapanema river, Brazil. **Braz. J. Biol.**, v. 62, n. 3, p. 525-545, 2002.

SANSEVERINO, J.; GUPTA, R.K.; LAYTON, A.C.; PATTERSON, S.S.; RIPP, S.A.; SAIDAK, L.; SIMPSON, M.L.; SCHULTZ, T.W.; SAYLER, G.S. Use of *Saccharomyces cerevisiae* BLYES expressing bacterial bioluminescence for rapid, sensitive detection of estrogenic compounds. **Appl. and Environ. Microbiology**, 71, p. 4455-4460, 2005.

SÃO PAULO (Cidade). Prefeitura Municipal. **Diagnóstico cartográfico ambiental do município de São Paulo**. São Paulo, 1992. 33 p.

SÃO PAULO (Estado). Lei Estadual nº 118, de 29 de junho de 1973. Autoriza a Constituição de uma sociedade por ações, sob denominação de CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Básico e de Controle da Poluição das Águas, e dá providências correlatas. **Diário Oficial**: Estado de São Paulo: p. 3, 30 jun. 1973.

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.

_____. **Decreto Estadual nº 10.755, de 22 de novembro de 1977**.

_____. **Decreto Estadual nº 60.133 de 07 de fevereiro de 2014**. Disponível em: <http://arquivos.ambiente.sp.gov.br/legislacao/2016/12/Fauna_

_____. 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.

_____. 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.

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.

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.

_____. **Update of ambient water quality criteria for ammonia.** Washington, DC, , 1999. (EPA 882-R-99-014).

_____. **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).

_____. **SW 846 online: test methods for evaluating solid waste: physical/chemical methods.** 3rd. Washington, DC, 2013. _____. 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.

_____. **Guidelines for drinking water quality: health criteria and other supporting information.** 2. ed. Geneva, 1996. v. 2.

_____. **Guidelines for drinking water quality.** 4.ed. Geneva, 2011.

WHO (World Health Organization). **Guidelines for drinking water quality**: recommendations. 4.ed. Geneva, 2017.

_____. **Boron in drinking water**: background document for development of WHO Guidelines for Drinking-water Quality. Geneva, c2003. (WHO/SDE/WSH/03.04/54). _____. **Chemical hazards in drinking-water**. Geneva, c2014.

_____. **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.

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.

YUNKER, M.B.; MACDONALD, R.W.; VINGARZAN, R.; MITCHELL, R.H.; GOYETTE, D.; SYLVESTRE, S. PAHs in the Fraser River basin: a critical appraisal of PAH ratios as indicators of PAH source and composition. **Organic Geochemistry**, v. 33, p. 489–515. 2002.

ZAGATTO, P. A.; BERTOLETTI, E. (Ed.). **Ecotoxicologia aquática**: princípios e aplicações. São Carlos: Rima, 2006. 478 p.



| Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente