



SÉRIE RELATÓRIOS

QUALIDADE DAS ÁGUAS INTERIORES NO ESTADO DE SÃO PAULO

2019



| Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente

Governo do Estado de São Paulo
João Doria - Governador

Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente
Marcos Penido - Secretário

CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
Patrícia Iglecias - Diretora-Presidente

CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo

Diretoria de Gestão Corporativa
Clayton Paganotto - Diretor

Diretoria de Controle e Licenciamento Ambiental
Zuleica Maria de Lisboa Perez - Diretora

Diretoria de Avaliação de Impacto Ambiental
Domenico Tremaroli - Diretor

Diretoria de Engenharia e Qualidade Ambiental
Carlos Roberto dos Santos - Diretor

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA E MEIO AMBIENTE DO ESTADO DE SÃO PAULO



QUALIDADE DAS ÁGUAS INTERIORES NO ESTADO DE SÃO PAULO

CETESB COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO

2019

SÉRIE RELATÓRIOS

São Paulo ■ 2020

Dados Internacionais de Catalogação

(CETESB – Biblioteca, SP, Brasil)

C418q CETESB (São Paulo)

Qualidade das águas interiores no estado de São Paulo 2019 [recurso eletrônico] / CETESB ; Coordenação geral Maria Helena R.B. Martins ; Coordenação técnica Fábio Netto Moreno, Marta Condé Lamparelli, Beatriz Durazzo Ruiz; Coordenação cartográfica Carmen Lúcia V. Midaglia ; Equipe técnica Luiz Antônio Medeiros ... [et al.]. – São Paulo : CETESB, 2020.

Arquivos eletrônicos : il. color., PDF, XLSX ; 74 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.

Conteúdo: 1 relatório (arquivo de texto : 336 p., 28 MB) + apêndices A-Q + anexo A (arquivos : 46 MB)

Disponível em: <<https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/publicacoes-e-relatorios/>>

ISBN 978-65-5577-011-7

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 2020.
Av. Prof. Frederico Hermann Jr., 345
Pinheiros – SP – Brasil – CEP 05459900

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

Biól. Fábio Netto Moreno
Gerente da Divisão de Qualidade das Águas e do Solo
Biól. Marta Condé Lamparelli
Gerente da Divisão de Análises Hidrobiológicas
Téc. Amb. Beatriz Durazzo Ruiz
Gerente do Setor de Águas Interiores

Coordenação cartográfica

Geóg. Carmen Lucia V. Midaglia

Equipe Técnica

Departamento de Qualidade Ambiental

Téc. Adm. Luiz Antonio Medeiros

Setor de Águas Interiores

Biól. Cláudio Roberto Palombo
Eng. Quím. Uladyr Ormino Nayme
Aprendiz Mariana Célia Jesus Santos

Setor de Hidrologia

Eng. Luís Altivo Carvalho Alvim
Quím. Vinícius Marques da Silva

Departamento de Análises Ambientais

Farm. Bioq. Maria Inês Zanolli Sato

Divisão de Análises Físico-químicas

Maria Yumiko Tominaga

Setor de Comunidades Aquáticas

Biól. Maria do Carmo Carvalho
Biól. Adriana C. C. Ribeiro de Deus
Biól. Ana Maria Brockelmann
Biól. Denise Amazonas Pires
Biól. Helena Mitiko Watanabe
Biól. Hélio Rubens Victorino Imbimbo
Biól. Luciana Haipek Mosolino Lerche
Biól. Mônica Luisa Kuhlmann
Farm. Bioq. Rosalina Pereira de Almeida Araújo
Estagiária Caroline de Santana Belissimo

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 Ecotoxicologia Aquática

Biól. William Viveiros
Biól. Lucy Lina Ogura
Biól. Márcia Aparecida Aragão
Biól. Sandra Valéria Buratini

Setor de Análises Toxicológicas

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

Setor de Toxicologia e Genotoxicidade

Biól. Deborah Arnsdorff Roubicek
Biól. Celso Fumio Suzuki
Biól. Cynthia Muniz Soares

Divisão de Microbiologia e Parasitologia

Biól. 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

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

Editoração/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

São inúmeros os problemas causados pela poluição ambiental, gerando prejuízos à saúde humana, ao bem-estar público, além de danos à flora e à fauna, o que torna a discussão sobre a sustentabilidade assunto premente que deve ser encarado visando à preservação do planeta.

O conceito de desenvolvimento sustentável é matéria de preocupação constante, pois num mundo em permanente transformação suprir as necessidades das gerações atuais garantindo as das gerações futuras é tarefa que impõe grandes responsabilidades a toda sociedade.

Tanto assim que a Organização das Nações Unidas na sua Agenda 2030 pontua dentre os 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável o compromisso dos governos de reduzir substancialmente o número de mortes e doenças por produtos químicos perigosos, contaminação e poluição do ar, da água e do solo.

O Estado de São Paulo vem se aparelhando ao longo dos anos para o enfrentamento das questões ambientais, sem deixar de lado o relacionamento com outras esferas de governo que também se responsabilizam, pelo menos em parte, pela gestão do meio ambiente.

Nesse sentido são diversos os instrumentos utilizados para gestão ambiental dentre os quais podem ser citados: os padrões de qualidade ambiental, os limites de emissão/lançamento, o zoneamento ambiental, o licenciamento, os programas de controle, as penalidades disciplinares, os inventários das fontes de poluição e o diagnóstico e os relatórios de qualidade ambiental.

O monitoramento ambiental realizado pela CETESB há diversas décadas permite um diagnóstico amplo e um acompanhamento da evolução da qualidade do meio ambiente no Estado, identificando vulnerabilidades e áreas prioritárias de atuação. Diversas redes de monitoramento ambiental vêm sendo operadas, ao longo do tempo, avaliando a qualidade do ar, das águas superficiais e subterrâneas, assim como das praias e águas costeiras.

Os dados gerados são consolidados em relatórios, que são instrumentos de gestão ambiental, sendo publicados anualmente pela CETESB. Esses relatórios também incluem comparação com limites legais, desconformidades, evolução do comportamento dos poluentes, tendências históricas dos indicadores de qualidade ambiental, entre outros. Desempenham um papel fundamental para o balizamento e a adoção de ações de controle e de políticas públicas visando à melhoria do meio ambiente.

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, além do Boletim de Qualidade das Águas Subterrâneas.

Como faz anualmente, a CETESB disponibiliza informações para a sociedade de forma sistemática e transparente.

Boa leitura!

Patrícia Iglecias
Diretora-Presidente da CETESB

Listas

LISTA DE TABELAS

Tabela 3.1 – Alterações de Pontos de Amostragem na Rede Básica em 2019	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 2019.....	43
Tabela 3.4 – Percentual de tempo de operação com geração/transmissão de dados 2019	48
Tabela 3.5 – Descrição dos pontos de amostragem das redes de monitoramento – 2019	49
Tabela 3.6 – Resumo de pontos monitorados por UGRHI, tipo de projeto e densidade da rede em 2019	80
Tabela 3.7 – Composição da Matriz de análise dos fatores da Análise multicritério.....	82
Tabela 3.8 – Dados originais para geração do Índice de Abrangência Espacial do Monitoramento 2009 e 2019	83
Tabela 3.9 – Classes do Índice de Abrangência Espacial do Monitoramento (IAEM).....	84
Tabela 4.1 – Porcentagem da população atendida pela coleta e pelo tratamento de esgotos e ICTEM nas áreas urbanas das 22 UGRHIs - 2019.	98
Tabela 4.2 – Cálculo do ICTEM para os municípios litorâneos.....	99
Tabela 4.3 – Pontos de monitoramento de agrotóxicos no período de 2018 e 2019.....	112
Tabela 4.4 – Agrotóxicos monitorados em 2018 e 2019.....	113
Tabela 4.5 – Número de amostras analisadas (N) e Frequências de quantificação de agrotóxicos por ponto de monitoramento nos anos de 2018 e 2019.....	114
Tabela 4.6 – Faixas de concentração e o Quartil 75% dos resultados obtidos para agrotóxicos nos pontos da rede básica nos anos de 2018 e 2019.	115
Tabela 4.7 – Porcentagens de desconformidades dos agrotóxicos Clorpirifós, Fipronil, Imidacloprido e Trichlorofon em relação aos valores ecotoxicológicos da OPP-USEPA nos anos de 2018 e 2019.	116
Tabela 5.1 – Índice de Balneabilidade no período de 2014 a 2019	153
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 2019.....	159
Tabela 6.2 – Descrição dos pontos de Classes Especial, 2 e 3 que apresentaram Toxicidade Aguda para o <i>Vibrio fischeri</i>	166
Tabela 6.3 – Evolução da classificação segundo o ICZRES médio anual entre 2014 e 2019.	177
Tabela 8.1 – Avaliação dos sedimentos	295
Tabela 8.2 – Quantidade de pontos com elementos em concentrações iguais ou acima dos critérios de TEL e PEL e os considerados de origem antrópica.	302
Tabela 9.1 – Número de registros de reclamações de mortandade de peixes por UGRHI, no estado de São Paulo em 2019.....	308

LISTA DE QUADROS

Quadro 6.1 – Locais de amostragem da comunidade bentônica em 2019.....	178
Quadro 6.2 – Qualidade ecológica dos corpos de água medida pelo ICB com relação ao seu enquadramento.....	187
Quadro 6.3 – Avaliação integrada das comunidades biológicas.	189
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 2014 a 2019	310
Quadro 9.2 – Atendimentos de ocorrências de mortandade de peixes, realizados em 2019 pela CETESB	311

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	29
Gráfico 2.2 – Chuvas nas UGRHs em 2019 em relação à média histórica do estado de São Paulo.	30
Gráfico 3.1 – Distribuição dos pontos de amostragem por tipo de monitoramento 2019	79
Gráfico 4.1 – Evolução do tratamento de esgotos domésticos no estado de São Paulo – 2014 a 2019.	96
Gráfico 4.2 – Evolução da carga remanescente no estado de São Paulo – 2014 a 2019.	97
Gráfico 4.3 – Carga remanescente de DBO por UGRHI – 2019	101
Gráfico 4.4 – Porcentagens de resultados não-conformes na Rede Básica com relação aos padrões estabelecidos para a Classe 2, em 2019 e no período de 2014 a 2018.	103
Gráfico 4.5 – Porcentagem de não conformidade de <i>Escherichia coli</i> por UGRHI e no estado em 2019	105
Gráfico 4.6 – Porcentagem de não conformidade dos metais Ferro Dissolvido, Alumínio Dissolvido e Manganês Total por UGRHI e no estado em 2019.....	106
Gráfico 4.7 – Porcentagem de não conformidade de Fósforo Total por UGRHI e no estado em 2019.....	107
Gráfico 4.8 – Porcentagem de não conformidade de Oxigênio Dissolvido por UGRHI e no estado em 2019	108
Gráfico 4.9 – Porcentagem de não conformidade de DBO _(5,20) por UGRHI e no estado em 2019.....	109
Gráfico 4.10 – Porcentagem de não conformidade de Nitrogênio Amoniacal por UGRHI e no estado em 2019.....	110
Gráfico 4.11 – Frequência de quantificação dos agrotóxicos em 2018 e 2019.....	113
Gráfico 4.12 – Evolução temporal das concentrações do Fipronil nos pontos RIPE 04300, RIPE 04900, SETA 04600, PARD 04600, RONC 02030 e RICO 02600, que tiveram frequência de monitoramento intensificada em 2018 e 2019.	117
Gráfico 4.13 – Evolução temporal das concentrações de Imidacloprido nos pontos RIPE 04300 e CRUM 02050, que tiveram frequência intensificada (sete e oito vezes por ano, respectivamente) e nos pontos JCGU 03400, MONJ 04400 e MOGU 02450 que tiveram frequência regular (quatro vezes por ano) em 2018 e 2019.	118
Gráfico 5.1 – Distribuição percentual das categorias do IQA por UGRHI em 2019.	122
Gráfico 5.2 – Evolução da Distribuição do IQA, no período de 2014 a 2019.....	126
Gráfico 5.3 – Influência das variáveis no resultado do IAP em 2019.....	127
Gráfico 5.4 – Evolução da Distribuição do IAP, no período de 2014 a 2019.....	131
Gráfico 5.5 – Distribuição percentual das categorias do IVA por UGRHI em 2019.....	134
Gráfico 5.6 – Influência das variáveis no resultado do IVA em 2019.....	139
Gráfico 5.7 – Distribuição percentual do IET por UGRHI em 2019.	140
Gráfico 5.8 – Distribuição percentual de efeito tóxico observado por UGRHI em 2019.....	143
Gráfico 5.9 – Distribuição percentual dos níveis de Oxigênio Dissolvido por UGRHI em 2019	144
Gráfico 5.10 – Evolução da Distribuição do IVA, no período de 2014 a 2019.	148
Gráfico 5.11 – Evolução da Distribuição do IET, no período de 2014 a 2019.	149
Gráfico 5.12 – Porcentagem de ocorrência de efeitos tóxicos, no período de 2014 a 2019	150
Gráfico 5.13 – Evolução da distribuição dos níveis de Oxigênio Dissolvido no período de 2014 a 2019	151
Gráfico 6.1 – Porcentagem de amostras positivas para os protozoários <i>Giardia</i> spp. e <i>Cryptosporidium</i> spp. em pontos de captação do estado de São Paulo - 2019.....	158
Gráfico 6.2 – Concentrações médias de cistos de <i>Giardia</i> spp. em pontos de captação em amostragens realizadas no ano de 2019, e no período 2014 a 2018.....	160
Gráfico 6.3 – Concentrações médias de oocistos de <i>Cryptosporidium</i> spp. em pontos de captação em amostragens realizadas no ano de 2019, e no período 2014 a 2018.....	161
Gráfico 6.4 – Porcentagem dos resultados de Toxicidade Aguda com <i>Vibrio fischeri</i> nas amostras de água, por UGRHI, distribuídos em cada categoria.....	165
Gráfico 6.5 – Porcentagem dos resultados de Toxicidade Aguda com <i>Vibrio fischeri</i> nas amostras de água Classe 4, distribuídos em cada categoria, por UGRHI.....	168
Gráfico 6.6 – Porcentagem dos resultados de Toxicidade aguda com <i>Vibrio fischeri</i> nos pontos coincidentes nos anos de 2014 a 2019.....	168
Gráfico 6.7 – Evolução da classificação segundo o ICF médio dos 49 pontos analisados entre 2014 e 2019.	172
Gráfico 6.8 – Densidade média anual e distribuição dos grupos da comunidade zooplânctônica dos reservatórios Jaguari (JARI 00800), Jacarei (JCRE 00500), Atibainha (RAIN 00880), Juqueri (JQU 00900), Billings (BILL 02900 e BITQ 00100), Guarapiranga (GUAR 00100 e GUAR 00900), e Barra Bonita (TIBB 02700) em 2019.	177
Gráfico 6.9 – Atividade estrogênica média nos locais avaliados em 2019.....	192
Gráfico 6.10 – Percentual de amostras com atividade glicocorticoide detectada em 2018-2019.	193

Gráfico 6.11 – Atividade glicocorticoide das amostras testadas em 2019.	194
Gráfico 7.1 – Perfil do IQA ao longo do rio Paraíba do Sul em 2019 e nos últimos 5 anos.	196
Gráfico 7.2 – Perfil do IVA ao longo do rio Paraíba do Sul em 2019 e nos últimos 5 anos.	197
Gráfico 7.3 – Perfil do IQA ao longo do rio Jaguari – UGRHI 02 em 2019 e nos últimos 5 anos.	197
Gráfico 7.4 – Perfil do IVA ao longo do rio Jaguari – UGRHI 02 em 2019 e nos últimos 5 anos.	198
Gráfico 7.5 – Perfil do IQA ao longo dos cursos de água do Litoral Norte em 2019 e nos últimos 5 anos.	201
Gráfico 7.6 – Perfil do IQA ao longo do rio Pardo – UGRHIs 4 e 12 em 2019 e nos últimos 5 anos.	202
Gráfico 7.7 – Perfil do IVA ao longo do rio Pardo – UGRHIs 4 e 12 em 2019 e nos últimos 5 anos.	203
Gráfico 7.8 – Perfil do IQA ao longo do rio Atibaia em 2019 e nos últimos 5 anos.	204
Gráfico 7.9 – Perfil do IVA ao longo do rio Atibaia em 2019 e nos últimos 5 anos.	204
Gráfico 7.10 – Carga de DBO em 2019 no ponto ATIB02300.	205
Gráfico 7.11 – Carga de Fósforo em 2019 no ponto ATIB02300.	205
Gráfico 7.12 – Perfil do IQA ao longo do rio Jaguari em 2019 e nos últimos 5 anos.	206
Gráfico 7.13 – Perfil do IVA ao longo do rio Jaguari em 2019 e nos últimos 5 anos.	207
Gráfico 7.14 – Vazões e Carga de DBO em 2019, no Ponto JAGR 02800.	207
Gráfico 7.15 – Vazões e carga de Fósforo em 2019, no Ponto JAGR 02800.	208
Gráfico 7.16 – Perfil do IQA ao longo do rio Piracicaba em 2019 e nos últimos 5 anos.	209
Gráfico 7.17 – Perfil do IVA ao longo do rio Piracicaba em 2019 e nos últimos 5 anos.	209
Gráfico 7.18 – Vazões e carga de DBO em 2019 no ponto PCAB02800.	210
Gráfico 7.19 – Vazões e carga de Fósforo em 2018 no ponto PCAB02800.	210
Gráfico 7.20 – Perfil do IQA ao longo do rio Capivari em 2019 e nos últimos 5 anos.	212
Gráfico 7.21 – Perfil do IVA ao longo do rio Capivari em 2019 e nos últimos 5 anos.	213
Gráfico 7.22 – Perfil do IQA ao longo do rio Jundiá – UGRHI 05 em 2019 e nos últimos 5 anos.	213
Gráfico 7.23 – Perfil do IVA ao longo do rio Jundiá – UGRHI 05 em 2019 e nos últimos 5 anos.	214
Gráfico 7.24 – Evolução do volume do Sistema Equivalente ao longo de 2019.	215
Gráfico 7.25 – Perfil do IQA nos reservatórios do Sistema Cantareira em 2019 e nos últimos 5 anos.	215
Gráfico 7.26 – Perfil do IAP nos reservatórios do Sistema Cantareira em 2019 e nos últimos 5 anos.	216
Gráfico 7.27 – Perfil do IVA nos reservatórios do Sistema Cantareira em 2019 e nos últimos 5 anos.	216
Gráfico 7.28 – Concentrações de Clorofila <i>a</i> e Fósforo Total (PT) no reservatório Jaguari em 2019.	217
Gráfico 7.29 – Média Anual de Clorofila <i>a</i> e Fósforo Total no reservatório Jaguari – 2014 a 2019.	217
Gráfico 7.30 – Concentrações de Clorofila <i>a</i> e Fósforo Total (PT) no reservatório Jacaréi 2019.	219
Gráfico 7.31 – Média Anual de Clorofila <i>a</i> e Fósforo Total (PT) no reservatório Jacaréi - 2014 a 2019.	220
Gráfico 7.32 – Concentrações de Clorofila <i>a</i> e Fósforo Total (PT) no reservatório Cachoeira – 2019.	222
Gráfico 7.33 – Média Anual de Clorofila <i>a</i> e Fósforo Total (PT) no reservatório Cachoeira - 2014 a 2019.	223
Gráfico 7.34 – Concentrações mensais de Clorofila <i>a</i> e Fósforo Total (PT) no reservatório Atibainha - 2019.	224
Gráfico 7.35 – Média Anual de Clorofila <i>a</i> e Fósforo Total (PT) no reservatório Atibainha - 2014 a 2019.	225
Gráfico 7.36 – Concentrações de Clorofila <i>a</i> e Fósforo Total no reservatório Juqueri em 2019.	227
Gráfico 7.37 – Média Anual de Clorofila <i>a</i> e Fósforo Total no reservatório Juqueri – 2014 a 2019.	228
Gráfico 7.38 – Concentrações de Clorofila <i>a</i> e Fósforo Total (PT) no reservatório Águas Claras – 2019.	231
Gráfico 7.39 – Média Anual de Clorofila <i>a</i> e Fósforo Total no reservatório Águas Claras – 2014 a 2019.	232
Gráfico 7.40 – Perfil do IQA ao longo do rio Tietê em 2019 e nos últimos 5 anos.	234
Gráfico 7.41 – Perfil do IVA ao longo do rio Tietê em 2019 e nos últimos 5 anos.	234
Gráfico 7.42 – Vazões e carga de DBO em 2019, no Ponto TIPI 04900.	237
Gráfico 7.43 – Vazões e carga de Fósforo em 2019, no Ponto TIPI 04900.	237
Gráfico 7.44 – Vazões médias de descarga e cargas de DBO e Carbono Orgânico Total, no ponto TIPI 04900.	238
Gráfico 7.45 – Perfil de COT nos Afluentes do rio Tietê em 2019 e nos últimos 5 anos.	239
Gráfico 7.46 – Perfil do IQA ao longo do rio Tamanduateí em 2019 e nos últimos 5 anos.	243
Gráfico 7.47 – Perfil do IQA ao longo do rio Pinheiros em 2019 e nos últimos 5 anos.	243
Gráfico 7.48 – Médias anuais de DBO e Carbono Orgânico Total no ponto PINH 04900.	245
Gráfico 7.49 – Perfil de COT nos afluentes do rio Pinheiros em 2019 e nos últimos 5 anos.	246
Gráfico 7.50 – Perfil do IQA – reservatório Billings em 2019 e nos últimos 5 anos.	247
Gráfico 7.51 – Perfil do IAP reservatório Billings em 2019 e nos últimos 5 anos.	247

Gráfico 7.52 – Perfil do IVA reservatório Billings em 2019 e nos últimos 5 anos.	248
Gráfico 7.53 – Média anual de Clorofila <i>a</i> e Fósforo Total (PT) no reservatório Billings (BILL 02100 e BITQ 00100) de 2006 a 2019.	249
Gráfico 7.54 – Tempo de residência (dias) do reservatório Billings em 2019.	250
Gráfico 7.55 – Concentrações de Clorofila <i>a</i> e Fósforo Total (PT) no reservatório Billings (BIRP00500) – 2019.	253
Gráfico 7.56 – Perfil do IQA no reservatório Guarapiranga em 2019 e nos últimos 5 anos.	256
Gráfico 7.57 – Média Anual do IAP no ponto GUAR 00900 – reservatório Guarapiranga	257
Gráfico 7.58 – Perfil do IVA no reservatório Guarapiranga em 2019 e nos últimos 5 anos.	257
Gráfico 7.59 – Média Anual de Clorofila <i>a</i> e Fósforo Total (PT) no reservatório Guarapiranga (GUAR 00100 e GUAR 00900) - 2014 a 2019.	258
Gráfico 7.60 – Tempo de residência médio mensal e anual em dias do reservatório Guarapiranga - 2019.	260
Gráfico 7.61 – Perfil do IQA no reservatório rio Grande em 2019 e nos últimos 5 anos.	263
Gráfico 7.62 – Perfil do IAP no reservatório rio Grande em 2019 e nos últimos 5 anos.	263
Gráfico 7.63 – Perfil do IVA no reservatório rio Grande em 2019 e nos últimos 5 anos.	264
Gráfico 7.64 – Concentrações de Clorofila <i>a</i> e Fósforo Total (PT) no reservatório rio Grande (RGDE 02030) em 2019	265
Gráfico 7.65 – Concentrações de Clorofila <i>a</i> e Fósforo Total (PT) no reservatório rio Grande (RGDE 02200) em 2019.	267
Gráfico 7.66 – Média Anual de Clorofila <i>a</i> e Fósforo Total (PT) no reservatório rio Grande (RGDE 02900) - 2014 a 2019.	268
Gráfico 7.67 – Tempo de residência (dias) do reservatório Rio Grande, 2019.	270
Gráfico 7.68 – Perfil do IQA no Sistema Alto Tietê e rios afluentes em 2019 e nos últimos 5 anos	273
Gráfico 7.69 – Perfil do IAP no Sistema Alto Tietê em 2019 e nos últimos 5 anos.	273
Gráfico 7.70 – Perfil do IVA no Sistema Alto Tietê e rios afluentes e efluentes em 2019 e nos últimos 5 anos	274
Gráfico 7.71 – Média Anual de Clorofila <i>a</i> e Fósforo Total (PT) no reservatório Jundiá – 2014 a 2019.	275
Gráfico 7.72 – Média Anual de Clorofila <i>a</i> e Fósforo Total (PT) no reservatório Taiaçupeba – 2014 a 2019.	276
Gráfico 7.73 – Perfil do IQA no rio Sapucaí – UGHRI 08 em 2019 e nos últimos 5 anos.	279
Gráfico 7.74 – Perfil do IVA no rio Sapucaí – UGHRI 08 em 2019 e nos últimos 5 anos.	279
Gráfico 7.75 – Perfil do IQA no ribeirão dos Bagres – UGHRI 08 em 2019 e nos últimos 5 anos.	280
Gráfico 7.76 – Perfil do IVA no ribeirão dos Bagres – UGHRI 08 em 2019 e nos últimos 5 anos.	280
Gráfico 7.77 – Perfil do IQA no rio Mogi-Guaçu em 2019 e nos últimos 5 anos	281
Gráfico 7.78 – Perfil do IVA no rio Mogi-Guaçu em 2019 e nos últimos 5 anos.	282
Gráfico 7.79 – Perfil do IQA no rio Sorocaba em 2019 e nos últimos 5 anos.	282
Gráfico 7.80 – Perfil do IVA no rio Sorocaba em 2019 e nos últimos 5 anos.	283
Gráfico 7.81 – Classificação do IAP no reservatório de Itupararanga entre 2014 e 2019.	284
Gráfico 7.82 – Média Anual de Clorofila <i>a</i> e Fósforo Total (PT) no reservatório Itupararanga (SOIT 02100 e SOIT 02900) - 2014 a 2019.	284
Gráfico 7.83 – Perfil do IQA nos rios Ribeira e Ribeira de Iguape em 2019 e nos últimos 5 anos.	287
Gráfico 7.84 – Perfil do IVA nos rios Ribeira e Ribeira de Iguape em 2019 e nos últimos 5 anos.	287
Gráfico 7.85 – Perfil do IQA no rio Batalha em 2019 e nos últimos 5 anos.	288
Gráfico 7.86 – Perfil do IVA no rio Batalha em 2019 e nos últimos 5 anos.	288
Gráfico 7.87 – Perfil do IQA no rio São José dos Dourados em 2019 e nos últimos 5 anos.	289
Gráfico 7.88 – Perfil do IVA no rio São José dos Dourados em 2019 e nos últimos 5 anos.	289
Gráfico 7.89 – Perfil do IQA no rio Aguapeí em 2019 e nos últimos 5 anos.	290
Gráfico 7.90 – Perfil do IVA no rio Aguapeí em 2019 e nos últimos 5 anos.	290
Gráfico 7.91 – Perfil do IQA no rio do Peixe em 2019 e nos últimos 5 anos.	291
Gráfico 7.92 – Perfil do IVA no rio do Peixe em 2019 e nos últimos 5 anos.	291
Gráfico 7.93 – Perfil do IQA no rio Grande em 2019 e nos últimos 5 anos.	292
Gráfico 7.94 – Perfil do IVA no rio Grande em 2019 e nos últimos 5 anos.	292
Gráfico 7.95 – Perfil do IQA no rio Paraná em 2019 e nos últimos 5 anos.	293
Gráfico 7.96 – Perfil do IVA no rio Paraná em 2019 e nos últimos 5 anos.	293
Gráfico 7.97 – Perfil do IQA no rio Paranapanema em 2019 e nos últimos 5 anos.	294
Gráfico 7.98 – Perfil do IVA no rio Paranapanema em 2019 e nos últimos 5 anos.	294
Gráfico 9.1 – Evolução dos registros de Mortandades de Peixes de 2005 a 2019 no Estado de São Paulo.	308
Gráfico 9.2 – Comparação entre as UGRHs que apresentaram as maiores participações relativas (%) ao total de ocorrências de Mortandades de Peixes de 2014 a 2019.	309
Gráfico 9.3 – Proporção entre as principais causas das ocorrências de mortandade de peixes atendidas pela CETESB no período de 2014 a 2019.	314
Gráfico 9.4 – Detalhamento das causas das mortandades de peixes no Estado de São Paulo em 2019.	315

LISTA DE FIGURAS

Figura 3.1 – Processo de codificação e georreferenciamento dos pontos de amostragem.	33
Figura 3.2 – Exemplo de localização do ponto GUAR 00900, na Represa Guarapiranga, para cadastro no Banco Interáguas.	34
Figura 3.3 – Pontos ANA propostos inicialmente para o estado de São Paulo.	36
Figura 3.4 – Ex. Medição de vazão realizada pela CETESB no ponto UAMA 00600, no Rio Piracuama, Vale do Paraíba. (Foto: C.Midaglia).	37
Figura 3.5 – GUAR 00751 - Prainha em frente ao Pier do Yacht Club Paulista. (Foto: C.L.Midaglia)	45
Figura 3.6 – Estação CAUL 00800 - EF18 – Caulim no Ribeirão Caulim, localizada na ponte do Hotel Eco-Park Tagaste. (Fotos: Valter Ferreira).	46
Figura 3.7 – PIRE 02800 - EF19 – Ribeirão Pires, na ponte da Av. Brasil, em frente ao corpo de Bombeiros, em Ribeirão Pires. (Fotos: Vinícius Silva).....	46
Figura 3.8 – Estação Automática TIET 02300 – EF28 – Itu (Fotos: Vinícius Silva).	47
Figura 4.1 – Elementos de composição do ICTEM para municípios com ETE (A) e para municípios com EPCs (B).	100
Figura 5.1 – Distribuição porcentual das categorias do IQA em 2019 em função da época do ano.	125
Figura 5.2 – Distribuição porcentual das categorias do IAP em função da época do ano em 2019	133
Figura 6.1 – Resultados de mutagenicidade dos ensaios de <i>Salmonella/microsoma</i> e Micronúcleo nas amostras de água avaliadas no período de 2016 a 2019.....	164
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 2019.....	167
Figura 6.3 – Estrutura da comunidade fitoplanctônica - 2019.....	173
Figura 6.4 – Estruturas das comunidades bentônicas em 2019.....	183
Figura 6.5 – Dendrograma resultante da análise de agrupamento por meio da Distância Euclidiana e ligação pelo Método de Ward.	186
Figura 7.1 – Evolução dos parâmetros medidos na Estação Automática Santa Branca de janeiro a dezembro de 2019	199
Figura 7.2 – Evolução dos parâmetros medidos na Estação Automática Queluz de janeiro a dezembro de 2019.....	200
Figura 7.3 – Evolução dos parâmetros medidos pela Estação Automática Piracicaba de janeiro a dezembro de 2019	211
Figura 7.4 – Média anual da Comunidade Fitoplanctônica e Contagem de Células de Cianobactérias no reservatório Jaguari – 2014 a 2019.....	218
Figura 7.5 – Média mensal da Comunidade Fitoplanctônica e Contagem de Células de Cianobactérias no reservatório Jaguari em 2019.....	219
Figura 7.6 – Média anual da Comunidade Fitoplanctônica e Contagem de Células de Cianobactérias no reservatório Jacareí – 2014 a 2019.	221
Figura 7.7 – Média mensal da Comunidade Fitoplanctônica, Contagem de Células de Cianobactérias e concentrações de cianotoxinas (microcistina e saxitoxina) no reservatório Jacareí em 2019.....	221
Figura 7.8 – Média anual da Comunidade Fitoplanctônica e Contagem de Células de Cianobactérias no reservatório Cachoeira – 2014 a 2019.....	223
Figura 7.9 – Média mensal da Comunidade Fitoplanctônica e Contagem de Células de Cianobactérias no reservatório Cachoeira. 2019	224
Figura 7.10 – Média anual da Comunidade Fitoplanctônica e Contagem de Células de Cianobactérias no reservatório Atibainha – 2014 a 2019.....	226
Figura 7.11 – Média mensal da Comunidade Fitoplanctônica, Contagem de Células de Cianobactérias e concentração de microcistina no reservatório Atibainha. 2019.....	226
Figura 7.12 – Média anual da Comunidade Fitoplanctônica e Contagem de Células de Cianobactérias no reservatório Juqueri - 2014 a 2019	228
Figura 7.13 – Média mensal da Comunidade Fitoplanctônica, Contagem de Células de Cianobactérias e concentrações de microcistina e saxitoxina no reservatório Juqueri. 2019.....	229
Figura 7.14 – Evolução dos parâmetros medidos pela Estação Automática Águas Claras de janeiro a dezembro de 2019.....	230
Figura 7.15 – Média anual da Comunidade Fitoplanctônica e Contagem de Células de Cianobactérias no reservatório Águas Claras – 2014 a 2019....	232
Figura 7.16 – Média mensal da Comunidade Fitoplanctônica e Contagem de Células de Cianobactérias no reservatório Águas Claras. 2019.....	233
Figura 7.17 – Evolução dos parâmetros medidos pela Estação Automática Mogi das Cruzes de janeiro a dezembro de 2019.	235
Figura 7.18 – Evolução dos parâmetros medidos pela Estação Automática Penha de janeiro a dezembro de 2019.	236
Figura 7.19 – Evolução dos parâmetros medidos pela Estação Automática Rasgão de janeiro a dezembro de 2019.	240
Figura 7.20 – Evolução dos parâmetros medidos pela Estação Automática Itu de janeiro a dezembro de 2019.	241
Figura 7.21 – Evolução dos parâmetros medidos pela Estação Automática Laranjal Paulista de janeiro a dezembro de 2019.....	242
Figura 7.22 – Evolução dos parâmetros medidos pela Estação Automática Pedreira de janeiro a dezembro de 2019	244
Figura 7.23 – Média anual da composição da Comunidade fitoplanctônica e média anual do Número de Células de Cianobactérias – reservatório Billings – 2005 a 2019.	251
Figura 7.24 – Evolução dos parâmetros medidos na Estação Automática Taquacetuba de janeiro a dezembro de 2019.....	252
Figura 7.25 – Média mensal da Comunidade Fitoplanctônica e Contagem de Células de Cianobactérias no braço do rio Pequeno (BIRP 00500) – reservatório Billings – 2019.....	254
Figura 7.26 – Evolução dos parâmetros medidos pela Estação Automática Summit Control de janeiro a dezembro de 2019.....	255
Figura 7.27 – Média anual da Comunidade Fitoplanctônica e Contagem de Células de Cianobactérias no reservatório Guarapiranga - 2014 a 2019....	260
Figura 7.28 – Evolução dos parâmetros medidos na Estação Automática Caulim de janeiro a dezembro de 2019.....	261
Figura 7.29 – Evolução dos parâmetros medidos pela Estação Automática Guarapiranga de janeiro a dezembro de 2019.....	262

Figura 7.30 – Média Anual da comunidade fitoplanctônica e do número de Comunidade Fitoplanctônica e Células de Cianobactérias no ponto RGDE 02030, entre 2015 e 2019.....	265
Figura 7.31 – Média mensal da Comunidade Fitoplanctônica e Contagem de Células de Cianobactérias no reservatório rio Grande (RGDE 02030) em 2019....	266
Figura 7.32 – Média anual da comunidade fitoplanctônica e do número de células de cianobactérias no ponto RGDE 02200, entre 2015 e 2019.....	267
Figura 7.33 – Média mensal da Comunidade Fitoplanctônica e Contagem de Células de Cianobactérias no reservatório rio Grande - Clube Tainha (RGDE 02200). 2019	268
Figura 7.34 – Média anual da Comunidade Fitoplanctônica e Contagem de Células de Cianobactérias no reservatório rio Grande próximo da Captação da SABESP (RGDE 02900) - 2014 a 2019.	269
Figura 7.35 – Evolução dos parâmetros medidos pela Estação Automática Ribeirão Pires de janeiro a dezembro de 2019.....	271
Figura 7.36 – Evolução dos parâmetros medidos pela Estação Automática Rio Grande de janeiro a dezembro de 2019	272
Figura 7.37 – Média anual da Comunidade Fitoplanctônica e Contagem de Células de Cianobactérias no reservatório Jundiaí - 2014 a 2019.....	276
Figura 7.38 – Média anual da Comunidade Fitoplanctônica e Contagem de Células de Cianobactérias no reservatório Taiacupeba - 2014 a 2019.	277
Figura 7.39 – Evolução dos parâmetros medidos na Estação Automática Taiacupeba de janeiro a dezembro de 2019	278
Figura 7.40 – Média anual da Comunidade Fitoplanctônica e Contagem de Células de Cianobactérias no reservatório Itupararanga - 2014 a 2019.....	285

LISTA DE MAPAS

Mapa 3.1 – Pontos de Monitoramento da Rede Básica CETESB / Rede Nacional de Monitoramento da Qualidade das Águas 2019	39
Mapa 3.2 – Pontos por projeto de monitoramento da rede CETESB 2019.....	77
Mapa 3.3 – Situação das UGRHs no Estado de São Paulo em função do IAEM - 2009.....	85
Mapa 3.4 – Situação das UGRHs no Estado de São Paulo em função do IAEM - 2019.....	89
Mapa 4.1 – Porcentagem de tratamento de esgoto doméstico por município – 2019.	102
Mapa 5.1 – Médias anuais do IQA para o ano de 2019.....	123
Mapa 5.2 – Médias anuais do IAP para o ano de 2019.	129
Mapa 5.3 – Médias anuais do IVA para o ano de 2019.	137
Mapa 5.4 – Médias anuais do IET para o ano de 2019.....	141
Mapa 5.5 – Localização e classificação das praias de rios e reservatórios - 2019.....	155
Mapa 8.1 – Localização dos pontos da rede de sedimento em 2019.....	305

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	19
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.....	21
1.2.2.4 Variáveis do Monitoramento Automático.....	21
1.2.3 Índices de Qualidade das Águas e do Sedimento	22
1.2.3.1 Índice de Qualidade das Águas - IQA.....	22
1.2.3.2. Índice de Qualidade das Águas Brutas para fins de Abastecimento Público - IAP	23
1.2.3.3 Índice de Qualidade das Águas para Proteção da Vida Aquática - IVA	23
1.2.3.4 Índice do Estado Trófico - IET	23
1.2.3.5. Índice da Comunidade Fitoplânctônica - ICF, Índice da Comunidade Zooplânctônica - ICZ e Índice da Comunidade Bentônica - ICB	24
1.2.3.6. Índice de Balneabilidade - IB	24
1.2.3.7. Critério de Avaliação da Qualidade dos Sedimentos - CQS.....	24
1.2.4. Perfis de Temperatura e Oxigênio Dissolvido	26
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.....	45
3.4 Distribuição dos pontos de amostragem.....	48
3.4.1 Distribuição por UGRHI.....	79
3.5 Índice de Abrangência Espacial do Monitoramento - IAEM	81
3.4.2 Cenário do IAEM para o ano de 2009	84
3.4.3 Cenário do IAEM para o ano de 2019	88
4 • Saneamento e Aspectos Legais	95
4.1 Coleta e Tratamento de Esgotos no Estado de São Paulo	95
4.1.1 Carga Orgânica Potencial e Remanescente.....	97
4.1.2 Porcentagens de Coleta e Tratamento por Município e por UGRHI	98

4.2 Atendimento aos Padrões da Legislação	103
4.2.1 Porcentagem de resultados desconformes das principais variáveis por UGRHI	104
4.2.1.1 <i>Escherichia coli</i>	105
4.2.1.2 Ferro Dissolvido, Alumínio Dissolvido e Manganês	106
4.2.1.3 Fósforo Total	107
4.2.1.4 Oxigênio Dissolvido	108
4.2.1.5 DBO _(5,20)	109
4.2.1.6 Nitrogênio Amoniacal	110
4.2.1.7 Metais	110
4.2.2 Outras Variáveis	111
4.2.2.1 Agrotóxicos	111
4.2.2.2 Compostos Orgânicos Voláteis (COVs)	118
4.2.2.3 BTEX	119
4.2.2.4 Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPAs)	119
4.2.2.5 Fenóis Totais	119
4.2.2.6 Boro Total	119
4.2.2.7 Fluoreto	120
4.2.2.8 Óleos e Graxas	120
5 • Índices de Qualidade das Águas	121
5.1 Índice de Qualidade das Águas - IQA	121
5.1.1 Distribuição porcentual das categorias do IQA por UGRHI	121
5.1.2 Influência da sazonalidade na distribuição porcentual das categorias do IQA	125
5.1.3 IQA entre 2014 e 2019	125
5.2 Índice de qualidade de água para fins de abastecimento público - IAP	126
5.2.1 IAP entre 2014 e 2019	131
5.2.1.1 IAP das captações monitoradas a partir de 2015	132
5.2.2 Influência da sazonalidade na distribuição porcentual das categorias do IAP	133
5.3 Índice de qualidade das águas para a proteção da vida aquática - IVA	134
5.3.1 Distribuição porcentual das categorias do IVA por UGRHI	134
5.3.2 IVA entre 2014 e 2019	147
5.4 Índice de Balneabilidade das praias em reservatórios e rios - IB	151
6 • Avaliação Biológica	157
6.1 MICROBIOLOGIA	157
6.1.1 <i>Giardia</i> spp. e <i>Cryptosporidium</i> spp.	157
6.2 TOXICOLOGIA	162
6.2.1 Testes de Mutagenicidade	162
6.2.1.1 Teste de <i>Salmonella</i> /microsoma – teste de Ames	162
6.2.1.2 Ensaio de Micronúcleo <i>in vitro</i>	164
6.2.2 Toxicidade aguda com <i>Vibrio fischeri</i>	165
6.3 COMUNIDADES AQUÁTICAS	169
6.3.1 Comunidade Fitoplanctônica	169
6.3.2 Comunidade Zooplanctônica	176
6.3.3 Comunidade de Macroinvertebrados Bentônicos	178
6.3.4 Espécies Exóticas Invasoras - EEI	187
6.3.5 Diagnóstico Integrado das Comunidades Aquáticas	188
6.4 ENSAIOS BIOANALÍTICOS	191
6.4.1 Interferentes endócrinos (atividade estrogênica)	191
6.4.2 Determinação da atividade glicocorticoide (ensaio GR-CALUX)	192

7 • Avaliação por corpo de água.....	195
7.1 UGRHI 02 – RIO PARAÍBA DO SUL.....	196
7.1.1 Rio Paraíba do Sul	196
7.1.2 Rio Jaguari – UGRHI 02.....	197
7.2 UGRHI 03 – LITORAL NORTE	201
7.2.1 Cursos de Água do Litoral Norte	201
7.2 UGRHI 04 e 12 – PARDO / BAIXO PARDO	202
7.2.1 Rio Pardo – UGRHIs 04 e 12.....	202
7.3 UGRHI 05 – PIRACICABA / JUNDIAÍ / CAPIVARI.....	203
7.3.1 Rio Atibaia	203
7.4.2 Rio Jaguari	206
7.4.3 Rio Piracicaba.....	208
7.4.4 Rio Capivari.....	212
7.4.5 Rio Jundiaí	213
7.5 SISTEMA CANTAREIRA – UGRHIs 05 e 06	214
7.5.1 Reservatório Jaguari	217
7.5.2 Reservatório Jacaré.....	219
7.5.3 Reservatório Cachoeira	221
7.5.4 Reservatório Atibainha.....	224
7.5.5 Reservatório Juqueri (Paiva Castro)	227
7.5.6 Reservatório Águas Claras	229
7.6 Rio Tietê – UGRHIs 06, 10, 13, 16 e 19	233
6.6.1 Rio Tamanduateí.....	243
7.47 Rio Pinheiros	243
7.7 RESERVATÓRIOS DA UGRHI 06 – ALTO TIETÊ	246
7.7.1 Reservatório Billings	246
7.7.2 Reservatório Guarapiranga	256
7.7.3 Reservatório Rio Grande	263
7.7.4 Sistema Alto Tietê.....	273
7.7.4.1 Reservatório Jundiaí	275
7.7.4.2 Reservatório Taiaçupeba	276
7.8 UGRHI 08 – SAPUCAÍ / GRANDE	279
7.8.1 Rio Sapucaí – UGRHI 08.....	279
7.9 UGRHI 09 – MOGI-GUAÇU.....	281
7.9.1 Rio Mogi-Guaçu	281
7.10 UGRHI 10 – SOROCABA / MÉDIO TIETÊ	282
7.10.1 Rio Sorocaba	282
7.10.2 Reservatório Itupararanga.....	283
7.11 UGRHI 11 – RIBEIRA DE IGUAPE / LITORAL SUL.....	286
7.11.1 Rio Ribeira e Rio Ribeira do Iguape	286
7.12 UGRHI 16 – TIETÊ / BATALHA	287
7.12.1 Rio Batalha	287
7.13 UGRHI 18 – SÃO JOSÉ DOS DOURADOS.....	288
7.13.1 Rio São José dos Dourados	288
7.14 UGRHI 20 - AGUAPEÍ	290
7.14.1 Rio Aguapeí	290
7.15 UGRHI 21 - PEIXE	291
7.15.1 Rio do Peixe – UGRHI 21	291
7.16 DIVISAS DO ESTADO	292
7.16.1 Rio Grande – UGRHIs 08, 12 e 15	292
7.16.2 Rio Paraná – UGRHIs 18, 19, 20, 21 e 22	293
7.16.3 Rio Paranapanema – UGRHIs 14, 17 e 22	294

8 • Qualidade dos sedimentos	295
9 • Mortandades de Peixes	307
9.1 Registros de Mortandades de Peixes	307
9.2 Ocorrências nas UGRHs	309
9.3 Tendência nas UGRHs	310
9.4 Atendimentos pelo Setor de Comunidades Aquáticas e Agências Ambientais	311
9.5 Causas das Mortandades de peixes	313
10 • Conclusões	317
11 • Referências	321
Anexos	
Anexo A - Legislações	
Apêndices	
Apêndice A - Quantitativo de postos pluviométricos	
Apêndice B - Intensidade de Chuvas por UGRHI	
Apêndice C - Dados de saneamento por município	
Apêndice D - Índices de Qualidade das Águas	
Apêndice E - Significado ambiental e sanitário das variáveis de qualidade das águas e dos sedimentos e metodologias analíticas e de amostragem	
Apêndice F - Relação das variáveis por ponto de amostragem	
Apêndice G - Mapa das redes de monitoramento por UGRHI	
Apêndice H - Aspectos quantitativos da rede de monitoramento	
Apêndice I - Índice de Abrangência Espacial do Monitoramento (IAEM)	
Apêndice J - Resultados do monitoramento	
Apêndice K - Dados brutos das variáveis de qualidade das águas e dos sedimentos	
Apêndice L - Perfis de Oxigênio Dissolvido e Temperatura da Água	
Apêndice M - Média anual dos Índices de Qualidade (2014 a 2019)	
Apêndice N - Resultados analíticos e classificação semanal das praias de rios e reservatórios	
Apêndice O - Dados de vazão e cargas de DBO e Fósforo	
Apêndice P - Perfis sedimentares	
Apêndice Q - Ocorrências de mortandade de peixes	

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 atualmente 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 de 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, nas quais 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 de 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. Dessa 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 de 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 – 2019

Monitoramento Automático CETESB	Objetivos	Início de Operação	Pontos	Frequência	Variáveis
Rede Básica	Fornecer um diagnóstico geral dos recursos hídricos no estado de São Paulo.	1974	477	Bimestral	Físicas Químicas Biológicas
Rede de Sedimento	Complementar o diagnóstico da coluna de água.	2002	24	Anual	Físicas Químicas Biológicas
Balneabilidade de Rios e Reservatórios	Informar as condições da água para recreação de contato primário/banho à população.	1994	34	Semanal / Mensal	Biológicas
Monitoramento Automático	Controle de fontes poluidoras domésticas e industriais, bem como controle da qualidade da água destinada ao abastecimento público.	1998	17	Horária	Físicas Químicas

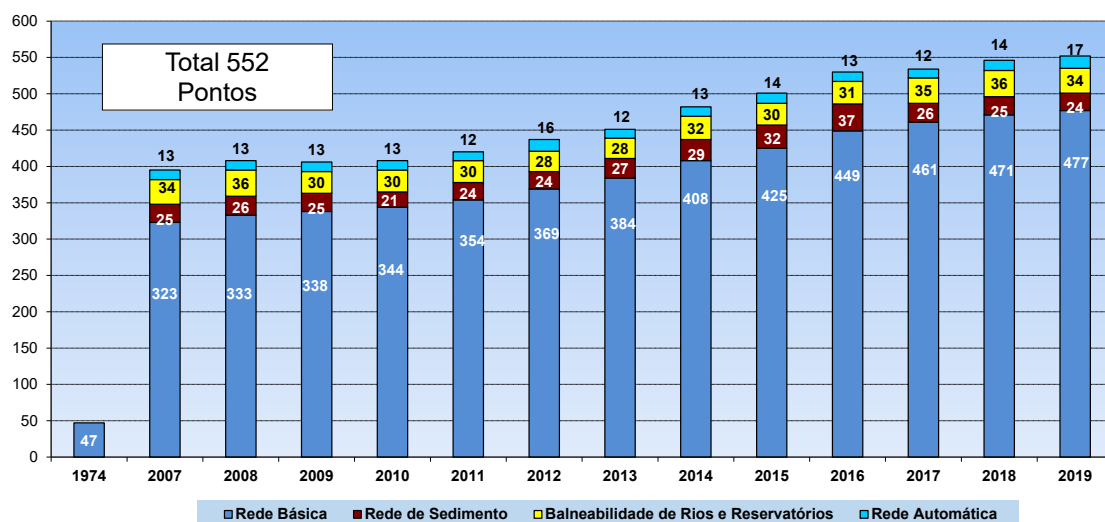
O aperfeiçoamento sistemático da rede da CETESB atende a diversos objetivos inerentes ao monitoramento de qualidade das águas, destacando-se:

- 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 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. As modificações 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.

Outro exemplo passível de ser citado é o acompanhamento do Projeto Novo Rio Pinheiros que implicou no aumento do número de pontos de monitoramento das águas, aumento na frequência de monitoramento além da avaliação de sedimentos.

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. 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 razão 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 Total, Chumbo Total, Cloreto Total, Cobre Dissolvido, Cobre Total, Crômio Total, DBO _{5,20°C} , Dureza, Ferro Dissolvido, Ferro Total, Fluoreto, Fósforo Total, Fósforo-Ortofosfato, Magnésio, Manganês Total, Mercúrio Total, Níquel Total, Nitrogênio Amoniacal, Nitrogênio Kjeldahl, Nitrogênio-Nitrato, Nitrogênio-Nitrato, Oxigênio Dissolvido, pH, Potássio, Sódio, Subst. Tensoat. reagem c/ Azul Metileno (Surfactantes), Sulfato, Zinco Total	Agrotóxicos (herbicidas, inseticidas, fungicidas e raticidas, organofosforados), Alcalinidade Total, Arsênio Total, Boro Total, Carbono Orgânico Dissolvido, Compostos Orgânicos Voláteis (COVs), Compostos Orgânicos Semivoláteis (SemiCOVs), DQO, Fenóis Totais, Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPAs), Microcistinas, Nitrogênio Total, Óleos e Graxas, Potencial de Formação de THM, Saxitoxina, Sulfeto
	Hidrobiológicos	Clorofila <i>a</i> e Feofitina <i>a</i>	Comunidades Fitoplanctônica e Zooplanctônica
	Microbiológicos	<i>Escherichia coli</i>	<i>Giardia</i> e <i>Cryptosporidium</i>
	Ecotoxicológicos	Ensaio ecotoxicológico com o microcrustáceo <i>Ceriodaphnia dubia</i>	Ensaio de Toxicidade Aguda com a bactéria luminescente <i>Vibrio fischeri</i> (Sistema Microtox®)
	Testes de Mutagenicidade		Ensaio de Mutação Reversa (Teste de Ames) e Ensaio de micronúcleos <i>in vitro</i>
	Bioanalíticos		Atividade Estrogênica por BLYES, GR-Calux

*Principais variáveis - monitoradas em mais de 70% dos pontos;

** Variáveis adicionais - monitorados em menos de 70% dos pontos

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

Em 2019, a Rede Básica gerou um volume de dados correspondente aos resultados de aproximadamente 125.000 análises físicas, químicas, biológicas, ecotoxicológicas e bioanalíticas.

O Apêndice F apresenta as variáveis e a quantidade de resultados por ponto de amostragem em 2019.

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, Crômio, Escândio, Ferro, Fósforo, Manganês, Mercúrio, Níquel, Nitrogênio Kjeldahl e Zinco.
		b) Orgânicas: Bifenilas Policloradas (PCBs), Carbono Orgânico Total, Difenil Éter Polibromados (PBDE), Dioxinas e Furanos, Dioxin-Like PCBs, 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</i> sp., 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 sanctacarli</i> e ensaio de Mutação Reversa (Teste de Ames)

Desde 2014, tem sido realizado o perfil sedimentar de metais em alguns rios e reservatórios, com o objetivo de 1) avaliar a distribuição desses 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 por meio 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.

A Tabela 1.4 apresenta as categorias e as faixas de classificação dos 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

IQA – Índice de Qualidade das Águas; IAP – Índice de Qualidade das Águas Brutas para Fins de Abastecimento Público; IVA – Índice de Qualidade das Águas para Proteção da Vida Aquática; IET – Índice do Estado Trófico; ICF – Índice da Comunidade Fitoplânctônica; ICZ – Índice da Comunidade Zooplânctônica; IB – Índice de Balneabilidade

1.2.3.1 Índice de Qualidade das Águas - IQA

Para o cálculo do IQA, são consideradas variáveis de qualidade que indicam a presença de efluentes sanitários no corpo de água, fornecendo uma visão geral sobre as condições de qualidade das águas superficiais. Esse 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. Índice de Qualidade das Águas Brutas para fins de Abastecimento Público - IAP

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 Índice de Qualidade das Águas - IQA e do Índice de Substâncias Tóxicas e Organolépticas - ISTO.

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 do Anexo XX da Portaria de Consolidação nº 5/2017 do Ministério da Saúde e valores para o limite superior, em geral, correspondente ao padrão Classe 3 da Resolução CONAMA nº 357/2005. 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 Índice de Qualidade das Águas para Proteção da Vida Aquática - IVA

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, 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 4 (CONAMA nº 357/2005).

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

1.2.3.4 Índice do Estado Trófico - IET

O Índice do Estado Trófico classifica os corpos de 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. Índice da Comunidade Fitoplanctônica - ICF, Índice da Comunidade Zooplanc- tônica - ICZ e Índice da Comunidade Bentônica - ICB

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. Índice de Balneabilidade - IB

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.

1.2.3.7. Critério de Avaliação da Qualidade dos Sedimentos - CQS

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

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

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

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

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

Tabela 1.5 – Critérios para o diagnóstico da qualidade dos sedimentos

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

a) Segundo valores guias estabelecidos pelo CCME (1999)

b) ICB – Índice de Comunidade Bentônica

TEL - concentração abaixo da qual raramente são esperados efeitos biológicos adversos

PEL - concentração acima da qual frequentemente são esperados efeitos biológicos adversos

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	Presença de efluentes (principalmente doméstico)	Todos	Temperatura, pH, Oxigênio Dissolvido, Demanda Bioquímica de Oxigênio, <i>Escherichia coli</i> /Coliformes Termotolerantes, Nitrogênio Total, Fósforo Total, Sólidos Totais e Turbidez.
	IAP	Abastecimento Público	Utilizados para abastecimento público	Temperatura, pH, Oxigênio Dissolvido, Demanda Bioquímica de Oxigênio, <i>Escherichia coli</i> , Nitrogênio Total, Fósforo Total, Sólidos Totais, Turbidez, Ferro, Manganês, Alumínio, Cobre, Zinco, Potencial de Formação de Trihalometanos, Número de Células de Cianobactérias (Ambiente Lêntico), Cádmio, Chumbo, Cromo Total, Mercúrio e Níquel.
	IET	Eutrofização	Todos, exceto os rios enquadrados na Classe 4 (CONAMA 357/2005) 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 ¹ ; 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.

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. Nesse 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).

Dessa 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 de água, podendo incluir a morte de diversas espécies, além de outros organismos. As mortandades estão normalmente associadas a alterações da qualidade da água e, embora nem sempre seja possível identificar suas causas, o seu registro consiste em um bom indicador da suscetibilidade do corpo hídrico em relação às fontes de poluição nas respectivas UGRHI. A CETESB realiza atendimento a ocorrências de mortandades de peixes por meio das Agências Ambientais e do Setor de Comunidades Aquáticas.

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

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

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

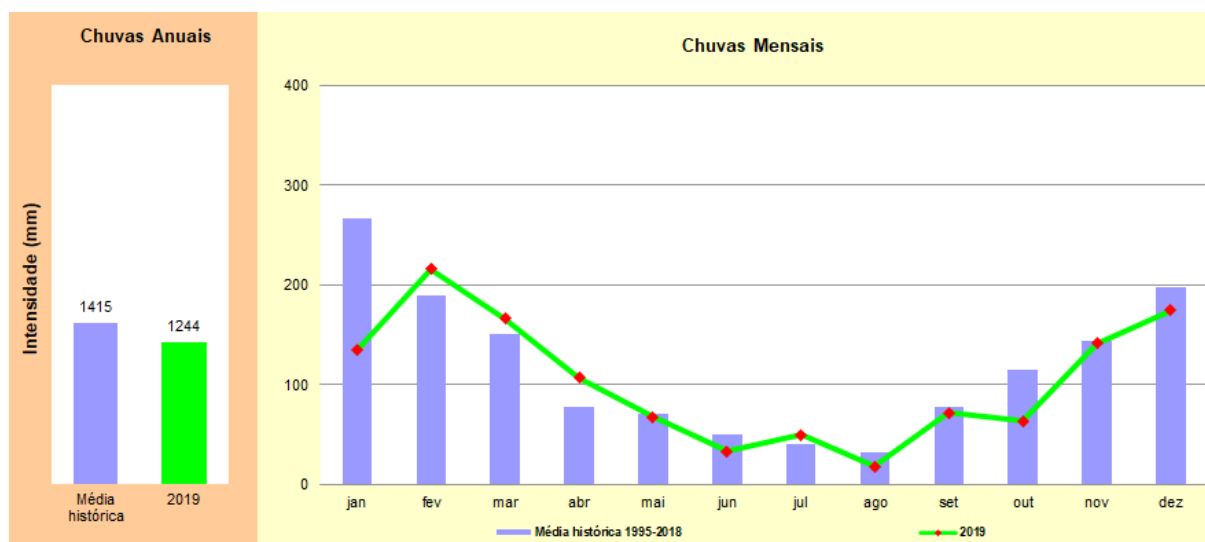
A partir de 2019, visando considerar as características dos municípios localizados nas UGRHIs litorâneas (Litoral Norte, Baixada Santista e Litoral Sul) e suas ações na melhoria dos sistemas de esgotamento, a CETESB alterou a metodologia de cálculo do ICTEM para os municípios dotados de sistemas de disposição oceânica por meio de Emissários Submarinos. Dessa forma, para a população atendida por sistemas de disposição oceânica, compostos por EPCs e Emissários Submarinos, foi desenvolvido um ICTEM específico – ICTEM_{ES}.

Informações adicionais sobre o cálculo do ICTEM_{ES} foram inseridas no Capítulo 4 e a metodologia completa 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 1.168 postos pluviométricos distribuídos pelas 22 UGRHs, conforme apresentado no Apêndice A. Os valores de precipitação média mensal e anual do Estado foram calculados proporcionalmente à área de cada UGRH, ou seja, ainda que tenham menos postos, as UGRHs com maior área têm peso maior no cálculo das médias do estado. O resultado é apresentado no Gráfico 2.1.

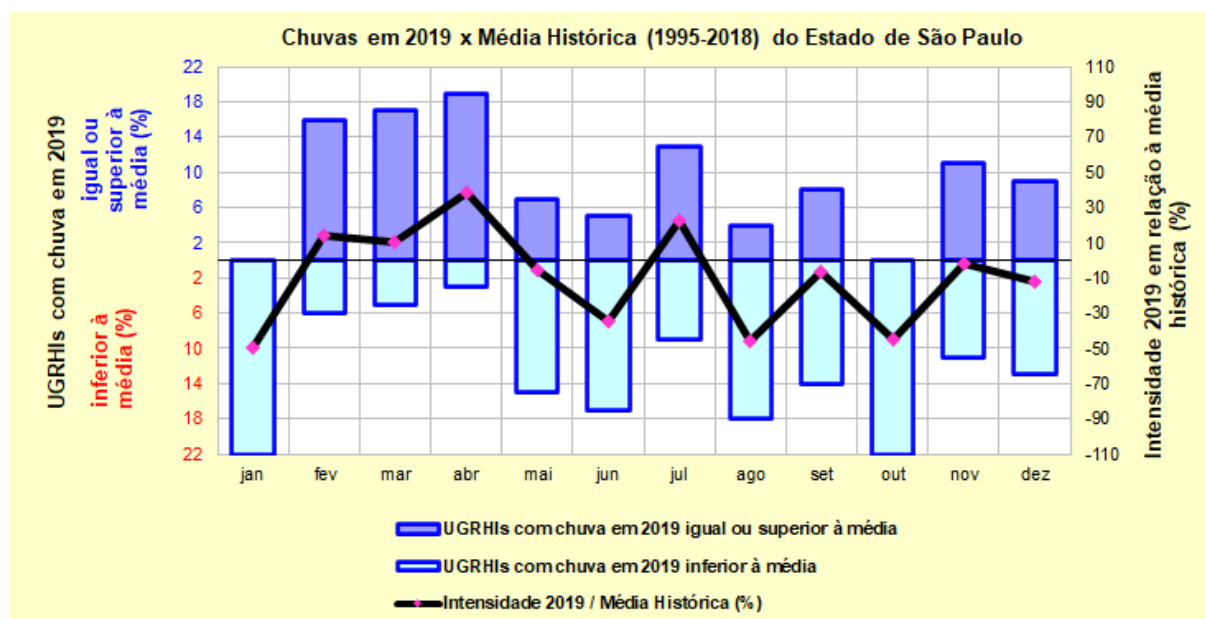
Gráfico 2.1 – Intensidades de chuva mensais e anual no estado de São Paulo em 2019.



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 1995-2018. Esse intervalo temporal foi selecionado por apresentar dados em todas as UGRHs. O ano de 2019 apresentou um volume anual de chuvas de 1.244 mm, ou seja, 12% inferior à média dos 24 anos anteriores.

Ainda no Gráfico 2.1, é possível observar a distribuição mensal das chuvas. No período de estiagem, historicamente considerado de abril a setembro, com precipitações mensais inferiores a 100 mm, a precipitação foi equivalente à média histórica. Já o período tradicionalmente mais úmido, que envolve os meses de janeiro a março e outubro a dezembro, registrou 15,8% menos precipitação que a média histórica, com destaque para os meses de janeiro e outubro bem mais secos.

Para avaliar as precipitações ocorridas ao longo de 2019 no conjunto das UGRHs, foi elaborado o Gráfico 2.2. Para tanto, foram comparadas as precipitações mensais em cada uma das UGRHs com as médias históricas do estado, para se obter o número de unidades que registraram chuvas acima e abaixo da média. Calculou-se, também, a variação de intensidade pluviométrica do conjunto das UGRHs em relação à média histórica do estado.

Gráfico 2.2 – Chuvas nas UGRHs em 2019 em relação à média histórica do estado de São Paulo.

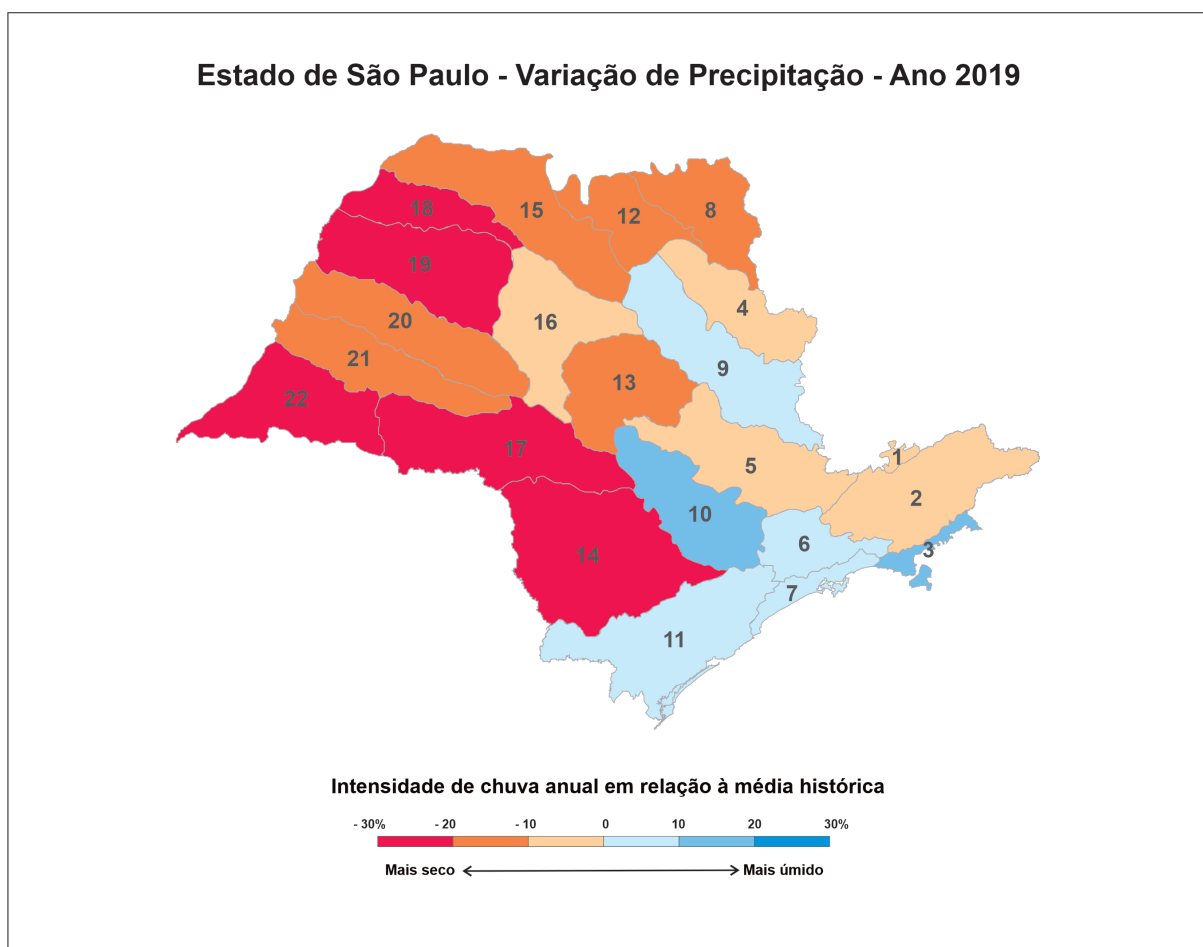
Os resultados mostrados no Gráfico 2.2 corroboram os do Gráfico 2.1. Constata-se no Gráfico 2.2 que os deslocamentos da linha são compatíveis com o posicionamento das barras azuis. Exemplificando, agosto de 2019 apresentou intensidade de chuva 45% inferior à média histórica, podendo-se observar a linha no campo negativo (-45%) e a barra azul indicando que 18 das 22 UGRHs tiveram um mês de agosto 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, tal como o posicionamento das barras azuis, mostra uma tendência ao déficit pluviométrico, o que condiz com o fato de a precipitação de 2019 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 2019 e a série histórica de cada bacia. Essas informações foram consolidadas na Figura 2.1, em que se visualiza especialmente a ocorrência de chuvas em 2019 nas 22 UGRHs do estado, comparativamente às médias históricas de cada uma. Nesse mapa, observa-se que, em 2019, 16 UGRHs apresentaram volumes anuais de chuva inferiores às respectivas médias históricas, destacando-se os déficits de 23% na UGRHI 14, 26% na UGRHI 18 e 36% na UGRHI 22.

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

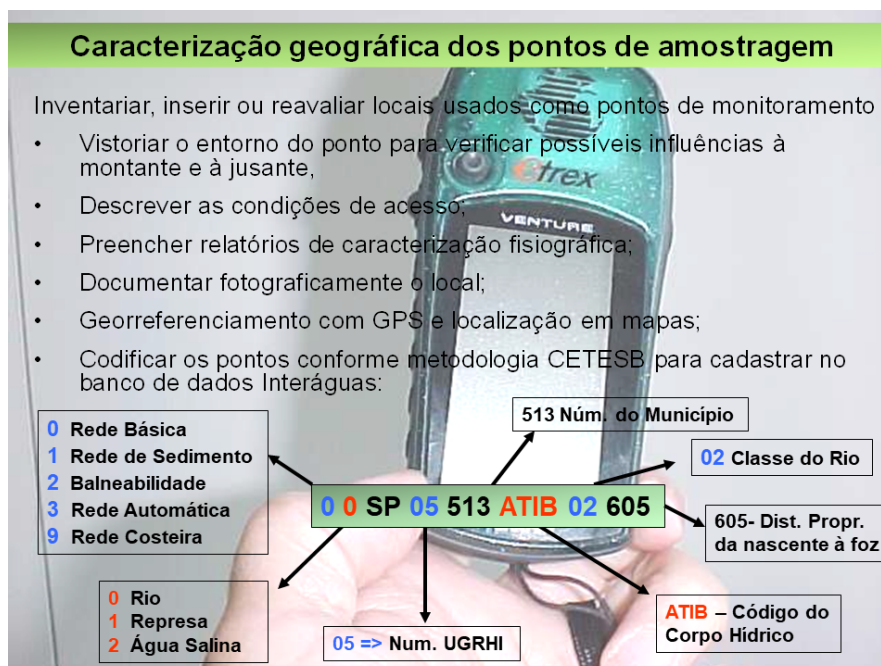
O monitoramento da qualidade das águas superficiais em corpos de água doce, como rios e reservatórios, é constituído pelas redes de amostragem manual e automática, que objetivam um diagnóstico dos usos múltiplos do recurso hídrico. Para o acompanhamento das condições de contato primário das praias de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

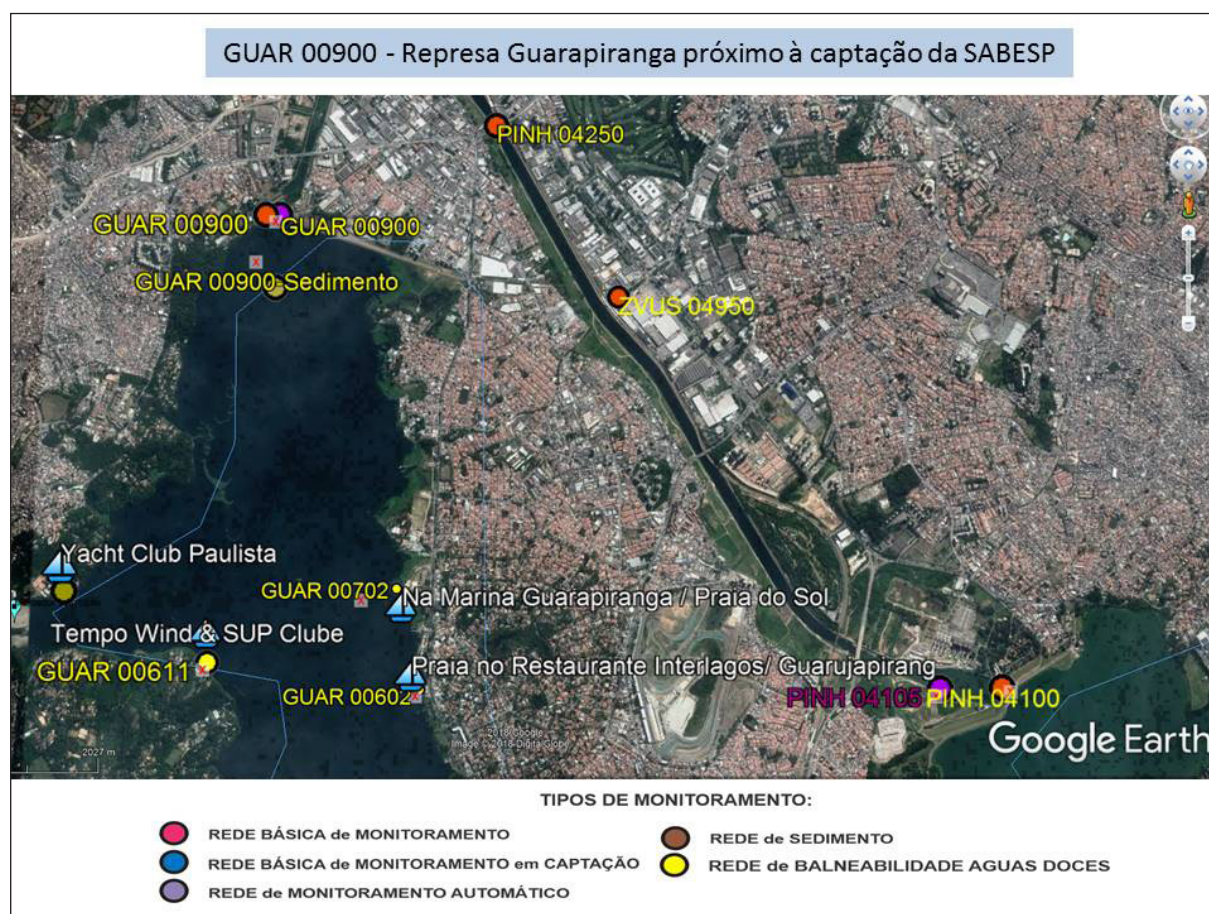
Figura 3.1 – Processo de codificação e georreferenciamento dos pontos de amostragem.



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

A Figura 3.2, extraída do *Google Earth*, apresenta um exemplo da localização do ponto da represa de Guarapiranga, GUAR 00900 - na Captação da SABESP, junto à casa de bombas.

Figura 3.2 – Exemplo de localização do ponto GUAR 00900, 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 2019, foi constituída por 477 pontos de amostragem. Em relação ao ano anterior houve um acréscimo de seis pontos. Na rede básica da CETESB foram incluídos 11 novos pontos: PDIZ 00700 (UGRHI 1), PARB 02800 e UAMA 00600 (UGRHI 2), CORD 04950, ESSE 04800 e TUPU 00900 (UGRHI 6), SORO 02300 (UGRHI 10), BEBE 04500 e BEBE 04800 (UGRHI 12). Foram excluídos três pontos: UAMA 00550 (UGRHI 2), COTI 03900 (UGRHI 6) e JIBU 02750 (UGRHI 10). Além disso, houve duas substituições: na UGRHI 6 - Alto Tietê, onde o ponto MOVE 03500 foi excluído e substituído pelo MOVE 03400 e na UGRHI 9 – Mogi-Guaçu, onde o ponto PEXE 02150 foi desativado e o ponto PEXE 02100 reativado. Além disso, houve a realocação do ponto JQRI 03800, permanecendo o mesmo código já existente.

Os quatro pontos resultantes do acordo CETESB/CESP (2018) para monitoramento conjunto do rio Paraná: PARN 02110 (UGRHI 19); PARN 02400 (UGRHI 20), PARN 02740 e PARN 02910 (UGRHI 22) foram mantidos durante o ano de 2019.

Na Tabela 3.1, são discriminadas as alterações ocorridas na Rede Básica CETESB ao longo de 2019.

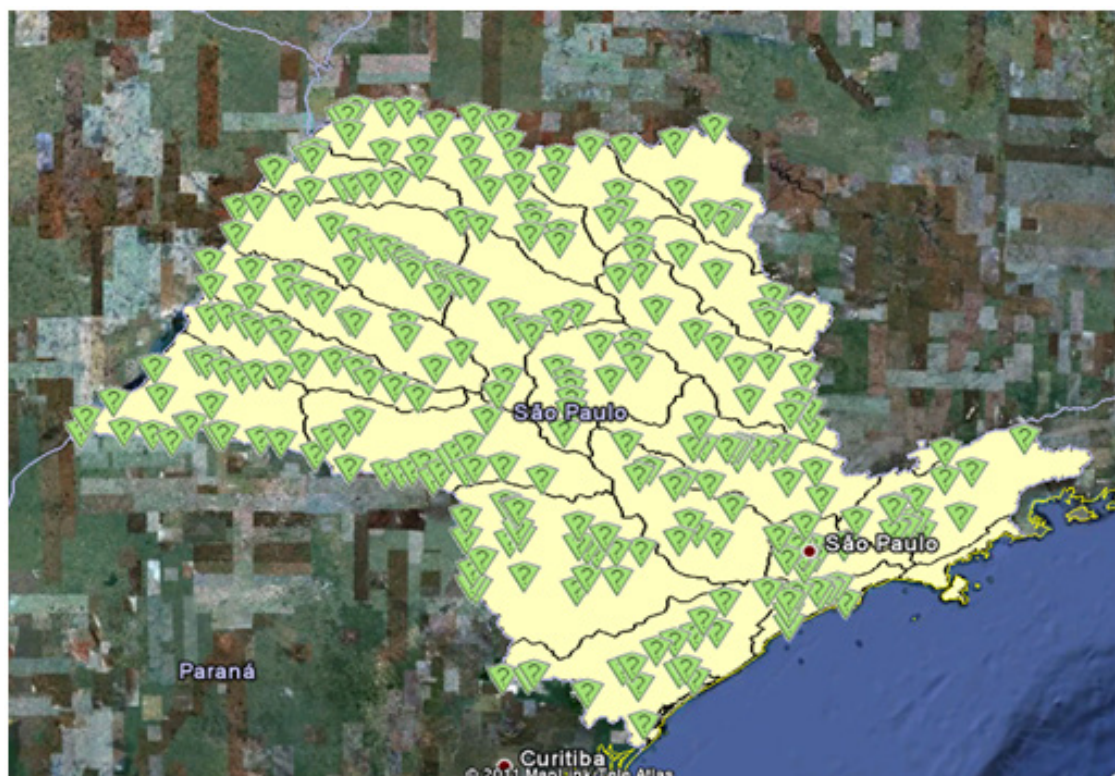
Tabela 3.1 – Alterações de Pontos de Amostragem na Rede Básica em 2019 (continua)

UGRHI	Nº de Pontos	Situação	Corpo Hídrico / Código CETESB	Motivo
1	1	Inclusão	Ribeirão das Perdizes PDIZ 00700	Ponto Novo. Inserido para avaliar o impacto de efluentes urbanos / carga difusa na captação de Campos de Jordão.
2	1	Inclusão	Rio Paraíba do Sul PARB 02800	Para verificar os aportes de esgoto doméstico antes da cidade de Cruzeiro.
	1	Exclusão	Rio Piracuama UAMA 00550	Ponto excluído para entrada de ponto Rede ANA no mesmo corpo hídrico.
	1	Inclusão	Rio Piracuama UAMA 00600	Substitui o ponto UAMA 00550 e será integrado à rede Ana pois terá medição
6	1	Exclusão	Rio Cotia COTI 03900	Esta captação da SABESP no Rio Cotia deixou ser utilizada para abastecimento público.
	1	Inclusão	Córrego Parque do Cordeiro CORD 04950	Monitoramento dos Afluentes do Rio Pinheiros - Projeto Novo Rio Pinheiros.
	1	Inclusão	Córrego do Morro do S ESSE 04800	Monitoramento dos Afluentes do Rio Pinheiros - Projeto Novo Rio Pinheiros.
	1	Realocado	Rio Juqueri JQRI 03800	Realocado para a Ponte dentro da Empresa Natura, ao lado da Rod. Anhanguera, km 31, por falta de segurança no antigo local.
	1	Exclusão	Ribeirão Moinho Velho MOVE 03500	O ponto não apresentava condições de coleta por falta de nível de água adequado e por questões de segurança no acesso
	1	Inclusão	Ribeirão Moinho Velho MOVE 03400	Em substituição ao Ponto MOVE 03500.
	1	Inclusão	Córrego do Itupu TUPU 00900	Contribuições de entrada de esgoto doméstico na Represa Guarapiranga em área de lazer.
9	1	Exclusão	Rio do Peixe - UGRHI 9 PEXE 02150	Para avaliar o manancial da cidade de Socorro.
	1	Inclusão	Rio do Peixe - UGRHI 9 PEXE 02100	Em substituição ao ponto PEXE 02150. Ponto ANA

Tabela 3.1 – Alterações de Pontos de Amostragem na Rede Básica em 2019 (conclusão)

UGRHI	Nº de Pontos	Situação	Corpo Hídrico / Código CETESB	Motivo
10	1	Inclusão	Rio Sorocaba SORO 02300	Solicitação da Agência Ambiental de Sorocaba.
	1	Exclusão	Rio Pirajibu JIBU 02750	Colocado temporariamente para verificar a presença de Fluoreto.
12	2	Inclusão	Córrego Bebedouro BEBE04500 BEBE 04800	Pontos Novos. Inseridos para avaliar os impactos de efluentes urbanos / industriais e carga difusa a jusante da cidade de Bebedouro.
22	1	Recodificação	Rio Santo Anastácio STAN 04300 / STAN 02300	O ponto estava enquadrado na classe errada. Foi corrigido para STAN 02300, pois fica a montante da foz do Córrego Limoeiro.

Em 2013, a CETESB integrou os primeiros pontos provenientes do acordo de Cooperação Técnica firmado, em 2010, com a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico - ANA, dentro do Programa Nacional de Avaliação da Qualidade das Águas - PNQA, 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 Centro Tecnológico de Hidráulica e Recursos Hídricos - CTH e o Departamento de Águas e Energia Elétrica - DAEE optou-se pela exclusão de cerca de 50 pontos propostos inicialmente e integração de muitos pontos em locais já monitorados pela CETESB.

Figura 3.3 – Pontos ANA propostos inicialmente para o estado de São Paulo.

Em 5 de setembro de 2016, o contrato nº 034/2016/ANA foi assinado e publicado no Diário Oficial da União - DOU. O mesmo definiu o Plano de Metas do Contrato em que a rede federal no estado de São Paulo deverá atingir 249 pontos até 2020, inseridos progressivamente ao longo dos cinco anos de vigência do contrato. Além disso, foram estabelecidas metas semestrais de integração progressiva de pontos de quantidade e qualidade no programa de monitoramento da CETESB. Assim dos 249 pontos exigidos, 124 teriam que ter dados integrados aos dados de quantidade, com dados de medição de vazão simultânea, gerando informação quali-quantitativa com frequência de quatro vezes por ano, tal como mostrado na Figura 3.4.

Assim, dando sequência ao processo, a CETESB continua com a inserção de novos pontos, por meio do processo de visita, caracterização geográfica, codificação e cadastramento de novos locais no Banco Interáguas.

Em 2018, a rede da CETESB possuía 235 pontos ANA. Em 2019, foram adicionados seis pontos ANA novos/integrados: UAMA 00600 (UGRHI 2); ESSE 04800 (UGRHI 6); PEXE 02100 (UGRHI 9), SORO 02300; (UGRHI 10) e BEBE 04500 (UGRHI 12), incluídos na rede básica em 2019. Além disso, o ponto KERI 02900 (UGRHI 13), que já pertencia à rede básica desde 2018, foi integrado à rede federal. Foi excluído o ponto PEXE 02150, por não mais fazer parte da rede CETESB. Portanto, em 2019, a rede federal da ANA no estado de São Paulo contou com 240 pontos, tendo sido atingida a meta parcial de 240 pontos de qualidade. Os dados de quali-quantidade foram medidos em 110 pontos, por meio da parceria CETESB/DAEE, também sendo atingida a meta parcial de 96 pontos.

Durante este último período de certificação (2020 – 2021) 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.

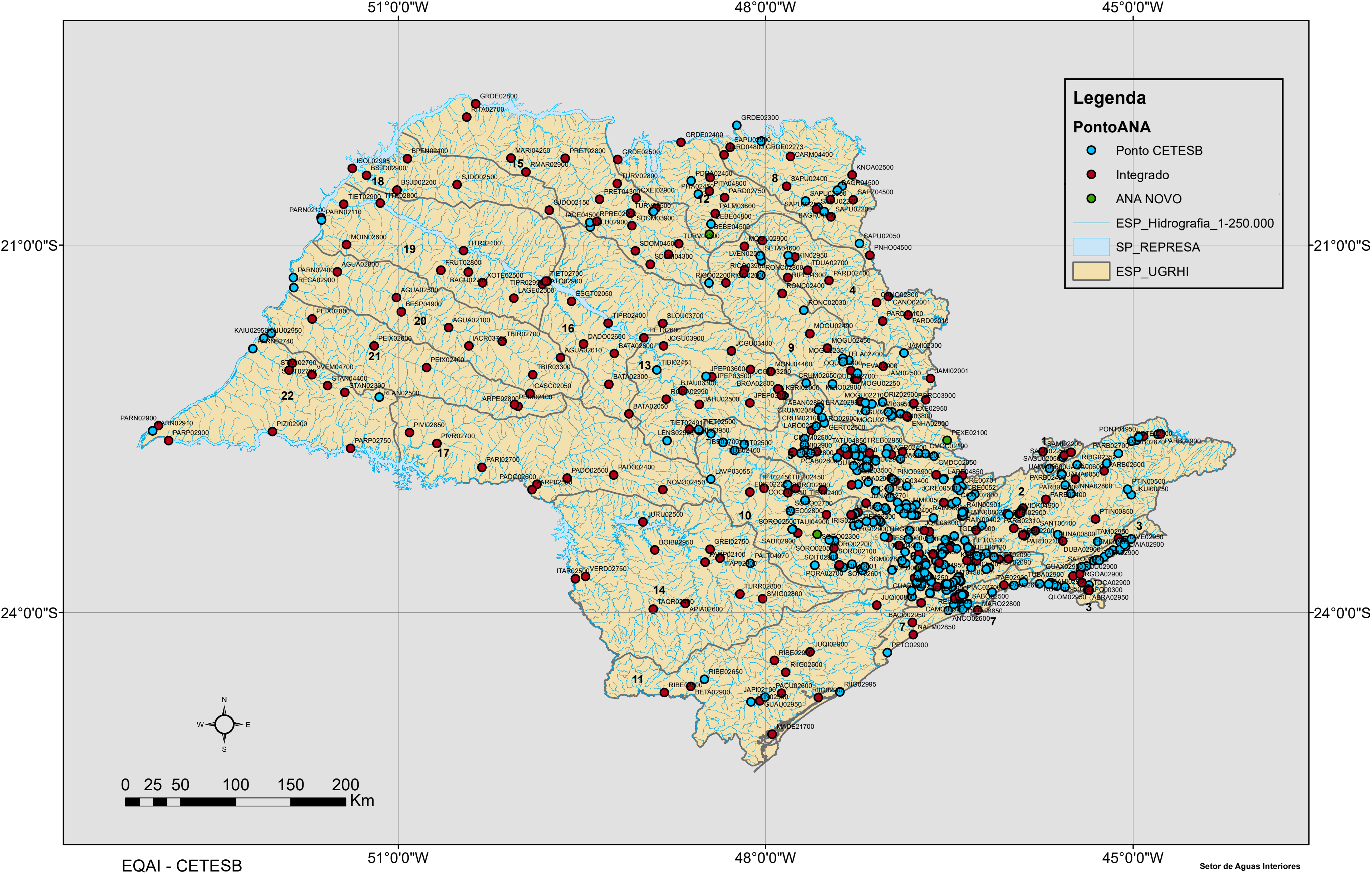
Figura 3.4 – Ex. Medição de vazão realizada pela CETESB no ponto UAMA 00600, no Rio Piracuama, Vale do Paraíba. (Foto: C.Midaglia).



O Mapa 3.1, mostra a atual situação do processo de integração da rede paulista da CETESB com a Rede Nacional de Monitoramento da Qualidade das Águas - RNQA.

Mapa 3.1 – Pontos de Monitoramento da Rede Básica CETESB / Rede Nacional de Monitoramento da Qualidade das Águas 2019

Pontos da Rede Básica CETESB / Rede Federal ANA 2019

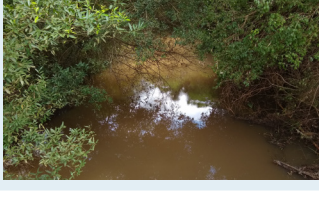


Na Tabela 3.2, são apresentados os registros fotográficos dos pontos novos da CETESB e da rede conjunta CETESB/ANA, que foram inseridos na rede básica em 2019, estando alguns deles, próximos a réguas fluviométricas.

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	
1	RIBEIRÃO DAS PERDIZES PDIZ 00700 CETESB	Ribeirão das Perdizes PDIZ 00700 Na captação da SABESP do Jardim Alpestre, em Campos do Jordão.		
2	RIO PARAÍBA DO SUL PARB 02800 PONTO CETESB	Rio Paraíba do Sul PARB 02800 Ponte Hamilton Galhano, na SP- 52, a montante de Cruzeiro.		
2	Rio PIRACUAMA UAMA 00600 PONTO CETESB/ ANA	Rio Piracuama UAMA 00600 No Balneário de Piracuama - Reino das Águas Claras		
6	CÓRREGO PARQUE DO CORDEIRO CORD 04950 PONTO CETESB	Córrego Parque do Cordeiro CORD 04950 No Dreno de acesso da SABESP ao Córrego do Cordeiro, junto à ciclovía da Av. Chucri Zaidan, em sua foz junto ao dreno do Brooklyn.		
6	CÓRREGO DO MORRO DO S ESSE 04800 PONTO CETESB	Córrego do Morro do S ESSE 04800 Na Av. Caldeira Filho, próximo ao posto SAISP 347 (Morro do S-CL). Junto à travessia da Rua Joaquim Nunes Teixeira.		
6	RIBEIRÃO MOINHO VELHO MOVE 03400 PONTO CETESB	Ribeirão Moinho Velho MOVE03400 Ponte na Estrada Velha de Cotia, altura do nº 151.		
6	CÓRREGO DO ITUPU TUPU 00900 PONTO CETESB	TUPU 00900 Ponte na Estrada do Riviera, próximo da Av. Nova Arcádia, junto a foz na represa Guarapiranga.		

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	
9	RIO do PEIXE PEXE 02100 PONTO CETESB/ ANA	Ponte na Rodovia SP-08, que liga Socorro a Lindóia, a jusante da captação da SABESP.		
10	RIO SOROCABA SORO 02300 PONTO CETESB/ ANA	SORO 02300 Ponte na Estrada Mun. Sorocaba/Boituva ao lado da captação do condomínio Faz. Boa Vista, na divisa de Boituva/Iperó.		
12	CÓRREGO BEBEDOURO BEBE 04500 PONTO CETESB/ ANA	BEBE 04500 Ponte na Rod. SP 326, em Bebedouro.		
12	CÓRREGO BEBEDOURO BEBE 04800 PONTO CETESB	BEBE 04800 Ponte na SP 353 (Rod. Oswaldo Prudente Correa), que leva à Terra Roxa		

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

3.2.2 Rede de Sedimentos

Em 2019, a rede de sedimento contou com 24 pontos em oito UGRHIs. A maioria dos pontos concentrou-se em UGRHIs com maior atividade industrial: 17 pontos, sendo nove na Região Metropolitana de São Paulo. Outros três pontos em UGRHIs com atividades agroindustriais, três pontos nas UGRHIs com predominância de atividades agropecuárias no oeste do estado e um em UGRHI onde predominam unidades de conservação ambiental.

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.

Quando os pontos são assinalados como “históricos” (com mais de 15 anos de monitoramento) ou “consolidados” (com mais de 10 anos de monitoramento), esses termos significam que eles formam um núcleo de locais que já foram sistematicamente amostrados. No ano de 2019, os pontos BILL 02100 e GUAR 00900 (históricos) e ATSG 02800 (consolidado) foram novamente amostrados.

Ainda, em 2019, na UGRHI 6 - Alto Tietê, por conta do projeto “Novo Rio Pinheiros”, que contempla ações para despoluição do rio Pinheiros, em São Paulo, foram amostrados, para fins de caracterização, cinco locais ao longo de todo o rio. Esses pontos não fizeram parte da rede de monitoramento de sedimento da CETESB.

Foram amostrados os seguintes locais:

- PINH 04200 - Na foz do Córrego Zavuvus, em frente à Estação CPTM Jurubatuba;
- PINH 04360 - Em frente à foz do Córrego do Morro do S;
- PINH 04400 - Em frente ao dreno da saída do Córrego Águas Espraiadas;
- PINH 04750 - Em frente à foz do Córrego do Pirajuçara, ao lado da Ponte da USP; e
- PINH 04790 - Em frente à foz do Córrego do Jaguaré.

A Tabela 3.3 apresenta a distribuição dos 24 pontos de sedimento por UGRHI, que foram coletados em 2019, sendo que 13 deles foram realizados em novos locais, indicando uma renovação de mais da metade da rede. A tabela também indica os principais motivos da seleção desse conjunto de pontos.

Tabela 3.3 – Pontos de amostragem da rede de sedimento em 2019. (continua)

UGRHI	Nº	Cód. CETESB	Corpo Hídrico	Motivo
2 - Paraíba do Sul	3	JKUI 00250	Rio Jacuí	Ponto novo: avaliar a carga de poluentes domésticos e industriais a jusante da cidade de Cunha.
		PTIN 00500	Rio Paraitinga	Ponto novo: Avaliar o corpo hídrico antes do início de sua entrada no Reservatório de Paraitinga.
		UAMA 00600	Rio Piracuama	Ponto novo: Avaliar o corpo hídrico antes do início de suas atividades de recreação.
05 - Piracicaba / Jundiaí / Capivari	4	ATIB 02900	Rio Atibaia	Ponto novo: Avaliar possíveis impactos no corpo hídrico a jusante da Represa de Salto Grande.
		ATSG 02800	Reservatório de Salto Grande (UGRHI 05)	Ponto consolidado: foi mantido para reavaliar novos episódios de eutrofização no reservatório e mortandade de peixes.
		CPIV 02160	Rio Capivari	Ponto reativado: avaliar a carga de poluentes a jusante da EPAR Capivari II, próxima da cidade de Monte Mor.
		JUMI 00250	Ribeirão Jundiaí-Mirim	Ponto novo: Avaliar o corpo hídrico e episódios de toxicidade na água.
6 - Alto Tietê	9	BILL 02030	Reservatório Billings	Ponto novo: Comparação de resultados com outros locais da represa.
		BILL 02100		Ponto histórico.
		BQGU 03800	Rio Baquirivu-Guaçu	Ponto reativado: Acompanhamento das ações de saneamento devido à concessão do saneamento de Guarulhos à SABESP.
		COGR 00900	Reservatório das Graças	Ponto novo: Avaliar a presença de toxicidade na água deste Reservatório da RMSP.
		GUAR0 0100	Reservatório do Guarapiranga	Ponto reativado: Além da foz do rio Parelheiros o local recebe as águas da transposição da Billings.
		GUAR 00751		Ponto novo: Comparação de resultados com outros locais da represa com atividades de recreação.
		GUAR 00900		Ponto histórico: Avaliar o corpo hídrico junto à captação da SABESP.
		JNDI 00450	Reservatório do Rio Jundiaí - UGRHI 06	Ponto Reativado: Reservatório do Sistema Alto Tietê com resultados de toxicidade na água.
		RGDE 02400	Reservatório Rio Grande	Ponto mantido: Avaliar Sist. Billings- Rio Grande no corpo central.

Tabela 3.3 – Pontos de amostragem da rede de sedimento em 2019. (conclusão)

UGRHI	Nº	Cód. CETESB	Corpo Hídrico	Motivo
7 - Baixada Santista	1	ANCO 02600	Rio Branco	Ponto novo: Avaliar aportes de carga difusa no rio Branco, próximo ao complexo estuarino de São Vicente.
9 - Mogi-Guaçu	3	MOCA 02300	Reservatório Cachoeira de Cima	Ponto Reativado: Avaliar o reservatório do Rio Mogi-Guaçu que abastece as cidades de Mogi-Mirim e Mogi-Guaçu.
		MOGU 02125	Rio Mogi-Guaçu	Ponto novo: Avaliar aportes de carga doméstica e industrial depois da foz do Rib. dos Porcos.
		MOMI 03950	Rio Mogi-Mirim	Ponto mantido: Avaliar aportes de carga doméstica e industrial na foz do rio Mogi-Mirim.
11 - Ribeira do Iguape	1	RIBE 02650	Rio Ribeira	Ponto reativado: Avaliar aportes de carga de passivo de atividades de mineração.
20 - Aguapeí	1	RECA 02900	Ribeirão das Marrecas	Ponto novo: Avaliar aportes de carga doméstica e industrial no trecho final, junto à foz no rio Paraná.
22 - Pontal do Paranapanema	2	KAIU 02950	Ribeirão Caiuá - UGRHI 22	Ponto novo: Avaliar aportes de carga de fósforo e episódios de floração de macrófitas no trecho final, junto à foz no rio Paraná.
		RLAN 02500	Represa Laranja Doce	Ponto novo: Avaliar aportes de carga difusa na represa Laranja Doce usada para fins de recreação.

3.3.3 Rede de Balneabilidade em Rios e Reservatórios

Em 2019, o programa de balneabilidade de rios e reservatórios foi executado em 34 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 2019, foram:

Na UGRHI 2, foi feita a exclusão da praia UAMA 00601, no Balneário de Piracuama - Reino das Águas Claras, em Pindamonhangaba, uma vez que a praia esteve fechada ao público.

E na UGRHI 16 houve a interrupção de coleta durante a maior parte do ano na prainha de Sabino (ESGT 02252), período em que a orla da praia esteve com sua infraestrutura em reforma pela Prefeitura Municipal de Sabino.

A represa de Guarapiranga (Figura 3.5) é o corpo hídrico com o maior número de praias monitoradas atualmente.

Figura 3.5 – GUAR 00751 - Prainha em frente ao Píer do Yacht Club Paulista. (Foto: C.L.Midaglia)



Nenhuma praia nova foi adicionada em 2019 a este programa de balneabilidade de águas interiores.

3.3 Rede Automática

A Rede Automática monitora a qualidade das águas de rios e reservatórios por meio da medição online dos seguintes parâmetros: Oxigênio Dissolvido, pH, Condutividade Elétrica, Temperatura e Turbidez. Em 2019, a rede de monitoramento automática operou com 17 estações. Além das 14 estações já operantes em 2018, três novas estações passaram a integrar a rede em 2019. Além disso, as estações PCAB 02600 - EF06 – Piracicaba, TIET 02450 - EF03 – Laranjal Paulista e TIRG 02900 - EF02 – Rasgão passaram por atualização tecnológica em 2019, substituindo os seus sistemas de aquisição e transmissão de dados, o que promoverá a otimização do monitoramento *online* da qualidade das águas nessas estações.

Na UGRHI 6 – Alto Tietê, houve acréscimo de duas novas estações: CAUL 00800 – EF18 e PIRE 02800 - EF19, e na UGRHI 10 - Sorocaba/Médio Tietê houve acréscimo da estação EF28 – Itu. Esta estação foi adquirida por meio de um acordo de cooperação técnica com o DAEE.

Embora tenha sido inaugurada em setembro de 2018 a nova estação CAUL 00800, localizada no Ribeirão do Caulim, (Figura 3.6) só foi contabilizada no ano de 2019, quando gerou um número mais expressivo de dados. O referido corpo hídrico pertence a bacia da represa Guarapiranga.

Figura 3.6 – Estação CAUL 00800 - EF18 – Caulim no Ribeirão Caulim, localizada na ponte do Hotel Eco-Park Tagaste. (Fotos: Valter Ferreira).



Também foi adicionada à rede automática da CETESB em março de 2019 a estação PIRE 02800 EF19 – Ribeirão Pires, localizada na ponte da Av. Brasil, em frente ao corpo de Bombeiros, no município de Ribeirão Pires, em trecho próximo à foz do Ribeirão Pires, junto ao reservatório Billings – Rio Grande. Essa estação (Figura 3.7) foi adquirida com recursos da DERSA e gerou 68,16% de dados válidos em 2019.

Figura 3.7 – PIRE 02800 - EF19 – Ribeirão Pires, na ponte da Av. Brasil, em frente ao corpo de Bombeiros, em Ribeirão Pires. (Fotos: Vinícius Silva).



Na UGRHI 10 - Sorocaba/Médio Tietê houve acréscimo da estação TIET 02300 – EF28 – Itu, que começou a funcionar a partir de maio de 2019. Está localizada na Barragem junto à Pequena Central Hidrelétrica – PCH São Pedro, em Itu, e foi instalada com o objetivo de monitorar a qualidade das águas do rio Tietê, em trecho localizado na APA Rio Tietê. Essa estação (Figura 3.8) gerou um volume de dados válidos de 67,56%.

Figura 3.8 – Estação Automática TIET 02300 – EF28 – Itu (Fotos: Vinícius Silva).



Dentre as atuais 17 estações de monitoramento automático, nove delas são coincidentes com pontos de amostragens manuais da rede básica: ACLA 00500, BILL 02900, BITQ 00100, GUAR 00900, PEBA 00900, RGDE 02900, TIET 02090, TIET 02450 e TIRG 02900.

Das estações automáticas da CETESB em operação, 10 situam-se em rios, a saber: quatro no rio Tietê, duas no rio Paraíba do Sul, e uma em cada dos seguintes corpos hídricos: Piracicaba, Pinheiros, Caulim e Ribeirão Pires. As outras sete estão nos seguintes reservatórios: reservatório Águas Claras, represa Billings, braço do reservatório do Guarapiranga, reservatório do Rio Grande, braço do ribeirão Taquacetuba, reservatório de Rasgão e reservatório do Taiaçupeba, onde observam constantemente a condição da qualidade da água bruta utilizada para o abastecimento público de parte da RMSP.

A EF20 - PEBA 00900, localizada na captação da SABESP do reservatório Taiaçupeba, na cidade de Suzano, esteve inoperante por um período, em 2019, por conta de avaria no guincho da estação devido ao avanço de bancos de macrófitas sobre a área da captação da SABESP. Após o reparo, foi necessário aguardar o nível de água do reservatório baixar para que fosse implantada uma cerca para afastar a vegetação flutuante, de modo a impedir novas avarias nos equipamentos. Essa estação operou 49,30% do tempo em 2019.

Também a estação EF03 - Laranjal Paulista operou 50,11 % do tempo em 2019 devido a problemas elétricos e necessidade de substituição dos seus sistemas de aquisição e transmissão de dados e de reforma do dispositivo flutuante para a adequação tecnológica, o que impossibilitou a instalação da sonda multiparâmetro no corpo de água durante o processo.

A estação do Retiro - EF16 na estrutura de Retiro da EMAE - Próximo à sua foz no rio Tietê permanece inoperante desde 2015, sendo por isso retirada da tabela 3.4.

Portanto a rede de monitoramento automática em operação em 2019 foi composta por 17 estações. O tempo de operação de todas as estações está descrito na Tabela 3.4.

Tabela 3.4 – Percentual de tempo de operação com geração/transmissão de dados 2019

UGHRI	Nome da Estação	Código CETESB	% dados válidos / ano				
			2015	2016	2017	2018	2019
2	EF25 – Santa Branca	PARB 02040	73,77	-	-	82,65	97,76
	EF26 – Queluz	PARB 02870	-	-	93,35	93,61	96,19
5	EF06 – Piracicaba	PCAB 02600	96,68	95,80	91,66	89,39	96,28
6	EF09 – Águas Claras	ACLA 00500	86,72	86,76	73,47	90,75	86,58
	EF11 – Summit Control	BILL 02900	60,66	80,34	81,62	96,95	97,20
	EF10 – Taquacetuba	BITQ 00100	86,69	91,19	83,50	89,82	92,15
	EF18 – Caulim	CAUL 00800	-	-	-	-	79,16
	EF08 – Guarapiranga	GUAR 00900	84,82	83,95	83,75	81,06	90,97
	EF20 – Taiapuê	PEBA 00900	-	-	-	59,55	49,30
	EF14 – Pedreira	PINH 04105	79,33	79,76	68,70	91,95	90,01
	EF19 – Ribeirão Pires	PIRE 02800	-	-	-	-	68,16
	EF07 – Rio Grande	RGDE 02900	93,30	76,71	91,86	94,95	93,86
	EF01 – Mogi das Cruzes	TIET 02090	79,23	93,76	89,79	89,32	96,59
	EF29 – Penha	TIET 04160	-	-	-	78,74	96,91
	EF28 – Itu	TIET 02300	-	-	-	-	67,56
10	EF03 – Laranjal Paulista	TIET 02450	73,90	32,34	75,06	59,79	50,11
	EF02 – Rasgão	TIRG 02900	83,33	88,07	76,19	91,10	83,65

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 quatro redes de monitoramento da CETESB. Inclui também os pontos solicitados pela ANA que foram integrados ou adicionados ao monitoramento.

Tabela 3.5 – Descrição dos pontos de amostragem das redes de monitoramento – 2019. (continua)

Corpo Hídrico	UGRHI	Código CETESB	Projeto	Ponto ANA	Local da Amostragem	Município	Manancial	Latitude S	Longitude W
Ribeirão das Perdizes	1	PDIZ 00700	R.B.	Não	Na captação da SABESP do Jardim Alpestre, em Campos do Jordão.	CAMPOS DO JORDÃO	Sim	22 44 03	45 34 18
Rio da Prata		PRAT 02400	R.B.	Não	Na ponte da entrada do Cond. Residencial Santo Antonio,a jusante da ETE.	SANTO ANTÔNIO DO PINHAL	Não	22 49 36	45 40 51
Rio Sapucaí Guaçu		SAGU 02050	R.B.	Integrado	Ponte na Av. Emílio 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
Rio Sapucaí-Mirim		SAMI 02200	R.B.	Integrado	Ponte na estrada Municipal de São Bento do Sapucaí - Paiol Grande, junto à régua do IGAM.	SÃO BENTO DO SAPUCAÍ	Não	22 41 10	45 44 06
Braço do Rio Paraibuna	2	IUNA 00950	R.B.	Integrado	Na junção dos braços do Rio Paraibuna e dos rios da serra.	PARAIBUNA	Não	23 25 06	45 34 17
Braço do Rio Paraitinga		INGA 00850	R.B.	Não	Próximo à área de lazer da CESP		Não	23 21 56	45 36 45
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
Córrego do Vidoca		VIDK 04900	R.B.	Integrado	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
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 de água do Reservatório Jaguari.	SÃO JOSÉ DOS CAMPOS	Não	23 11 37	46 01 39
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
Ribeirão da Água Limpa		ALIM 02950	R.B.	Não	Junto a sua foz, na passarela de pedestres na Avenida Jânio Quadros, na saída para Lavrinhas.	CRUZEIRO	Não	22 33 57	44 56 59
Ribeirão Grande - UGRHI 03		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
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.	GUARATINGUETÁ	Sim	22 47 00	45 12 46	
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 Jacuí	JKUI 00250	Sed.	Não	Ponte na SP 171 - Rod. Paulo Virgílio, cerca de 6 km antes de Cunha.	CUNHA	Não	23 02 29	45 00 48	
Rio Jaguari - UGRHI 02	JAGI 00350	R.B.	Integrado	Na régua da CESP, a 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	

Tabela 3.5 – Descrição dos pontos de amostragem das redes de monitoramento – 2019. (continua)

Corpo Hídrico	UGRHI	Código CETESB	Projeto	Ponto ANA	Local da Amostragem	Município	Manancial	Latitude S	Longitude W
Rio Paraíba do Sul	2	PARB 02040	M.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	JACAREÍ	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 750 m.		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 02800	R.B.	Não	Ponte Hamilton Galhano, na SP-52, a montante de Cruzeiro.	CRUZEIRO	Não	22 35 45	44 58 16
		PARB 02870	M.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
Rio Paraíbauna		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
Rio Paraitinga		PTIN 00500	Sed.	Não	Ponte na Rod. SP 171, junto à régua da CESP- Estrada de Cunha.	CUNHA	Não	22 59 41	45 02 38
		PTIN 00850	R.B.	Integrado	Na régua da CESP do Rio Paraitinga, 2 km a montante do centro da cidade S. L. Paraitinga.	SÃO LUIZ DO PARAITINGA	Não	23 14 20	45 18 23
Rio Parateí		PTEI 02900	R.B.	Não	Ponte na estrada de acesso ao Res. Jaguarí, próximo à cervejaria Brahma, em Jacareí.	JACAREÍ	Não	23 12 14	46 00 50
Rio Piquete		PQTE 02800	R.B.	Não	Na ponte da divisa de Cachoeira Paulista com Cruzeiro, na rodovia Deputado Negralla Rubes, altura do km 213 .	CACHOEIRA PAULISTA	Não	22 36 07	45 00 36
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 00600	R.B.	ANA NOVO	No Balneário de Piracuama - Reino das Águas Claras		Não	22 52 31	45 34 56
		UAMA 00600	Sed.	Não	No Balneário de Piracuama.		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

Tabela 3.5 – Descrição dos pontos de amostragem das redes de monitoramento – 2019. (continua)

Corpo Hídrico	UGRHI	Código CETESB	Projeto	Ponto ANA	Local da Amostragem	Município	Manancial	Latitude S	Longitude W
Córrego das Tocas	3	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
Ribeirão Água Branca		ABRA 02950	R.B.	Não	Ponte sobre a Av. Cel. Vicente Faria Lima, em 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
Rio Boiçucanga		BOIC 02950	R.B.	Não	Ponte da Av. Walkir Vergani (SP-055)	SÃO SEBASTIÃO	Não	23 47 02	45 37 13
Rio Camburi		BURI 02950	R.B.	Não	Estrada do Cambury, na ponte sobre o rio Cambury		Não	23 46 32	45 38 51
Rio Claro - UGRHI 03		CARO 02800	R.B.	Integrado	Na captação da SABESP do Baixo Claro.	CARAGUATATUBA	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.		Não	23 34 41	45 19 09
Rio Escuro		CURO 02900	R.B.	Não	Rodovia Rio - Santos, ponte sobre o rio na Praia Dura.	UBATUBA	Não	23 29 27	45 09 50
Rio Grande - UGRHI 03		GRAN 00400	R.B.	Integrado	Na captação de água 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 Indaiá		DAIA 02900	R.B.	Não	Ponte na Rodovia BR - 101, em Perequê-Açu.	UBATUBA	Não	23 24 41	45 03 26
Rio Itamambuca		ITAM 02950	R.B.	Não	Próximo ao Condomínio Itamambuca		Não	23 24 05	45 00 47
Rio Juqueriquerê		RIJU 02900	R.B.	Integrado	No pier do Condomínio Marina New Port.	CARAGUATATUBA	Não	23 41 19	45 26 01
Rio Lagoa		RGOA 02900	R.B.	Não	No Jardim Britânia, próximo da Praia das Frecheiras.		Não	23 39 25	45 25 45
Rio Lagoa ou Tavares		TAVE 02950	R.B.	Não	Ponte na Rua Rio Grande do Sul	UBATUBA	Não	23 26 50	45 04 08
Rio Lagoinha		GOIN 02900	R.B.	Não	Ponte na Rodovia Manuel Hyppolito Rego (SP-55).		Não	23 30 52	45 11 31
Rio Maranduba		DUBA 02900	R.B.	Não	Ponte na Rodovia Caraguá - Ubatuba.		Não	23 32 45	45 13 57
Rio Maresias		MARE 02900	R.B.	Não	Ponte na Rodovia SP-55, km 153, sobre o Rio Maresias	SÃO SEBASTIÃO	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 Sai		SAHI 02950	R.B.	Não	Na Praia do Sahy.	SÃO SEBASTIÃO	Não	23 46 17	45 41 18

Tabela 3.5 – Descrição dos pontos de amostragem das redes de monitoramento – 2019. (continua)

Corpo Hídrico	UGRHI	Código CETESB	Projeto	Ponto ANA	Local da Amostragem	Município	Manancial	Latitude S	Longitude W
Rio Santo Antonio	3	SATO 02900	R.B.	Não	Avenida da Praia, Bairro de Indaiá	CARAGUATATUBA	Não	23 37 39	45 25 10
Rio São Francisco		SAFO 00300	R.B.	Integrado	Na captação da SABESP de São Sebastião - Bairro São Francisco.	SÃO SEBASTIÃO	Sim	23 45 25	45 25 01
Rio Tabatinga		TABA 02900	R.B.	Não	Praia de Tabatinga. Ponte de madeira no final da Rua 18	CARAGUATATUBA	Não	23 34 25	45 16 26
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
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.		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
Córrego Tanquinho	4	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
Ribeirão do Tamanduá		TDUA 02700	R.B.	Integrado	Ponte na SP-333, entre Serrana e Ribeirão Preto.	SERRANA	Não	21 12 24	47 39 26
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
Ribeirão Preto		RIPE 04900	R.B.	Não	A jusante da ETE de Ribeirão Preto.		Não	21 05 13	47 48 56
Rio Canoas - UGRHI 04		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
Rio Pardo - UGRHIs 4 e 12		PARD 02010	R.B.	Integrado	Ponte na rodovia SP-350, no trecho que liga São José do Rio Pardo à Guaxupé.	SÃO JOSÉ DO RIO PARDO	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 à 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

Tabela 3.5 – Descrição dos pontos de amostragem das redes de monitoramento – 2019. (continua)

Corpo Hídrico	UGRHI	Código CETESB	Projeto	Ponto ANA	Local da Amostragem	Município	Manancial	Latitude S	Longitude W
Braço do Rio Piracicaba	5	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
Córrego Santa Gertrudes		GERT 02500	R.B.	Não	Na captação de Santa Gertrudes.	SANTA GERTRUDES	Sim	22 27 10	47 31 12
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 às obras de colocação das bombas para captação do volume morto, antes da Ensacadeira. Em frente ao muro da estrada que liga Nazaré- Guarulhos.		Sim	23 12 35	46 23 10
		RAIN 00901	Baln.	Não	Praia do Lavapés, em Nazaré Paulista.		Não	23 11 03	46 23 35
Reservatório de Salto Grande -UGRHI 05		ATSG 02800	R.B.	Não	No corpo central do Reservatório do Salto Grande, em frente ao Yacht Club de Americana.	AMERICANA	Não	22 42 58	47 16 02
		ATSG 02800	Sed.	Não	No corpo central do Reservatório do Salto Grande, em frente a Praia Azul.		Não	22 43 30	47 13 49
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
Reservatório do Rio Jacarei-UGRHI 05		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 Jacarei-Jaguari.	PIRACAIA	Não	23 00 21	46 24 59
		JCRE 00701	Baln.	Não	No pier da Marina Confiança, no Reservatório Jacarei-Jaguari.	BRAGANÇA PAULISTA	Não	22 58 59	46 26 23
Reservatório Jaguari - UGRHI 05		JARI 00800	R.B.	Não	No corpo central do Res. Jaguari, em frente a ilha.		Sim	22 55 40	46 25 27
Ribeirão Anhumas		NUMA 04900	R.B.	Não	Próximo à foz no Rio Atibaia. Ponte antes da entrada da Rhodia, saindo de Paulínia.	PAULÍNIA	Não	22 45 56	47 06 00
Ribeirão do Caxambu		CXBU 02900	R.B.	Não	Na captação de Itupeva.	ITUPEVA	Sim	23 09 51	47 00 54
Ribeirão do Pinhal		PIAL 02900	R.B.	Não	No canal do Rib.Pinhal na Captação Águas de Limeira.	LIMEIRA	Sim	22 39 35	47 16 33
Ribeirão dos Toledos		TOLE 03750	R.B.	Não	Ponte próxima da Rua Rafarde, Bairro São Joaquim.	SANTA BARBARA D'OESTE	Não	22 44 09	47 24 52
Ribeirão Jacuba		JCBA 02950	R.B.	Não	Ponte na Estrada Municipal Teodora Condiev, próximo da foz com o Rio Quilombo.	SUMARÉ	Não	22 50 30	47 15 11

Tabela 3.5 – Descrição dos pontos de amostragem das redes de monitoramento – 2019. (continua)

Corpo Hídrico	UGRHI	Código CETESB	Projeto	Ponto ANA	Local da Amostragem	Município	Manancial	Latitude S	Longitude W
Ribeirão Jundiá-Mirim		JUMI 00100	R.B.	Não	No bairro Pitangal, 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 00250	Sed.	Não	Próximo a ponte na Estrada Jundiá/Jarinu, em frente ao Condomínio Campo Verde.		Não	23 08 47	46 48 22
		JUMI 00500	R.B.	Não	Ponte a jusante da Cereser.		Não	23 08 43	46 51 04
Ribeirão Jundiá-Mirim		JUMI 00800	R.B.	Não	Na captação de Jundiá.		Sim	23 09 30	46 54 34
Ribeirão Lavapés-UGRHI 5		LAPE 04850	R.B.	Não	Ponte na Rua Antonio Sabella, cerca de 1 km da Foz com o Rio Jaguari.	BRAGANÇA PAULISTA	Não	22 54 56	46 32 51
Ribeirão Pinheiros		PINO 03400	R.B.	Não	Ponte na R. Agostinho Ramos, a jusante da ETE Vinhedo (SANEBAVI).	VALINHOS	Não	22 59 19	46 59 19
		PINO 03900	R.B.	Não	Ponte na Marginal paralela à Rod. Dom Pedro, alt. do km 122,5 (sentido Campinas). Próximo à foz no Rio Atibaia.		Não	22 54 53	46 57 39
Ribeirão Piracicamirim	5	PIMI 02900	R.B.	Não	Na foz com o Rio Piracicaba.	PIRACICABA	Não	22 41 57	47 37 46
Ribeirão Quilombo		QUIL 03030	R.B.	Não	Ponte da Estr. Mun. Joannine Caumo na divisa Campinas/ Sumaré. Cerca de 500 m 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 . A 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
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 a sua foz.	SUMARÉ	Não	22 48 39	47 10 24
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

Tabela 3.5 – Descrição dos pontos de amostragem das redes de monitoramento – 2019. (continua)

Corpo Hídrico	UGRHI	Código CETESB	Projeto	Ponto ANA	Local da Amostragem	Município	Manancial	Latitude S	Longitude W
Rio Atibaia	5	ATIB 02010	R.B.	Integrado	Na captação do município de Atibaia, junto à régua do DAEE 3E-063.	ATIBAIA	Sim	23 06 12	46 32 42
		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 à 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.	PAULÍNIA	Não	22 45 07	47 06 20
		ATIB 02605	R.B.	Não	Ponte da Rodovia SP-332 que liga Campinas a Cosmópolis.		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
		ATIB 02900	Sed.	Não	Próximo da foz, a jusante do Reservatório de Salto Grande.		Não	22 41 43	47 17 21
Rio Atibainha	BAIN 02950	R.B.	Não	Ponte sobre o Rio Atibainha na estrada que liga a Rod. D. Pedro a Piracaia.	BOM JESUS DOS PERDÕES	Não	23 06 48	46 28 45	
Rio Cachoeira	CAXO 02800	R.B.	Não	Ponte sobre o Rio Cachoeira na estrada que liga a Rod. D. Pedro I a Piracaia.		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 a Mogi Mirim.	JAGUARIÚNA	Não	22 39 42	47 00 11	

Tabela 3.5 – Descrição dos pontos de amostragem das redes de monitoramento – 2019. (continua)

Corpo Hídrico	UGRHI	Código CETESB	Projeto	Ponto ANA	Local da Amostragem	Município	Manancial	Latitude S	Longitude W
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 02160	Sed.	Não	Ponte do Capivari ao lado da Fazenda Recreio, em Monte Mor.	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.		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
		CPIV 02900	R.B.	Integrado	Ponte no canal, próximo à foz do Rio Tietê.	TIETÊ	Não	22 59 21	47 45 17
Rio Claro - UGRHI 05	5	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 Corumbataí, no distrito de Assistência.		Não	22 28 46	47 35 11
Rio Corumbataí	5	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
		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
Rio do Piçarrão		PIÇA 04850	R.B.	Não	Ponte na Av. John Boyd Dunlop, Jardim Florence. Cerca de 5 km a montante da ETE Capivari da SANASA.	CAMPINAS	Não	22 56 09	47 09 45

Tabela 3.5 – Descrição dos pontos de amostragem das redes de monitoramento – 2019. (continua)

Corpo Hídrico	UGRHI	Código CETESB	Projeto	Ponto ANA	Local da Amostragem	Município	Manancial	Latitude S	Longitude W
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.	JAGUARIÚNA	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
Rio Jaguari - UGRHI 05	5	JAGR 02800	R.B.	Integrado	Na captação de Limeira, junto à regua do DAEE 4D-013.	LIMEIRA	Sim	22 39 44	47 16 40
		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 à regua do DAEE 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
Rio Jundiáinzinho		JUZI 02400	R.B.	Não	Ponte na Estr. Mun. José Cintra, no bairro Portão.	ATIBAIA	Não	23 13 46	46 37 44

Tabela 3.5 – Descrição dos pontos de amostragem das redes de monitoramento – 2019. (continua)

Corpo Hídrico	UGRHI	Código CETESB	Projeto	Ponto ANA	Local da Amostragem	Município	Manancial	Latitude S	Longitude W
Rio Piracicaba	5	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	M.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 sulfúrea, junto ao posto 4D-07 do DAEE, na localidade de Artemis.		Não	22 41 31	47 46 39
Rio Pirai		IRIS 02100	R.B.	Não	Na captação de Cabreúva, no Bairro do Jacaré.	CABREÚVA	Sim	23 15 43	47 03 28
		IRIS 02200	R.B.	Não	Ponte na Rodovia Marechal Rondon, em frente à indústria Crown Cork.		Não	23 14 52	47 04 24
		IRIS 02250	R.B.	Não	Na segunda ponte de concreto na saída para o Bairro do Pinhal.		Não	23 14 48	47 05 44
		IRIS 02400	R.B.	Não	Estrada sentido Faz. Santana, após aproximadamente 500 m do trevo.		Não	23 15 44	47 07 13
		IRIS 02600	R.B.	Não	Rodovia Marechal Rondon, altura do km 91, nos fundos da Olaria Tijolar.		Não	23 15 23	47 10 34
		IRIS 02900	R.B.	Integrado	Na barragem de captação dos municípios de Salto e Indaiatuba.	INDAIATUBA	Sim	23 10 59	47 14 38
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
		BITQ 00100	M.Aut.	Não	EF-10. Na captação da SABESP de Taquacetuba, estrada Santa Rita, nº 1.000, no bairro Herplin.(EF-10-Taquacetuba)		Sim	23 50 26	46 39 31
Braço do Rio Pequeno		BIRP 00500	R.B.	Não	No Braço do Rio Pequeno, a aproximadamente 2 km a montante da Rodovia Caminhos do Mar.	SÃO BERNARDO DO CAMPO	Sim	23 47 28	46 28 41

Tabela 3.5 – Descrição dos pontos de amostragem das redes de monitoramento – 2019. (continua)

Corpo Hídrico	UGRHI	Código CETESB	Projeto	Ponto ANA	Local da Amostragem	Município	Manancial	Latitude S	Longitude W
Córrego Águas Espaiadas	6	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
Córrego do Ipiranga		IPIR 04900	R.B.	Não	Ponte na Praça do Monumento, em frente a estátua de Dom Pedro.		Não	23 34 41	46 36 32
Córrego do Itupu		TUPU 00900	R.B.	Não	Ponte na Estrada do Riviera, próximo da Av. Nova Arcadia, junto a foz na represa Guarapiranga.		Não	23 41 54	46 45 21
Córrego do Jaguaré		UARE 04550	R.B.	Não	Ponte na Av. Politécnica com a Rua Jorge Waard, no Rio Pequeno.		Não	23 34 03	46 45 25
Córrego do Morro do S		ESSE 04800	R.B.	ANA NOVO	Na Av. Caldeira Filho, próximo ao posto SAISP 347 (Morro do S-CL). Junto à travessia da Rua Joaquim Nunes Teixeira.		Não	23 38 17	46 44 28
Córrego do Pirajussara		JUÇA 04900	R.B.	Não	Ponte na entrada da USP.		Não	23 33 51	46 42 49
Córrego Parque do Cordeiro		CORD 04950	R.B.	Não	No Dreno de acesso da SABESP ao Córrego do Cordeiro, junto à ciclovia da Av. Chucri Zaidan, em sua foz junto ao dreno do Brooklyn.		Não	23 37 11	46 41 53
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 Zavuvus	ZVUS 04950	R.B.	Não	Ponte em frente a entrada da Estação CPTM Jurubatuba	SÃO PAULO	Não	23 40 35	46 42 04	
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	
	ACLA 00500	M.Aut.	Não	EF-09. No Reservatório Águas Claras-SABESP, na Serra da Cantareira. Estrada Sta Inês s/n. EF- 09 Águas Claras		Sim	23 23 52	46 39 31	
Reservatório Billings	BILL 02030	R.B.	Não	No meio do corpo central, cerca de 1,5 km da Barragem de Pedreira	SÃO PAULO	Não	23 43 04	46 39 51	
	BILL 02030	Sed.	Não	No meio do corpo central, cerca de 1,5 km da Barragem de Pedreira.		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 02100	Sed.	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	Não	23 47 27	46 35 54	
	BILL 02801	Baln.	Não	Prainha do Riacho Grande, próxima à barragem do Rio Grande, ao lado da Rodovia Anchieta.		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	
	BILL 02900	M.Aut.	Não	EF-11. Próximo à barragem reguladora Billings-Pedras no Summit Control.(EF-11-Summit Control)		Não	23 49 04	46 31 23	

Tabela 3.5 – Descrição dos pontos de amostragem das redes de monitoramento – 2019. (continua)

Corpo Hídrico	UGRHI	Código CETESB	Projeto	Ponto ANA	Local da Amostragem	Município	Manancial	Latitude S	Longitude W
Reservatório das Graças	6	COGR 00900	R.B.	Integrado	Na barragem, junto à captação do Alto Cotia.	COTIA	Sim	23 39 12	46 58 03
		COGR 00900	Sed.	Não	Na barragem, junto à captação do Alto Cotia		Não	23 39 12	46 58 03
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
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 do Cabuçu		RCAB 00900	R.B.	Não	Junto à barragem da captação do município de Guarulhos (SAEE).		Sim	23 24 18	46 31 59
Reservatório do Guarapiranga		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 00100	Sed.	Não	Reservatório Guarapiranga, na foz do Rio Parelheiros.		Não	23 46 02	46 43 33
		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	Sed.	Não	Em frente ao Pier do Yacht Club Paulista.	Não		23 41 47	46 44 26	
	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	
GUAR 00900	M.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		
GUAR 00900	Sed.	Não	No corpo central, a 2 km da barragem. Jusante dos braços dos rios M'Boi-Mirim, Parelheiros, Embu-Guaçu e Itupu.	Sim	23 41 22		46 43 35		
Reservatório do Juqueri ou Paiva Castro	JQUJU 00900	R.B.	Integrado	Ponte Santa Inês, na rodovia que liga Mairiporã à Franco da Rocha	MAIRIPORÃ	Sim	23 20 25	46 39 45	

Tabela 3.5 – Descrição dos pontos de amostragem das redes de monitoramento – 2019. (continua)

Corpo Hídrico	UGRHI	Código CETESB	Projeto	Ponto ANA	Local da Amostragem	Município	Manancial	Latitude S	Longitude W
Reservatório do Rio Grande	6	RGDE 02030	R.B.	Não	1 km depois da desembocadura do Rio Grande ou Jurubatuba, próximo a transposição da SABESP.	RIBEIRÃO PIRES	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
		RGDE 02900	M.Aut.	Não	EF-07. Próxima à rodovia Anchieta, junto à captação da SABESP. (EF -07- Rio Grande).		Sim	23 46 09	46 31 59
		RGDE 02901	Baln.	Não	Praia do Parque Municipal do Estoril.		Não	23 46 11	46 31 10
Reservatório do Rio Jundiá - UGRHI 06		JNDI 00450	Sed.	Não	No corpo central, aproximadamente 2,5 km da Barragem do Rio Jundiá.	MOGI DAS CRUZES	Sim	23 38 02	46 10 30
	JNDI 00500	R.B.	Não	No canal de interligação do Res. do Rio Jundiá com o reservatório Taiáçupeba.	Sim		23 38 57	46 11 52	
Reservatório Edgard de Souza	6	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
Reservatório Taiáçupeba		PEBA 00900	R.B.	Integrado	Na captação da SABESP.	SUZANO	Sim	23 34 43	46 16 41
		PEBA 00900	M.Aut.	Não	EF 20 - Na captação da SABESP de Taiáçupeba		Sim	23 34 43	46 16 41
Ribeirão das Pedras	6	PEDA 03900	R.B.	Não	A jusante da ponte da Rodovia Fernando Nobre.	COTIA	Não	23 34 37	46 53 09
Ribeirão do Cipó		CIPO 00900	R.B.	Não	Ponte na Rua Afonso Pena, cerca de 200 m do cruzamento com a Av. Luza Corrêa, no bairro do Cipó.	EMBU-GUAÇU	Não	23 52 18	46 48 17
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
Ribeirão dos Cristais		CRIS 03400	R.B.	Não	Na captação da ETA de Cajamar.	CAJAMAR	Sim	23 19 54	46 49 29
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
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
Ribeirão Itaquera		KERA 04990	R.B.	Não	Ponte a cerca de 70 metros da sua foz no Rio Tietê.	SÃO PAULO	Não	23 28 50	46 26 25
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
Ribeirão Moinho Velho		MOVE 03400	R.B.	Não	Ponte na Estrada Velha de Cotia, altura do nº 151.	COTIA	Não	23 36 02	46 51 21

Tabela 3.5 – Descrição dos pontos de amostragem das redes de monitoramento – 2019. (continua)

Corpo Hídrico	UGRHI	Código CETESB	Projeto	Ponto ANA	Local da Amostragem	Município	Manancial	Latitude S	Longitude W
Ribeirão Perová	6	PEOV 03900	R.B.	Não	Na passarela da Rua Nossa Sra. de Lourdes, Bairro Jardim Japão.	ITAQUAQUECETUBA	Não	23 27 52	46 20 51
Ribeirão Pires		PIRE 02800	M.Aut.	Não	EF-19. Na ponte da Av. Brasil, em frente ao corpo de Bombeiros.	RIBEIRÃO PIRES	Não	23 42 29	46 25 08
		PIRE 02900	R.B.	Não	Ponte da Eletropaulo, na Av. Rotary, no bairro Estância Noblesse, quase às margens do Reservatório do Rio Grande		Não	23 42 52	46 25 45
		Ribeirão Vermelho ou Mutinga	VEME 04250	R.B.	Não		Na Aldeia Indígena Jaraguá, a jusante do lago do Parque do Jaraguá.	SÃO PAULO	Não
Rio Aricanduva		DUVA 04900	R.B.	Não	Ponte Hely Lopes Meirelles, no município de São Paulo.	Não	23 31 28		46 33 30
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 03800	Sed.	Não	Rodovia Helio Smidt, próximo a alça de retorno do Hotel Marriot e Cesar Park.	GUARULHOS	Não	23 27 14	46 29 28
		BQGU 03850	R.B.	Não	Ponte na Rua José Marques Prata, a jusante da Penitenciária de Guarulhos		Não	23 28 03	46 29 16
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 Cabuçu		CABU 04700	R.B.	Não	Ponte na Rod. Fernão Dias, altura do km 88, perto da passarela do Parque Edu Chaves	SÃO PAULO	Não	23 28 25	46 33 41
Rio Caulim		CAUL 00800	M.Aut.	Não	EF-18. Na ponte dentro do Hotel Eco-Park Tagaste		Não	23 47 16	46 43 56
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
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
Rio Jundiá - UGHR1 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
Rio Juqueri		JQRI 03300	R.B.	Integrado	Ponte na entrada da portaria 2 do Parque Estadual do Juquery.	FRANCO DA ROCHA	Não	23 19 57	46 42 19
		JQRI 03800	R.B.	Não	Ponte dentro da Empresa Natura, ao lado da Rod. Anhanguera, km 31	CAJAMAR	Não	23 24 04	46 50 04

Tabela 3.5 – Descrição dos pontos de amostragem das redes de monitoramento – 2019. (continua)

Corpo Hídrico	UGRHI	Código CETESB	Projeto	Ponto ANA	Local da Amostragem	Município	Manancial	Latitude S	Longitude W
Rio Pinheiros	6	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	M.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
Rio Taiaçupeba-Açu	6	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 da SABESP.		Sim	23 38 04	46 19 17
Rio Tamanduateí	6	TAMT 04250	R.B.	Não	Na ponte da Av. do Estado, na divisa de Santo André com Mauá.	MAUÁ	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 DAEE 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
Rio Tietê	6	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	Sim	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
		TIET 02090	M.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	A 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	M.Aut.	Não	EF-29. Na Barragem da Penha.		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			

Tabela 3.5 – Descrição dos pontos de amostragem das redes de monitoramento – 2019. (continua)

Corpo Hídrico	UGRHI	Código CETESB	Projeto	Ponto ANA	Local da Amostragem	Município	Manancial	Latitude S	Longitude W
Canal de Fuga II da UHE Henry Borden	7	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
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 Branco		ANCO 02600	Sed.	Não	Cerca de 1 km a jusante do Parque das Bandeiras, próximo à ponte da estrada de terra.	SÃO VICENTE	Não	23 59 07	46 30 32
		ANCO 02900	R.B.	Não	Ponte na BR -101/SP-055, altura do Km 279, antes do pedágio.		Não	23 56 05	46 27 52
Rio Branco (Itanhaém)		BACO 02950	R.B.	Integrado	Ponte próxima da captação do Mambú-SABESP	ITANHAÉM	Sim	24 04 56	46 48 05
Rio Canal Barreiros		REIS 02900	R.B.	Não	Na ponte pênsil.	SÃO VICENTE	Não	23 58 29	46 23 19
Rio Catarina Moraes		CATA 23850	R.B.	Não	Pontilhão na Av. Penedo, 300. Em frente do final da Rua Rio Lago.		Não	23 56 59	46 23 14
Rio Cubatão		CUBA 02700	R.B.	Integrado	Na ponte Preta, em frente à antiga Estação de Tratamento de Água do Rio Cubatão.	CUBATÃO	Sim	23 53 18	46 27 19
		CUBA 03900	R.B.	Não	Ponte da estrada de ferro Santos-Jundiaí cerca de 1,5 km a jusante da confluência com o Rio Perequê.		Não	23 52 58	46 24 49
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
Rio Itaguaré		ITAE 02900	R.B.	Não	Na ponte da Rodovia Rio / Santos.		Não	23 46 48	45 58 15
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 Itapanhaú		IPAU 02600	R.B.	Integrado	Na captação da SABESP de Bertioiga - Estação de Tratamento de Água Itapanhaú e captação da Riviera de São Lourenço.	BERTIOGA	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 Moji		MOJI 02800	R.B.	Integrado	Ponte na Rodovia Piaçaguera-Guarujá, que liga Cubatão a Guarujá, em frente a USIMINAS.	CUBATÃO	Não	23 51 08	46 22 41
Rio Perequê		PERE 02601	Baln.	Não	Prainha do Parque Ecológico de Cubatão.		Não	23 50 52	46 24 59
		PERE 02900	R.B.	Integrado	No Rio Perequê, junto à captação da Carbocloro.		Não	23 52 06	46 25 04
Rio Piaçaguera	PIAC 02700	R.B.	Não	Ponte localizada na USIMINAS, continuação da antiga Rua 3, Vila Parisi, 300 m jusante Adubos Trevo.	Não		23 51 27	46 23 33	
Rio Preto - UGRHI 07	PETO 02900	R.B.	Não	Na ponte do caminho do Guaraú.	PERUÍBE	Não	24 19 44	47 00 22	
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 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	

Tabela 3.5 – Descrição dos pontos de amostragem das redes de monitoramento – 2019. (continua)

Corpo Hídrico	UGRHI	Código CETESB	Projeto	Ponto ANA	Local da Amostragem	Município	Manancial	Latitude S	Longitude W
Ribeirão do Jardim	8	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
Ribeirão dos Bagres		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
		Ribeirão Pinheirinho - UGRHI 8	PNHO 04500	R.B.	Integrado	Ponte na Av. 9 de Julho, junto a régua do DAEE 4C-002, em Santo Antônio da Alegria.	SANTO ANTÔNIO DA ALEGRIA	Não	21 05 10
Rio Canoas		KNOA 02500	R.B.	Integrado	Na captação da SABESP de Franca no Rio Canoas, na divisa de SP/MG.	FRANCA	Sim	20 25 49	47 17 38
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
Rio Grande - UGRHI 08, 12 e 15		GRDE 02271	Baln.	Não	No píer da praia Municipal de Miguelópolis.	MIGUELÓPOLIS	Não	20 09 10	48 01 58
		GRDE 02273	Baln.	Não	Na parte central da praia Municipal de Miguelópolis.		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, jusante Usina Volta Grande.		Não	20 01 27	48 14 04
Rio Sapucaí - UGRHI 8		SAPU 02050	R.B.	Não	Ponte na Rod. do Guardinha, 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 à 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.	PATROCÍNIO PAULISTA	Não	20 37 59	47 17 02

Tabela 3.5 – Descrição dos pontos de amostragem das redes de monitoramento – 2019. (continua)

Corpo Hídrico	UGRHI	Código CETESB	Projeto	Ponto ANA	Local da Amostragem	Município	Manancial	Latitude S	Longitude W
Córrego Batistela	9	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
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 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
Lago do Cór. da Vendinha		LVEN 02501	Baln.	Não	Na Prainha do Parque Ecológico de Sertãozinho.	SERTÃOZINHO	Não	21 07 58	48 02 00
Reservatório Cachoeira de Cima		MOCA 02300	Sed.	Não	Cerca de 1,5 km a montante da barragem, no meio do reservatório.	MOGI GUAÇU	Não	22 22 44	46 53 42
		MOCA 02990	R.B.	Não	A montante da barragem da AES - Usina Elétrica de Mogi Guaçu		Sim	22 22 42	46 53 59
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 das Onças - UGRHI 9		RONC 02030	R.B.	Não	Ponte próxima a Faz. Cannã, a montante da ETE de Luís Antônio.	LUÍS ANTÔNIO	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 02800	R.B.	Não	Ponte na estrada de terra que liga a Usina São Martinho a Sertãozinho	DUMONT	Não	21 14 51	48 02 20
Ribeirão do Meio		MEIO 02900	R.B.	Integrado	Ponte F. Baldim, sobre o Ribeirão do Meio, ao lado da Fazenda, junto à régua do DAEE 4D-030.	LEME	Não	22 05 50	47 16 13
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
Ribeirão do Roque		OQUE 02900	R.B.	Integrado	Ponte na vicinal Ricieri Scatolini, na foz do Rib. do Roque,junto à régua do DAEE 4D-032.	PIRASSUNUNGA	Não	22 01 38	47 18 14
Ribeirão do Sertãozinho		SETA 04600	R.B.	Não	Ponte a jusante da ETE de Sertãozinho	SERTÃOZINHO	Não	21 05 19	48 02 40
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 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 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 das Araras		ARAS 02900	R.B.	Integrado	Ponte de madeira na foz Rio Araras.	ARARAS	Não	22 16 46	47 13 23
Rio do Peixe - UGRHI 09		PEXE 02100	R.B.	ANA NOVO	Ponte na Rodovia SP-08, que liga Socorro a Lindóia, a jusante da captação da SABESP.	SOCORRO	Sim	22 35 46	46 31 02
		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

Tabela 3.5 – Descrição dos pontos de amostragem das redes de monitoramento – 2019. (continua)

Corpo Hídrico	UGRHI	Código CETESB	Projeto	Ponto ANA	Local da Amostragem	Município	Manancial	Latitude S	Longitude W
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 ANTÔNIO 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.	SÃO JOÃO DA BOA VISTA	Não	21 52 59	46 52 10
		JAMI 02500	R.B.	Integrado	Ponte na Rodovia SP-340, no km 212,9, junto à régua do DAEE 4C-013.	AGUAÍ	Não	21 59 26	47 02 19
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
Rio Mogi-Guaçu	9	MOGU 02100	R.B.	Integrado	Ponte na rodovia de terra que liga Pinhal a Jacutinga, em Minas Gerais.	Est. MINAS GERAIS	Não	22 15 57	46 41 31
		MOGU 02125	Sed.	Não	Em frente à Foz do Rib. dos Porcos.	MOGI GUAÇU	Não	22 17 49	46 47 28
		MOGU 02160	R.B.	Não	Ponte na Rodovia SP-340, a jusante da cidade de 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	À jusante da confluência com o Córrego Ferraz ou do Pinhal.		Não	22 17 21	47 11 07
		MOGU 02250	R.B.	Integrado	Rio Mogi-Guaçu, a montante do Ribeirão do Meio - Bairro Taquari Ponte.Junto à regua 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 prainha de Cachoeira das Emas, em frente ao Restaurante César.		Não	21 55 32	47 22 06
		MOGU 02450	R.B.	Integrado	A jusante da cidade de Porto Ferreira - Ponte na Rod. Anhanguera, no km 228.	PORTO FERREIRA	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 à regua do DAEE 5C - 025.	PITANGUEIRAS	Não	21 00 44	48 10 20
Rio Oriçanga		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

Tabela 3.5 – Descrição dos pontos de amostragem das redes de monitoramento – 2019. (continua)

Corpo Hídrico	UGRHI	Código CETESB	Projeto	Ponto ANA	Local da Amostragem	Município	Manancial	Latitude S	Longitude W
Braço do Rio Tietê	10	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
Reservatório de Barra Bonita		TIBB 02100	R.B.	Não	No meio do corpo central, a jusante da confluência - Braços Tietê e Piracicaba.		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
Reservatório de Rasgão		TIRG 02900	R.B.	Não	Próximo das comportas do Reservatório de Rasgão.	PIRAPORA DO BOM JESUS	Não	23 22 58	47 01 46
		TIRG 02900	M.Aut.	Não	EF-02. No canal próximo às comportas da barragem do Reservatório de Rasgão - EMAE (EF-02-Rasgão).		Não	23 22 55	47 01 47
Reservatório Itupararanga		SOIT 02100	R.B.	Não	No meio do corpo central, lado esquerdo da Praia do Escritório, em frente a uma ilha.	IBIÚNA	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
Ribeirão Aveçuia		AVEC 02800	R.B.	Integrado	Na captação de Porto Feliz.	PORTO FELIZ	Sim	23 12 09	47 30 08
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 das Conchas	COCH 02850	R.B.	Integrado	Ponte na estrada vicinal depois do Bairro Estância 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 Pirajibu	JIBU 02900	R.B.	Não	Ponte próxima da Siderúrgica Faço 3, no bairro Vitória Régia/Éden	SOROCABA	Não	23 24 59	47 26 17	
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	

Tabela 3.5 – Descrição dos pontos de amostragem das redes de monitoramento – 2019. (continua)

Corpo Hídrico	UGRHI	Código CETESB	Projeto	Ponto ANA	Local da Amostragem	Município	Manancial	Latitude S	Longitude W
Rio Sorocaba	10	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 02300	R.B.	ANA NOVO	Ponte na Estrada Mun. Sorocaba/Boituva ao lado da captação do condomínio Faz. Boa Vista, na divisa de Boituva/Iperó.	BOITUVA	Sim	23 21 47	47 34 42
		SORO 02500	R.B.	Integrado	Ponte no Bairro de Americana Velha, em Tatuí. Junto ao Posto do DAEE 4E-004RL.	TATUÍ	Não	23 19 09	47 46 44
		SORO 02700	R.B.	Não	Na ponte a 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 Sorocabuçu	10	SOBU 02800	R.B.	Não	Ponte na estrada Bunjiro Nakao, na captação de Ibiúna	IBIÚNA	Sim	23 39 29	47 12 35
Rio Sorocamirim		SOMI 02850	R.B.	Não	Ponte na estrada do Canguera, na captação da SABESP de São Roque	SÃO ROQUE	Sim	23 37 34	47 11 20
Rio Tatuí		TAUI 04900	R.B.	Não	Na foz do rio Tatuí, no bairro de Americana Velha, em Tatuí	TATUÍ	Não	23 19 25	47 46 58
Rio Tietê	10	TIET 02300	M.Aut.	Não	EF-28. No píer da Barragem da Usina Hidrelétrica São Pedro, em Itu.	ITU	Não	23 16 51	47 14 25
		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.	TIETÊ	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
		TIET 02450	M.Aut.	Não	EF-03. Próximo da ponte sobre o Rio Tietê, na estrada vicinal para a fazenda Santo Olegário, em Laranjal Paulista, entre SP 127 e SP 300. EF-03-Laranjal Paulista).		Não	22 57 26	47 49 14
Rio Una - UGRHI 10	10	BUNA 02900	R.B.	Não	Ponte na estrada que liga Ibiúna a Mayrink, próximo à Rodoviária de Ibiúna	IBIÚNA	Não	23 38 55	47 13 21
Mar de Dentro	11	MADE 21700	R.B.	Integrado	Pier da balsa que liga o continente a Cananéia.	CANANÉIA	Não	24 59 38	47 56 48
Rio Betari		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 Jacupiranga		JAPI 02100	R.B.	Não	Ponte na SP-193, que liga Jacupiranga a Eldorado.		Não	24 41 32	48 00 17
Rio Jacupiranguinha		JAIN 02500	R.B.	Não	Na captação de água bruta da empresa Bungee.	CAJATI	Não	24 43 47	48 07 09

Tabela 3.5 – Descrição dos pontos de amostragem das redes de monitoramento – 2019. (continua)

Corpo Hídrico	UGRHI	Código CETESB	Projeto	Ponto ANA	Local da Amostragem	Município	Manancial	Latitude S	Longitude W
Rio Juquiá	11	JUQI 00800	R.B.	Integrado	Ponte na rodovia BR-116, em Juquitiba.	JUQUITIBA	Não	23 56 29	47 05 33
		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
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 02650	Sed.	Não	Rio Ribeira, próximo da balsa para o Bairro de Pilões, em Poço Grande.	IPORANGA	Não	24 32 47	48 29 58
		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
Córrego Bebedouro		BEBE 04500	R.B.	ANA NOVO	Ponte na Rod. SP 326, em Bebedouro.	BEBEDOURO	Não	20 54 50	48 27 30
		BEBE 04800	R.B.	Não	Ponte na SP 353 (Rod. Oswaldo Prudente Correa), que leva à Terra Roxa.		Não	20 49 47	48 26 41
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 Palmeiras	PALM 03800	R.B.	Integrado	Ponte sobre a Estrada Mun. Jaborandi-Terra Roxa, nas proximidades da antiga usina hidroelétrica	JABORANDI	Não	20 44 40	48 24 42	
Ribeirão das Pitangueiras	PITA 02450	R.B.	Não	Na Captação do SAAEB, Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Barretos, no final da rua 18.	BARRETOS	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	
Rio Grande - UGRHI 08, 12 e 15	GRDE 02400	R.B.	Integrado	Ponte na divisa de SP-MG, na BR-364 que liga Colômbia a Frutal.	COLÔMBIA	Não	20 09 49	48 41 23	
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	JABORANDI	Não	20 36 56	48 20 06	
Rio Pardo - UGRHIs 4 e 12	PARD 02800	R.B.	Integrado	Ponte na variante da rodovia SP-425, no trecho que liga Guaira a Barretos.	GUAÍRA	Não	20 27 01	48 27 15	

Tabela 3.5 – Descrição dos pontos de amostragem das redes de monitoramento – 2019. (continua)

Corpo Hídrico	UGRHI	Código CETESB	Projeto	Ponto ANA	Local da Amostragem	Município	Manancial	Latitude S	Longitude W
Braço do Rio Jaú	13	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
Córrego Água Branca		ABAN 02800	R.B.	Não	Ponte na Rod. Mun. Airton Sena, a jusante da ETE de Itirapina.	ITIRAPINA	Não	22 13 52	47 51 11
Represa do Broa		BROA 02701	Baln.	Não	Na praia do condomínio Santo Antônio, em frente à lanchonete, na represa do Broa.		Não	22 10 47	47 53 23
		BROA 02703	Baln.	Não	Na rampa de barcos da praia do condomínio Santo Antônio, 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
Reservatório de Ibitinga		TIBI 02451	Baln.	Não	Na Prainha Municipal de Arealva	AREALVA	Não	22 01 16	48 53 15
Ribeirão Grande		RGRA 02990	R.B.	Integrado	Ponte na Rod. Augusto Sgavioli, a 3 km da sua foz no rio Tietê	PEDERNEIRAS	Não	22 15 39	48 48 35
Ribeirão Itaqueri		KERI 02900	R.B.	Integrado	500 m a jusante da confluência com o Rib. Água Branca.	ITIRAPINA	Não	22 13 41	47 52 15
Rio Jacaré-Guaçu		JCGU 03200	R.B.	Integrado	Ponte na estrada de terra do Bairro Malvinas, a jusante do Cór. Santa Rufina.	RIBEIRÃO 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 à 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
Rio Jacaré-Pepira		JPEP 03150	R.B.	Integrado	Ponte na Rua Francisco Costa, em Brotas. Cerca de 1,5 km a jusante da régua do DAEE 5D-028.	BROTAS	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
Rio Jaú		JAHU 02500	R.B.	Integrado	Ponte na Av. Galdino do Amaral Carvalho, junto à régua do DAEE 5D-029.	JAÚ	Não	22 18 09	48 32 25
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 Tietê		TIET 02491	Baln.	Não	Na Prainha de Igarapu do Tietê.	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

Tabela 3.5 – Descrição dos pontos de amostragem das redes de monitoramento – 2019. (continua)

Corpo Hídrico	UGRHI	Código CETESB	Projeto	Ponto ANA	Local da Amostragem	Município	Manancial	Latitude S	Longitude W
Córrego Boi Branco	14	BOIB 02950	R.B.	Integrado	Ponte a 200 m da entrada da Faz. Boi Branco, no distrito Holambra II.	PARANAPANEMA	Não	23 29 22	48 54 18
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 Curuçã 1, perto da confluência com o rio Itapetininga.	ITAPETININGA	Não	23 36 03	48 07 31
Rio Apiaí-Guaçu		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
Rio Guareí		GREI 02750	R.B.	Integrado	Ponte no Bairro dos Diogos, em Angatuba, a jusante do Rib. dos Libânios.	ANGATUBA	Não	23 29 07	48 27 14
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
Rio Paranapanema		PARP 02100	R.B.	Integrado	Ponte na rodovia que liga Campina do Monte Alegre a Buri.	CAMPINA DO MONTE ALEGRE	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, à jusante da ETE SABESP, na altura da faz. Pinhalzinho	SÃO 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	15	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
Rio Verde		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		BILU 02900	R.B.	Não	Na entrada da Est. Ecológica da UNESP.	SÃO JOSÉ DO RIO PRETO	Não	20 51 12	49 25 57
Córrego da Piedade		IADE 04500	R.B.	Não	No tubulão sob a ponte da rodovia SP-310		Não	20 49 04	49 26 06
Córrego dos Olhos d'Água		OLHO 02690	R.B.	Não	Ponte na Rua Durval Brite, a montante do Córrego do Matadouro.	OLÍMPIA	Não	20 43 43	48 54 52
Córrego Matadouro - UGRHI 15		MATA 04900	R.B.	Não	Ponte na Rua Sírria, no Jardim Glória, próximo da sua foz no Córrego Olhos d'Água.		Não	20 43 52	48 55 14
Reservatório do Córrego Marinheirinho		RMAR 02900	R.B.	Integrado	No píer 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 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
Ribeirão do Marinheiro		MARI 04250	R.B.	Integrado	Ponte na vicinal Isidoro Parise, na divisa de municípios de Pedranópolis e Parisi.	PEDRANÓPOLIS	Não	20 17 33	50 04 47

Tabela 3.5 – Descrição dos pontos de amostragem das redes de monitoramento – 2019. (continua)

Corpo Hídrico	UGRHI	Código CETESB	Projeto	Ponto ANA	Local da Amostragem	Município	Manancial	Latitude S	Longitude W
Ribeirão Santa Rita	15	RITA 02700	R.B.	Integrado	Ponte na SP-463, na divisa Mun. de Ouroeste e Populina. Junto à régua da DAEE 7A-001R.	POPULINA	Não	19 57 28	50 26 29
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 à régua do DAEE 6C-008L.	CATIGUÁ	Não	21 03 02	49 03 49
Rio da Cachoeirinha		CXEI 02550	R.B.	Integrado	Ponte na Antiga Estrada Boaideira.	OLÍMPIA	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
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 Ipiúga à Rodovia BR -153.	IPIGUÁ	Não	20 37 40	49 21 18
		TURV 02300	R.B.	Integrado	Ponte na vicinal entre Paraíso e Monte Azul Paulista, junto à 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
Córrego do Esgotão	16	ESGT 02050	R.B.	Integrado	Ponte na SP-381, na entrada de Sabino.	SABINO	Não	21 27 44	49 35 01
Reservatório de Promissão		TIPR 02400	R.B.	Integrado	Ponte na rodovia SP-333, no trecho que liga Pongai a Borborema.	PONGAÍ	Não	21 38 25	49 17 07
		TIPR 02990	R.B.	Integrado	A montante da barragem de Promissão, próximo do vertedouro.	PROMISSÃO	Não	21 17 50	49 46 57
Rio Batalha		BATA 02050	R.B.	Integrado	Na captação de Bauru.	BAURU	Sim	22 22 51	49 06 55
Rio Batalha		BATA 02300	R.B.	Integrado	Ponte na rodovia Marechal Rondon (SP-300), na altura do km 373, a jusante de Avaí.	AVAI	Não	22 08 19	49 16 48
Rio Batalha		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
Rio São Lourenço		SLOU 03700	R.B.	Integrado	Ponte na estrada de terra paralela a Rod. Dr. Maurício Antunes Ferraz. A jusante da ETE de Itápolis.	ITÁPOLIS	Não	21 38 31	48 50 23
Rio Tietê		TIET 02600	R.B.	Integrado	Margem direita, jusante do canal de fuga da casa de força da Usina Hidrelétrica de Ibitinga.	IBITINGA	Não	21 45 31	48 59 39

Tabela 3.5 – Descrição dos pontos de amostragem das redes de monitoramento – 2019. (continua)

Corpo Hídrico	UGRHI	Código CETESB	Projeto	Ponto ANA	Local da Amostragem	Município	Manancial	Latitude S	Longitude W
Ribeirão Capivari - UGRHI 17	17	PIVI 02850	R.B.	Integrado	Na ponte do distrito de Agissê, junto à 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 Maracá, próximo a régua DAEE 7D-013.	MARACÁ	Não	22 37 19	50 41 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 Novo - Af. Pardo UGRHI 17		NOVO 02450	R.B.	Integrado	Ponte na SP-255 (Rod. João Mellão), km 243	AVARÉ	Não	22 59 54	48 50 24
Rio Paranapanema		PARP 02500	R.B.	Integrado	Ponte na rodovia BR-153, no município de Ourinhos.	OURINHOS	Não	22 59 54	49 54 27
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
Braço do Rib. Ponte Pensa	18	BPEN 02400	R.B.	Integrado	Ponte na rodovia dos Barrageiros (SP-595, km 101).	TRÊS FRONTEIRAS	Não	20 17 48	50 55 28
Braço do Rio São José dos Dourados		BSJD 02200	R.B.	Integrado	Ponte na vicinal Suzanápolis /Pereira Barreto, na divisa de município.	SUZANÁPOLIS	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 APRAZÍVEL	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
Córrego do Baixote	19	XOTE 02500	R.B.	Integrado	Na estrada municipal que liga Birigui a Coroados, na captação de Birigui.	BIRIGUI	Sim	21 18 37	50 18 38
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
Reservatório de Três Irmãos		TITR 02100	R.B.	Integrado	Ponte na rodovia SP-463 , no trecho que liga Araçatuba a Jales, a 1 km da captação de Araçatuba.	ARAÇATUBA	Sim	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
Ribeirão Bagaçu		BAGU 02700	R.B.	Integrado	Na Avenida Bagaçu, 1530, na captação do município de Araçatuba.	ARAÇATUBA	Sim	21 13 19	50 25 43
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
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.	PROMISSÃO	Não	21 19 17	49 49 20

Tabela 3.5 – Descrição dos pontos de amostragem das redes de monitoramento – 2019. (continua)

Corpo Hídrico	UGRHI	Código CETESB	Projeto	Ponto ANA	Local da Amostragem	Município	Manancial	Latitude S	Longitude W
Ribeirão Lageado	19	LAGE 02500	R.B.	Integrado	Rua Altino Vaz de Melo, na captação do município de Penápolis.	PENÁPOLIS	Sim	21 26 10	50 03 23
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.		Não	20 47 50	51 37 39
Rio Tietê		TIET 02700	R.B.	Integrado	Ponte na rod. BR-153, no trecho que liga Lins a José Bonifácio, a jusante da barragem de Promissão.	PROMISSÃO	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
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
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
		RECA 02900	Sed.	Não	Próximo da ponte na entrada da cidade na Rodovia Comandante João Ribeiro de Barros.		Não	21 21 01	51 51 07
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 a 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.	JUNQUEIRÓPOLIS	Não	21 13 15	51 29 52
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 Paulicéia a Brasilândia/MS	PAULICÉIA	Não	21 16 02	51 51 21
Rio Tibiriçá		TBIR 02700	R.B.	Integrado	Ponte na rodovia que liga Getulina a Queiroz, junto à 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
Ribeirão do Veado		VEAD 02950	R.B.	Não	Ponte na Vicinal Pres. Epitácio/Campinal.	PRESIDENTE VENCESLAU	Não	21 43 15	52 02 07

Tabela 3.5 – Descrição dos pontos de amostragem das redes de monitoramento – 2019. (conclusão)

Corpo Hídrico	UGRHI	Código CETESB	Projeto	Ponto ANA	Local da Amostragem	Município	Manancial	Latitude S	Longitude W
Rio do Peixe - UGRHI 21	21	PEIX 02100	R.B.	Integrado	Ponte na rodovia que liga Marília a Assis.	MARÍLIA	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 Caiabu a Mariápolis, 3 km 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 a Presidente Venceslau.	DRACENA	Não	21 36 16	51 42 10
Represa Laranja Doce	22	RLAN 02500	Sed.	Não	Represa Laranja Doce, no meio do corpo central.	MARTINÓPOLIS	Não	22 14 32	51 09 18
Ribeirão Caiuá - UGRHI 22		KAIU 02950	R.B.	Integrado	Na ponte na vicinal SPV-71, próximo à Delegacia Fluvial de Pres. Epitácio.	PRESIDENTE EPITÁCIO	Não	21 45 41	52 05 49
		KAIU 02950	Sed.	Não	Próximo da ponte na vicinal SP V-71, perto da Delegacia fluvial de Pres. Epitácio.		Não	21 45 41	52 05 49
Ribeirão do Saltinho		SALT 02700	R.B.	Integrado	Ponte na Rod. Euclides de Figueiredo, SP- 363 km 69, na divisa Piquerobi/ Pres. Venceslau	PRESIDENTE VENCESLAU	Não	21 58 02	51 51 56
Ribeirão Vai-e-Vem		VVEM 04700	R.B.	Integrado	À aproximadamente 3,5 km a montante da confluência com o Rio Santo Anastácio.	SANTO ANASTÁCIO	Não	22 03 38	51 42 15
Rio Paraná	22	PARN 02740	R.B.	Não	Margem esquerda do Rio Paraná, a jusante do Rio SantoAnastácio, próximo da Pousada Cururu, em Presidente Epitácio.	PRESIDENTE EPITÁCIO	Não	21 50 52	52 11 09
		PARN 02900	R.B.	Integrado	Na barragem do reservatório de Porto Primavera.	ROSANA	Não	22 28 36	52 57 26
		PARN 02910	R.B.	Não	A jusante da Usina de Porto Primavera.		Não	22 31 06	53 00 22
Rio Paranapanema	22	PARP 02750	R.B.	Integrado	Ponte 800 m 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	22	PIZI 02900	R.B.	Integrado	Ponte na Rod. SP-613, próximo ao km 13.	MIRANTE DO PARANAPANEMA	Não	22 31 28	52 01 39
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 02300	R.B.	Integrado	Ponte na Rod. Assis Chateaubriand. Rodovia que liga Presidente Prudente - Pirapozinho. Junto à 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

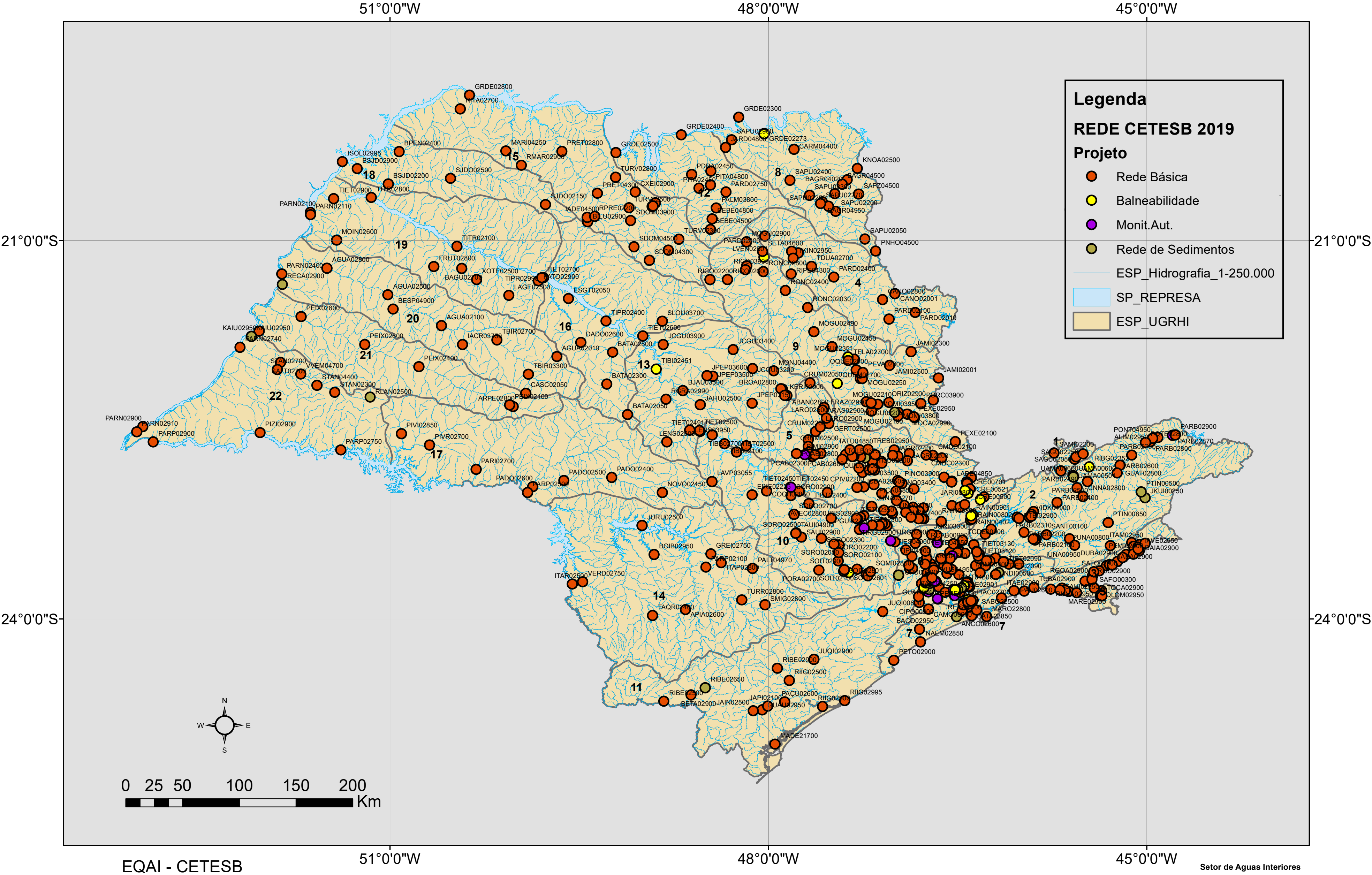
Legenda: **R.B.:** Rede Básica **Sed.:** Rede de Sedimentos **Baln.:** Balneabilidade de rios e reservatórios **Monit. Aut.:** Monitoramento Automático

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 monitoramento de todas as UGRHIs estão no Apêndice F.

Mapa 3.2 – Pontos por projeto de monitoramento da rede CETESB 2019.

Pontos por projeto de monitoramento 2019



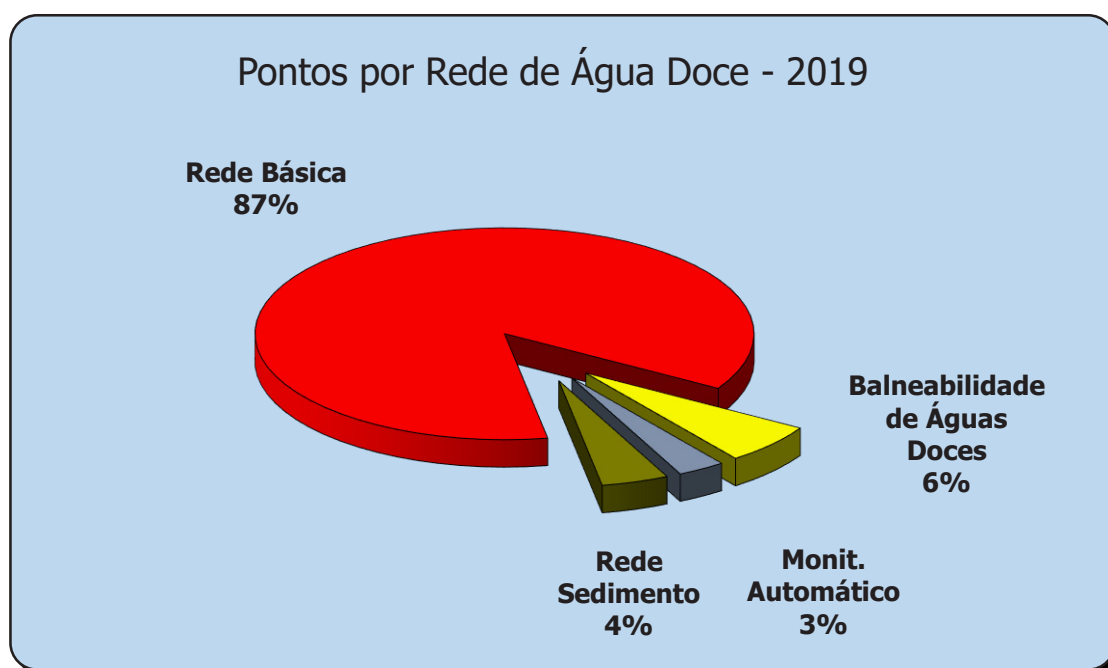
3.4.1 Distribuição por UGRHI

Em 2019, a rede básica da CETESB operou com 477 pontos, perfazendo uma densidade média de 1,9 pontos por 1.000 km². Incluindo-se os 17 pontos do monitoramento automático atinge-se a densidade média de 1,99 pontos por 1.000 km². Com os 34 pontos do programa de balneabilidade de rios e reservatórios, alcança-se uma densidade de 2,1 pontos por 1.000 km². Dentre os 477 pontos da rede básica em atividade, 89 já possuem mais de 30 anos de monitoramento.

Portanto, os monitoramentos de água doce superficial totalizaram 528 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 27,2 milhões de habitantes.

Somando-se os 24 pontos da rede de sedimento, a CETESB totalizou 552 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 2019



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 2019

Número da UGRHI	São Paulo 2019 UGRHI / Tipo	Área em km² (PERH)	Rede Básica 2019	Monit. Autom.	Baln. Águas Doces	Mon. Total Água	Rede Sedim.	Rede ANA em SP	Monit. Total	nº Pontos Água / 1.000 km²	nº Pontos Total / 1.000 km²	DENS. Rede Federal
1	Mantiqueira	675	5	0	0	5	0	3	5	7,41	7,41	4,44
2	Paraíba do Sul	14.444	31	2	2	35	3	17	38	2,42	2,63	1,18
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	0	9	11	1,22	1,22	1,00
5	Piracicaba, Capivari e Jundiaí	14.178	91	1	6	98	4	24	102	6,91	7,19	1,69
6	Alto Tietê	5.868	73	11	14	98	9	21	107	16,70	18,23	3,58
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	3	2	33	0	11	33	2,79	2,79	0,93
11	Ribeira de Iguape/Litoral Sul	17.068	13	0	0	13	1	10	14	0,76	0,82	0,59
12	Baixo Pardo / Grande	7.239	9	0	0	9	0	6	9	1,24	1,24	0,83
13	Tietê / Jacaré	11.779	16	0	4	20	0	12	20	1,70	1,70	1,02
14	Alto Paranapanema	22.689	12	0	0	12	0	11	12	0,53	0,53	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	0	9	0	9	9	0,68	0,68	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	1	10	12	0,83	0,91	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	2	10	14	0,97	1,13	0,81
22 UGRHIs		248.219	477	17	34	528	24	240	552	2,13	2,22	0,97

Obs.: Houve reprocessamento dos valores das áreas territoriais que foi atualizado de acordo com a estrutura político-administrativa vigente em 30 de abril de 2019, conforme publicado no Diário Oficial da União nº 94, de 19 de maio de 2020 que indicou a nova área do Estado de São Paulo, passando de 248.222 km² para 248.219,481. <https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/estrutura-territorial/15761-areas-dos-municipios.html?t=acesso-ac-produto&c=35>

3.5 Índice de Abrangência Espacial do Monitoramento - IAEM

O Índice de Abrangência Espacial do Monitoramento - IAEM faz uma análise multicriterial composta basicamente por dois grupos de variáveis: antrópicas e ambientais. A correlação espacial é baseada em cinco fatores e abrange uma análise integrada, indo, portanto, além do critério de referência da densidade de pontos de cada UGRHI, que se baseia apenas na extensão territorial. O cenário anual é resultado da correlação dos dados de população total por UGRHI, advindos da estimativa da população residente em 2009 e 2019 (IBGE, 2019) e da densidade de população por UGRHI com a evolução do monitoramento da rede básica, a média do IQA por UGRHI e a densidade de pontos da rede básica da CETESB por UGRHI.

Dentro do critério antrópico são analisados dois fatores: a pressão populacional (estimada pela densidade populacional/km² de cada ano) e pelos macroúsos 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 nº 16.337/2016 revogou a Lei nº 9.034/1994, onde constava essa classificação por “vocações” e na Lei nº 16.337/2016 não existe mais essa classificação, mas sim aquela dada pelo Anexo III da mesma lei, que é uma caracterização geral, atualizada por meio dos Relatórios de Situação. Para manter o critério de comparação à ponderação original, a vocação quanto ao macroúso 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 de 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 influencia negativamente no ambiente, ou seja, pode causar degradação nos corpos hídricos. Com isto, pode 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 esses fatores influenciam positivamente, ou seja, quanto maior sua presença, melhor será a gestão do território e sua contribuição positiva para o índice. Equivale a uma parcela de 0,55 da composição da nota do índice IAEM.

Tabela 3.7 – Composição da Matriz de análise dos fatores da Análise multicritério.

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
	Nº 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 UGRHI por meio 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 2009 e 2019 comparados e a somatória do IAEM calculado para as 22 UGRHIs em que se divide o Estado de São Paulo.

Tabela 3.8 – Dados originais para geração do Índice de Abrangência Espacial do Monitoramento 2009 e 2019

Matriz de Análise Multicriterial para geração do IAEM - Índice de Abrangência Espacial do Monitoramento-Estado de São Paulo: Ano 2019													Resultado do INDICE (0-1)		
Fatores Analisados:				Antrópico (Custos)		Monit. Ambiental (Benefícios)									
Dados Originais		Critérios	Dens. Pop.	Macroúso- Solo	Valor Médio IQA/UGHRI	Nº Pontos Calc.	Dens.Rede Básica								
Área Km²	POP. IBGE 2019	hab/km²	fator de pressão 1 a 4	Índice (0-100)	unidade	Ptos./1000 km²				IAEM 2019					
1	675	69.777	1	58,959	5	7,41				0,69					
2	14.444	2.233.736	4	63,96	31	2,15				0,48					
3	1.948	336.281	1	64,53	31	15,91				0,81					
4	8.993	1.251.815	3	60,80	11	1,22				0,51					
5	14.178	5.844.351	4	52,80	91	6,42				0,54					
6	5.868	21.547.632	4	40,41	73	12,44				0,32					
7	2.818	1.865.397	4	56,97	19	6,74				0,45					
8	9.125	739.517	3	62,61	17	1,86				0,53					
9	15.004	1.620.532	3	58,08	36	2,40				0,54					
10	11.829	2.129.775	4	57,63	28	2,37				0,46					
11	17.068	380.592	1	65,13	13	0,76				0,66					
12	7.239	360.056	3	56,58	9	1,24				0,50					
13	11.779	1.649.810	3	61,88	16	1,36				0,52					
14	22.689	778.267	1	67,65	12	0,53				0,66					
15	15.925	1.365.415	2	59,82	21	1,32				0,59					
16	13.149	564.282	2	65,86	9	0,68				0,59					
17	16.749	723.278	2	67,46	8	0,48				0,59					
18	6.783	238.519	2	76,92	6	0,88				0,62					
19	15.588	831.375	2	74,78	12	0,77				0,62					
20	13.196	388.685	2	66,99	11	0,83				0,59					
21	10.769	485.485	2	68,42	6	0,56				0,59					
22	12.395	514.472	2	71,13	12	0,97				0,61					
SP	248.219,5	45.919.049	3	63	477	1,92				12,44					
										Σ IAEM 2019					

Matriz de Análise Multicriterial para geração do IAEM - Índice de Abrangência Espacial do Monitoramento-Estado de São Paulo: Ano 2009													Resultado do INDICE (0-1)		
Fatores Analisados:				Antrópico (Custos)		Monit. Ambiental (Benefícios)									
Dados Originais		Critérios	Dens. Pop.	Macroúso- Solo	Valor Médio IQA/UGHRI	Nº Pontos Calc.	Dens.Rede Básica								
Área Km²	POP. IBGE 2009	hab/km²	fator de pressão (1 a 4)	Índice (0-100)	unidade	Ptos./1000 km²				IAEM 2009					
1	675	64.367	1	54,99	2	2,96				0,67					
2	14.444	1.991.602	4	66,66	19	1,32				0,53					
3	1.948	276.863	1	64,61	30	15,40				0,85					
4	8.993	1.068.021	3	63,86	4	0,44				0,57					
5	14.178	5.038.433	4	43,69	80	5,64				0,41					
6	5.868	19.610.845	4	45,43	49	8,35				0,22					
7	2.818	1.668.428	4	59,37	15	5,32				0,49					
8	9.125	689.001	3	56,62	13	1,42				0,54					
9	15.004	1.449.666	3	51,76	39	2,60				0,52					
10	11.829	1.820.829	4	50,09	21	1,78				0,43					
11	17.068	379.867	1	60,00	10	0,59				0,69					
12	7.239	331.891	3	61,37	2	0,28				0,56					
13	11.779	1.504.578	3	56,94	7	0,59				0,53					
14	22.689	741.658	1	64,15	8	0,35				0,71					
15	15.925	1.246.777	2	47,67	14	0,88				0,54					
16	13.149	518.356	2	73,64	4	0,30				0,70					
17	16.749	681.124	2	67,13	3	0,18				0,66					
18	6.783	227.874	2	65,42	1	0,15				0,65					
19	15.588	758.977	2	71,28	8	0,51				0,69					
20	13.196	366.320	2	60,41	6	0,45				0,62					
21	10.769	465.448	2	59,72	3	0,28				0,62					
22	12.395	483.114	2	67,48	5	0,40				0,67					
SP	248.219,5	41.384.039	3	60	343	1,38				12,88					
										Σ IAEM 2009					

Na Tabela 3.9 estão descritos os intervalos do índice, que variam de 0 (pior situação) a 1 (melhor situação), distribuídos nas cinco classes com as respectivas classificações, quanto ao nível de pressão antrópica exercida na UGRHI.

Tabela 3.9 – Classes do Índice de Abrangência Espacial do Monitoramento (IAEM).

IAEM-Índice de Abrangência Espacial do Monitoramento		Intervalos		Sustentabilidade do Gerenciamento da Qualidade	Status do Monitoramento da Qualidade X Pressão Antrópica
Classes	Insuficiente	0	0,355	Alta vulnerabilidade 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	

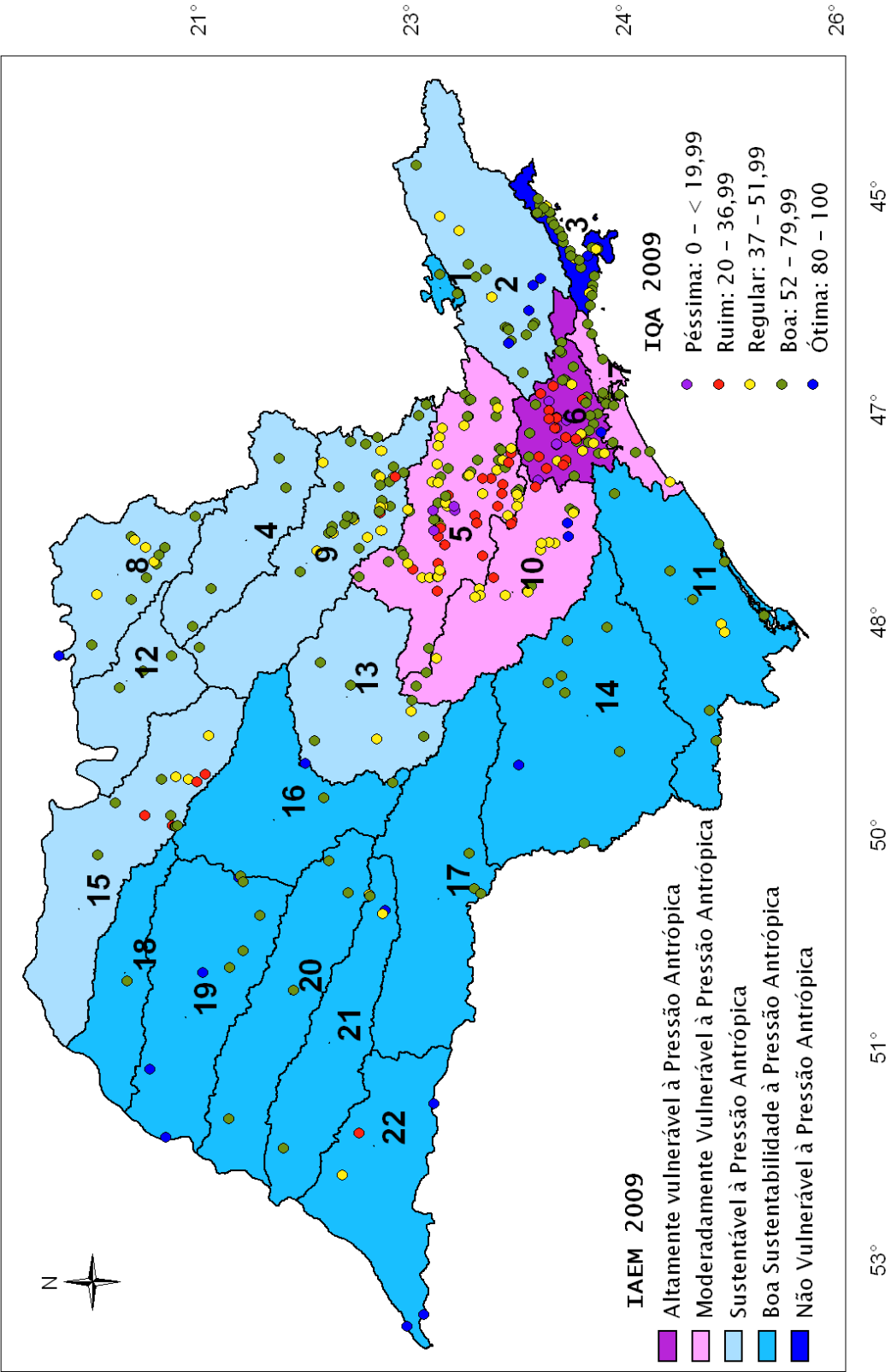
3.4.2 Cenário do IAEM para o ano de 2009

Em 2009, considerando os 343 pontos em que foi possível fazer o cálculo do índice IQA, a rede de monitoramento da CETESB apresentou uma densidade de 1,38 pontos por 1.000 km² atendendo 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, esse critério tem sido atingido para Estado de São Paulo como um todo desde 2007. Entretanto, as UGRHIs, com predominância de 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 em 2009 continha apenas 0,15 pontos por 1000 km².

A população em 2009 do estado de São Paulo foi estimada em 41.384.039 habitantes, conforme <https://www2.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/estimativa2008/default.shtm> e a densidade populacional estadual era estimada em 167 habitantes por km². O Mapa 3.3 mostra a classificação do IAEM em 2009 com os pontos com a classificação do IQA deste ano.

Mapa 3.3 – Situação das UGRHIs no Estado de São Paulo em função do IAEM - 2009

Mapa do IAEM - Índice de Abrangência Espacial do Monitoramento de Água - 2009 - Estado de São Paulo e suas 22 UGRHIs



Segundo os resultados do IAEM para 2009, o monitoramento foi considerado como **Muito Abrangente/Não Vulnerável** somente para uma unidade: a UGRHI 3, que obteve o maior IAEM do Estado de São Paulo: 0,85. O motivo foi ter se destacado das demais por ter atingido a maior densidade de pontos (15,40 pontos/1.000 km²) entre as 22 UGRHIs, com 30 pontos, além de uma média do IQA de 64,61, considerada como Boa qualidade da água. Portanto, essa unidade não apresentava vulnerabilidade frente às questões antrópicas da época.

O índice de monitoramento **Abrangente/com Boa Sustentabilidade** foi obtido em 10 UGRHIs, em razão da pressão antrópica existente à época:

- Três UGRHIs classificadas com o macroúso do solo com ênfase para Conservação Ambiental: a UGRHI 1 - Mantiqueira que com densidade demográfica de 95,36 hab./km² e densidade de pontos de 2,96 pontos/1.000 km² obteve média do IQA 54,99 (Boa qualidade). A UGRHI 11 - Ribeira do Iguape/Litoral Sul que novamente apresentou a menor densidade populacional estadual de 2009 (22,26 hab./km²), portanto a menor pressão antrópica em termos de população. Também passou para 10 pontos em 2009 e com isso melhorou a sua densidade de pontos (0,59 pontos/1.000 km²) e a sua média do IQA foi de 60,00 (Boa qualidade); e a UGRHI 14 - Alto Paranapanema, que obteve IAEM de 0,71. Essa unidade apresentou densidade de pontos de apenas 0,35 pontos/1.000 km², pois monitorou oito pontos. A nota foi sendo compensada pela baixa ocupação populacional (32,69 hab./km²) e pela média anual do IQA de 64,15 (Boa qualidade).
- E as demais sete UGRHIs predominantemente com macroúso agropecuário. São elas:

A UGRHI 16 - Tietê/Batalha, que em 2009 obteve a maior média anual do IQA (73,64), Boa qualidade, e permaneceu nessa categoria com os mesmos quatro pontos em relação a 2008, apesar de ter somente 1/3 da densidade recomendada. A UGRHI 17 - Médio Paranapanema que com baixa densidade de pontos (apenas 0,18 pontos/1.000 km²), mas cuja média do IQA de seus três pontos foi de 67,13 (Boa qualidade), que resultou em um IAEM de 0,66.

A UGRHI 18 - São José dos Dourados, que embora tenha apresentado a menor densidade de pontos do ano de 2009, com 0,15 pontos/1.000 km² (monitorou apenas um ponto - SJDO 02500, cuja média anual do IQA foi de 65,42 (Boa qualidade). A unidade também manteve baixa densidade demográfica praticamente igual, de 33,44 em 2008 para 33,59 hab./km² em 2009; e obteve IAEM de 0,65.

A UGRHI 19 - Baixo Tietê, com oito pontos de monitoramento e metade da densidade recomendada (0,51 pontos/1000 km²), mas que obteve média do IQA de 71,28, Boa qualidade.

A UGRHI 20 - Aguapeí, com baixa pressão antrópica, pois teve densidade populacional de 27,76 hab./km². O monitoramento contou com seis pontos e a densidade com menos da metade do recomendado (0,45 pontos/1.000 km²) pontos, e IQA médio de 60,41.

E ainda dentre os classificados com Boa Sustentabilidade estavam as UGRHIs 21 - Peixe (três pontos) e a 22 - Pontal do Paranapanema (cinco pontos) ambas com baixa densidade de pontos. Contudo, como têm o macroúso do solo com fator de ponderação 2, e como possuíam baixa densidade populacional, respectivamente 43,22 e 38,98 hab./km², com IAEM de 0,61 e 0,66, respectivamente.

Foram sete as UGRHIs classificadas como tendo o índice de abrangência espacial do monitoramento **Suficiente/Não Vulnerável** em 2009:

- A UGRHI 15 - Turvo/Grande, que apesar de ter o maior número de pontos (14) no grupo das UGRHIs com macroúso do solo agropecuário, obteve média do IQA (47,67), classificado como de qualidade Regular e IAEM de 0,54.

- Todas as cinco UGRHs classificadas com macroúso do solo “em industrialização”, portanto com fator de ponderação 3:

A UGRHs 4 - Pardo que continuou com quatro pontos e densidade de pontos de 0,44 pontos/1.000 km² e 118,76 hab./km² e IQA médio de 63,86 (Boa qualidade), obtendo IAEM 0,57. A UGRHI 8 - Sapucaí/Grande que passou para 13 pontos e assim atingiu a densidade recomendada, com 1,42 pontos/1.000 km². Sua nota do IAEM de 2009 foi de (0,53), com pequena queda em relação ao ano anterior (57,13) na média anual do IQA 56,62 (Boa qualidade). A UGRHI 9 - Mogi-Guaçu, que manteve o dobro da densidade de pontos recomendada (2,6 pontos/1.000 km²), mas a média de IQA anual caiu para 51,76 passando para Qualidade Regular, enquanto em 2008 esteve com Boa qualidade. A UGRHI 12 - Baixo Pardo/Grande, que manteve a densidade populacional baixa: 45,85 hab./km² e IQA médio de 61,37 (Boa qualidade). Contudo continua a apresentar a densidade de pontos muito baixa, 0,28 pontos/1.000 km², com apenas dois pontos. E a UGRHI 13 - Tietê/Jacaré, com densidade populacional de 127,73 hab./km² não sofreu alteração no número de pontos, com 0,59 pontos/1.000 km², de densidade recomendada. Também teve queda na média anual do IQA, mas manteve a qualidade Boa (IQA 56,94).

- E uma UGRHI com macroúso do solo industrial: A UGRHI 2 - Paraíba do Sul, que passou de 17 para 19 pontos de monitoramento e atingiu densidade de 1,32 pontos/1.000 km². A unidade já apresentava uma população total próxima de 2 milhões (1.991.602 em 2009), mas manteve uma boa qualidade de água com IQA médio 66,66 (Boa qualidade), estando nessa unidade o ponto com a melhor média do estado (INGA 00850 com IQA médio de 93,07, qualidade Ótima). Apresentou IAEM 0,52, **suficiente e ainda sustentável**.

Foram classificadas com o IAEM **Pouco Abrangente/Moderadamente Vulnerável à pressão antrópica** as seguintes três unidades das cinco UGRHs denominadas industriais: 5 - Piracicaba/Capivari/Jundiaí, 7 - Baixada Santista e 10 - Sorocaba/Médio Tietê, por terem alta densidade demográfica e macroúso do solo ponderado pelo maior valor de impacto para o fator de pressão antrópica (4):

- UGRHI 5 - Piracicaba/Capivari/Jundiaí, com 5 milhões de habitantes apresentou o maior número de pontos monitorados por unidade: 80 pontos e densidade de pontos de 5,64 pontos/1.000 km². E também a sua média anual se destacou como a pior do conjunto em 2009, com 43,69 (Qualidade Regular). Obteve IAEM 0,41, o pior entre essas unidades de significativa vulnerabilidade e bem menor que o ano anterior 0,50. A UGRHI 7 - Baixada Santista, que ganhou um ponto de monitoramento em 2009 e passou para 15 pontos. Apesar da densidade de pontos cinco vezes (5,32 pontos/1.000 km²) acima do recomendado, está nessa categoria principalmente devido à alta densidade populacional, de 592,06 hab./km². O IQA médio foi de 59,37 (Boa qualidade). A UGRHI 10 - Sorocaba/Médio Tietê, que manteve os mesmos 21 pontos, mas cuja média anual do IQA de 2008 era de 53,69 (Boa qualidade), e passou em 2009 para 50,09 (Qualidade Regular). Apresentou IAEM de 0,42.

E finalmente, foi considerada como **Altamente Vulnerável** somente a unidade da UGRHI 6 - Alto Tietê, por estar **vulnerável à pressão antrópica**, com o índice IAEM de **0,22**. A UGRHI 6 - Alto Tietê, apesar dos 49 pontos e com a segunda maior densidade de pontos do estado de 2009, com 8,35 pontos/1.000 km² apresentou, em contrapartida, densidade populacional muito alta, de 3342 hab./km² que produz esgoto doméstico acima da capacidade de assimilação dos corpos hídricos urbanos receptores. Com isso a média anual de 2009 do IQA foi de 45,34, mas vários pontos apresentaram IQA de Péssima qualidade. O ponto

TAMT 04500 do rio Tamanduateí na divisa ente São Caetano do Sul e Santo André foi o pior deles, com média anual do IQA 15,56 (Qualidade Péssima).

Portanto, conforme o IAEM 2009, das 22 UGRHIs, somente quatro unidades foram classificadas com o monitoramento vulnerável à pressão antrópica existente à época. Estiveram com monitoramento adequado 18 UGRHIs sendo, portanto, classificadas como não vulneráveis. Houve evolução em relação ao ano de 2008. Se fosse considerado somente o critério da CEE (densidade territorial), somente nove unidades do estado de São Paulo atenderiam ao critério da densidade recomendada.

3.4.3 Cenário do IAEM para o ano de 2019

Em 2019, segundo a Estimativa do IBGE¹, a população do Estado de São Paulo atingiu 45.919.049 habitantes, aumentando em cerca de 4,5 milhões durante o período 2009-2019. Somente nas UGRHIs de macroúso do solo industrial, notadamente com maior pressão antrópica, houve um incremento de 3,4 milhões de pessoas. A rede de monitoramento básica (na qual o IQA é calculado) aumentou 39% no período de 2009/2019, passando de 343 pontos em 2009 para 477 em 2019. Com isso, o Estado de São Paulo passou a ter uma densidade de 1,92 pontos/1.000 km².

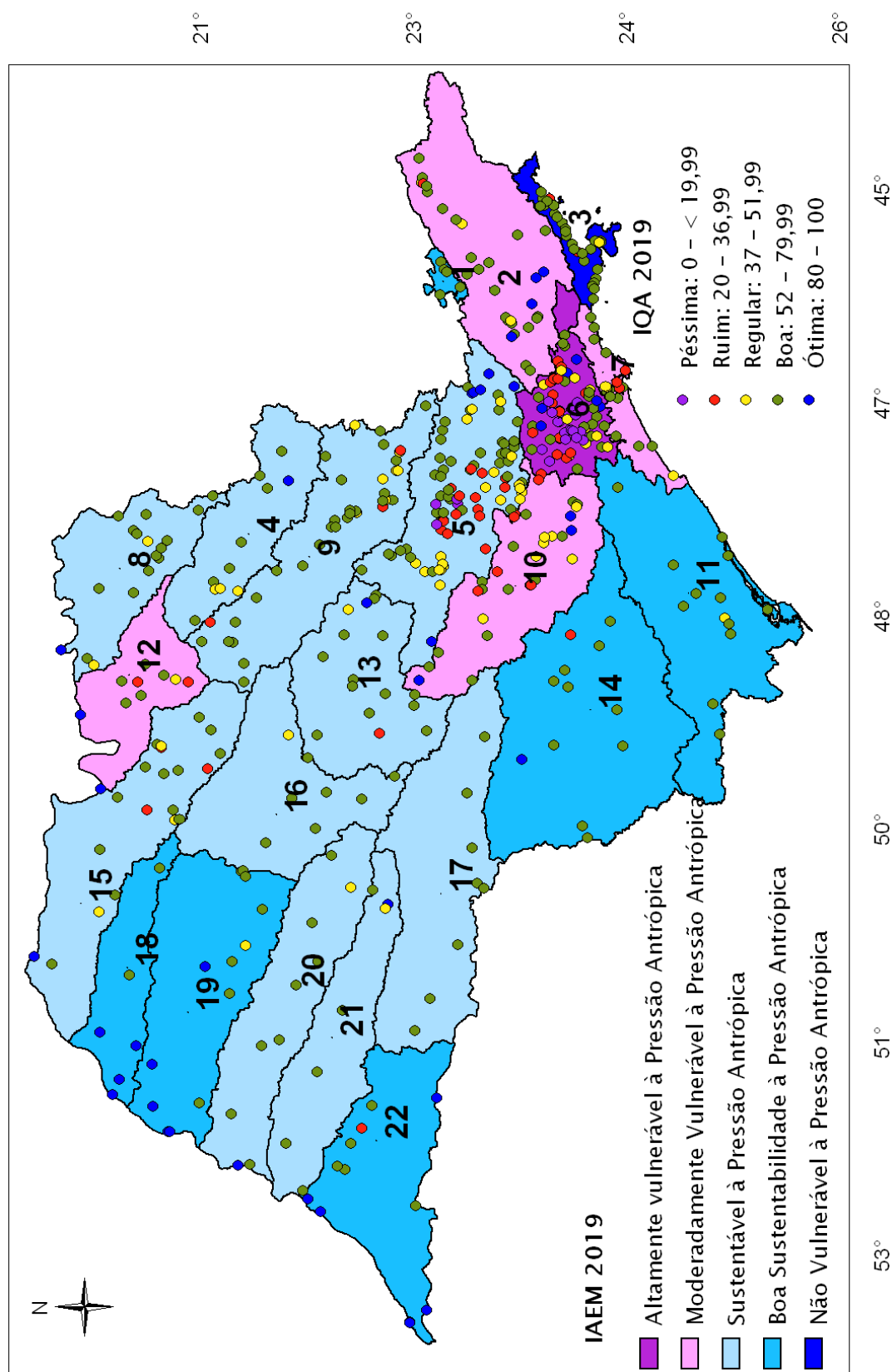
Apesar disso, a amplitude da distribuição espacial da densidade de pontos/1.000 km² dentro do conjunto das 22 UGRHIs continua muito grande em 2019: 15,44 pontos/1.000 km², variando entre 0,48 pontos/1.000 km², caso da UGRHI 17 - Médio Paranapanema a 15,91 pontos/1.000 km² na UGRHI 3 - Litoral Norte, que continua tendo a maior densidade de pontos nesta última década. Em 2009, essa amplitude foi de 15,25 pontos/1.000 km² variando de 0,15 pontos/1.000 km² na UGRHI 18 - São José dos Dourados a 15,40 pontos/1.000 km² na UGRHI 3 - Litoral Norte, mostrando que existem, em ambas as comparações, grandes desigualdades espaciais no monitoramento.

Em termos de mudança de classes do IAEM em relação ao ano de 2018 verificam-se duas alterações de classificação: duas unidades melhoraram (UGRHI 12 - Baixo Pardo/Grande e UGRHI 16 - Tietê/Batalha). O Mapa 3.4 resume a situação das UGRHIs em relação ao IAEM em 2019.

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

Mapa 3.4 – Situação das UGRHIs no Estado de São Paulo em função do IAEM - 2019.

Mapa do IAEM - Índice de Abrangência Espacial do Monitoramento de Água - 2019 - Estado de São Paulo e suas 22 UGRHIs



Segundo os resultados do IAEM para 2019, apenas a UGRHI 6 - Alto Tietê apresentou o índice IAEM insuficiente e, por isso, foi considerada **altamente vulnerável à pressão antrópica, igualmente a 2009**. Com uma população total de 21 milhões de habitantes, na qual se inclui a cidade de São Paulo, com 12.252.023 habitantes, essa UGRHI apresenta uma densidade de 12,44 pontos/1.000 km² (a segunda maior do estado em 2019). Mas nesse intervalo de tempo, apesar da melhora, essa UGRHI continua classificada com IAEM variando entre 0,22 em 2009 e 0,32 em 2019, obtendo, novamente, a pior classificação do ano. Os seguintes fatores explicam o baixo índice obtido:

- Altíssima densidade demográfica, com 3.672,06 hab./km², concentrados no entorno da cidade de São Paulo;
- Média do IQA 40,41 (Regular) semelhante ao ano de 2018 (40,05);
- Alta vulnerabilidade frente à pressão antrópica existente e;
- Fator 4 de ponderação para macroúso do solo com predominância industrial.

Em relação ao ano anterior, houve acréscimo de dois pontos novos. Embora a UGRHI 6 - Alto Tietê permaneça como a segunda rede mais densa do estado, a situação continua de alta vulnerabilidade, devido aos impactos oriundos da grande pressão antrópica ali existente. A pior nota do IQA do estado foi registrada nessa UGRHI, no córrego Parque do Cordeiro, CORD 04950, afluente do rio Pinheiros em São Paulo, com média anual de 11,83 (Qualidade Péssima).

Em 2019, apenas quatro UGRHIs foram classificadas com o IAEM **pouco abrangente**:

- Três pertencem 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 2019, (63,96), ainda tem a menor densidade de pontos (2,15 pontos por 1.000/km²) dentre as demais do conjunto de UGRHIs com maior atividade industrial. A UGRHI 7 - Baixada Santista, que em 2009 possuía 15 pontos ficou com 19 em 2019, com densidade de 6,74 pontos/1.000 km². Contudo, com cerca de 1,8 milhão de habitantes, sua densidade demográfica também aumentou muito, sendo de 661,96 hab./km², a segunda maior do estado. A UGRHI 10 - Sorocaba/Médio Tietê tem mantido situação semelhante aos anos anteriores, porém houve acréscimo de pontos entre 2009 e 2019 e sua densidade aumentou de 1,78 pontos/1.000 km² para 2,37 pontos/1.000 km², sem outras alterações significativas dos demais fatores. O índice IAEM foi de 0,43 em 2009 e de 0,46 em 2019, portanto, com vulnerabilidade significativa frente à pressão antrópica, em ambos os anos analisados.
- E a UGRHI 12 - Baixo Pardo/Grande, do grupo com macroúso do solo em Industrialização, que mudou de categoria, piorando. Apesar de ter mantido a variável da pressão antrópica - densidade demográfica baixa no intervalo apresentado, com densidade populacional variando entre 45,85 hab./km² em 2009 e a 49,74 hab./km², em 2019, e de ter atingido a densidade de pontos recomendada, passando de três pontos em 2009 para nove em 2019, obteve assim 1,24 pontos/1.000 km². Porém essa unidade teve ligeira queda na média anual do IQA de 61,37 (qualidade Boa) em 2009 para 56,58 (qualidade Boa) em 2019. Com isso o IAEM variou de 0,55, em 2009, para 0,50 em 2019, tornando a unidade vulnerável.

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 5,8 milhões de habitantes, e a que possui o maior número de pontos (91) por UGRHI do estado. Apesar do macroúso do solo ser ponderado por quatro, e ser bem povoada, é a única da categoria industrial que tem estado classificada como sustentável à pressão antrópica nos últimos anos. Isso se deve principalmente à grande quantidade de pontos, gerando uma densidade de pontos seis vezes acima do recomendado, 6,42 pontos/1.000 km². Além disso, houve melhoria no IQA médio que tinha qualidade Regular em 2009 (43,69) e passou para 52,80 (qualidade Boa) em 2019. Com isso o IAEM dessa unidade passou de 0,41 em 2009 para 0,54 em 2019, demonstrando uma evolução no monitoramento, e a maior variação positiva dentre as 22 unidades.
- Quatro UGRHIs com uso do solo em processo de industrialização:
- A UGRHI 4 - Pardo, que, permanece nessa categoria de unidade não vulnerável apesar de apresentar a densidade territorial mínima da CEE de 1,22 pontos/1.000 km². Mas, sua média anual do IQA caiu para 60,80 (Boa qualidade) em 2019. Em 2009, sua média era ainda melhor, com IQA de 63,86.
- A UGRHI 8 - Sapucaí/Grande com 689.001 habitantes em 2009 manteve a densidade populacional baixa, passando de 75,51 hab./km² em 2009 para 81,04 hab./km² em 2019. Já em número de pontos monitorados, houve avanço no período: de 13 em 2009 para 17 em 2019, e com isso atende-se a densidade recomendada com 1,86 pontos/1.000 km². O IQA médio foi de 62,61 (Boa qualidade) em 2019, demonstrando uma situação de sustentabilidade.
- A UGRHI 9 - Mogi-Guaçu, que em 2009 tinha 1.449.666 habitantes e 39 pontos de monitoramento. Atualmente encontra-se com o monitoramento sustentável, pois possui população de cerca de 1,6 milhão de habitantes e 36 pontos mantendo-se a densidade de 2,4 vezes acima do recomendado. O IAEM de 2009 era de 0,51 e subiu para 0,54 em 2019. Também a média do IQA melhorou no período, passando de 51,76 (qualidade Regular) em 2009 para 58,08 (qualidade Boa) em 2019.
- A UGRHI 13 - Tietê/Jacaré, no período de 2009 - 2019 passou de sete pontos para 16 pontos e obteve densidade de pontos de 1,36 pontos/1000 km². Já na média anual do IQA houve aumento de 56,94 (2009) para 61,88 (2019), ambas demonstrando Boa qualidade. O IAEM de 2009 e 2019 foi igual: 0,52, confirmando a situação de sustentabilidade.

Além dessas, ainda nessa classificação Suficiente/Não vulnerável estão cinco UGRHIs com predomínio de atividades agropecuárias:

- A UGRHI 15 - Turvo/Grande é a única do grupo das agropecuárias que já atingiu a densidade recomendada, com 1,32 pontos/1000 km², passando de 14 pontos em 2009 para 21 em 2019. Essa UGRHI melhorou a média anual do IQA classificado na categoria Regular (47,67), devido à qualidade Ruim nos pontos do ribeirão São Domingos em 2009, para 59,82 (Boa qualidade) em 2019.
- A UGRHI 16 - Tietê/Batalha, que mantém baixa densidade demográfica, com 39,42 hab./km² em 2009 e 42,91 hab./km² em 2019, portanto, pressão antrópica praticamente estável. Essa UGRHI, que ainda hoje possui densidade de pontos abaixo do recomendado, de 0,68 pontos/1000 km², evoluiu na abrangência espacial, aumentando de quatro pontos em 2009 para nove em 2019. Apresenta média do IQA 73,64 em 2009 e 65,86 em 2019, demonstrando que mantém uma Boa qualidade da água e condição de sustentabilidade do monitoramento, não estando vulnerável.

- A UGRHI 17 - Médio Paranapanema, tinha apenas três pontos em 2009 e apresentou oito em 2019, mas ainda possui densidade de pontos abaixo da metade do recomendado: 0,48 pontos/1.000 km². A unidade apresenta baixa densidade demográfica 43,18 hab./km² em 2019 e médias anuais do IQA muito semelhantes ao longo do período avaliado, de 67,13 (2009) e 67,46 (2019) sempre dentro da faixa de Boa qualidade. O IAEM foi melhor em 2009, de 0,66 (Boa sustentabilidade) e caiu para 0,59 (2019), com o monitoramento ainda sendo considerado suficiente.
- A UGRHI 20 - Aguapeí obteve o IAEM de 0,61 em 2009 (Boa sustentabilidade) e desceu para a categoria suficiente em 2019 com IAEM de 0,59. O IQA médio se manteve com qualidade Boa em ambos os anos estudados: 60,41 (2009) e 66,99 (2019). A baixa densidade populacional variou pouco entre 2009 e 2019 (27,76 hab./km² para 29,45 hab./km², respectivamente) mantendo assim uma baixa pressão antrópica sobre seus recursos hídricos. Além disso, essa UGRHI quase dobrou seu número de pontos no período 2009-2019 passando de seis para 11 pontos. Porém ainda está com densidade abaixo da recomendada, com 0,83 pontos/1.000 km².
- A UGRHI 21 - Peixe também obteve o IAEM de 0,62 em 2009 (Boa sustentabilidade) e mudou para a categoria suficiente em 2019 com IAEM de 0,59. Apesar de ter mantido baixa densidade populacional, estável no período, variando de 43,22 hab./km² em 2009, para 45,08 hab./km² em 2019, continuava apresentando também baixa densidade de pontos de monitoramento com 0,28 pontos/1.000 km² em 2009 chegando a 0,56 pontos/1.000 km² em 2019. Em relação à qualidade de água, apresentou média anual do IQA de 59,72 em 2009 e de 68,42 em 2019, classificada como de Boa qualidade.

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

- Três unidades com macroúso 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 aumentou de dois para cinco pontos de amostragem em 2019 e a densidade aumentou para 7,41 pontos/1.000 km² e seu IAEM evoluiu de 0,67 em 2009 para 0,69 em 2019. A UGRHI 11 - Ribeira de Iguape/Litoral Sul, que continua a apresentar a menor pressão antrópica do estado, com densidade populacional de 22,26 hab./km² em 2009 para 22,30 hab./km² em 2019 e que passou de 10 pontos em 2009 para 13 em 2019, porém com densidade ainda abaixo do recomendado: 0,76 pontos/1.000 km². A média do IQA 2009 foi 60,00 e melhorou para 65,13 (Boa qualidade) em 2019. A UGRHI 14 - Alto Paranapanema também apresentou baixa densidade populacional, e aumentou sua densidade de pontos de 0,35 pontos/1.000 km² em 2009 para 0,53 pontos/1.000 km² em 2019. O seu IQA médio continua com Boa qualidade, variando positivamente a média anual 2009 de 64,15 para 67,65 em 2019. O IAEM variou de 0,71 para 0,66.
- Outras três UGRHIs com unidades com macroúso agropecuário integram essa categoria **abrangente/sustentáveis**, são elas:

A UGRHI 18 - São José dos Dourados, que ainda apresentava um único ponto em 2009 e a pior densidade do estado com 0,15 pontos/1.000 km², e que passou a ter seis pontos e densidade de 0,88 pontos/1.000 km² em 2019. A pressão antrópica manteve-se estável e a população dessa unidade passou de 227.874 em 2009 para 238.519 habitantes em 2019 permanecendo em 35,16 hab./km². O IAEM variou negativamente

de 0,65 em 2009 para 0,62 em 2019. A média anual do IQA foi novamente a maior dentre todas as outras unidades do estado, 76,92 (Boa qualidade) em 2019. O ponto de monitoramento situado no braço do São José dos Dourados, BSJD 02900, obteve a maior nota do IQA do Estado, atingindo o índice de 92,0 (qualidade Ótima). Nessa unidade o IAEM foi de 0,62 em 2019, abrangente e com boa sustentabilidade.

A UGRHI 19 - Baixo Tietê que no período estudado ampliou sua rede de oito para 12 pontos, apresenta em 2019 densidade de 0,77 pontos/1.000 km² pelo critério da CEE. Esse fator é compensado pela baixa densidade demográfica, que em 2019 esteve em 53,33 hab./km². O IQA Médio anual vem apresentando melhora no período com média anual que passou de 71,28 em 2009 para 74,78 em 2019, demonstrando uma Boa qualidade. Com isso, essa UGRHI classificou-se como sustentável frente à pressão antrópica, uma vez que o seu IAEM foi 0,62, abrangente/sustentável.

A UGRHI 22 - Pontal do Paranapanema, com IAEM 0,66 em 2009 caiu para 0,61 em 2019, mas ainda permanece na mesma classe abrangente/sustentável. A densidade populacional não oferece grande pressão antrópica, sendo de 38,98 hab./km² em 2009 e 41,51 hab./km² em 2019. Como não houve inclusão de ponto de monitoramento em 2019 sua densidade de pontos é de 0,97 pontos/1.000 km², quase encostando assim na densidade recomendada. A média do IQA anual desta unidade foi classificada como de Boa qualidade em 2009 (67,48) e em 2019 (71,13).

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

- UGRHI 3 - Litoral Norte, tal como nos 10 anos anteriores, pois tem muitos rios que nascem na Serra do Mar e drenam diretamente para o mar, necessitando de mais pontos (31 em 2019), o que lhe confere uma altíssima densidade de pontos (15,91 pontos/1.000 km²). A média do IQA de 2019 (64,53) foi muito semelhante à de 2009 (64,61), indicando qualidade Boa em ambos os anos. Embora tenha havido queda no IAEM de 0,85 para 0,81, permaneceu na melhor categoria (muito abrangente, não vulnerável). Isso se deve provavelmente a maior pressão antrópica vista pelo aumento de residentes nas cidades do litoral norte, passando de 276.863 habitantes em 2009 para 336.281 habitantes em 2019.

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 2009, nove das 22 UGRHIs estavam dentro do índice de densidade mínima de 1 ponto/1.000 km²; em 2019 a densidade mínima foi atingida por 13 das 22 UGRHIs.

Já de acordo com os cenários do Índice de Abrangência Espacial do Monitoramento - IAEM no período estudado, o número de UGRHIs classificadas como não vulnerável à pressão antrópica passou de 18 em 2009 para 17 em 2019. Dessa forma, pode-se concluir que, embora a rede de monitoramento esteja evoluindo, houve aumento de mais uma unidade vulnerável. Isso pode ser visto com a queda da somatória geral do estado, que foi um pouco pior, passando de 12,88 em 2009, 12,54 em 2018, e agora, 12,44 em 2019.

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 2014 e 2019, bem como uma visão detalhada do saneamento dos 645 municípios que formam o 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.

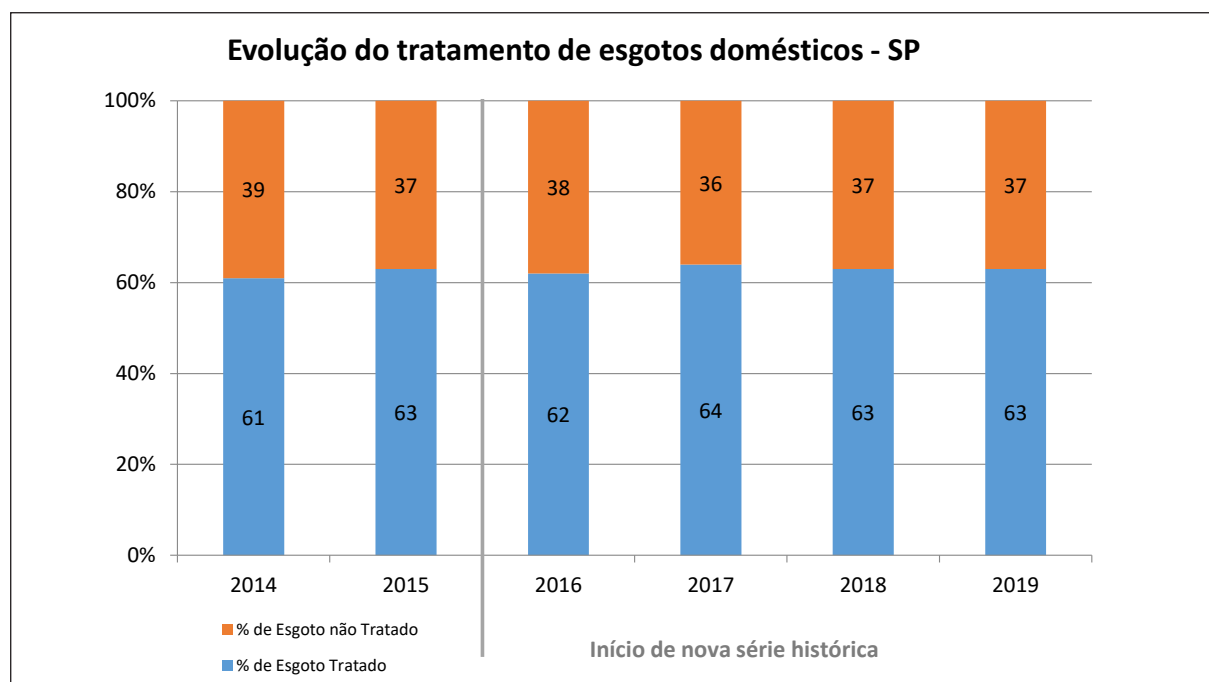
A avaliação da porcentagem de resultados desconformes em relação aos padrões da Classe 2 da Resolução CONAMA nº 357/2005 foi realizada para as principais variáveis que podem estar contribuindo para a degradação dos corpos hídricos. Como nem todos os rios estão classificados na Classe 2, o objetivo dessa comparação é o de subsidiar futuras ações dos órgãos competentes, visando uma recuperação progressiva da qualidade dos corpos de água, conforme previsto na Resolução CONAMA nº 357/2005.

Para as principais variáveis sanitárias, e para alguns metais, é também apresentada uma visão detalhada em cada UGRHI das desconformidades registradas em 2019, em relação aos padrões de Classe 2, o que não significa necessariamente o não atendimento da legislação vigente.

4.1 Coleta e Tratamento de Esgotos no Estado de São Paulo

As porcentagens de população atendida pelos serviços de coleta e tratamento de esgotos são geradas pela Diretoria de Controle e Licenciamento da CETESB.

O índice de tratamento de esgoto doméstico, no estado de São Paulo, tem se mantido em um nível superior a 60% ao longo dos últimos anos, conforme aponta o Gráfico 4.1

Gráfico 4.1 – Evolução do tratamento de esgotos domésticos no estado de São Paulo – 2014 a 2019.

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 do 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 com a 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.

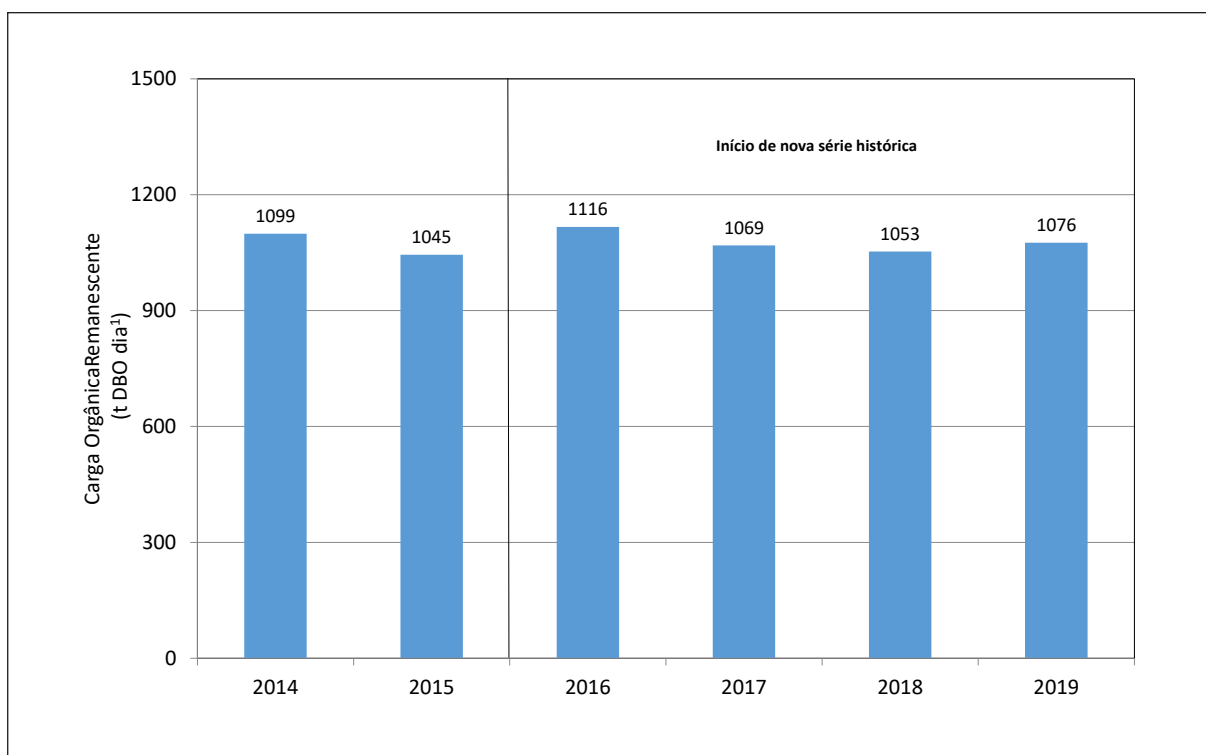
Ambos, fósforo e nitrato, são nutrientes essenciais para a atividade biológica, sendo o fósforo considerado como fator limitante. Quando em excesso, esses nutrientes provocam o crescimento excessivo de algas e macrófitas aquáticas, provocando a ocorrência do fenômeno denominado de eutrofização. Com o 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 2019, foi de 87%. A somatória da carga orgânica remanescente dos 645 municípios do estado não tem sido alterada significativamente ao longo dos últimos anos, mantendo-se em torno de $1.000 \text{ t DBO dia}^{-1}$ (Gráfico 4.2).

Gráfico 4.2 – Evolução da carga remanescente no estado de São Paulo – 2014 a 2019.



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, em que 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 - 2019.

UGRHI		População Urbana	Atendimento (%)		Carga Remanescente t DBO dia ⁻¹	ICTEM
Número	Descrição		Coleta	Tratamento		
1	Mantiqueira	61.039	57	54	2	5,99
2	Paraíba do Sul	2.089.152	94	79	35	7,41
3	Litoral Norte	328.680	52	n.d	n.d	5,90
4	Pardo	1.192.676	99	82	17	7,8
5	Piracicaba/Capivari/Jundiaí	5.612.167	93	78	101	7,31
6	Alto Tietê	21.301.285	85	51	625	5,49
7	Baixada Santista	1.861.355	75	n.d	n.d	5,32
8	Sapucaí/Grande	697.929	99	88	8	8,25
9	Mogi Guaçu	1.517.364	98	67	39	6,22
10	Sorocaba/Médio Tietê	1.886.223	89	80	31	7,47
11	Ribeira de Iguape/Litoral Sul	272.130	67	67	7	6,44
12	Baixo Pardo/Grande	342.596	100	77	6	7,31
13	Tietê/Jacaré	1.583.982	98	70	36	6,66
14	Alto Paranapanema	624.697	91	90	7	8,21
15	Turvo/Grande	1.270.138	99	94	11	9,82
16	Tietê/Batalha	513.191	99	92	7	8,08
17	Médio Paranapanema	659.230	97	95	9	8,12
18	São José dos Dourados	211.018	98	98	3	8,51
19	Baixo Tietê	761.459	98	98	11	8,08
20	Aguapeí	345.727	96	95	5	8,05
21	Peixe	440.635	89	47	15	5,05
22	Pontal de Paranapanema	465.664	97	92	4	9,84
Estado de São Paulo		44.038.337	89	63	1076	6,32

n.d. – Não determinada. Esta UGRHI possui municípios que possuem sistemas com emissário submarino precedido de EPC para os quais não foi estimado o percentual de remoção de matéria orgânica em 2019.

A CETESB aplica o Índice de Coleta e Tratabilidade de Esgotos da População Urbana de Municípios - ICTEM para avaliar as condições de saneamento dos municípios do estado de São Paulo. 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.

A partir de 2019, visando considerar as características dos municípios litorâneos e suas ações na melhoria dos sistemas de esgotamento, a CETESB alterou a metodologia de cálculo do ICTEM para os municípios dotados de sistemas de disposição oceânica por meio de Emissários Submarinos.

Dessa forma, para a população atendida por sistemas de disposição oceânica, compostos por Estações de PreCondicionamento de Esgotos - EPCs e por Emissários Submarinos - ES, foi desenvolvido um ICTEM específico – $ICTEM_{ES}$. Não houve alteração no cálculo do ICTEM para os sistemas de tratamento tradicionais, que utilizam Estações de Tratamento de Esgotos - $ICTEM_{ETE}$.

Na Tabela 4.2, é apresentada, de forma genérica, os casos possíveis para o cálculo do ICTEM nos municípios litorâneos do estado.

Tabela 4.2 – Cálculo do ICTEM para os municípios litorâneos

Tipo de Município	ICTEM	Alteração do ICTEM Original
População total atendida por ETE	$ICTEM_{ETE}$	Não
População total atendida por EPC + ES	$ICTEM_{ES}$	Sim (*)
População atendida pelos dois Sistemas, isto é, com ETE e EPC + ES	Média ponderada pela população atendida por cada um dos Sistemas: $ICTEM_{ETE}$ e $ICTEM_{ES}$	Sim (*)

(*) Para estes municípios, não se pode fazer comparações do ICTEM com os anos anteriores.

O novo $ICTEM_{ES}$ leva em consideração a eficiência de remoção dos sólidos suspensos nas EPCs, além do destino adequado dos resíduos gerados nesse tipo de tratamento e, em especial, a qualidade da água do corpo receptor, avaliada por meio do Índice de Qualidade de Águas Costeiras – IQAC da CETESB.

Os sólidos suspensos removidos nas EPCs, cujos padrões são disciplinados pela Resolução CONAMA nº 430/2011, também representam parcela da matéria orgânica presente no esgoto doméstico. Portanto, o $ICTEM_{ES}$ mantém o objetivo inicial de indicar uma medida entre a efetiva remoção da carga orgânica, em relação àquela, gerada pela população urbana (carga potencial), sem deixar, entretanto, de observar a importância de outros elementos responsáveis pela formação de um sistema de tratamento de esgotos, que leva em consideração, a coleta, o afastamento e o tratamento dos esgotos, atendendo à legislação quanto à eficiência de remoção dos poluentes e os padrões de qualidade do corpo receptor.

A Figura 4.1 (A e B) mostra a metodologia de cálculo dos dois subindicadores: $ICTEM_{ETE}$ e do $ICTEM_{ES}$, que compõem o novo ICTEM. Continua-se dando um peso significativo para a eficiência de remoção de carga orgânica, nos dois subindicadores, em relação aos demais elementos.

Figura 4.1 – Elementos de composição do ICTEM para municípios com ETE (A) e para municípios com EPCs (B).**(A)**

Elementos do indicador	Composição (%)	Ponderação
População urbana atendida por rede de coleta de esgoto	15	1,5
Tratamento e eficiência de remoção	15	1,5
Eficiência global de remoção	65	6,5
Destino adequado de lodos e resíduos de tratamento	2	0,2
Efluente da estação não desenquadra a classe do corpo receptor	3	0,3
Total	100	10

(B)

Elementos do indicador	Composição (%)	Ponderação
População urbana atendida por rede de coleta de esgoto	15	1,5
População urbana com esgoto coletado, atendida pelo sistema EPC/Emissário	15	1,5
Eficiência global de remoção se sólidos (EPC)	45	4,5
Destino adequado de lodos e resíduos de tratamento	5	0,5
Qualidade do corpo de água (IQAC-CETESB)	20	2
Total	100	10

Notas:

I) coleta: % da população urbana atendida por rede de esgotos ou sistemas isolados;

II) tratamento e eficiência de remoção: % da população urbana com esgoto tratado;

III) a eficiência global de remoção depende da eficiência unitária das ETEs. Se a eficiência global for igual ou maior que 90%, o valor para esse elemento do indicador será de 6,5.

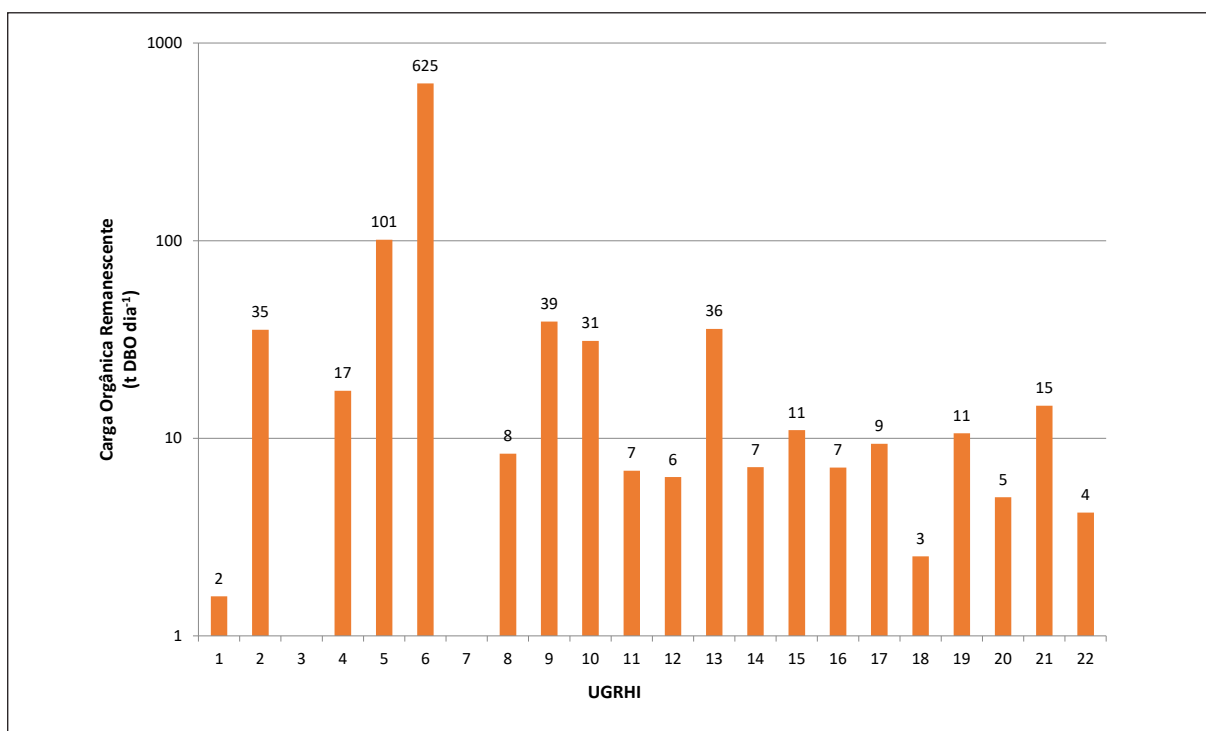
Por hipótese, foi admitido que qualquer efluente não encaminhado à rede pública coletora de esgotos, que não pertencesse a sistemas isolados de tratamento, seria considerado como carga poluidora sem tratamento ou não adequadamente tratada. Dessa maneira, soluções individualizadas do tipo fossa séptica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

Em 2019, catorze UGRHs, que concentram uma população de cerca de 16 milhões de pessoas, mantiveram uma nota de ICTEM superior a 7, com destaque para as UGRHs 15 - Turvo Grande e 22 - Pontal do Paranapanema, que quase atingiram a nota máxima. Ainda neste ano de 2019 entraram em operação alguns sistemas de tratamento de esgotos nos municípios de Santa Isabel e Cruzeiro ao passo que os municípios de Agudos, Lavrinhas, Barra Bonita e Itararé tiveram um aumento na porcentagem de tratamento de esgotos superior a 50% em relação a 2018.

Contudo, ainda existem no estado de São Paulo, 36 municípios com porcentagem nula de tratamento, que são: Américo Brasiliense, Araras, Areias, Bom Jesus dos Perdões, Caconde, Caieiras, Cajamar, Cordeirópolis, Cosmópolis, Descalvado, Estiva Gerbi, Francisco Morato, Franco da Rocha, Ibitinga, Ipiguá, Itapuí, Jardinópolis, Mairinque, Marília, Monte Alegre do Sul, Paraibuna, Pedra Bela, Piquete, Pirajuí, Rafard, Ribeirão Bonito, Rincão, Rio das Pedras, Santa Cruz das Palmeiras, São Joaquim da Barra, São José do Barreiro, São Simão, Sarapuí, Serrana, Tejuapá e Tuiuti. Esses municípios totalizam uma população de, aproximadamente, 1,8 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 razão da alta concentração de população na RMSP e dos seus índices de saneamento, a carga remanescente do Alto Tietê (UGRHI 6), de 625 t DBO dia⁻¹, é responsável por 58% da carga lançada nos corpos hídricos do estado de São Paulo. Vale destacar que a população urbana dessa bacia corresponde a cerca de 48% da população urbana total do estado, motivo pelo qual o trecho do rio Tietê, inserido nessa UGRHI, concentra uma carga expressiva de DBO. A segunda UGRHI com maior carga remanescente é a do Piracicaba, Capivari e Jundiá (UGRHI 5), com 101 t DBO dia⁻¹, representando uma porcentagem de 9% da carga remanescente gerada no estado de São Paulo. No entanto, a carga remanescente gerada nessa UGRHI distribui-se pelos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá.

Gráfico 4.3 – Carga remanescente de DBO por UGRHI – 2019

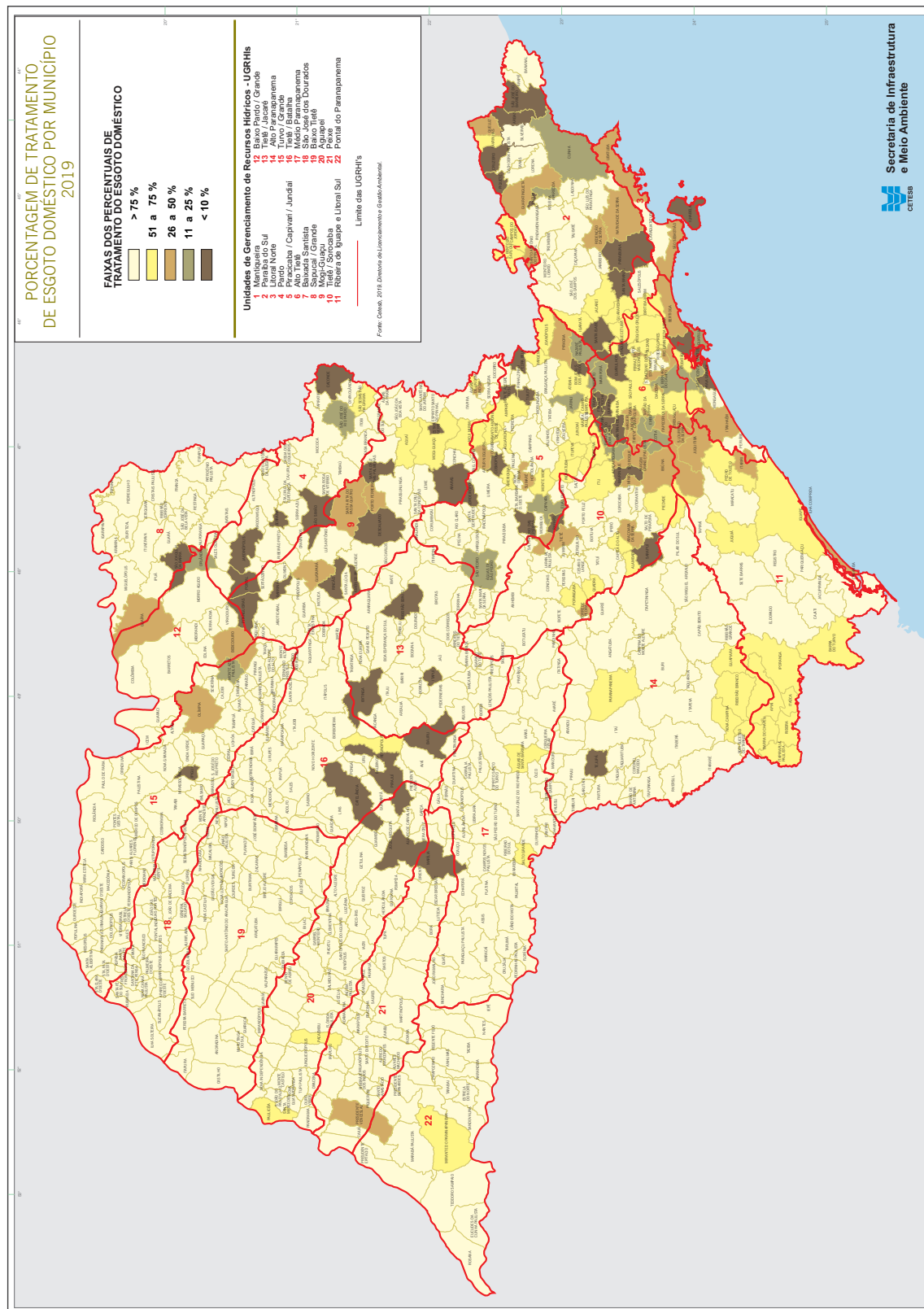


Obs. A carga orgânica remanescente não foi determinada nas UGRHIs 3 e 7, que tem municípios que possuem sistemas com emissário submarino precedido de EPC para os quais não foi estimado o percentual de remoção de matéria orgânica em 2019.

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 encontra-se no Mapa 4.1, aonde é apresentada a situação dos 645 municípios do estado de São Paulo.

Mapa 4.1 – Porcentagem de tratamento de esgoto doméstico por município – 2019.



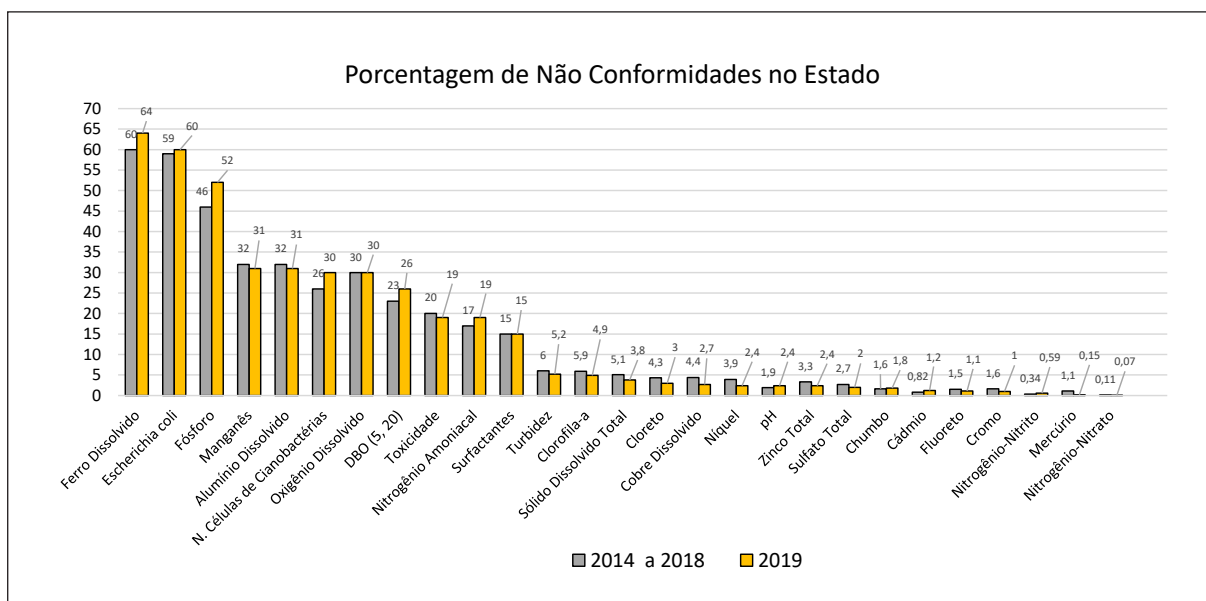
4.2 Atendimento aos Padrões da Legislação

As porcentagens de resultados desconformes, obtidos em 2019, são comparadas à média dos últimos cinco anos (período de 2014 a 2018), com relação ao atendimento aos padrões de qualidade da Resolução CONAMA nº 357/2005 (Gráfico 4.4). De forma a se obter uma visão geral da qualidade, adotaram-se os padrões da Classe 2, cujos usos previstos na Resolução CONAMA nº 357/2005 incluem a proteção da vida aquática e o abastecimento público após tratamento convencional. Dessa forma, é possível subsidiar futuras ações dos órgãos competentes, visando a uma recuperação progressiva da qualidade dos corpos de água, conforme previsto na Resolução CONAMA nº 357/2005.

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, cujos resultados são comparados aos padrões da Classe 2, estabelecidos na Decisão de Diretoria nº 112/2013/E de 09/04/2013, publicada no Diário Oficial Estado de São Paulo, em 12/04/2013.

Gráfico 4.4 – Porcentagens de resultados não-conformes na Rede Básica com relação aos padrões estabelecidos para a Classe 2, em 2019 e no período de 2014 a 2018.



De um modo geral, as maiores desconformidades referem-se às 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 (60%), seguido pelo Fósforo (52%), Oxigênio Dissolvido (30%), DBO (26%), Nitrogênio Amoniacal (19%) e Surfactantes (15%). Constatou-se que

essas variáveis apresentaram piora em 2019 em relação à média histórica, exceto o Oxigênio Dissolvido e os Surfactantes. O Fósforo foi a variável que apresentou maior diferença em 2019 em relação à média histórica, pois houve aumento de seis pontos percentuais de resultados não conformes, principalmente em pontos localizados nas UGRHs 9, 12 e 15. Para o controle das fontes pontuais de Fósforo, o tratamento terciário é uma solução adequada, onde for necessário e sob condições específicas.

O Alumínio Dissolvido e o Manganês Total, abundantes nos solos do estado de São Paulo e que constituem uma fonte significativa desses metais para os corpos hídricos, mantiveram em 2019 as porcentagens de resultados não conformes em relação à média histórica. O Ferro Dissolvido foi a variável que apresentou maior porcentagem de resultados não conformes no estado (64%), observando-se uma piora de quatro pontos percentuais em relação à média histórica. Ressalta-se que esses metais 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 registro de desconformidades quatro pontos percentuais acima da média histórica.

Dentre as variáveis intervenientes na manutenção da vida aquática, as porcentagens de resultados não conformes constatadas foram: 30% para o Oxigênio Dissolvido, 19% para Toxicidade Crônica e 2,4% para o pH, que se mantiveram nos mesmos patamares da média histórica. Os resultados não conformes de pH (> 9) ocorreram, em sua maioria, em reservatórios, indicando intensa atividade fotossintética do fitoplâncton nesses locais.

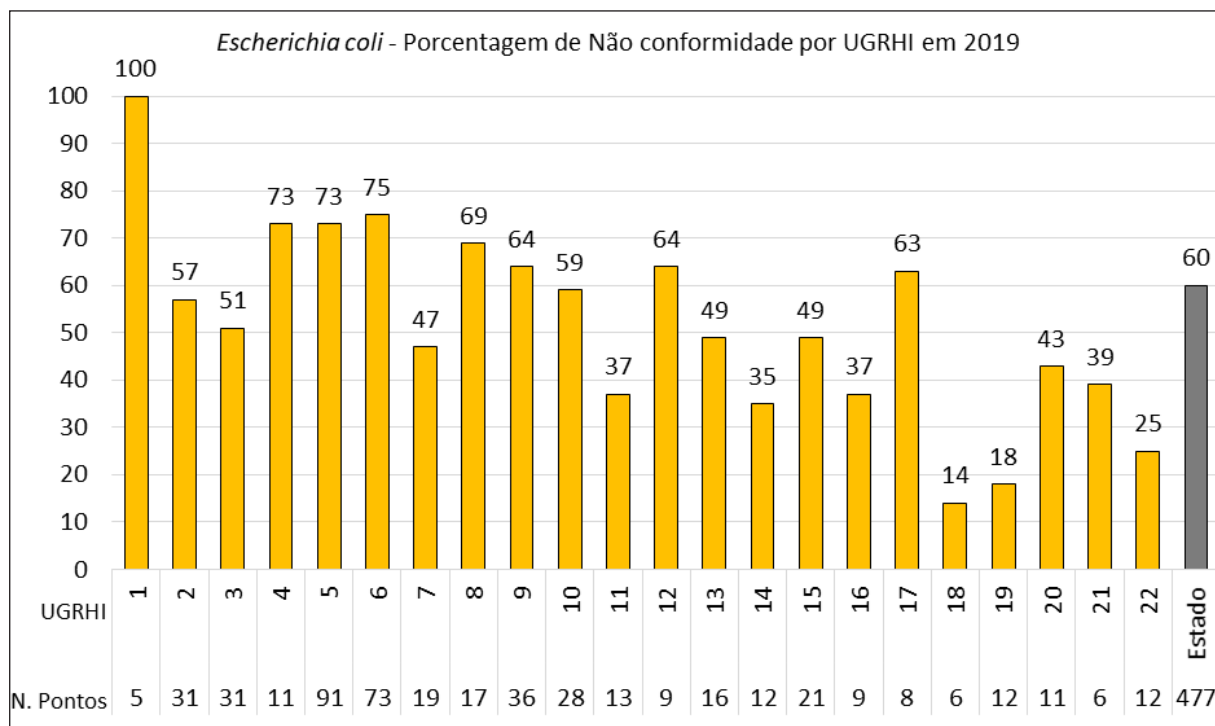
Semelhante ao constatado nos anos anteriores, os metais Níquel, Zinco, Cádmio, Chumbo, Cromo, Cobre Dissolvido e Mercúrio, associados intrinsecamente aos lançamentos de efluentes industriais, vêm mantendo baixa porcentagem de resultados desconformes, refletindo o controle das fontes industriais no estado.

4.2.1 Porcentagem de resultados desconformes das principais variáveis por UGRHI

Para a 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, independente da classe em que o trecho do corpo hídrico está enquadrado segundo o Decreto Estadual nº 10.755/1977. Os gráficos foram elaborados apenas para as variáveis que apresentaram as maiores porcentagens de resultados não conformes 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 2019



O padrão da Classe 2 da Decisão de Diretoria nº 112/2013/E é igual a 600 UFC 100 mL⁻¹ para a variável *Escherichia coli*, a qual apresentou 60% dos resultados desconformes no estado, sendo que 11 das 22 UGRHIs tiveram mais de 50% de resultados desconformes (Gráfico 4.5).

A UGRHI 1 apresentou desconformidade em 100% dos resultados dos cinco pontos de monitoramento. A porcentagem de tratamento de esgoto dessa UGRHI foi de 54% em 2019.

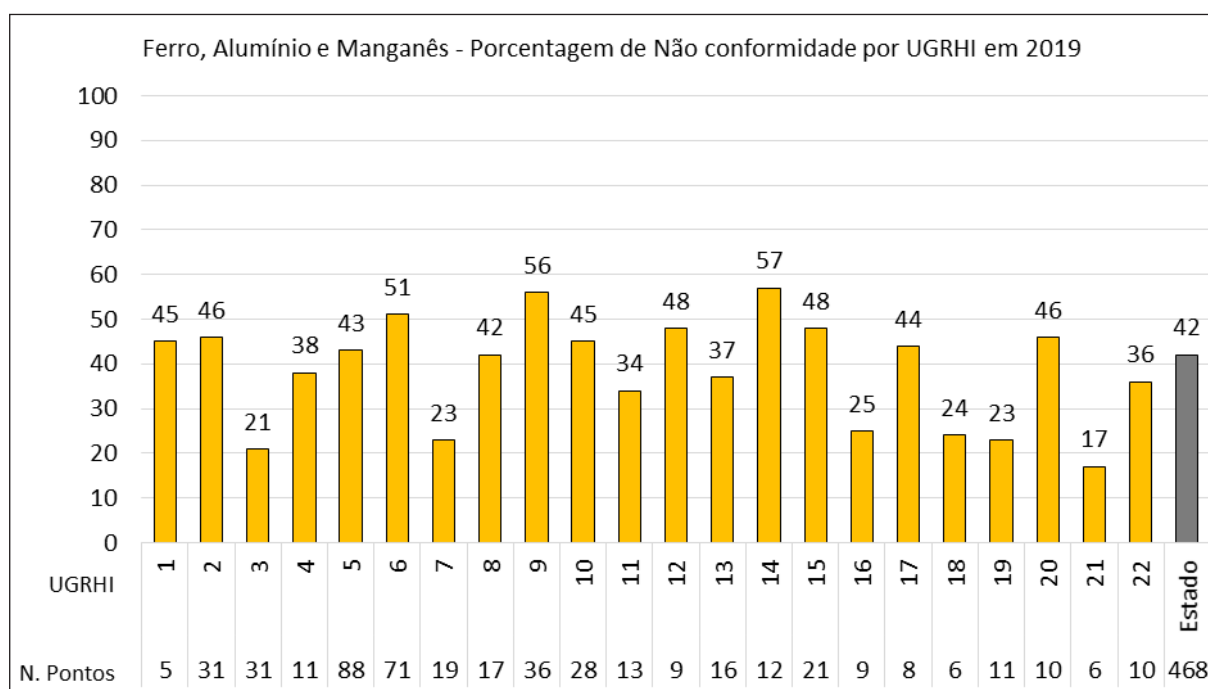
As UGRHIs 4, 5 e 6 apresentaram porcentagens de resultados desconformes acima de 70%. A porcentagem de tratamento de esgoto dessas UGRHIs em 2019 foi de 82%, 78% e 51% respectivamente. Os resultados desconformes da UGRHI 4 foram verificados principalmente no rio Pardo, a partir do município de Ribeirão-Preto e no próprio ribeirão Preto. Na UGRHI 5, os resultados desconformes 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. Na UGRHI 6, as desconformidades se concentraram nos pontos localizados nos rios Tietê, Tamanduaté e Pinheiros e nos seus respectivos afluentes, assim como nos afluentes do Reservatório Guarapiranga.

As UGRHIs 2, 3, 8, 9, 10, 12 e 17 apresentaram entre 51% e 69% de resultados desconformes. Destacam-se as maiores porcentagens de não conformidades no rio Paraíba do Sul nos trechos de São José dos Campos a Lorena e em alguns de seus afluentes. Na UGRHI 8, destacam-se o ribeirão dos Bagres e o rio Sapucaí no trecho entre Batatais e São José da Bela Vista; na UGRHI 9, o rio Mogi-Guaçu no trecho em Mogi-Guaçu; na UGRHI 10, o rio Sorocaba, no trecho de Sorocaba, e o rio Tietê. Na UGRHI 3, a maioria dos pontos que apresentaram 100% dos resultados desconformes estão localizados no município de Caraguatatuba, apesar da coleta e tratamento de 75% do esgoto da população urbana.

As UGRHIs 18 e 19, que possuem 98% de tratamento de esgotos, foram as que apresentaram as menores porcentagens de resultados não conformes (14% 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 2019



O Gráfico 4.6 mostra a distribuição de resultados não conformes por UGRHI das variáveis Ferro Dissolvido, Alumínio Dissolvido e Manganês, cujos padrões da Classe 2 são 0,1, 0,3 e 0,1 mg L⁻¹, respectivamente. Essas variáveis foram analisadas em conjunto, pois indicam, principalmente, o carreamento de partículas de solo para os corpos hídricos. Em média, o estado apresentou 42% de resultados desconformes para esse conjunto de variáveis.

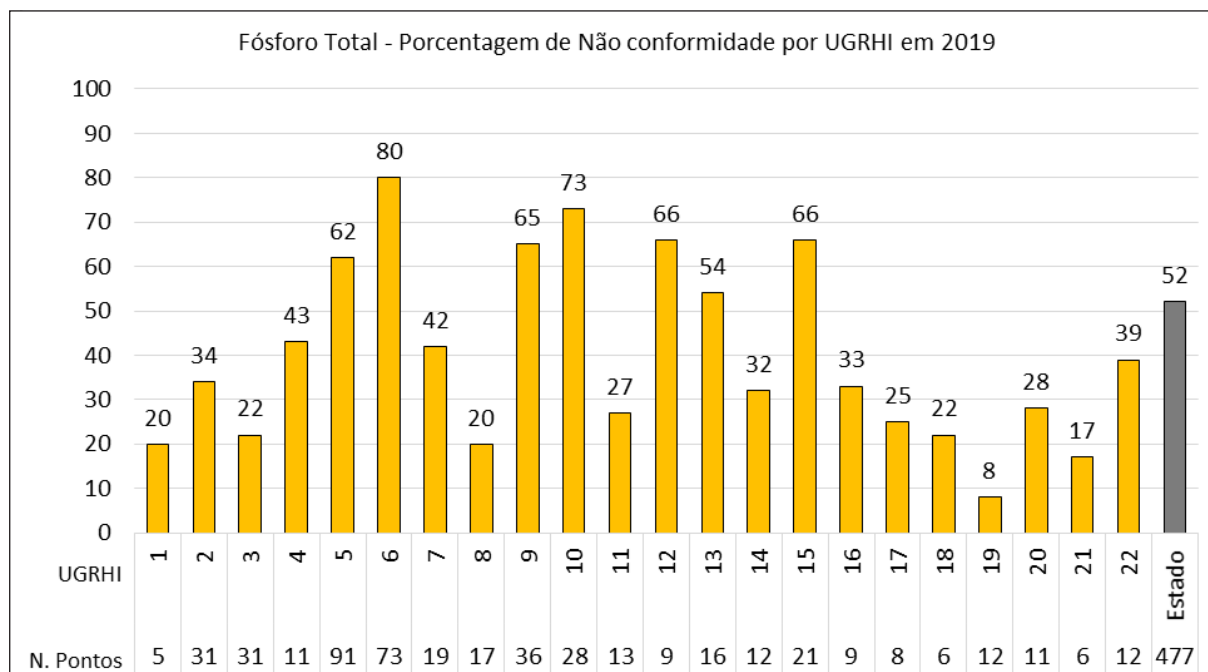
As UGRHIs 6, 9 e 14 apresentaram mais de 50% dos resultados não conformes. Na UGRHI 6, destacam-se o rio Tietê e seus afluentes, que apresentaram resultados não conformes principalmente para as variáveis Ferro Dissolvido e Manganês; na UGRHI 9, quase a totalidade dos pontos apresentaram resultados não conformes para, pelo menos, a variável Ferro Dissolvido; na UGRHI 14, as maiores porcentagens de não conformidades foram relativas às variáveis Ferro Dissolvido e Alumínio Dissolvido na região de Itapetininga e Angatuba.

As UGRHIs 1, 2, 4, 5, 8, 10, 11, 12, 13, 15, 17, 20 e 22 apresentaram porcentagens de resultados desconformes entre 30% e 50%. Desses pontos, destaca-se o rio Sorocaba, no trecho de Cerquilha, que apresentou mais de 50% dos resultados não conformes para as três variáveis (Ferro, Alumínio e Manganês).

Destacam-se também o ribeirão Perová, na UGRHI 6, o rio Piaçaguera, na UGRHI 7, e o rio Pirapora, na UGRHI 10, que apresentaram 100% dos resultados não conformes para as três variáveis.

4.2.1.3 Fósforo Total

Gráfico 4.7 – Porcentagem de não conformidade de Fósforo Total por UGRHI e no estado em 2019



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 (52%). O padrão da Classe 2 estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/2005 para essa variável é de 0,1 mg L⁻¹ em ambientes lóticos e 0,03 mg L⁻¹ em ambientes lênticos.

As maiores porcentagens de resultados não conformes foram verificadas nas UGRHIs 6 e 10 (80 e 73%, 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 (no sentido Pedreira - Imigrantes) e Guarapiranga, assim como no rio Tietê e nos seus afluentes na RMS, 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 Itapararanga até próximo da sua foz no rio Tietê.

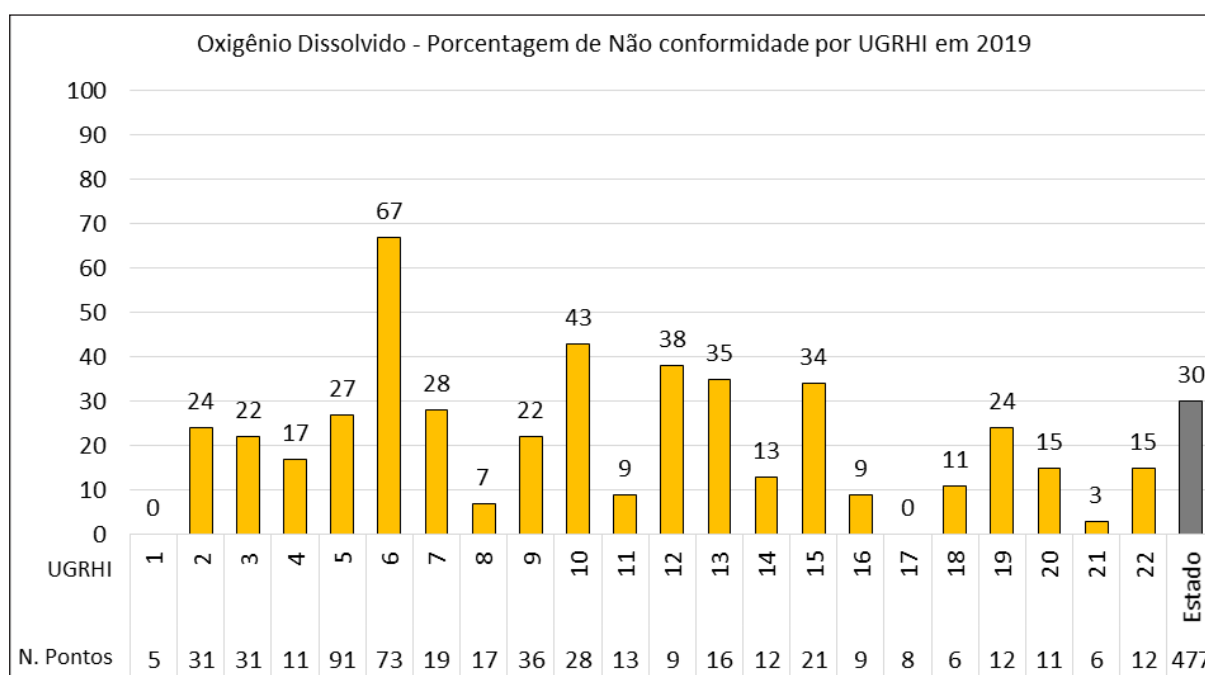
As UGRHIs 5, 9, 12, 13 e 15 apresentaram porcentagem de resultados não conformes entre 50% e 70%. Na UGRHI 5, aproximadamente metade dos pontos apresentaram resultados não conformes em cerca de 100% das campanhas. Destacam-se os trechos mais a jusante dos principais rios: Atibaia, Camanducaia, Capivari, Corumbataí, Pirai, Jaguari e Jundiá, além de toda a extensão do rio Piracicaba. Na UGRHI 9, destaca-se o rio Mogi-Guaçu que apresentou a maioria de resultados não conformes no trecho até Santa Rita do Passa Quatro, o rio Jaguari-Mirim, na divisa do estado até Aguaí, a foz do rio do Peixe e do córrego Rico. Nas UGRHIs 12, 13 e 15, apresentaram 100% dos resultados não conformes os pontos no córrego do Bebedouro, ribeirão das Palmeiras e das Pitangueiras na UGRHI 12, os afluentes da represa do Broa, o braço do rio Jaú, o rio Lençóis, Monjolinho e ribeirão Grande na UGRHI 13 e o ribeirão São Domingos, rio Preto, rio Turvo a partir de Guapiaçu, córregos da Piedade e dos Olhos d'Água na UGRHI 15. Verifica-se que as UGRHIs 9, 12 e 15

tiveram aumento de resultados não conformes de 2018 para 2019: de 47% para 65%, na UGRHI 9; de 48% para 66% na UGRHI 12; e de 42% para 66%, na UGRHI 15.

As menores não conformidades foram verificadas nas UGRHIs 19 e 21, onde foram verificadas não conformidades de 8% e 17%, destacando-se o atendimento aos padrões de qualidade nos pontos no rio Tietê (desde a jusante das barragens de Promissão até a foz no Rio Paraná) e o rio Paraná na UGRHI 19, e o rio do Peixe a partir de Bastos na UGRHI 21.

4.2.1.4 Oxigênio Dissolvido

Gráfico 4.8 – Porcentagem de não conformidade de Oxigênio Dissolvido por UGRHI e no estado em 2019



O Oxigênio Dissolvido apresentou 30% dos resultados não conformes no estado em 2019 (Gráfico 4.8). O padrão da Classe 2 da Resolução CONAMA nº 357/2005 para essa variável é igual a 5 mg L⁻¹.

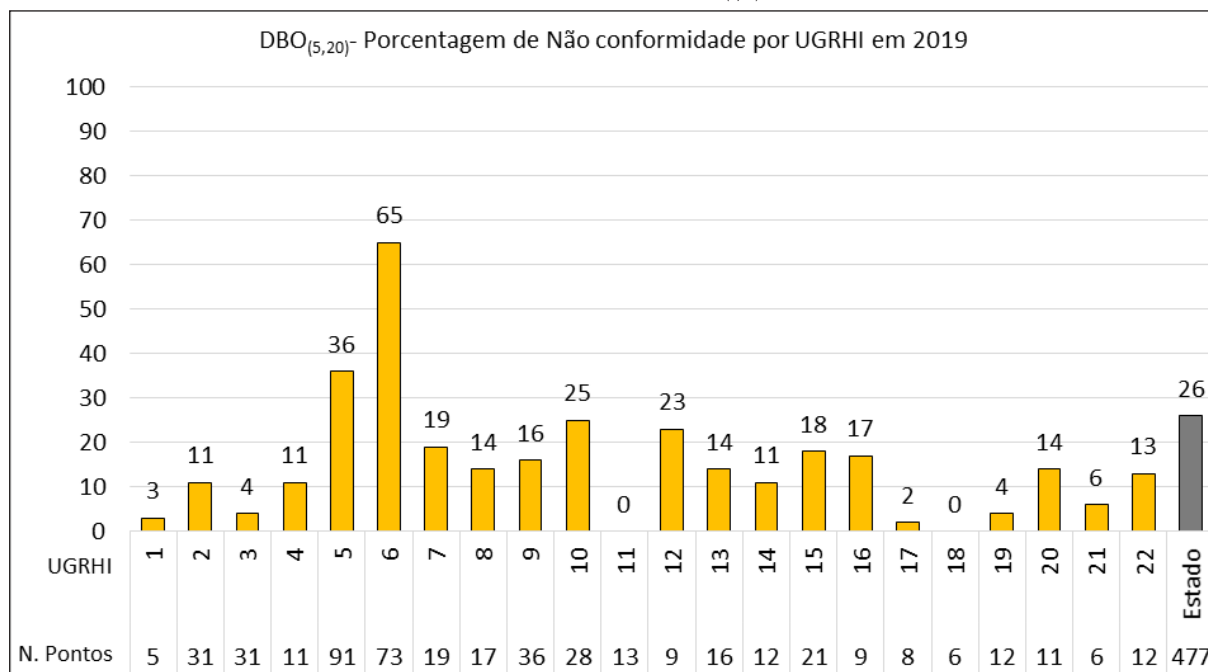
A maior porcentagem de resultados não conformes foi verificada na UGRHI 6 (67%). Destaca-se o rio Tietê e seus afluentes na RMSP, cujos resultados de Oxigênio Dissolvido não atenderam ao padrão de qualidade da Classe 2 em, praticamente, 100% das campanhas.

As UGRHIs 10, 12, 13 e 15 tiveram porcentagens de resultados não conformes entre 30% e 45%. Na UGRHI 10, os resultados não conformes estão distribuídos pela bacia, mas destacam-se o trecho do rio Tietê, de Tietê a Laranjal Paulista, os trechos do rio Sorocaba, em Sorocaba e Boituva e o rio Pirajibu, com 100% de resultados não conformes. O córrego do Bebedouro e o ribeirão das Pitangueiras, na UGRHI 12, o braço do rio Jaú e o rio Monjolinho na UGRHI 13 e, na UGRHI 15, o rio Preto, em Ipiguá e o ribeirão São Domingos em Catiguá, também apresentaram 100% dos resultados não conformes.

Nas UGRHIs 1 e 17, todos os pontos atenderam ao padrão de qualidade em todas as campanhas.

4.2.1.5 DBO_(5,20)

Gráfico 4.9 – Porcentagem de não conformidade de DBO_(5,20) por UGRHI e no estado em 2019



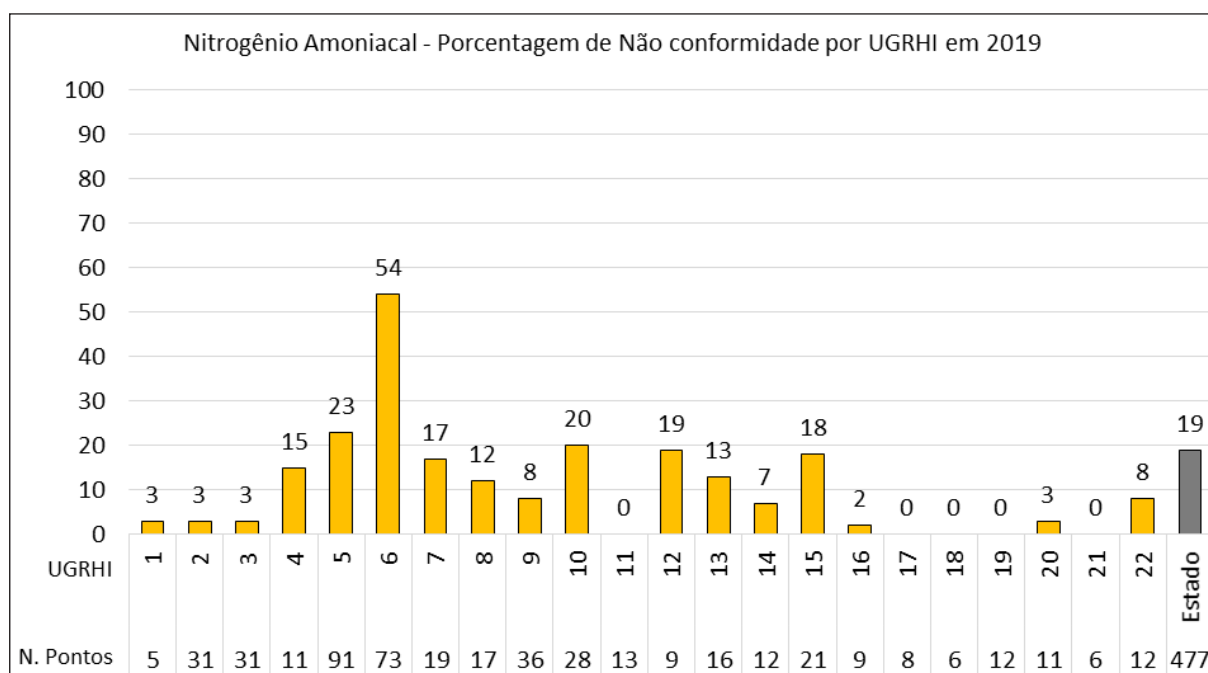
O padrão da Classe 2 da Resolução CONAMA nº 357/2005 para a DBO é igual a 5 mg L⁻¹. A DBO apresentou 26% de resultados não conformes no estado em 2019, com destaque para a UGRHI 6, com 65% dos resultados desconformes (Gráfico 4.9). Destaca-se o rio Tietê e seus afluentes, no trecho em Guarulhos, e o córrego do Itupu, afluente da Guarapiranga, que apresentaram cerca de 100% dos resultados não conformes.

As UGRHIs 5, 10 e 12 aparecem com as próximas maiores porcentagens de resultados desconformes: 36%, 25% e 23%, respectivamente. Na UGRHI 5, as maiores porcentagens de resultados desconformes foram verificadas no rio Capivari, entre Vinhedo e Monte Mor, no rio Jundiá, a partir de Itupeva e também no ribeirão Anhumas e no rio Piracicaba, em Piracicaba, assim como no ribeirão Pinheiros, em Valinhos e no ribeirão dos Quilombos, em Sumaré. Na UGRHI 10, os resultados desconformes foram verificados principalmente nos pontos do rio Tietê, desde o reservatório de Rasgão até o braço no reservatório de Barra Bonita. Na UGRHI 12, o córrego do Bebedouro apresentou resultados desconformes em 100% das campanhas.

As demais UGRHIs tiveram menos de 20% de resultados desconformes, sendo que as UGRHIs 11 e 18 não apresentaram resultados desconformes para a DBO.

4.2.1.6 Nitrogênio Amoniacal

Gráfico 4.10 – Porcentagem de não conformidade de Nitrogênio Amoniacal por UGRHI e no estado em 2019



O padrão da Classe 2 da Resolução CONAMA nº 357/2005 para o Nitrogênio Amoniacal em $\text{pH} \leq 7,5$ é de $3,7 \text{ mg L}^{-1}$. A porcentagem de desconformidades para a variável Nitrogênio Amoniacal no estado foi de 19%, sendo verificados resultados desconformes para essa variável em 17 das 22 UGRHIs do estado em 2019 (Gráfico 4.10).

A UGRHI 6 apresentou a maior porcentagem de não conformidades (54%), seguida da UGRHI 5 (23%) e 10 (20%). Na UGRHI 6, destacam-se os pontos no rio Tietê na RMSP e seus afluentes que apresentaram 100% de resultados não conformes. Na UGRHI 5, o rio Jundiá, em Itupeva, o rio Capivari, no trecho de Campinas até Monte Mor, o ribeirão Anhumas e o Tijuco Preto apresentaram resultados desconformes em 100% das campanhas. Na UGRHI 10, os pontos no rio Tietê, no reservatório de Rasgão e em Salto, apresentaram as maiores porcentagens de resultados desconformes.

As UGRHIs 4, 7, 8, 12, 13 e 15 apresentaram entre 10% e 20% de resultados não conformes. Nesses locais, destacam-se os pontos que apresentaram resultados desconformes em 100% das campanhas: ribeirão dos Bagres, em Restinga, na UGRHI 8; rio Monjolinho na UGRHI 13; ribeirão do Marinheirinho e o rio Preto, em Ipiguá e o ribeirão São Domingos em Catiguá, na UGRHI 15.

4.2.1.7 Metais

Os metais Níquel, Zinco, Cádmio, Chumbo, Crômio, Cobre Dissolvido e Mercúrio, cujos padrões de qualidade para Classe 2 são $0,025$, $0,18$, $0,001$, $0,01$, $0,05$, $0,009$ e $0,0002 \text{ mg L}^{-1}$, respectivamente, tem mantido baixa porcentagem de resultados desconformes. A maioria dos resultados não conformes para essas variáveis foram verificados em pontos da UGRHI 6, no rio Tietê e seus afluentes, seguida da UGRHI 5, no rio Capivari e no ribeirão Tatu.

Em 2019, a maior porcentagem de resultados não conformes, entre esses metais, foi para o Cobre Dissolvido (2,7%). Desconformidades para o Cobre Dissolvido também foram registradas nos reservatórios do rio Grande (até 0,02 mg L⁻¹) e do Guarapiranga (até 0,05 mg L⁻¹), na UGRHI 6, estando associadas a aplicação do Sulfato de Cobre para controle da proliferação de algas.

Destacam-se também as desconformidades para Crômio no rio Preto (até 0,39 mg L⁻¹), na UGRHI 15, para Níquel no rio Piaçaguera (até 0,1 mg L⁻¹), na UGRHI 7 e para Zinco no Ribeirão da Penha (até 0,3 mg L⁻¹), na UGRHI 9.

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 357/2005.

4.2.2.1 Agrotóxicos

A CETESB monitora a presença de agrotóxicos nas águas superficiais na sua rede básica, desde 2011. A partir de 2017, o monitoramento de agrotóxicos em água superficiais teve o seu desenho alterado, de forma a incorporar as bases metodológicas e analíticas adotadas no Projeto 2011-CORHI-123 (Contrato FEHIDRO nº 54/2012), desenvolvido pela CETESB em colaboração com a EMBRAPA-Meio Ambiente (Unidade de Jaguariúna), entre setembro de 2015 e agosto de 2016. Dessa forma, neste item é apresentado o resultado do monitoramento de agrotóxicos no período de 2018 e 2019.

A Tabela 4.3 apresenta os pontos de monitoramento e a frequência de amostragem de agrotóxicos nos anos de 2018 e 2019. Os pontos selecionados estão inseridos em bacias com maior representatividade agrícola do uso do solo, conforme apontado por estudo de sensoriamento remoto realizado pela EMBRAPA no âmbito do Projeto 2011-CORHI-123.

Tabela 4.3 – Pontos de monitoramento de agrotóxicos no período de 2018 e 2019.

UGRHI	Ponto	Corpo Hídrico	2018		2019		Ponto de Captação
			Frequência (Amostragens/ano)				
			4	7	4	7	
4	PARD 02600	Rio Pardo		X		X	
	RIPE 04300	Ribeirão Preto		X		X	
	RIP 04900			X		X	
5	CRUM 02050	Rio Corumbataí	X			X	
9	MOGU 02450	Rio Mogi-Guaçu	X		X		
	MOGU 02900		X		X		
	RICO 02600	Córrego Rico		X		X	X
	RONC 02030	Ribeirão das Onças		X	X		
	RONC 02400			X		X	
	SETA 04600	Ribeirão do Sertãozinho		X		X	
	SOMI 02850	Rio Sorocamirim			X		X
11	RIBE 02900	Rio Ribeira			X		X
13	JCGU 03200	Rio Jacaré-Guaçu	X		X		
	JCGU 03400		X		X		
	JPEP 03200	Rio Jacaré-Pepira	X		X		
	JPEP 3400		X		X		
	MONJ 04400	Rio Monjolinho	X		X		
16	BATA 02300	Rio Batalha	X		X		
	BATA 02600		X		X		
	ESGT 02050	Córrego do Esgotão	X				
18	SJDO 02500	Rio S. J. dos Dourados	X		X		
20	TBIR 03300	Rio Tibiriçá	X		X		
21	PEIX 02100	Rio do Peixe	X		X		X

Em pontos selecionados, a amostragem foi intensificada no período chuvoso (coincidente com a época de aplicação dos agrotóxicos), objetivando acompanhar o aporte de agrotóxicos nos corpos hídricos a partir do escoamento superficial. Quatro pontos de medição de água superficial são coincidentes com captações de água bruta para fins de abastecimento público.

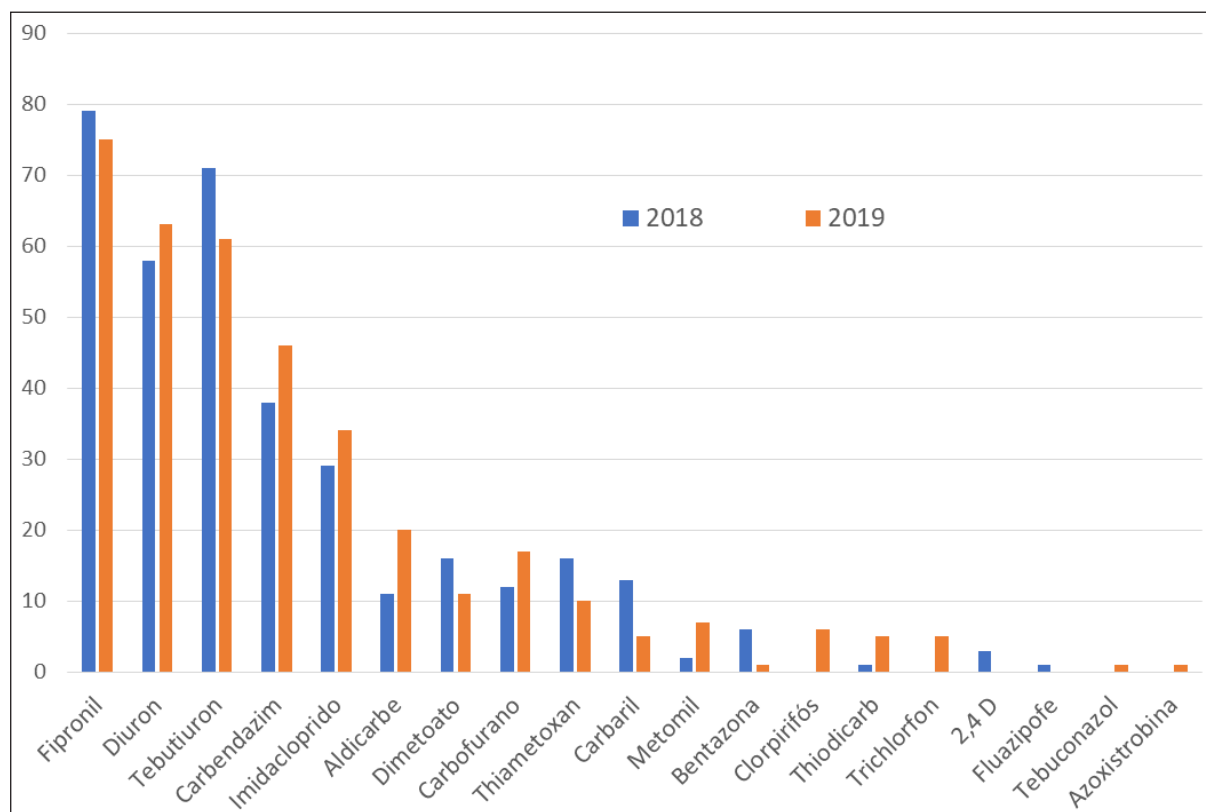
A Tabela 4.4 descreve as moléculas de agrotóxicos que foram monitoradas nos anos de 2018 e 2019 e a sua correspondência com a legislação nacional.

Tabela 4.4 – Agrotóxicos monitorados em 2018 e 2019.

Contemplados com padrões de qualidade pela Resolução Conama nº 357/2005	2,4,5 T, 2,4,5 TP, 2,4-D, Atrazina, Carbaril, Demeton O, Demeton S, Gution, Malation, Metomil, Molinato, Etil Paration, Paration Metílico, Simazina.
Contemplados com padrões de potabilidade pela Portaria de Consolidação nº 5/2017	Aldicarbe, Aldicarbe Sulfona Aldicarbe Sulfóxido, 2,4,5 T, 2,4,5 TP, 2,4 D, Ametrina, Atrazina, Carbofurano, Clorpirifós etílico, Clorpirifós-oxon, Diuron, Etil Paration, Gution (Azinfos-metil), Malation, Metil Paration, Molinato, Pendimetalina, Profenofós, Propanil, Simazina e Terbufós.
Não contemplados com padrões de qualidade ou de potabilidade em nível nacional ou estadual	Azoxistrobina, Bentazona, Carbendazim, Carbossulfano, Ciproconazol, Dimetoato, Fipronil, Fluasífope p-butílico, Imidacloprido, MCPA, Tebuconazol, Tebutiuron, Thiametoxan, Thiodicarb, Trichlorfon.

Observação: Em 2018, não foram monitorados os seguintes agrotóxicos: Ametrina, Atrazina, Clorpirifós, Clorpirifós-Oxon, Demeton O, Demeton S, Gution (Azinfos-metil), Etil Paration, Metil Paration, Malation, Molinato, Pendimetalina, Profenofós, Propanil, Simazina e Terbufós.

O Gráfico 4.11 apresenta a frequência de agrotóxicos que obtiveram resultados acima do Limite de Quantificação analítico praticado pelos laboratórios da CETESB nos anos de 2018 e 2019.

Gráfico 4.11 – Frequência de quantificação dos agrotóxicos em 2018 e 2019.

Os agrotóxicos quantificados com frequência superior a 30% foram Fipronil, Diuron, Tebutiuron, Carbendazim e Imidacloprido. Os agrotóxicos Aldicarbe, Dimetoato, Carbofurano, Thiametoxan e Carbaril tiveram frequência de quantificação na faixa de 10 a 20% e os demais abaixo de 10 %.

Na Tabela 4.5, são mostradas as frequências de quantificação de agrotóxicos por ponto de monitoramento nos anos de 2018 e 2019.

As maiores frequências foram observadas no ribeirão Preto (pontos RIPE 04300 e RIPE 04900) e no rio Pardo (PARD 04600) na UGHRI 4. Destacaram-se também os pontos localizados na UGRHI 9 no rio Mogi-Guaçu

(MOGU 02450 e MOGU 04900), no córrego Rico (RICO 02600), no ribeirão das Onças (RONC 02030 e RONC 02400) e no ribeirão Sertãozinho (SETA 04900). Os agrotóxicos investigados também foram detectados com frequência nos pontos no córrego do Esgotão (ESGT 02050, UGRHI 16), no rio São João dos Dourados (SJDO 02500, UGRHI 18) e no rio Tibiriçá (TBIR 03300, UGRHI 20).

Tabela 4.5 – Número de amostras analisadas (N) e Frequências de quantificação de agrotóxicos por ponto de monitoramento nos anos de 2018 e 2019.

UGRHI	Ponto	2018			2019		
		N	Nº Quantificações	Freq. (%)	N	Nº Quantificações	Freq. (%)
4	PARD 02600	175	24	14	287	27	9
	RIPE 04300	175	50	29	287	45	16
	RIPE 04900	150	34	23	287	38	13
5	CRUM 02050	75	6	8	312	16	5
9	MOGU 02450	100	14	14	164	10	6
	MOGU 02900	100	15	15	164	16	10
	RICO 02600	175	25	14	287	29	10
	RONC 02030	175	21	12	164	7	4
	RONC 02400	175	24	14	287	23	8
	SETA 04600	175	28	16	287	31	11
	SOMI 02850				139	2	1
11	RIBE 02900				167	0	0
13	JCGU 03200	75	13	17	164	19	12
	JCGU 03400	100	17	17	164	21	13
	JPEP 03500	100	8	8	164	10	6
	JPEP 03600	100	7	7	164	10	6
	MONJ 04400	100	25	25	164	31	19
16	BATA 02300	100	2	2	164	1	1
	BATA 02600	100	4	4	164	2	1
	ESGT 02050	25	4	16			
18	SJDO 02500	100	11	11	164	17	10
20	TBIR 03300	100	11	11	262	35	13
21	PEIX 02100	100	10	10	139	8	6

NC - Não coletado

A Tabela 4.6 apresenta as faixas de concentração dos agrotóxicos que foram quantificados acima do LQ, o Quartil 75% dos resultados obtidos (calculado com a exclusão dos *Outliers* ou valores anômalos) e a sua comparação com os padrões de qualidade da Resolução CONAMA nº 357/2005. Para as moléculas que não possuem padrão de qualidade na legislação nacional, foram apresentados os Valores Ecotoxicológicos para efeitos tóxicos crônicos em invertebrados aquáticos de água doce estabelecidos pelo *Office of Pesticides Programs* da Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (OPP-USEPA, 2020) (<http://www.epa.gov/pesticide-science-and-assessing-pesticide-risks/aquatic-life-benchmarks-and-ecological-risk>). A utilização desses valores, como critério de qualidade, justifica-se porque os invertebrados aquáticos tendem a ser mais sensíveis aos agrotóxicos do que os peixes.

Tabela 4.6 – Faixas de concentração e o Quartil 75% dos resultados obtidos para agrotóxicos nos pontos da rede básica nos anos de 2018 e 2019.

Agrotóxico	"LQ (ng L ⁻¹)"	Faixa de Concentração (ng L ⁻¹)	"Quartil 75 % (ng L ⁻¹)"	Faixa de Concentração (ng L ⁻¹)	"Quartil 75% (ng L ⁻¹)"	Resolução CONAMA no. 357/2005 (ng/L)		"OPP- USEPA - Crônico Inv. Aquáticos (ng L ⁻¹)"
						Classe 2	Classe 3	
2,4 D	200	204 -230	NA	<LQ	NA	4.000	30.000	
Aldicarbe	20	34 -132	87,7	20 -114	32,8			1.000
Azoxistrobina	20	<LQ	NA	<LQ - 38	NA			44.000
Bentazona	20	20 -38	31,4	<LQ - 38	NA			101.200.000
Carbaril	2	2- 4	3,75	3- 18	12,1	20	700	
Carbendazim	20	20 -340	117	20 - 485	113,3			3.100
Carbofurano	2	2 -7	4,9	2 - 129	6,1			750
Clorpirifós	40	< LQ	NA	100 - 820	550			40
Dimetoato	2	2- 175	5,2	2 -53	3,9			500
Diuron	20	22 - 416	70,9	21 - 657	85,8			200.000
Fipronil	2	2 - 692	31,7	2 - 253	41,7			11
Fluasifope p-butilico	20	23	41,2	<LQ	NA			203.000*
Imidacloprido	20	21 - 814	NA	20 - 98	43,8			10
Metomil	2	3 - 583	NA	2 - 130	34,7			700
Tebuconazol	20	<LQ	NA	<LQ - 67	NA			120.000
Tebutiuron	20	20 -182	71,3	21 - 367	107,6			21.800.000
Thiametoxan	20	20 - 89	29,2	20 - 121	29,9			740
Thiodicarb	2	<LQ - 3	NA	2 - 4	4			2.650*
Trichlorofon	20	<LQ	NA	209 - 539	470,3			5,7

*Valor ecotoxicológico mais restritivo para efeitos tóxicos crônicos em peixes; NA – Não foi possível calcular o Quartil 75% devido a insuficiência de dados; LQ – Limite de Quantificação.

Obs: Esses resultados são comparados com os padrões de qualidade das Classes 2 e 3 da Resolução CONAMA nº 357/2005 e com os Valores Ecotoxicológicos para efeitos tóxicos crônicos em invertebrados aquáticos de água doce (OPP- USEPA, 2020).

Os agrotóxicos que apresentaram as maiores amplitudes de concentrações nos pontos de monitoramento foram aqueles com as maiores frequências de quantificação, a exemplo do Fipronil, Diuron, Tebutiuron, Carbendazim e Imidacloprido. Importante ressaltar que essa última substância possui um LQ acima do valor ecotoxicológico da OPP-USEPA. Embora com menor frequência de quantificação, as moléculas Dimetoato, Carbofurano, Clorpirifós, Metomil e Thiametoxan também apresentaram ampla faixa de variação.

O Quartil 75% representa a concentração de limite superior da distribuição dos resultados que foram acima do LQ, permitindo a comparação com os padrões de qualidade da Resolução CONAMA nº 357/2005 e com valores ecotoxicológicos da OPP-USEPA. Observou-se que apenas o Fipronil, o Imidacloprido, o Clorpirifós e o Trichlorofon apresentaram concentrações nesse quartil acima do limite estabelecido pela OPP-USEPA para invertebrados aquáticos. A magnitude dessas ultrapassagens foi ao redor de quatro vezes para Fipronil e o Imidacloprido e de aproximadamente 14 e 80 vezes para o Clorpirifós e o Trichlorofon, respectivamente.

A Tabela 4.7 apresenta as porcentagens de desconformidades dos agrotóxicos Clorpirifós, Fipronil, Imidacloprido e Trichlorofon calculadas para cada ponto de monitoramento nos anos de 2018 e 2019.

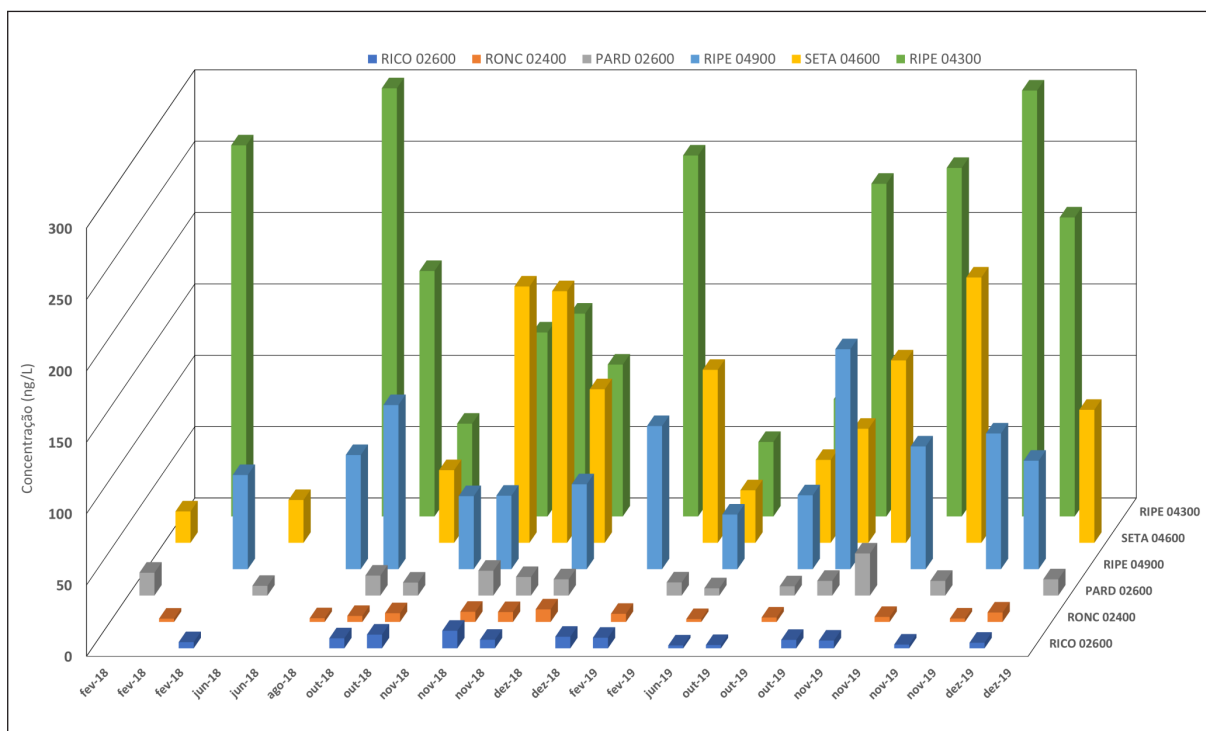
Tabela 4.7 – Porcentagens de desconformidades dos agrotóxicos Clorpirifós, Fipronil, Imidacloprido e Trichlorofon em relação aos valores ecotoxicológicos da OPP-USEPA nos anos de 2018 e 2019.

Agrotóxico	2018		2019	
	Desconf. (%)	Pontos	Desconf. (%)	Pontos
Clorpirifós	0		6	RIPE 04300, PARD 02600
Fipronil	25	JCGU 03200, JCGU 03400, JPEP 03500, MOGU 02450, MOGU 02900, MONJ 04400, PARD 02600, RICO 02600, RIPE 04300, RIPE 04900, SETA 04600, TBIR 03300	35	JCGU 03200, MONJ 04400, PARD 02600, RIPE 04300, RIPE 04900, SETA 04600, SJDO 02500, TBIR 03300
Imidacloprido	43	CRUM 02050, JCGU 03400, JCGU 03200, JPEP 03500, MOGU 02450, MOGU 02900, MONJ 04400, PARD 02600, PEIX 02100, RICO 02600, RIPE 04300, RIPE 04900, RONC 02030, SJDO 02500	34	CRUM 02050, JCGU 03400, JCGU 03200, MOGU 02450, MOGU 02900, MONJ 04400, PARD 02600, RIPE 04300, RIPE 04900, RONC 02030, RONC 02400, SETA 04600, SOMI 02850, SJDO 02500, TBIR 03300
Trichlorofon	0		5	SJDO 02500, TBIR 03300, PEIX 02100, SETA 04600

Os agrotóxicos Fipronil e Imidacloprido apresentaram elevadas porcentagens de desconformidades nos dois anos de monitoramento. Dessa forma, é possível proceder uma análise mais específica para esses agrotóxicos.

O Gráfico 4.12 apresenta a evolução no período de 2018 a 2019 das concentrações do Fipronil em seis pontos com frequência intensificada de monitoramento (sete vezes por ano). Valores máximos de concentração foram limitados até 200 ng L⁻¹ para melhor visualização das concentrações em todos os pontos.

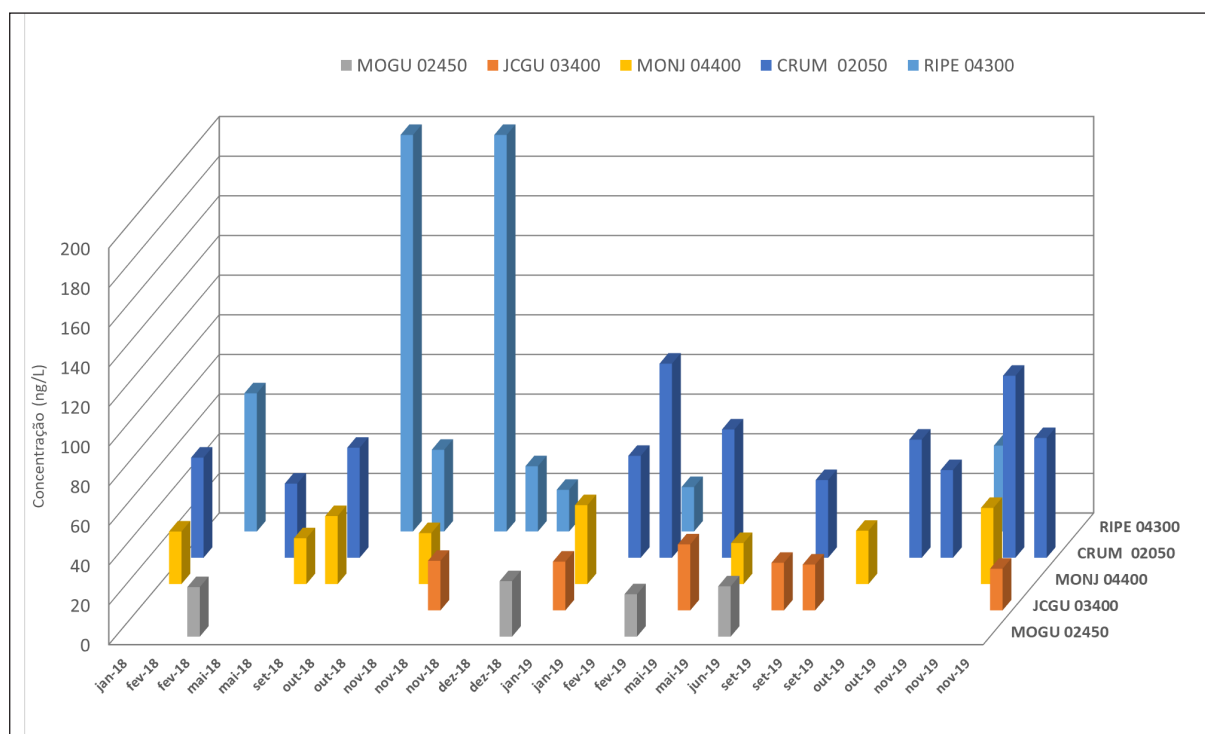
Gráfico 4.12 – Evolução temporal das concentrações do Fipronil nos pontos RIPE 04300, RIPE 04900, SETA 04600, PARD 04600, RONC 02030 e RICO 02600, que tiveram frequência de monitoramento intensificada em 2018 e 2019.



O Fipronil foi quantificado na maior parte das amostragens realizadas no período de 2018 e 2019, tanto na época seca quanto na chuvosa. Contudo, foram observadas concentrações mais elevadas no período chuvoso nos pontos RIPE 04300 e SETA 04900, com concentrações variando entre 65 e 300 ng L⁻¹ e entre 51 e 186 ng L⁻¹, respectivamente. Na estação seca, destacaram-se concentrações elevadas de Fipronil em agosto de 2018 nos pontos RIPE 04300 (692 ng L⁻¹) e RIPE 04900 (80 ng L⁻¹) e em junho de 2019 no ponto RIPE 04300 (52 ng L⁻¹). No período monitorado, as concentrações nos pontos RONC 02400, RICO 02600 e PARD 02600 não foram superiores a 30 ng L⁻¹. Não é possível distinguir uma tendência de aumento nas concentrações de Fipronil entre 2018 e 2019 em nenhum desses seis pontos.

O Gráfico 4.13 apresenta a evolução no período de 2018 a 2019 das concentrações de Imidacloprido em pontos com frequência regular (quatro vezes por ano) e intensificada (sete vezes por ano de monitoramento). Valores máximos de concentração foram limitados até 200 ng L⁻¹ para melhor visualização das concentrações em todos os pontos.

Gráfico 4.13 – Evolução temporal das concentrações de Imidacloprido nos pontos RIPE 04300 e CRUM 02050, que tiveram frequência intensificada (sete e oito vezes por ano, respectivamente) e nos pontos JCGU 03400, MONJ 04400 e MOGU 02450 que tiveram frequência regular (quatro vezes por ano) em 2018 e 2019.



Ao longo dos dois anos de monitoramento, as concentrações de Imidacloprido foram mais elevadas nos pontos CRUM 02050 e RIPE 04300. No período chuvoso de 2018, foram quantificadas concentrações elevadas dessa substância no ponto RIPE 04300, nos meses de outubro (442 ng L^{-1}) e novembro ($813,8 \text{ ng L}^{-1}$). Já no período chuvoso de 2019, as concentrações mais elevadas foram registradas no ponto CRUM 02050, as quais variaram entre 44 e 98 ng L^{-1} . Ressalta-se que na estação seca de 2019, entre maio e setembro, o Imidacloprido foi quantificado em concentrações variando entre 21 e 65 ng L^{-1} em todos os pontos, com exceção do RIPE 04300. É possível distinguir um aumento nas concentrações de Fipronil entre 2018 e 2019 apenas no ponto CRUM 02050.

O Apêndice K do relatório contém os dados brutos de todos os pontos de monitoramento de agrotóxicos relativos ao ano de 2019. Os dados brutos relativos a 2018 estão no apêndice K do Relatório de Qualidade de Águas Interiores de 2018, os quais estão disponíveis no link <https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/publicacoes-e-relatorios/>.

4.2.2.2 Compostos Orgânicos Voláteis (COVs)

A CETESB monitora a presença de Compostos Orgânicos Voláteis, por meio da varredura de 52 compostos, entre eles o grupo BTEX. A varredura de COVs é realizada semestralmente nos 18 pontos da UGRHI 7 - Baixada Santista e no rio Sarapuí da UGRHI 10. O grupo do BTEX será detalhado no próximo subitem. Dos 47 COVs analisados, excetuando-se o BTEX, apenas cinco possuem padrão de qualidade pela Resolução CONAMA nº 357/2005: 1,1-Dicloroetano; 1,2-Dicloroetano; Tetracloroeto de Carbono; Tricloroetano e Tetracloroetano. Não foram verificadas não conformidades para essas variáveis nos pontos monitorados.

4.2.2.3 BTEX

O grupo BTEX (Benzeno, Tolueno, Estireno, Etilbenzeno e Xileno) é monitorado nos corpos de 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 e no ribeirão Pires - UGRHI 6. O Tolueno foi o único composto do grupo BTEX que apresentou resultados desconformes com o padrão de qualidade. As desconformidades para essa substância em rios da Classe 2 (acima de $2 \mu\text{g L}^{-1}$) foram todas verificadas na UGRHI 7, no rio Saboó (SABO 22500, município de Santos) e no rio Catarina Moraes (CATA 23850, município de São Vicente) em duas campanhas e no rio Moji (MOJI 02800, no município de Cubatão) em apenas uma campanha.

4.2.2.4 Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPAs)

O monitoramento da presença de Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPAs) foi realizado em corpos de água da UGRHI 7 - Baixada Santista, onde há pesca ou cultivo de organismos para fins de consumo intensivo, conforme preconizado pela Resolução CONAMA nº 357/2005. 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 sete possuem padrão de qualidade para Classe 2. Desse universo, foram ultrapassados os padrões da Classe 2 apenas para o Criseno ($0,09 \mu\text{g L}^{-1}$) no rio Catarina Moraes (CATA 23850, município de São Vicente). Ressalta-se que nesse ponto e no rio Cubatão (CUBA 03900) também foram quantificados Benzo(a)pireno, Benzo(a)antraceno, Criseno, Benzo(b)fluoranteno e Benzo(k)fluoranteno, porém abaixo do padrão de qualidade ($0,05 \mu\text{g L}^{-1}$).

4.2.2.5 Fenóis Totais

Os Fenóis Totais foram determinados em pontos coincidentes com captação para abastecimento, incluindo rios afluentes e defluentes de alguns sistemas de abastecimento. Essa variável também foi monitorada nos rios Atibaia e Jundiaí e em todos os pontos localizados em corpos hídricos da Classe 4. Dos pontos utilizados para abastecimento (Classes 1, 2 e 3), apenas o canal de Fuga (CFUG 02900) e o rio Guaió (GUAO 02600) não atenderam ao padrão de qualidade. Quanto aos rios da Classe 2, foram registradas desconformidades ($>0,003 \text{ mg L}^{-1}$) no ribeirão Pires (PIRE 02900), na UGRHI 6, em apenas uma campanha. Dos corpos de água da Classe 3, foram registradas desconformidades ($> 0,01 \text{ mg L}^{-1}$) apenas no rio Quilombo (QUIL 03030 e QUIL 03500) e no rio Jundiaí (JUNA 03500), ambos na UGRHI 5. Em relação aos corpos de água da Classe 4, os Fenóis Totais foram registrados em desacordo com o padrão de qualidade ($> 1,0 \text{ mg L}^{-1}$) no rio Aricanduva (DUVA 04900) e no ribeirão dos Couros (CORU 04900), na UGRHI 6.

4.2.2.6 Boro Total

O Boro é uma variável monitorada em locais correlacionados à tipologia industrial, como proximidades às indústrias de vidro e de alumínio. Dessa forma, o Boro foi determinado principalmente em amostras coletadas de alguns pontos das UGRHIs 2, 5, 7, 9, 10 e 13, não apresentando resultados acima do padrão de qualidade da Classe 2 ($0,5 \text{ mg L}^{-1}$), com exceção do ponto no Canal de Barreiros (REIS 02900) na UGRHI 7. Nesse ponto, que

se localiza junto a Ponte Pênsil no canal de São Vicente, foram verificadas concentrações de Boro variando entre 2,1 e 3,3 mg L⁻¹, sendo esses resultados um indicativo de ambiente de águas salinas (igual ou superior a 30‰). Nesse caso, o resultado de Boro nesse ponto atenderia ao padrão de qualidade para águas salinas (5 mg L⁻¹).

4.2.2.7 Fluoreto

O Fluoreto foi determinado em todos os pontos da Rede Básica. Do total de pontos de monitoramento enquadrados nas Classes 2 e 3, nove 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 pelo menos quatro das seis campanhas bimestrais. No QUIL 03200 também foram observadas as maiores concentrações de Fluoreto (3,5 a 46,3 mg L⁻¹), igualmente ao observado em 2018. Resultados desconformes para o Fluoreto também foram observados no ribeirão 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, e nos rios das Conchas (COCH 02850) e Pirajibu (JIBU 02900) na UGRHI 10.

4.2.2.8 Óleos e Graxas

Os Óleos e Graxas foram analisados nos rios de Classe 4. Nos rios de Classe 3, essa variável foi monitorada no rio Jundiá (JUNA 03150). Concentrações acima de 20 mg L⁻¹ foram quantificados nos pontos localizados no ribeirão Tatu (TATU 04850) na UGRHI 5, no ribeirão dos Couros (CORU 04950), nos rios Pinheiros (PINH 04250) e Tamandateí (TAMT 04900) e nos córregos São João do Barueri (SJBA 04950), do Jaguaré (UARE 04450), Águas Espreiadas (SPRA 04850), Pirajuçara (JUÇA 04900) 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:

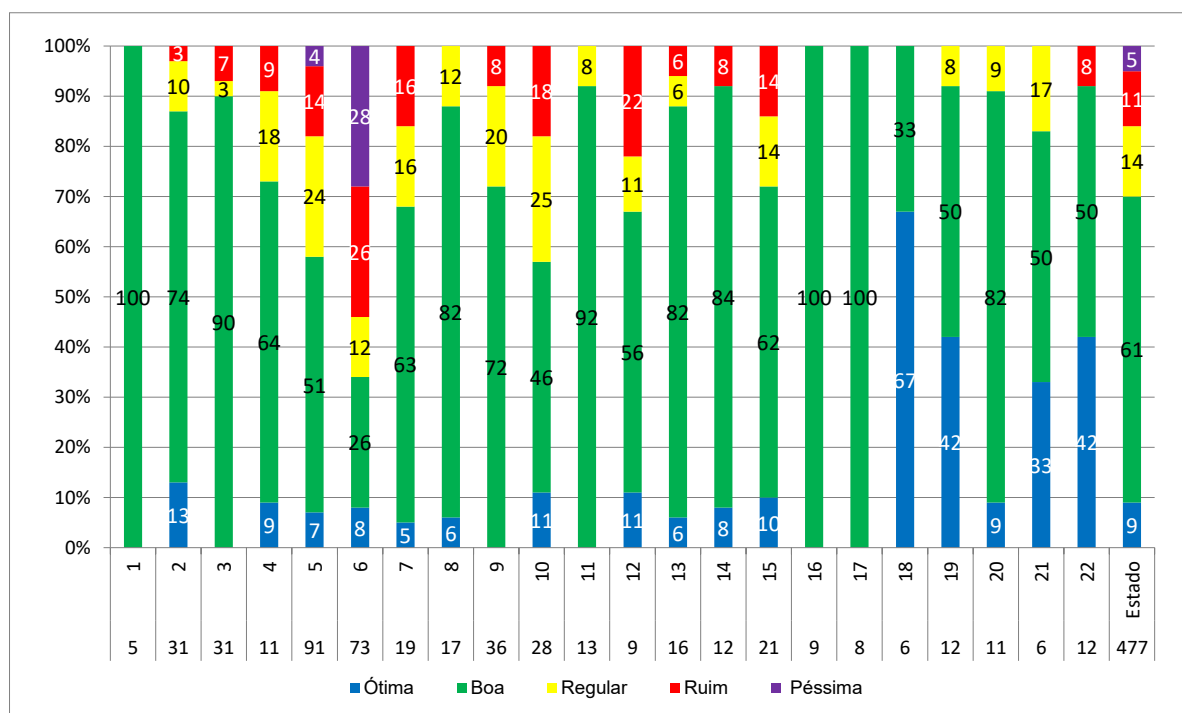
- Médias de 2019 e de 2014 a 2018 das principais variáveis de qualidade;
- Porcentagem dos resultados não conformes em 2019 e de 2014 a 2018;
- Resultados mensais e média anual do IQA – 2019;
- Resultados mensais e média anual do IAP – 2019;
- Resultados mensais e média anual do IET – 2019;
- Resultados mensais e média anual do IVA – 2019;
- Resultados mensais e média anual do ICF – 2019;
- Valores mensais de microcistina e saxitoxina – 2019;
- Resultados mensais e média anual do ICZ – 2019;
- Resultados mensais e média anual do IB – 2019;
- Qualidade do Sedimento por UGRHI e pontos de coleta – 2019;
- Porcentagem de operação das Estações Automáticas – 2019;
- Porcentagem de atendimento das médias horárias das Estações Automáticas – 2019;
- Registros mensais de mortandade de peixes por UGRHI – 2019;

5.1 Índice de Qualidade das Águas - IQA

No Mapa 5.1 do Estado de São Paulo, são mostrados os corpos de água e as médias anuais do IQA, calculado para os 477 pontos de amostragem.

5.1.1 Distribuição percentual das categorias do IQA por UGRHI

O Gráfico 5.1 exibe a distribuição percentual 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 2019, de cada ponto de amostragem.

Gráfico 5.1 – Distribuição percentual das categorias do IQA por UGRHI em 2019.

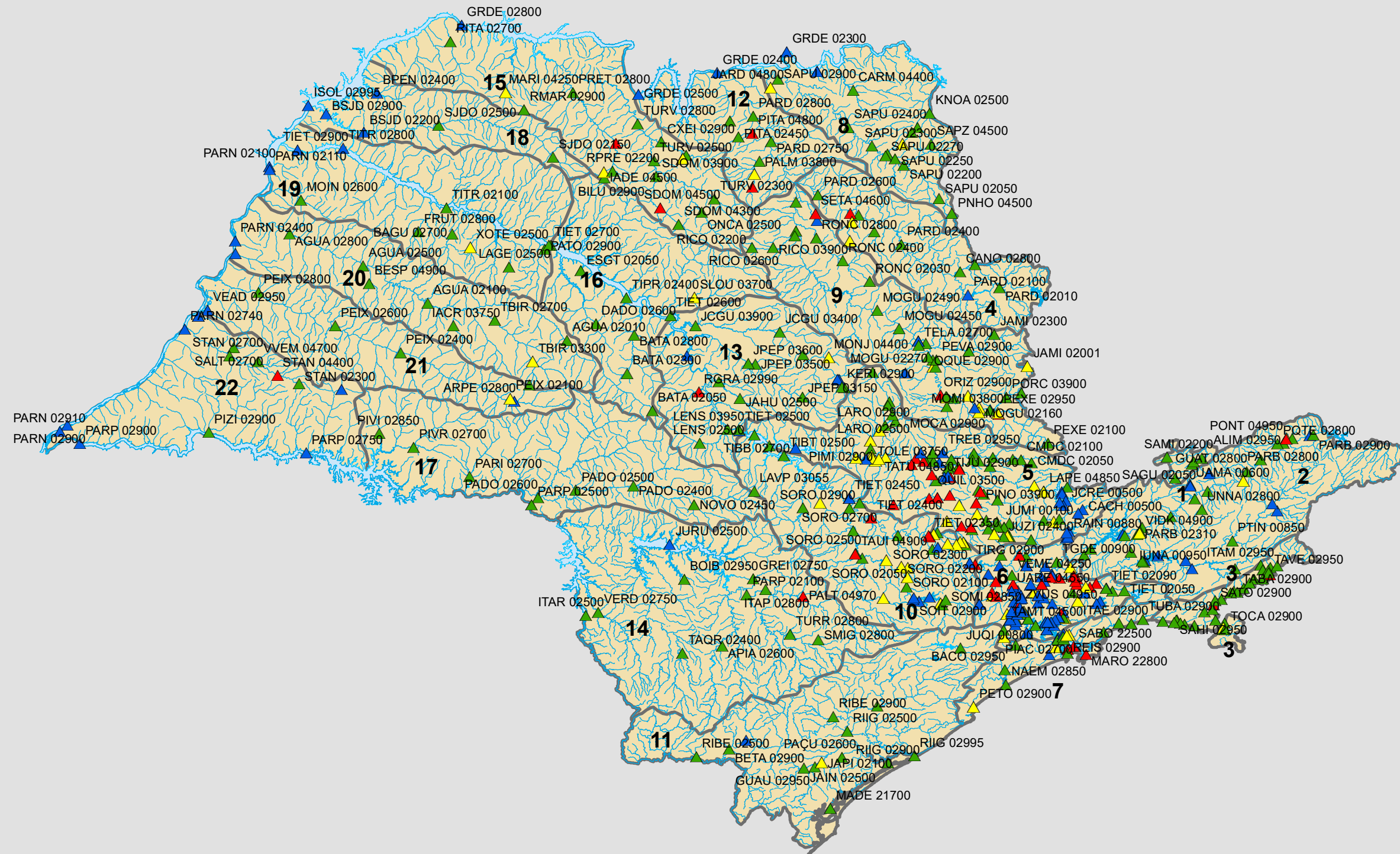
Em 2019, as categorias Ótima, Boa e Regular contabilizaram 84% dos pontos monitorados, resultado semelhante ao ano de 2018 (85%). Na distribuição por UGRHI, apenas a UGRHI 6 apresentou menos da metade dos pontos monitorados nessas categorias, enquanto que as demais UGRHIs apresentaram entre 78% e 100% dos pontos monitorados nessas categorias (Gráfico 5.1).

Na categoria Ótima foram classificados pontos localizados, em sua maioria, em braços e reservatórios, nos rios de divisa do estado e na foz do rio Tietê.

Nas categorias Ruim e Péssima foram classificados 16% dos pontos, sendo que metade desses pontos estão enquadrados na Classe 4 e mais de 75% estão localizados em afluentes dos rios principais das bacias hidrográficas. Tal classificação foi influenciada pela baixa capacidade de diluição desses corpos hídricos e pela elevada carga orgânica remanescente decorrente principalmente da presença de esgotos domésticos. Ressalta-se que outros lançamentos, a ausência de saneamento e cargas difusas também impactam negativamente a qualidade da água. É necessária especial atenção à qualidade da água nos formadores dos mananciais utilizados para abastecimento.

Destaca-se que todos os pontos das UGRHIs 1, 16, 17, 18 foram classificados nas categorias Ótima ou Boa e nenhum ponto das UGRHIs 8, 11, 19, 20 e 21 foram classificados nas categorias Ruim ou Péssima.

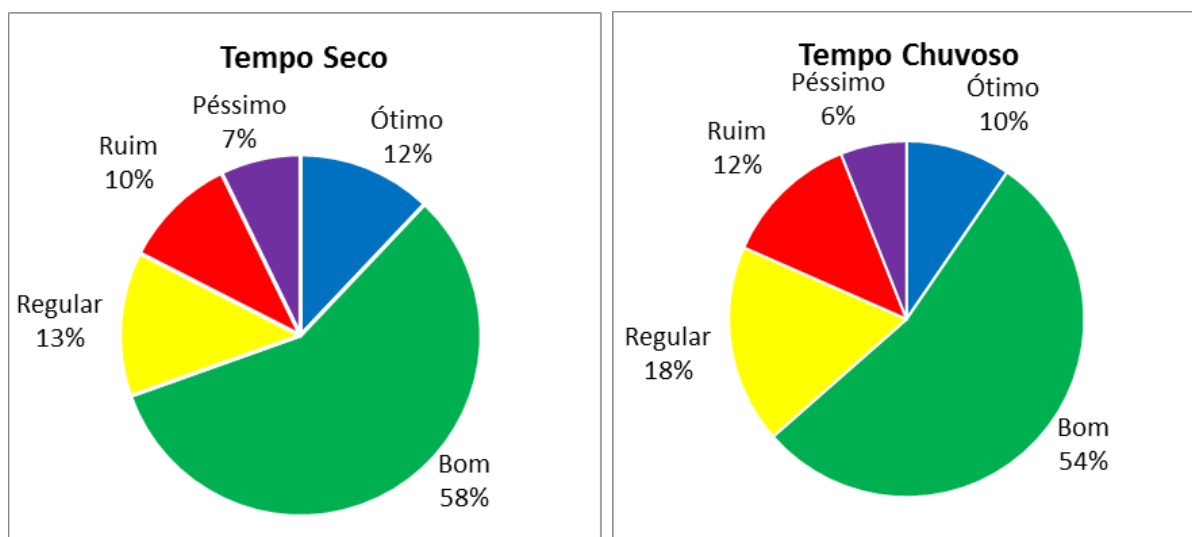
Mapa 5.1 – Médias anuais do IQA para o ano de 2019.



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, por meio das comparações da distribuição nas faixas de qualidade do IQA nos períodos de maior (outubro a março) e de menor (abril a setembro) precipitação. Em 2019, a precipitação anual no estado de São Paulo foi inferior à média histórica em cerca de 170 mm e essa diferença foi evidenciada nos meses chuvosos de janeiro e outubro.

Figura 5.1 – Distribuição percentual das categorias do IQA em 2019 em função da época do ano.



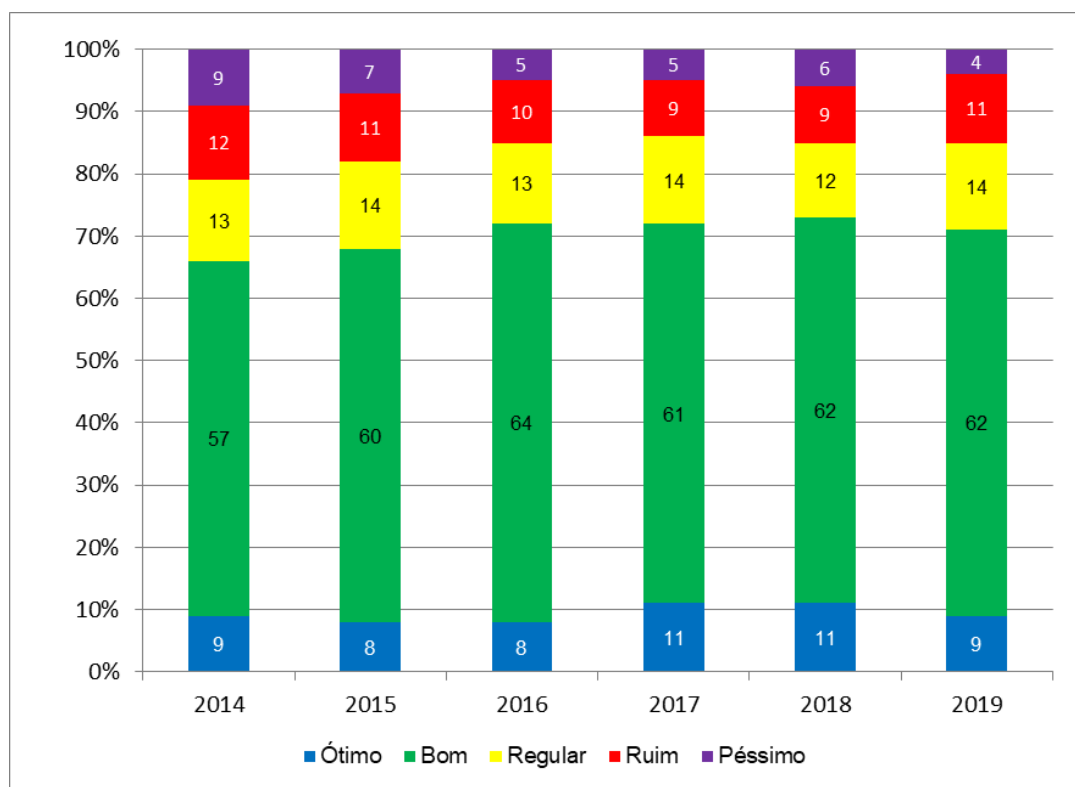
As alterações de qualidade entre a época seca e a chuvosa geralmente refletem a influência das cargas difusas, que se caracterizam pelo aporte não pontual de poluentes nos corpos hídricos superficiais em intervalos intermitentes relacionados primariamente a ocorrência de eventos chuvosos. O contrário ocorre quando o aporte de contaminantes no corpo hídrico é tão elevado que a carga difusa exerce pouca influência, sendo a chuva um fator de diluição dos contaminantes existentes, ocasionando melhora na qualidade do corpo hídrico.

Em 2019, verificou-se uma porcentagem um pouco maior de corpos de água classificados na categoria Ótima e Boa comparando o tempo seco e o tempo chuvoso (70 para 64%). Essa melhora é esperada em razão da influência de cargas difusas, mais acentuada pelos altos índices pluviométricos no tempo chuvoso.

Em pontos classificados nas categorias Ruim e Péssima é verificada a manutenção dessa qualidade nos dois períodos (17% no tempo seco e 18% no tempo chuvoso), o que indica o comprometimento da qualidade da água antes do carregamento de cargas difusas e que o efeito da diluição, mesmo que prevaleça ao do aporte das cargas difusas, não foi suficiente para obter níveis que alteram a classificação do indicador de qualidade das águas.

5.1.3 IQA entre 2014 e 2019

O Gráfico 5.2 mostra a evolução anual dos resultados do IQA por categoria de 2014 a 2019. Para o cálculo da média anual por categoria, foram computados os 394 pontos com dados disponíveis nesse período.

Gráfico 5.2 – Evolução da Distribuição do IQA, no período de 2014 a 2019.

Em 2019 a distribuição do IQA por categoria manteve-se semelhante aos anos de 2016 a 2018, com 85% 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 2014 a 2019, pode ser consultada no Apêndice M.

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

A CETESB monitorou a qualidade da água bruta em 104 pontos utilizados como captação para fins de abastecimento público, considerando todas as redes de monitoramento, localizados em 74 corpos hídricos. 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 transferência para outros reservatórios. Incluem-se nesse caso os pontos nos braços formadores da represa Billings: braço do rio Pequeno, braço do rio Taquacetuba e braço do reservatório rio Grande, utilizados para reforço do abastecimento dos Sistemas Guarapiranga e Alto Tietê.

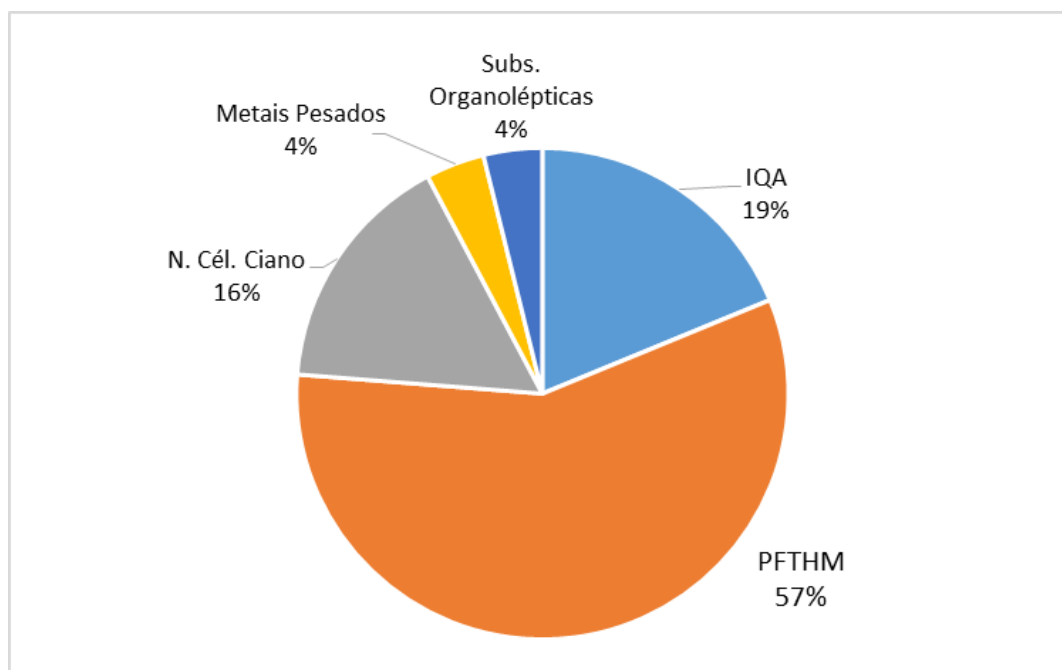
Os resultados do cálculo do IAP e a respectiva média anual por ponto de monitoramento podem ser visualizados no Apêndice J. O Mapa 5.2 indica a localização das captações e a classificação anual do IAP em

2019. A conceituação do IAP e a sua composição são apresentadas no Capítulo 1 e a metodologia de cálculo no Apêndice D.

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

Em relação aos dois grupos de variáveis que compõem o ISTO, verificou-se em 2019 que 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 2019.

Gráfico 5.3 – Influência das variáveis no resultado do IAP em 2019



No grupo das substâncias organolépticas, os resultados do IAP foram influenciados pelo Ferro Total, Alumínio Total e Manganês Total. Já o Cobre Total e Zinco Total não foram quantificados em níveis que pudessem causar impacto no tratamento convencional de água. Destacam-se o rio Corumbatai, na captação de Piracicaba (CRUM 02500), o ribeirão do Pinhal, na captação de Limeira (PIAL 02900), o reservatório Cachoeira de Cima, na captação de Mogi-Guaçu (MOCA 20900) e o rio do Peixe, na captação de Socorro (PEXE 02100), cuja qualidade da água foi influenciada negativamente por essas três variáveis no período chuvoso.

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

Ao longo de 2019, o PFTHM influenciou negativamente as classificações mensais de 60 captações. Desse total, 26 foram classificadas na categoria Ruim ou Péssima na classificação anual, sendo 21 captações localizadas em rios e cinco, localizadas em reservatórios. As captações que tiveram mais de 50% das campanhas influenciadas pelo PFTHM foram as seguintes: o braço do Taquacetuba, na transposição para a Guarapiranga (BITQ 00100), o reservatório Guarapiranga (GUAR 00900), o reservatório do Rio Grande, na transposição para o sistema Alto Tietê (RGDE 02030), o rio Tietê, na captação de Mogi das Cruzes (TIET 02090),

o rio Capivari, na captação de Campinas (CPIV 02130), o rio Piracicaba, na captação de Piracicaba (PCAB 02220) e o rio Pirapora, na captação de Salto de Pirapora (PORA 02700).

Ressalta-se que algumas captações tiveram resultados de PFTHM cerca de duas vezes acima do valor adotado para remoção nas estações por tratamento convencional ($461 \mu\text{g L}^{-1}$) em, pelo menos, uma das campanhas, a saber: o braço do Taquacetuba, na transposição para a Guarapiranga (BITQ 00100), o reservatório do rio Grande, na transposição para o Sistema Alto Tietê (RGDE 02030), o reservatório das Graças, do Sistema Alto Cotia (COGR 00900), o rio Tietê, na captação de Mogi das Cruzes (TIET 02090), o rio Capivari, na captação de Campinas (CPIV 02130), o rio do Peixe, na captação de Socorro (PEXE 02100), o ribeirão Avecuia, na captação de Porto Feliz (AVEC 02800), o rio Sorocamirim, na captação de São Roque (SOMI 02850) e o rio Ribeira, na captação de Sete Barras (RIBE 02900).

O Número de Células de Cianobactérias - NCC foi medido em todas as 24 captações localizadas em ambientes lênticos e em 16 captações localizadas em rios, totalizando 40 captações. Em 15 captações foram medidos valores acima de $50.000 \text{ céls mL}^{-1}$ em, pelo menos, uma campanha, influenciando negativamente a qualidade da água para fins de abastecimento.

Destacam-se o braço do rio Pequeno (BIRP 00500), o braço do Taquacetuba (BITQ 00100) e o reservatório Guarapiranga (GUAR 00900), onde os resultados mensais em praticamente 100% das campanhas ultrapassaram o valor de $50.000 \text{ céls mL}^{-1}$, sendo que as maiores densidades registradas foram de $111.406 \text{ céls mL}^{-1}$, $546.449 \text{ céls mL}^{-1}$ e $74.914 \text{ céls mL}^{-1}$, respectivamente.

No reservatório Itupararanga (SOIT 02900), no canal de fuga (CFUG 02900) e no reservatório do Jaguarí (JAGJ 00200) foram verificados valores entre 50.000 e $150.000 \text{ céls mL}^{-1}$, em duas campanhas, e no reservatório Jaguarí (JARI 00800) foi verificado em novembro o valor de $227.329 \text{ céls mL}^{-1}$.

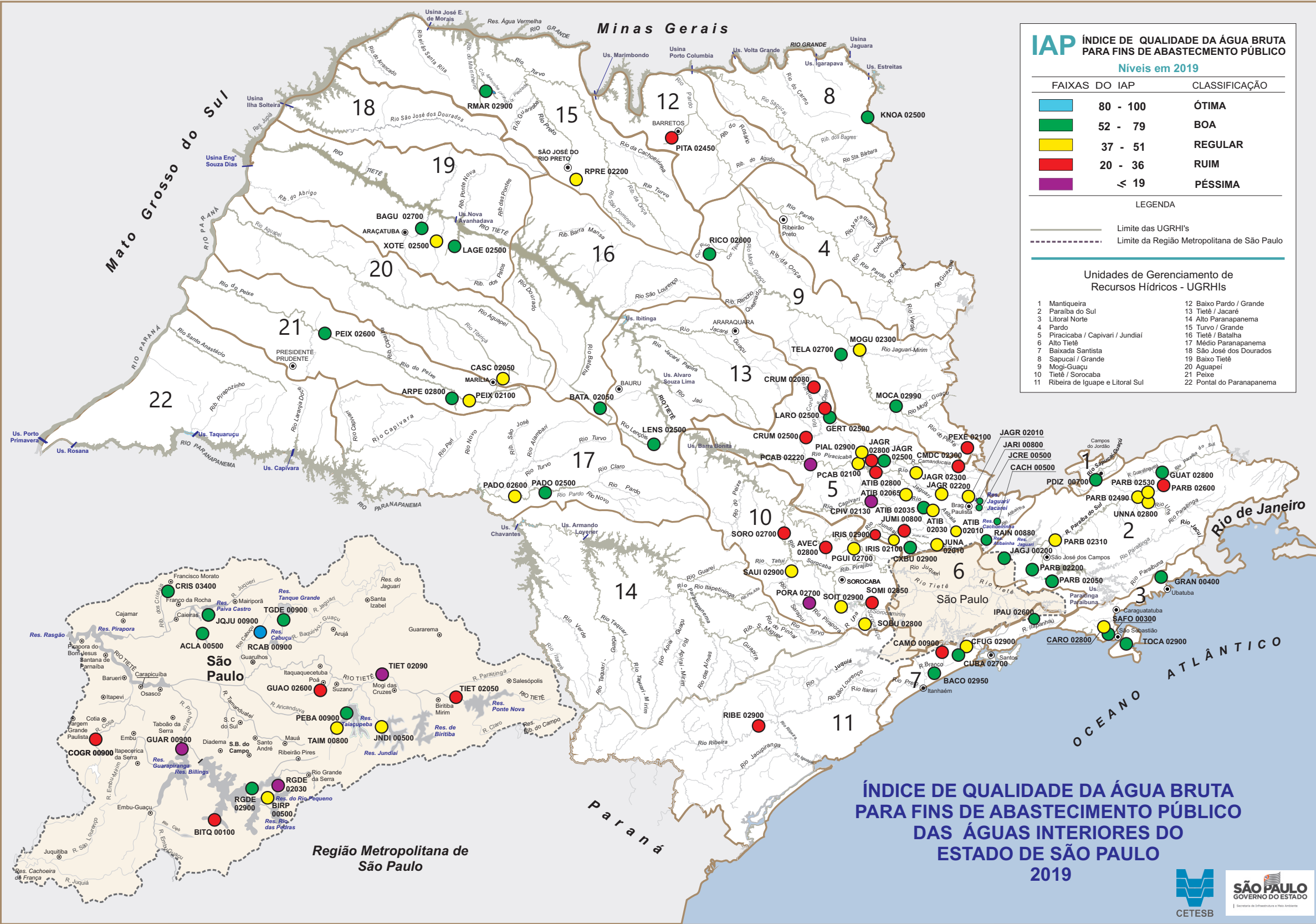
Os resultados do IAP foram influenciados pelo NCC nos seguintes rios e reservatórios: no reservatório do Rio Grande, tanto na captação quanto na transposição (RGDE 02900 e RGDE 02030), no rio Piracicaba, na captação de Americana (PCAB 02100), e no ribeirão Pirapitingui, na captação de Itu (PGUI 02700), cujo resultados variaram entre 50.000 e $100.000 \text{ céls mL}^{-1}$, no reservatório do Rio Cascata, na captação de Marília (CASC 02050), cuja densidade foi de $500.600 \text{ céls mL}^{-1}$ e no reservatório do Rio Preto, captação de São José do Rio Preto (RPRE 02200), cuja densidade em novembro foi de $1.589.137 \text{ céls mL}^{-1}$, o maior valor medido dentre todas as captações em 2019.

A constatação de valores elevados de Células de Cianobactérias foi verificada mais frequentemente no período chuvoso, quando mais de 80% dos resultados acima de $50.000 \text{ céls mL}^{-1}$ foram constatados. O aumento da densidade desses organismos está relacionado a fatores abióticos (como nutrientes P e N, temperatura e luminosidade) que contribuem para a sua proliferação.

Outra variável que influencia a qualidade da água para fins de abastecimento público é o IQA, que indica possíveis contaminações por esgoto no manancial. Em 2019, 22 captações, predominantemente localizadas em rios, foram classificadas na categoria Regular do IQA, em pelo menos uma campanha. Desse total, quatro captações foram classificadas na categoria Regular do IQA em mais da metade das campanhas: o rio Atibaia, na captação de Sumaré (ATIB 02800), o rio Piracicaba, na captação de Piracicaba (PCAB 02220), o rio Paraíba do Sul, na captação de Aparecida (PARB 02600) e o córrego do Baixote, na captação de Birigui (XOTE 02900).

Em relação à influência dos metais pesados no IAP em 2019, destaca-se uma campanha no rio Capivari (CPIV 02130), cujos resultados foram atípicos, indicando uma situação pontual no manancial.

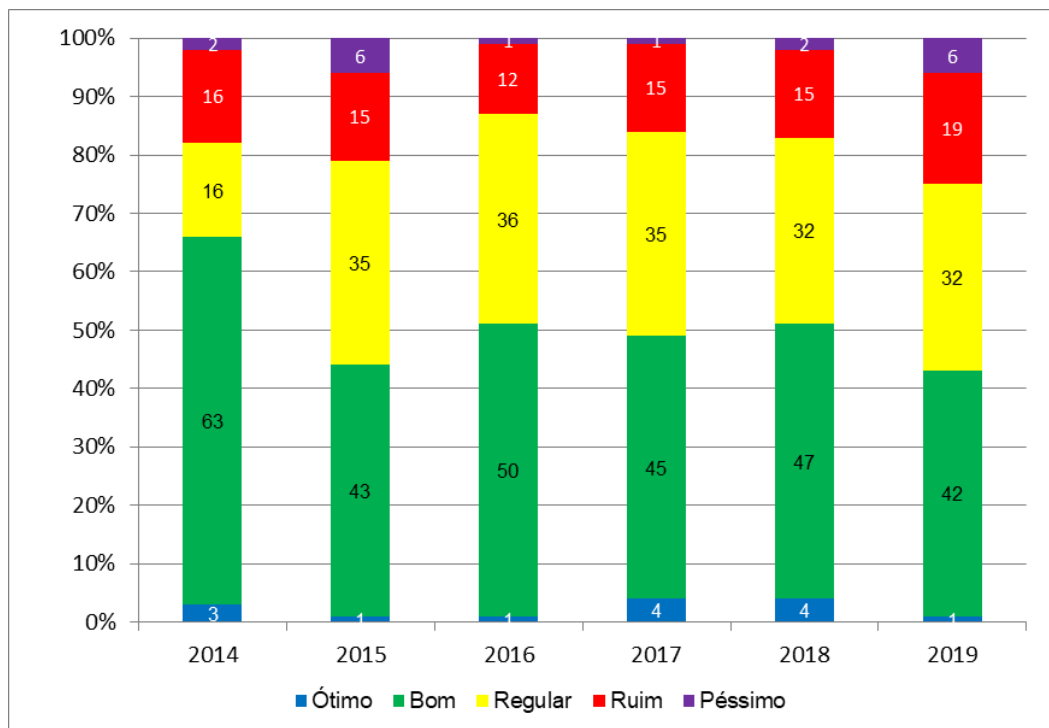
Mapa 5.2– Médias anuais do IAP para o ano de 2019.



5.2.1 IAP entre 2014 e 2019

O Gráfico 5.4 mostra a distribuição do IAP para 81 pontos de captação, onde foi possível calcular o índice para o período de 2014 a 2019.

Gráfico 5.4 – Evolução da Distribuição do IAP, no período de 2014 a 2019



Em 2019, o Índice de Abastecimento Público (IAP), apresentou 75% das classificações nas categorias Ótima, Boa e Regular (Gráfico 5.4), que é um patamar abaixo daquele verificado nos anos anteriores, na faixa de 80% para essas três categorias. O aumento da porcentagem de pontos na categoria Ruim em 2019 se justifica pelo fato de não ter sido possível o cálculo do IAP numa campanha do período seco, quando normalmente se verifica melhores classificações. Na série histórica, o ano de 2014 apresentou a maior porcentagem de pontos classificados na categoria Ótima e Boa, associado ao evento crítico de estiagem enfrentado naquele ano.

Destacam-se 16 captações classificadas nas categorias Ótima e Boa em todo o período de 2014 a 2019. São elas: os reservatórios do Sistema Cantareira e o reservatório do Rio Grande (RGDE 02900), a captação de Guarulhos (RCAB 00900) e o reservatório Tanque Grande (TGDE 00900), a captação de Valinhos (ATIB 02035), a captação de Santa Branca (PARB 02050), a captação de Guaratinguetá (GUAT 02800), a captação de Ilhabela (TOCA 02900), a captação de Ubatuba (GRAN 00400), a captação de Itanhaém (BACO 02959), a captação de Jaboticabal (RICO 02600) e a captação de Votuporanga (RMAR 02900).

Outras 14 captações foram classificadas na maior parte do tempo nas categorias Ótima e Boa e em alguns anos na categoria Regular. Destacam-se as que foram classificadas nas categorias Regular em 2019: a captação de Caraguatatuba (CARO 02800), que foi classificada na categoria Regular apenas em 2019, a captação de Cabreúva (IRIS 02100), a captação de Limeira (PIAL 02900), devido principalmente ao potencial de formação de THM, e o reservatório de Itupararanga (SOIT 02900), devido ao Número de Células de Cianobactérias.

Destaca-se a melhora na qualidade para fins de abastecimento público nas seguintes captações: de Pirassununga (TELA 02700), de Lençóis Paulista (LENS 02500), devido a menor influência do potencial de formação de THM, de Araçatuba (BAGU 02700), devido à menor influência do potencial de formação de THM e à classificação Boa do IQA. Essas três captações foram classificadas na categoria Boa em 2019

Por outro lado, cinco captações foram classificadas nas categorias Ruim ou Péssima em mais de 80% das classificações anuais entre 2014 e 2019. São elas: O braço do Taquacetuba (BITQ 00100), devido ao Número de Células de Cianobactérias e potencial de formação de THM; a captação de Mogi das Cruzes (TIET 02090), devido ao potencial de formação de THM, a captação de Campinas (CPIV 02130), a captação de Piracicaba (PCAB 02220) e a captação de Salto de Pirapora (PORA 02700), devido ao potencial de formação de THM, à classificação não Boa do IQA e à presença de substâncias organoléticas. As captações de Sumaré (ATIB 02800), de Cerquilha (SORO 02700) e de Aparecida (PARB 02600) têm sido classificadas na categoria Ruim na maior parte do tempo no período de 2014 a 2019.

A captação de Sete Barras (RIBE 02500) e o reservatório Capivari-Monos (CAMO 00900), a transposição para a Guarapiranga (BITQ 00100) foram classificados na categoria Ruim pela primeira vez em 2019, devido a maior influência do potencial de formação de THM, assim como a captação de São Roque (SOMI 02850) em 2017 e 2019. O reservatório Guarapiranga (GUAR 00900) foi classificado nas categorias Ruim e Péssima em 2018 e 2019, devido ao potencial de formação de THM e ao Número de Células de Cianobactérias.

A tabela completa, com os IAPs anuais contendo todos os pontos de captação de rios e reservatórios monitorados pela CETESB, no período de 2014 a 2019, consta no Apêndice M.

5.2.1.1 IAP das captações monitoradas a partir de 2015

Entre os anos de 2015 e 2019 foram incluídas 11 captações e/ou transferências de água entre corpos hídricos utilizados como mananciais no monitoramento da CETESB com avaliação da qualidade da água bruta para fins de abastecimento público.

As transferências do braço do rio Pequeno (BIRP 00500) e do reservatório do Rio Grande (RGDE 02030) foram incluídas em 2015 ao passo que a do rio Guaió (GUAO 02600) iniciou-se em 2016, devido à transferência da água desse rio para reforço do Sistema Alto Tietê.

No período de 2015 a 2019, o braço do rio Pequeno tem sido classificado na categoria Boa e Regular, devido ao potencial de formação de THM e ao Número de Células de Cianobactérias. Já o reservatório do Rio Grande mantém-se nas categorias Ruim e Péssima ao passo que o rio Guaió, que vinha sendo classificado na categoria Regular, foi classificado na categoria Ruim em 2019, ambos devido à influência do potencial de formação de THM

A captação de Itu (PGUI 02700), incluída em 2015, tem sido classificada nas categorias Boa e Regular devido ao Número de Células de Cianobactérias e potencial de formação de THM.

A captação no rio Tietê (TIET 02050), tem sido classificada nas categorias Ruim e Regular desde 2016, devido ao potencial de formação de THM.

A captação de Barretos (PITA 02450) foi classificada na categoria Boa em 2016 e 2017, tendo piora em 2018 e 2019, quando foi classificada nas categorias Regular e Ruim devido ao potencial de formação de THM.

A captação de Bertioga (IPAU 02600) foi classificada na categoria Ruim em 2017, tendo melhorado em 2018 e 2019, sendo classificada na categoria Boa, devido a menor influência do potencial de formação de THM.

A captação de Porto Feliz (AVEC 02800), que foi classificada na categoria Boa em 2017, passou para as categorias Regular e Ruim em 2018 e 2019, devido ao potencial de formação de THM.

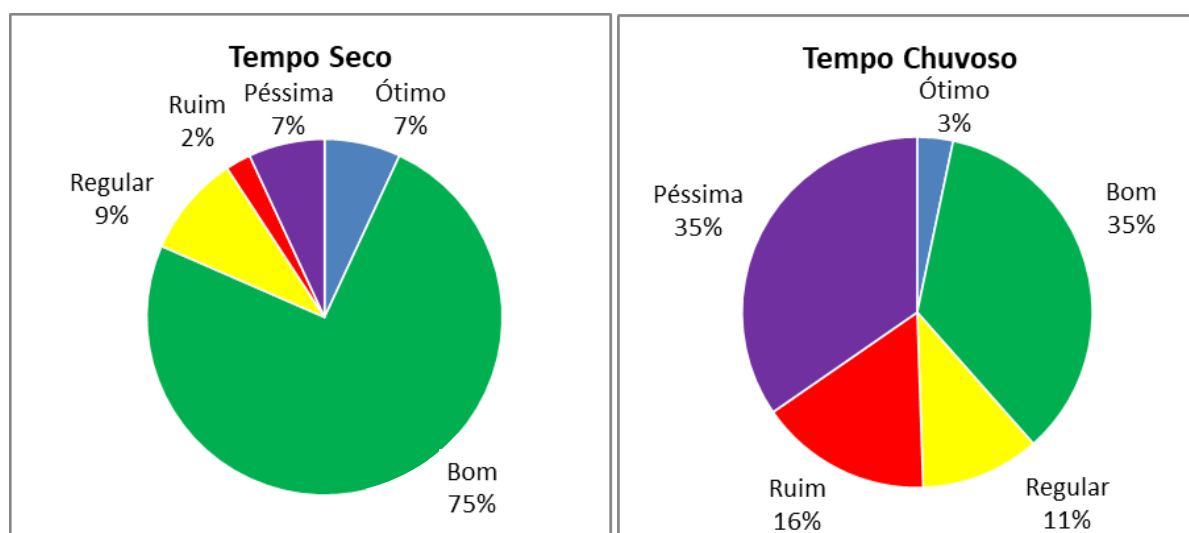
A captação de Franca (KNOA 02500) foi classificada na categoria Boa nos dois anos de monitoramento, ao passo que a captação de Campos do Jordão (PDIZ 00700) foi classificada na categoria Boa, em 2019.

A captação de Socorro (PEXE 02100) foi classificada na categoria Ruim em 2019, devido ao potencial de formação de THM e às substâncias organolépticas.

5.2.2 Influência da sazonalidade na distribuição porcentual das categorias do IAP

Conforme anteriormente mencionado, a distribuição das chuvas no estado de São Paulo caracteriza-se por dois períodos distintos: a época de seca, estendendo-se de abril a setembro, e a época chuvosa, com início em outubro e final em março do ano seguinte. 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 2019 (Figura 5.2)

Figura 5.2 – Distribuição porcentual das categorias do IAP em função da época do ano em 2019



No geral, evidencia-se melhora na qualidade da água bruta destinada ao abastecimento público no período seco, com 82% 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, com os metais Ferro, Alumínio e Manganês, associados com a lixiviação do material edáfico para os corpos de água em eventos de elevadas precipitações, processo intensificado na ausência de mata ciliar. Das campanhas cuja qualidade do corpo hídrico para abastecimento público foi influenciada pelo PFTHM, 88% foram realizadas na época chuvosa.

Em 2019, 20 pontos de captação foram classificados mensalmente nas categorias Boa e Ótima tanto no período chuvoso quanto no seco, incluindo cinco dos seis reservatórios do Sistema Cantareira, os reservatórios do Cabuçu (RCAB 00900) e de Tanque Grande (TGDE 00900), as captações de Guarulhos, a captação de Votuporanga (RMAR 02900), além de 12 captações em rios.

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

O IVA foi calculado em 372 pontos da Rede Básica. Foram priorizados os pontos enquadrados nas Classes Especial, 2 e 3 da Resolução CONAMA nº 357/2005, uma vez que nessas classes é prevista a proteção da vida aquática. Dentre os pontos monitorados, foram inseridos 15 pontos enquadrados na Classe 4, para a qual não há previsão para avaliação da toxicidade na legislação. No entanto, esses pontos têm apresentado classificação do IQA entre Regular e Boa e não exibiram efeito tóxico para *Vibrio fischeri* (Sistema Microtox®), o que justificaria a avaliação do IVA no caso de eventuais propostas de reenquadramento desses corpos de água.

O IVA não foi calculado em ambientes com água salobra, devido ao Teste de Toxicidade não ser apropriado para essa matriz, como também em pontos Classe 2 e 3 localizados nas UGRHs 5, 6 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.

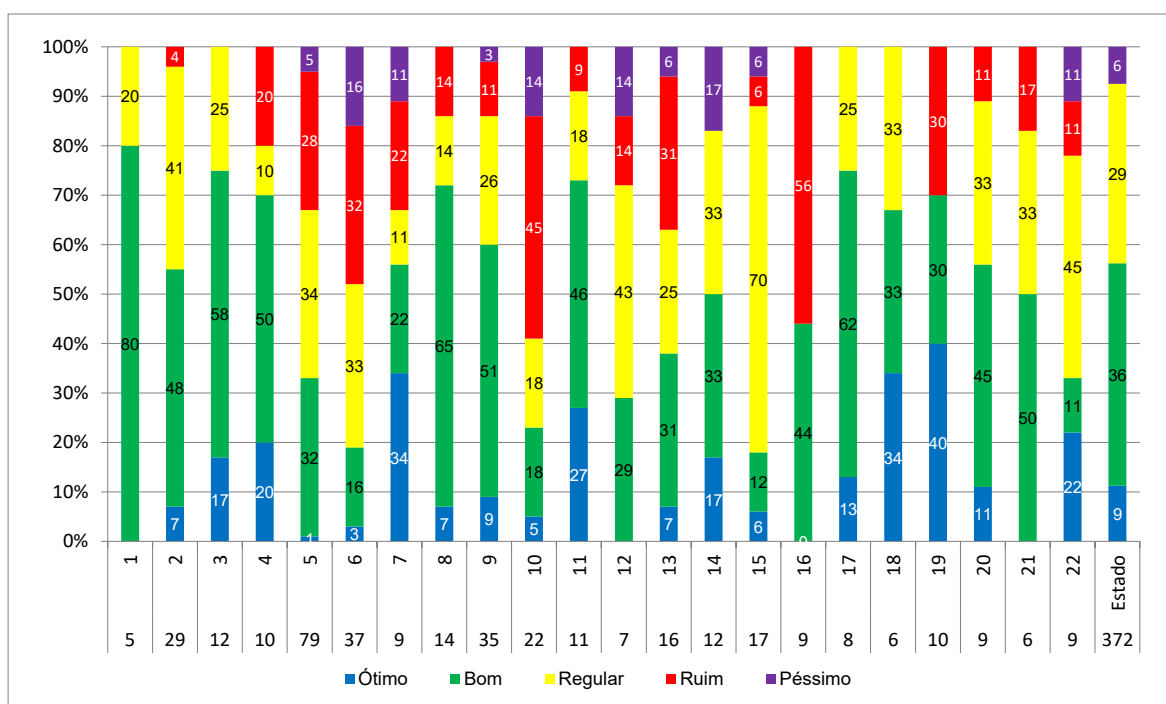
No Mapa 5.3 são mostrados os corpos de água e as médias anuais do IVA calculados em 2019.

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

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

Gráfico 5.5 – Distribuição percentual das categorias do IVA por UGRHI em 2019



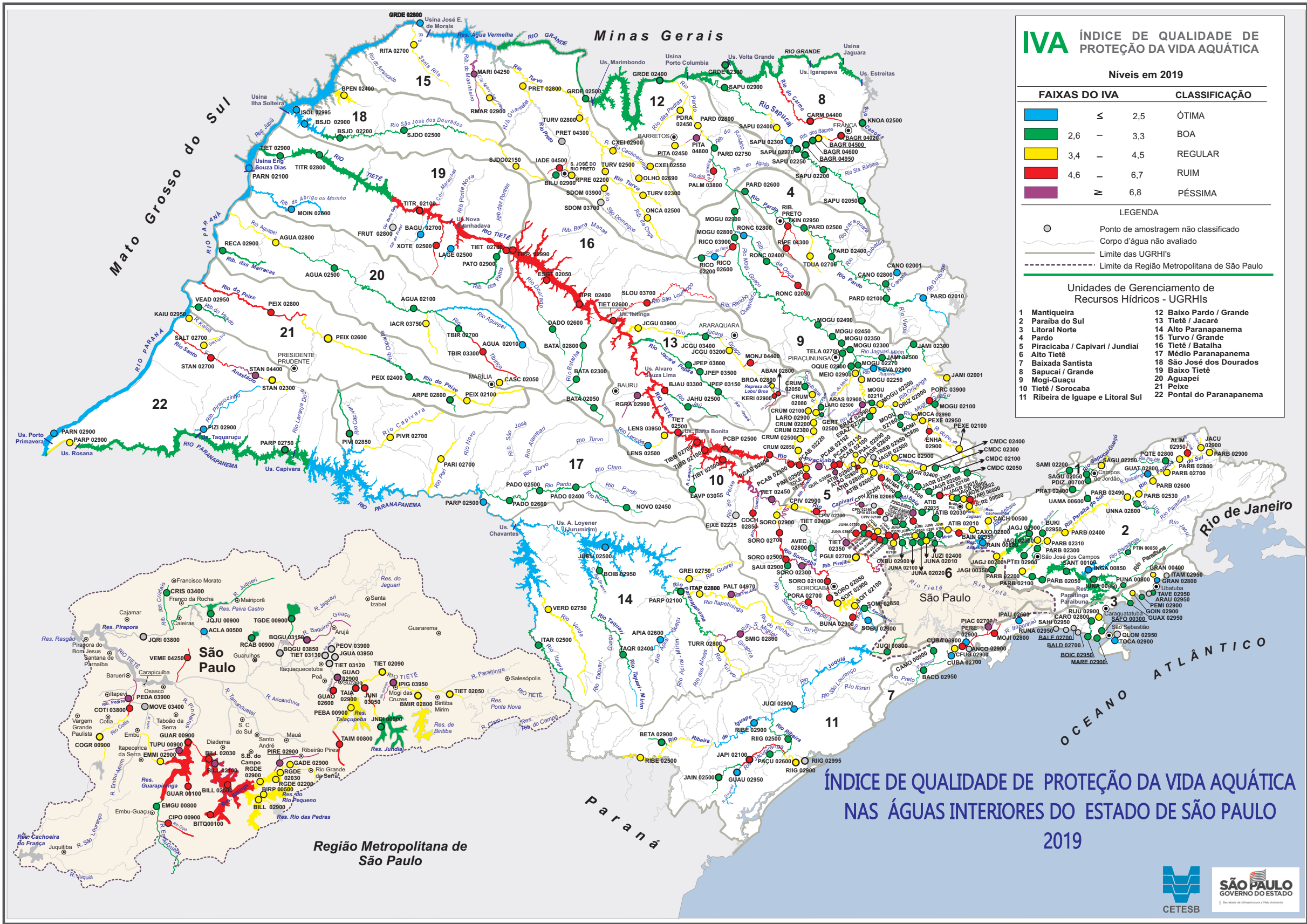
Em 2019, as categorias Ótima, Boa e Regular contabilizaram 74% dos pontos monitorados. Destacaram-se as UGRHs 1, 3, 17 e 18 nos quais todos os pontos foram classificados nessas categorias (Ótima, Boa ou Regular).

As UGRHs 2, 4, 8, 11, 20 e 21 não tiveram nenhum ponto classificado na categoria Péssima, além de menos de 20% dos pontos classificados na categoria Ruim.

As UGRHs 9, 14 e 15 apresentaram percentuais do IVA nas categorias Ótima, Boa e Regular acima de 80%, mas apresentaram pontos classificados nas categorias Ruim e Péssima.

As demais UGRHs apresentaram mais de 20% dos pontos classificados nas categorias Ruim e Péssima, sendo as piores condições verificadas nas UGRHs 6, 10 e 16 que apresentaram percentuais de IVA nas categorias Ruim e Péssima de 48%, 59% e 56%, respectivamente.

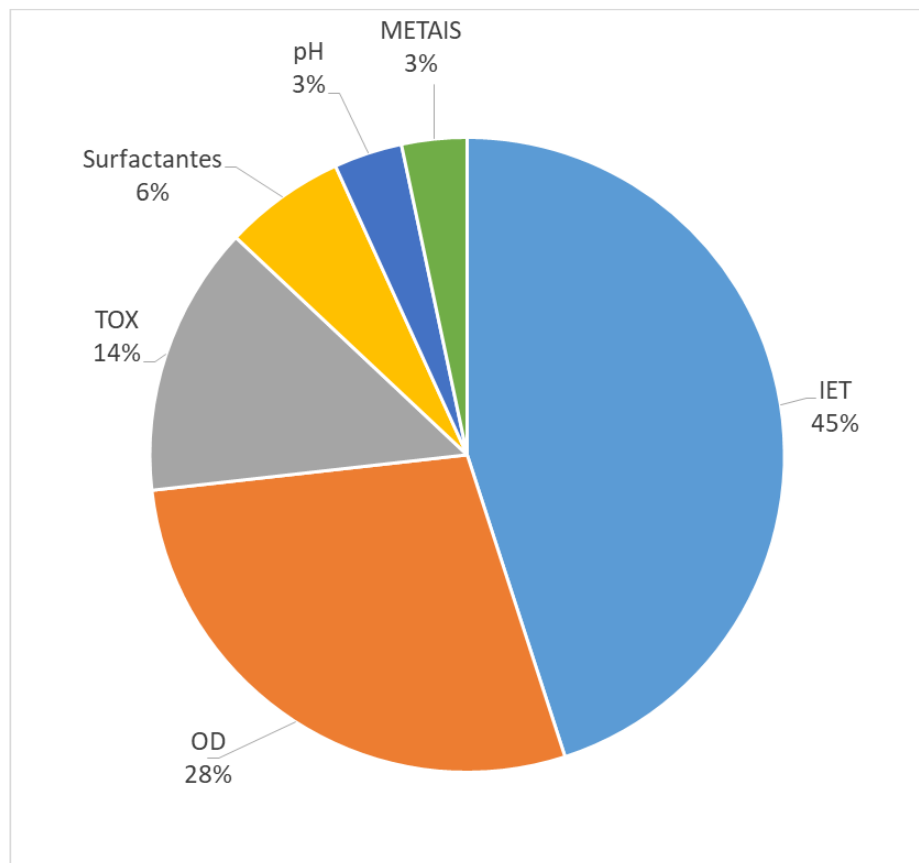
Mapa 5.3 – Médias anuais do IVA para o ano de 2019.



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 Índice de Estado Trófico - IET, 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*.

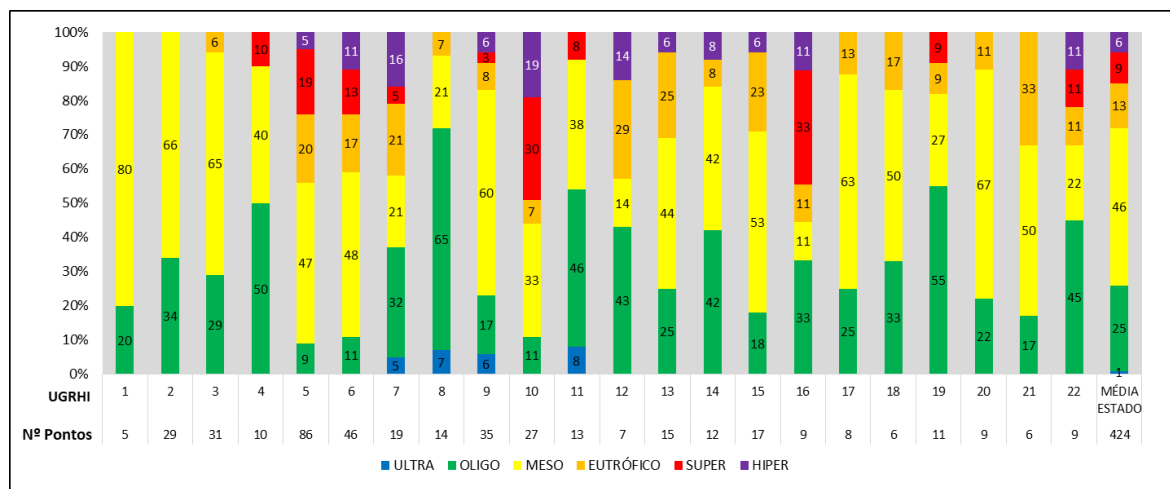
No Gráfico 5.6 são apresentados os percentuais de influência das variáveis sobre o resultado do IVA quando classificado como Ruim ou Péssimo, no ano de 2019.

Gráfico 5.6 – Influência das variáveis no resultado do IVA em 2019.



Como se verifica no Gráfico 5.6, os parâmetros que mais influenciaram o IVA quando classificado como Ruim ou Péssimo em 2019 foram o grau de trofia (45%), Oxigênio Dissolvido (28%) e Toxicidade (14%).

No Gráfico 5.7 é apresentada a distribuição percentual das classificações obtidas pelo Índice de Estado Trófico - IET, por UGRHI, para 424 pontos e a média para o estado.

Gráfico 5.7 – Distribuição percentual do IET por UGRHI em 2019.

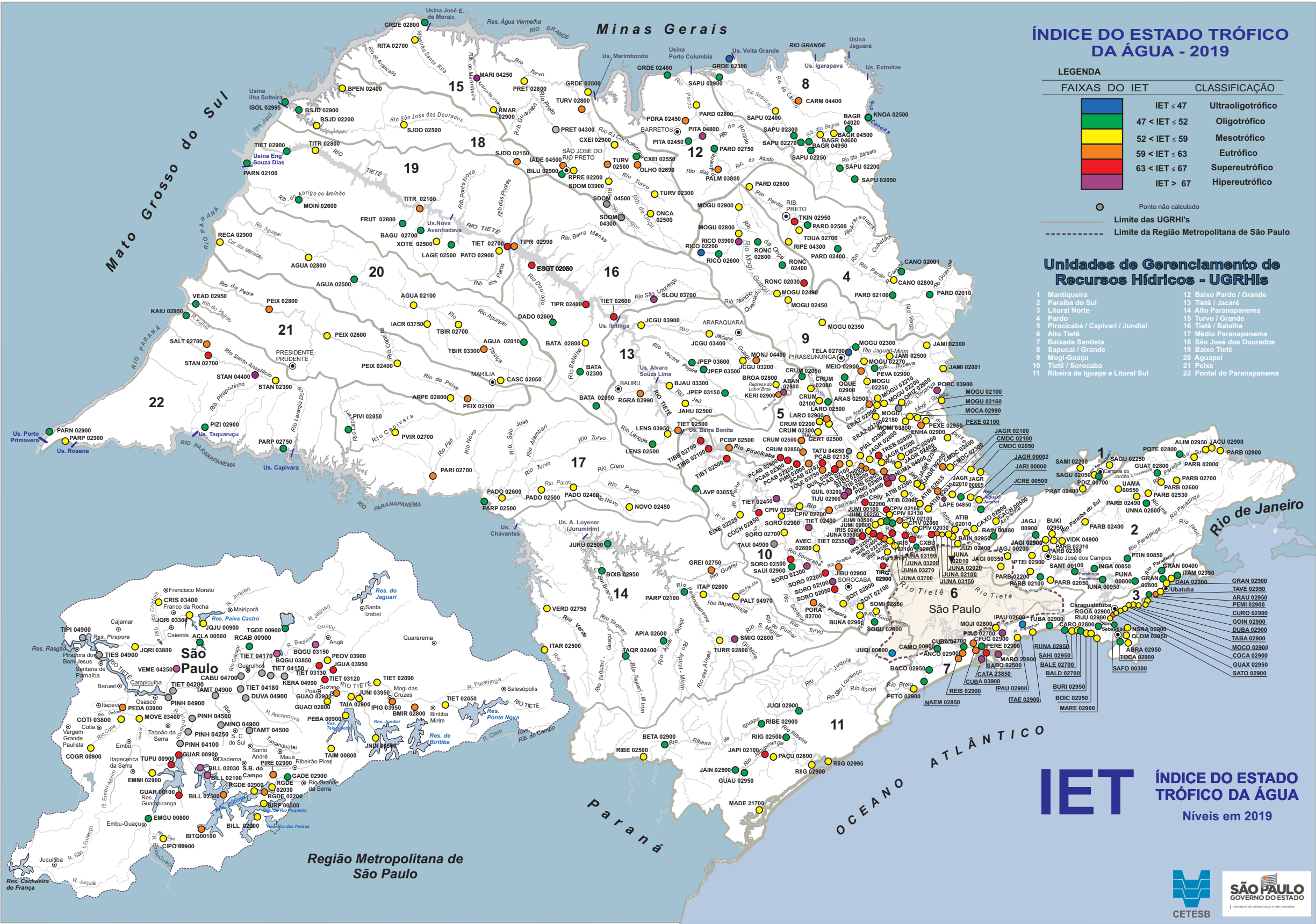
No Gráfico 5.7 é possível observar pela média anual do estado em relação ao estado trófico dos corpos de água que a maioria dos pontos exibiu condições entre baixa (Ultraoligotrófica e Oligotrófica - 26%) e média trofia (Mesotrófica - 46%). Apenas 28% já se encontram eutrofizados. As UGRHIs 4, 8, 11, 12, 14, 19 e 22 exibiram porcentagens acima de 40%, de pontos considerados de baixa trofia, ou seja, de qualidade trófica desejável, enquanto as UGRHI 5, 6, 7, 10 e 16 destacaram-se pelo número de pontos que já se encontram eutrofizados e extremamente eutrofizados (Supereutrófico e Hipereutrófico).

Na avaliação da condição trófica dos corpos de água do estado de São Paulo em 2019, foi possível observar que os rios e reservatórios se encontram com porcentagens similares de pontos considerados eutrofizados, 28 e 30%, respectivamente. Os rios, apesar de suas características lóticicas, exibiram porcentagem um pouco maior 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. Em algumas regiões, as atividades agropecuárias ou industriais, presentes no seu entorno também contribuem como fonte de nutrientes.

Comparado aos resultados de 2018, dos 419 pontos coincidentes, 286 (69%) mantiveram as mesmas condições tróficas; 65 (15%) pontos exibiram melhora e 68 (16%) evidenciaram piora na sua classificação.

No Mapa do Estado de São Paulo (Mapa 5.4), são exibidos os corpos de água e as médias anuais do IET calculadas, em 2019, para os 424 pontos de amostragem.

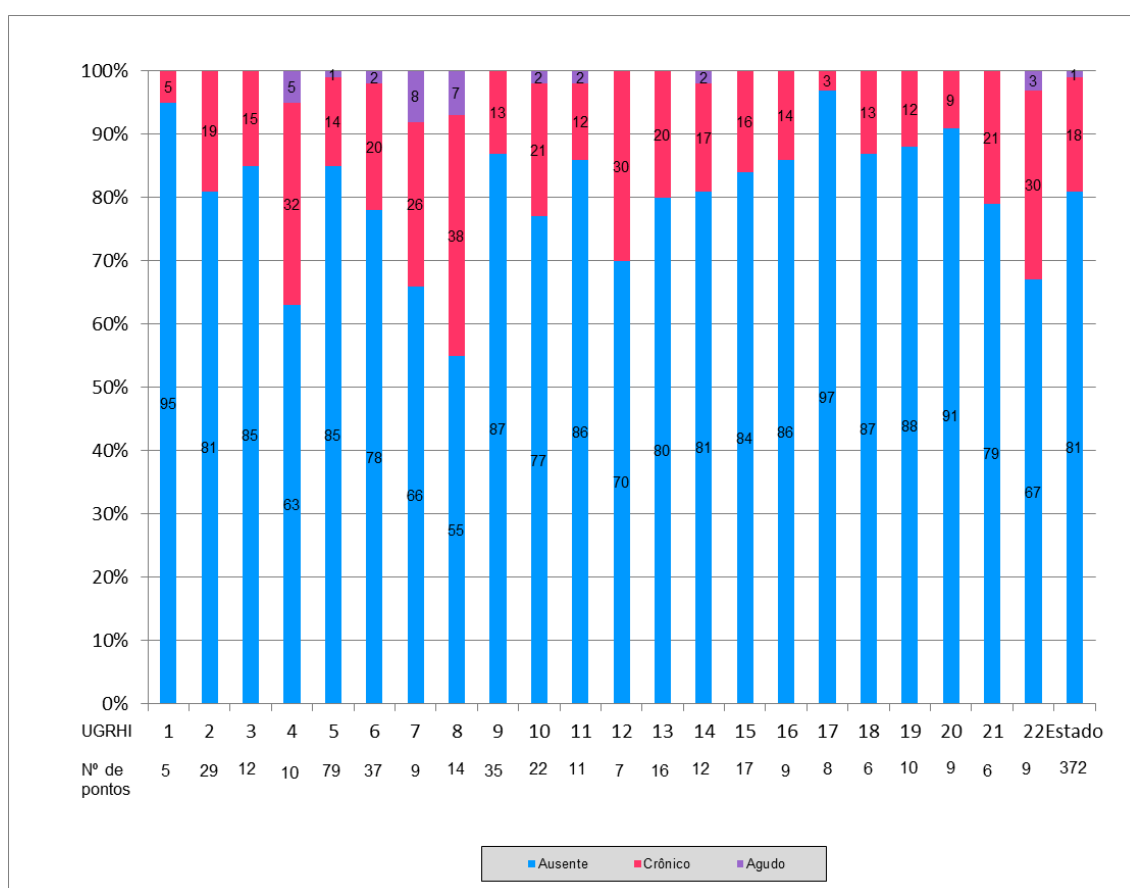
Mapa 5.4 – Médias anuais do IET para o ano de 2019.



Em relação à toxicidade, a verificação da ocorrência de efeitos tóxicos é utilizada, pela CETESB, para avaliação das condições de qualidade das águas de rios e reservatórios, no que se refere à proteção das comunidades aquáticas. Para esse fim, durante 2019, foram realizados ensaios ecotoxicológicos com o microcrustáceo *Ceriodaphnia dubia* em 372 pontos de monitoramento no estado de São Paulo. Dentre os pontos monitorados, 15 estão enquadrados na Classe 4, para os quais não há previsão para avaliação da toxicidade na legislação. No entanto, esta avaliação ecotoxicológica pode ser útil em eventuais propostas de reequilíbrio desses corpos de água.

A síntese dos resultados obtidos é apresentada no Gráfico 5.8 que contém a distribuição percentual dos efeitos tóxicos (crônicos ou agudos) observado nos ensaios, por UGRHI, além do percentual no estado.

Gráfico 5.8 – Distribuição percentual de efeito tóxico observado por UGRHI em 2019



Os dados apresentados no Gráfico 5.8 demonstram que em todas as UGRHIs foram constatados efeitos tóxicos durante o ano de 2019. Nas UGRHIs 1, 2, 3, 9, 13, 15, 16, 17, 18, 19, e 20 observou-se toxicidade crônica em até 20% das amostras analisadas, sem registro de amostras com toxicidade aguda.

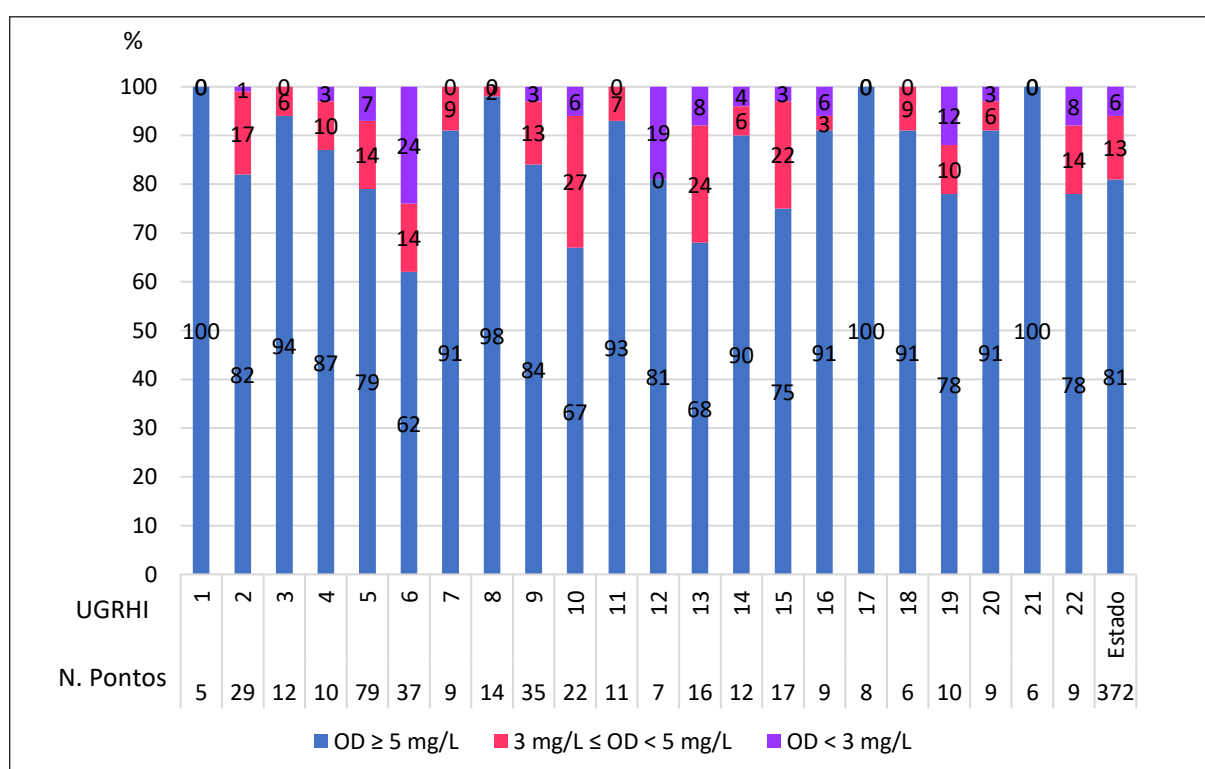
As demais UGRHIs (4, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 14, 21 e 22) apresentaram percentuais de toxicidade crônica acima de 20% e/ou toxicidade aguda, indicando maior comprometimento da qualidade dessas águas.

Em 50% dos pontos de amostragem avaliados pela CETESB, foram verificados efeitos adversos à vida aquática, muitas vezes causados pela presença de agentes químicos, dentre os quais destacam-se alguns pontos das UGRHIs 4, 5, 6, 7 e 8.

Em 2019, assim como em anos anteriores, também foi realizado o ajuste da dureza para $20 \text{ mg L}^{-1} \text{ CaCO}_3$, antes da realização dos ensaios com as amostras dos pontos COGR 00900 (Res. das Graças), JUQI 00800, JUQI 02900 (Rio Juquiá), CAMO 00900 (Res. Capivari-Monos), ACLA 00500 (Res. Águas Claras), JQJU 00900 (Res. do Juqueri), VERD 02750 (Rio Verde), BROA 02800 (Represa do Broa), JCRE 00500 (Res. do Rio Jacaré), JARI 00800 (Res. Jaguari), CACH 00500 (Res. Cachoeira), RAIN 00880 (Res. Atibainha), PERE 02900 (Rio Perequê), BACO 02950 (Rio Branco) e IPAU 02600 (Rio Itapanhaú). Tais pontos apresentaram 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 na interpretação dos resultados dos ensaios. Dentre esses pontos, apenas os pontos RAIN 00880, PERE 02900, JUQI 02900, BACO 02950 e IPAU 02600 não apresentaram toxicidade. Os demais pontos apresentaram efeito tóxico crônico em, pelo menos, uma das amostras analisadas no ano.

Quanto aos níveis de Oxigênio Dissolvido, verifica-se que 19% dos resultados do IVA foram influenciados por essa variável, conforme Gráfico 5.9

Gráfico 5.9 – Distribuição percentual dos níveis de Oxigênio Dissolvido por UGRHI em 2019



Destacam-se as UGRHI 1, 17 e 21, em que todos os resultados de Oxigênio Dissolvido estiveram adequados para a proteção da vida aquática.

As UGRHIs 1, 3, 7, 8, 11, 17, 18 e 21 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 (19%) e 19 (12%).

O pH influenciou negativamente em cerca de 3% dos pontos classificados nas categorias Ruim e Péssima, sendo que a maioria desses resultados foi devido ao pH ser maior que 9,0. Destacam-se o córrego do Esgotão (ESGT 02050) e os reservatórios do rio Tietê, Promissão e Três Irmãos (TIPR 02400 e TITR 02100), que apresentaram resultados acima de 9,0 em duas campanhas.

Na UGRHI 4 destaca-se o ribeirão Preto (ponto RIPE 04300), no município de Ribeirão Preto que, embora tenha exibido condição trófica Mesotrófica, pela média anual do IET, apresentou toxicidade aguda nos meses de junho e dezembro. Nas águas desse ponto foram detectados os pesticidas Aldicarbe, Carbendazim, Clorpirifós, Diuron e Fipronil. É importante ressaltar que os efeitos tóxicos observados nesse ponto podem ser decorrentes de misturas de agentes químicos oriundos não somente de fontes difusas como de pontuais, já que esse ponto está enquadrado na Classe 4, de acordo com o Decreto Estadual nº 10.755/1977.

Na UGRHI 5 verificou-se efeito tóxico agudo nas águas do reservatório Jaguari (ponto JARI00800) do Sistema Cantareira em novembro, quando foi constatada a presença de cianobactérias e elevada concentração de Clorofila *a* indicando condição Supereutrófica, porém ainda classificado pela média anual do IET, como Mesotrófico. Nessa UGRHI, com relação ao IET, de 85 pontos monitorados, 56% se encontram em condição de baixa e média trofia e 44% eutrofizados, sendo que 13 pontos exibiram melhora e 14 exibiram piora em relação a 2018. Alguns corpos de água ainda exibiram pontos extremamente eutrofizados, como os ribeirões Pinheiros (PINO 03400 e 03900), Quilombo (QUIL 03200 e 03900), Tijuco Preto (TIJU 02900) e Três Barras (TREB 02950) e os rios Capivari (CPIV 02160 e 02200), Jundiaí (JUNA 03190 a JUNA 03900), Piracicaba (PCAB 02192 a PCAB 02800) e Pirai (IRIS 02400 e 02600). Pode-se inferir que o impacto sobre esses corpos de água se deve principalmente ao lançamento de efluentes domésticos uma vez que os valores de Fósforo Total e *Escherichia coli*, ao longo de todo o ano, foram extremamente elevados ultrapassando o limite estabelecido na Resolução Conama nº 357/2005.

Cabe mencionar que em 2019 houve uma melhora, em termos ecotoxicológicos, nas águas do rio Jundiaí, sendo que as amostras dos pontos JUNA 03190, JUNA 03200 e JUNA 03270 não apresentaram toxicidade. Verificou-se apenas uma ocorrência de toxicidade crônica nos pontos JUNA 03700 (em junho) e JUNA 03900 (em dezembro). Em relação à eutrofização, o trecho entre os pontos JUNA 03190 a 03900, embora ainda extremamente eutrofizado (Supereutrófico), apresentou uma melhora na condição trófica em relação ao ano anterior.

Na UGRHI 6, com 46 pontos monitorados, 59% se encontram em condição de baixa e média trofia e 41% estão eutrofizados. Em relação ao ano anterior, foi possível constatar que 14 pontos exibiram melhora e apenas cinco exibiram piora. Os pontos que exibiram melhora foram os reservatórios Billings (BITQ 00100 e BILL 02500) e Cabuçu (RCAB 00900), os ribeirões Moinho Velho (MOVE 03400) e Pires (PIRE 02900) e os rios Cotia (COTI 03800), Embu-Mirim (EMMI 02900), Grande (GADE 02900), Jundiaí (JUNI 03900), Juqueri (JQRI 03800), Taiaçupeba-Mirim (TAIM 00800) e Tietê (TIET 03120 e 03130). O rio Tietê nos pontos localizados nos municípios de Suzano e Itaquaquetuba, respectivamente, embora tenham exibido melhora, ainda se encontram extremamente eutrofizados. Já os pontos que exibiram piora foram o reservatório do Juqueri (JQUJ 00900), os ribeirões dos Cristais (CRIS 03400) e Jaguari (JGUA 03950) e os rios Biritiba-Mirim (BMIR 02800) e Tietê (TIET 02090), na captação de Mogi das Cruzes. Destaca-se a ocorrência de toxicidade aguda no rio Biritiba-Mirim (BMIR 02800) em novembro, no ribeirão das Pedras (PEDA 03900) em maio e no rio Itupu (TUPU 00900) em julho. Nessa UGRHI, alguns pontos encontram-se extremamente eutrofizados, com concentrações elevadas de Fósforo Total e *Escherichia coli* acima do limite estabelecido em legislação sendo indicativos de lançamento de efluentes domésticos, não apenas no próprio corpo de água como também em seus afluentes.

Na UGRHI 7, Baixada Santista, com 19 pontos monitorados, 58% se encontram em condição de baixa e média trofia e 42% encontram-se eutrofizados. Os pontos nos rios Saboó (SABO 22500), Catarina Moraes (CATA 23850),

Santo Amaro (MARO 22800) e Piaçaguera (PIAC 02700) continuam extremamente eutrofizados (Hipereutrófico). Em relação ao ano anterior, nenhum ponto exibiu piora e 26% exibiram melhora, apenas o rio Saboó (SABO 22500) que, apesar da melhora, ainda se encontra na condição Supereutrófica. Com relação a toxicidade, verificou-se efeito tóxico agudo no rio Moji (MOJI 02800) em janeiro e julho, e no rio Piaçaguera (PIAC 02700) em maio. Nas amostras do ponto MOJI 02800 verificou-se a presença de HAPs e Compostos Orgânicos Voláteis, e na amostra do ponto PIAC 02700 foram detectados Alumínio Dissolvido, Cobre Dissolvido, Níquel, Cromo e Zinco em concentrações suficientes para causar o efeito tóxico observado. Em todos os pontos, há indicadores que direcionam para a contaminação por esgotos domésticos. No entanto, no rio Piaçaguera há uma forte influência da atividade industrial, sobretudo de empresas de fertilizantes, verificando-se concentrações de Fósforo Total extremamente elevadas, superando em novembro, em mais de 130 vezes o limite de $0,1 \text{ mg L}^{-1}$, estabelecido pela legislação.

Na UGRHI 8 destaca-se o efeito tóxico agudo verificado no ribeirão dos Bagres, em junho, e em dezembro nos pontos BAGR 04020 (em Franca) e BAGR 04600 (em Restinga). Em termos de eutrofização os pontos nesse ribeirão variaram de Oligotrófico a Mesotrófico. Porém nos pontos desse corpo de água foram registrados elevados valores de *Escherichia coli*, que podem ser associados à presença de esgotos domésticos.

Na UGRHI 9, já há alguns anos, três pontos vêm mantendo a condição de ambientes extremamente eutrofizados: os ribeirões das Onças (RONC 02030) e dos Porcos (PORC 03900) e o córrego Rico (RICO 03900). O ribeirão da Penha (ENHA 02900), localizado a jusante da ETE do município de Itapira, embora ainda eutrofizado (Eutrófico), exibiu melhora em relação ao ano anterior; já o córrego Rico manteve a sua condição Hipereutrófica. Em ambos os pontos, foram observados elevados valores de *Escherichia coli* e Fósforo Total superando o limite estabelecido em legislação, indicativo de impactos relacionados a lançamento de efluentes domésticos. O ribeirão das Onças manteve sua condição Supereutrófica e o ribeirão dos Porcos exibiu piora atingindo condição Hipereutrófica relacionada, provavelmente, às atividades agrícolas praticadas no entorno, que contribuíram 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, 44% encontra-se com condição de baixa a média trofia e 56% eutrofizados. Essa é a UGRHI que apresentou as piores condições tróficas do estado, visto que, dos pontos eutrofizados, 49% estão extremamente eutrofizados. Os rios Tietê, nos sete pontos monitorados, no trecho entre os municípios de Botucatu a Laranjal Paulista, Sorocaba (SORO 02100 e 02500), das Conchas (COCH 02850) e os reservatórios de Rasgão (TIRG 02900) e Barra Bonita (TIBB 02100 e 02700) exibiram condições extremamente eutrofizadas, com indicativos de impactos devido ao lançamento de efluentes domésticos, embora parte da carga de Fósforo Total também possa se originar de atividades industrial e/ou agrícola. Em relação ao ano anterior, foi observada uma piora nos dois pontos monitorados do reservatório de Barra Bonita e nos pontos dos rios Sorocaba (SORO 02100 e SORO 02500) e no Pirapora (PORA 02700). Por outro lado, o reservatório de Rasgão e o rio das Conchas, que obtiveram uma pequena melhora, são ainda classificados como Supereutrófico. Já os rios Sarapuí e Sorocabaçu exibiram melhoras, tendo exibido classificação Oligotrófica.

Na UGRHI 16, dos nove pontos monitorados, 44,5% encontram-se com condição de baixa a média trofia e 55,5% já eutrofizados. Essa UGRHI se destacou por apresentar, pela primeira vez, uma porcentagem elevada (44,5%) de pontos extremamente eutrofizados. Apenas o ponto do rio São Lourenço (SLOU 03700), localizado a jusante da ETE de Itápolis, apresentou indicativos de impactos por lançamento de efluentes domésticos. Nos demais, a principal fonte de nutrientes provavelmente está relacionada às atividades agropecuárias da região.

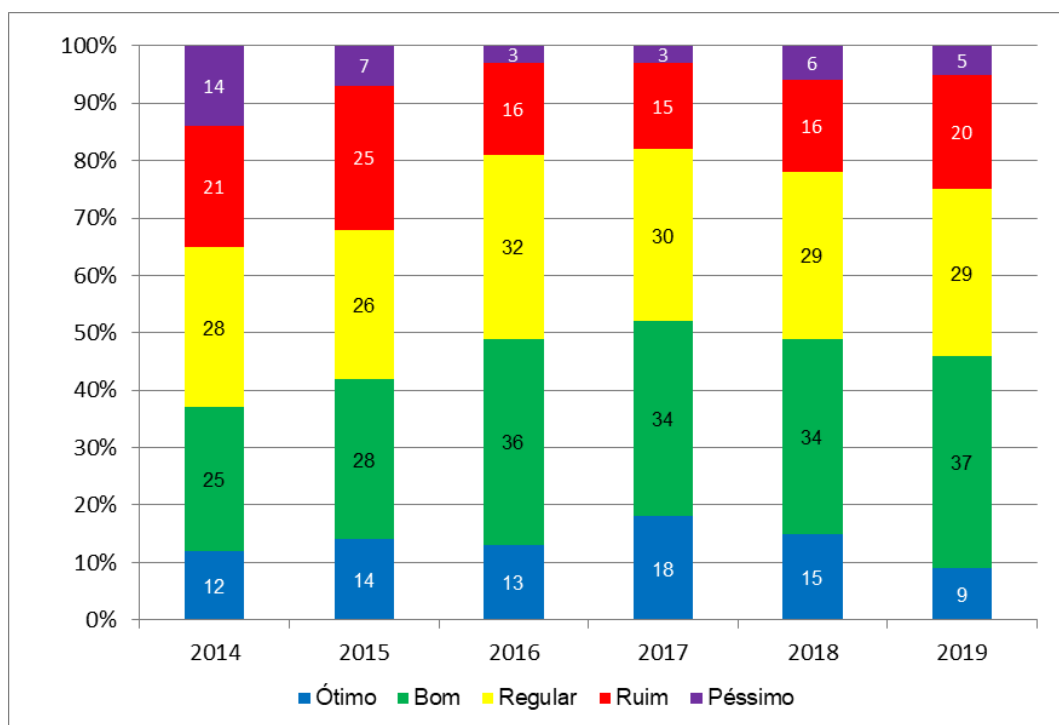
Algumas UGRHIs, ainda que com consideráveis porcentagens de pontos de baixa trofia, exibiram pontos que merecem destaque por já se encontrarem eutrofizados ou extremamente eutrofizados, como o córrego Tanquinho (TKIN 02950) na UGRHI 4, o rio Jacupiranga (JAPI 02100) na UGRHI 11, o córrego das Pedras (PDRA 02450), a jusante da ETE II de Barretos, e o ribeirão Palmeiras (PALM 03800) na UGRHI 12, o córrego Agua Branca (ABAN 02800), a jusante da ETE de Itirapina, os ribeirões Grande (RGRA 02990) e Itaqueri (KERI 02900) e rio Tietê (TIET 02500) na UGRHI 13, os rios São Miguel Arcanjo (SMIG 02800), a jusante da ETE de São Miguel Arcanjo e Guareí (GREI 02750), ambos na UGRHI 14, os rios do Pari (PARI 02700) e Novo (NOVO 02450) na UGRHI 17, o rio São Jose dos Dourados (SJDO 02150), a jusante da ETE de Monte Aprazível, na UGRHI 18, o rio Tibiriçá (TBIR 03300) em Marília, na UGRHI 20, e o rio Santo Anastácio (STAN 02700) na UGRHI 22, em Piquerobi. As classificações desses pontos apresentaram indicativos relacionados principalmente ao lançamento de efluentes domésticos e por atividades agropecuárias da região, exceto para o rio Jacupiranga, associado a atividades industriais.

Em 2019 foi possível observar que o rio Tietê, a partir do município de Suzano, na UGRHI 6, até o município de Promissão na UGRHI 19, exibiu piora em diferentes pontos monitorados, com condições extremamente eutrofizadas, mesmos nos pontos nos quais foi observada melhora. De Suzano até Laranjal Paulista é possível inferir, pelos resultados elevados de *Escherichia coli*, que a eutrofização se deve principalmente ao lançamento de efluentes domésticos, nos demais pontos além da carga de montante, a principal contribuição está relacionada às atividades agropecuárias da região.

Dentre os pontos Classe 4 avaliados, apenas três não apresentaram toxicidade em 2019: rio Pitangueiras (PITA 04800) em Barretos, ribeirão Vermelho (VEME 04250) em São Paulo e Córrego Piedade (IADE 04500), em São José do Rio Preto. Dos 15 pontos enquadrados na Classe 4, e avaliados quanto a eutrofização, 14% encontram-se Oligotróficos, ou seja, ambientes de baixa trofia, 33% apresentaram condições Mesotróficas ou ambientes ainda em processo de eutrofização, 20% já se encontram eutrofizados e 33% extremamente eutrofizados.

5.3.2 IVA entre 2014 e 2019

O Gráfico 5.10 mostra a evolução da distribuição do IVA de 2014 a 2019, em 313 pontos com resultados em todo período.

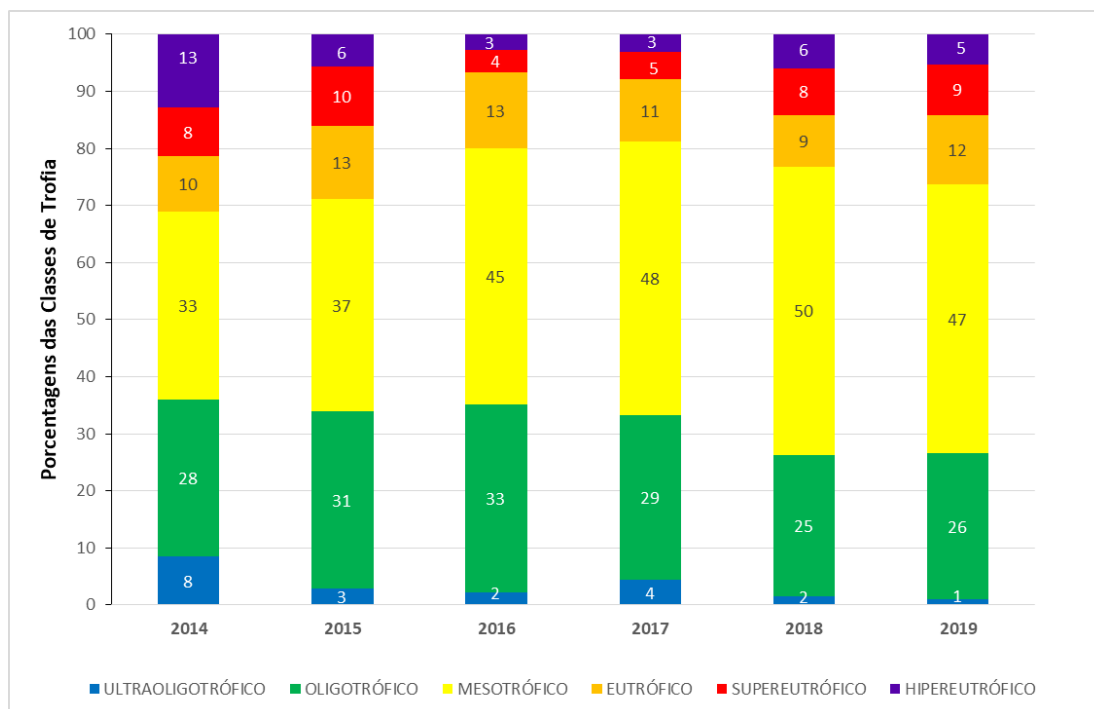
Gráfico 5.10 – Evolução da Distribuição do IVA, no período de 2014 a 2019.

A distribuição das categorias do IVA indicou uma leve piora em relação a 2018, com 75% dos pontos classificados nas categorias Ótima, Boa e Regular.

A tabela completa, com os IVAs anuais de todos os pontos em que foi calculado o IVA, abrangendo o período de 2014 a 2019, 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 2014 e 2019 (Gráfico 5.11 a Gráfico 5.13).

Na avaliação da evolução histórica da distribuição percentual do Estado Trófico médio anual, no período de 2014 a 2019 (Gráfico 5.11), selecionaram-se os 319 pontos, com disponibilidade de resultados do Índice de Estado Trófico, nesses anos.

Gráfico 5.11 – Evolução da Distribuição do IET, no período de 2014 a 2019.

Considerando-se os 319 pontos monitorados ao longo dos últimos seis anos (Gráfico 5.11), pode-se observar uma tendência de diminuição nos de baixa trofia (Ultraoligotrófico e Oligotrófico) e aumento na porcentagem de pontos de média trofia, ou seja, em processo de eutrofização (Mesotróficos). Com exceção de 2014 e 2015, anos em que as maiores porcentagens de pontos eutrofizados foram associadas ao período de crise hídrica, pode-se observar, a partir de 2018, um aumento na porcentagem de pontos eutrofizados (Eutrófico, Supereutrófico e Hipereutrófico).

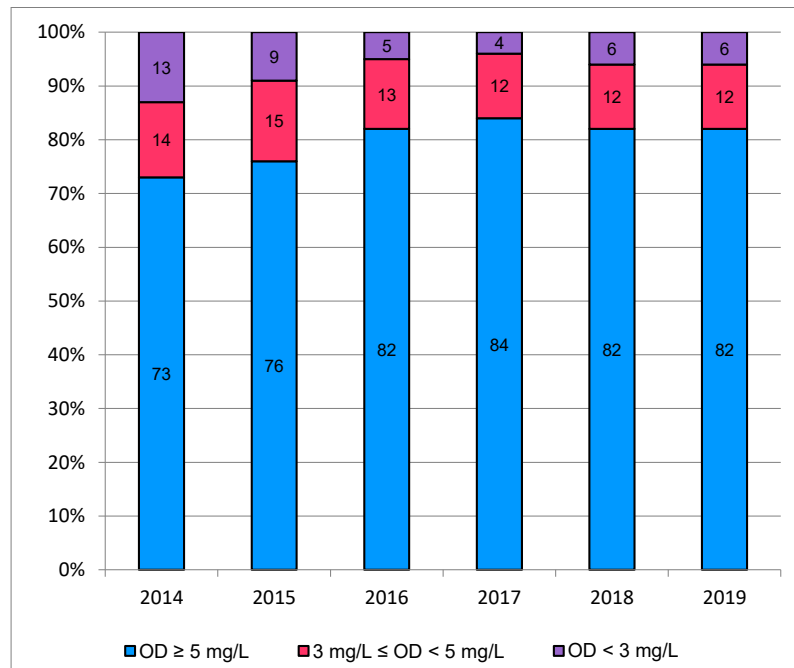
No Gráfico 5.12 verifica-se a distribuição percentual dos efeitos tóxicos observados nos ensaios ecotoxicológicos com *Ceriodaphnia dubia*, considerando-se 313 pontos analisados continuamente entre o período de 2014 a 2019.

Gráfico 5.12 – Porcentagem de ocorrência de efeitos tóxicos, no período de 2014 a 2019

Observa-se que, em 2019, os percentuais de toxicidade nas amostras de água foram similares aos observados em 2018, mantendo-se ainda, na média dos últimos cinco anos.

Assim, durante 2019, dentre as 22 UGRHs 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 de água enquadrados nas Classes 1, 2 e 3.

Em relação ao Oxigênio Dissolvido, verifica-se a distribuição dos níveis nos últimos seis anos, considerando os 313 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 2014 a 2019

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 Índice de Balneabilidade das praias em reservatórios e rios - IB

O histórico das classificações anuais da balneabilidade das 34 praias de rios e reservatórios monitorados no período de 2014 a 2019 encontra-se na Tabela 5.1 e o mapa 5.5 contém a classificação da balneabilidade de 2019. 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 2019 encontram-se no Apêndice J e a classificação anual no apêndice N.

UGRHI 2 – Essas praias foram monitoradas com frequência semanal. Já a praia do rio Piracuama e do ribeirão Grande obtiveram classificação Péssima, indicando condição imprópria de balneabilidade na maior parte do ano.

UGRHI 5 – Essas praias foram monitoradas com frequência mensal. Os resultados obtidos para a praia da Serrinha, D. Pedro I e da Tulipa, localizadas respectivamente nos reservatórios de Jaguari/Jacareí, Atibainha e Cachoeira mantiveram o histórico de classificação Ótima dos anos anteriores. As praias de Utinga e Lavapés, localizadas no reservatório Atibainha, apresentaram melhora e obtiveram classificação Boa e Ótima. Já a praia Novo Horizonte (reservatório Jaguari/Jacareí) obteve a classificação Boa.

UGRHI 6 – Seus reservatórios têm as praias monitoradas semanalmente. No reservatório Guarapiranga, os resultados obtidos para as praias do Sol, Crispim e Guarujapiranga mantiveram uma classificação Regular para o ano de 2019, 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 por mais um ano mantendo histórico de imprópria para banho na maior parte do ano, como nos anos anteriores. Já a praia Aracati continuou piorando passando sua classificação de Ruim para Péssima. A praia Dedo de Deus no M'Boi Mirim permaneceu com a classificação Ruim continuando a manter um histórico de imprópria para banho, na maior parte do ano de 2019 e no píer dos Esportes Náuticos Wind Clube houve melhora, passando de classificação Ruim para Regular.

No reservatório rio Grande, a praia Club Tahiti permaneceu com a classificação Regular, ao passo que o Parque Estoril houve melhora e a sua classificação passou para Excelente. Já no Sindicato dos Metalúrgicos do ABC e na Prainha próxima ao zoológico do Parque Municipal houve piora e a classificação passou para Regular. 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 por meio da análise de cinco amostras de Enterococos (UFC 100 mL⁻¹). Nesse rio, em 2019, as concentrações de Enterococos indicaram condição de balneabilidade Regular, permanecendo igual ao ano anterior.

UGRHI 8 – As praias do município de Miguelópolis foram monitoradas na parte central e no píer com frequência mensal e obtiveram classificação Ótima, mantendo histórico de próprias para banho na maior parte do ano.

UGRHI 9 – As praias dessa UGRHI são monitoradas com frequência semanal. A praia Cachoeira de Emas, no rio Mogi-Guaçu, manteve classificação Péssima como nos anos anteriores, enquanto a praia de Sta. Cruz da Conceição, no lago Euclides Morelli, também manteve a classificação Ruim dos três anos anteriores. O ponto de monitoramento junto à praia do parque ecológico de Sertãozinho no córrego da Vendinha piorou sua classificação em relação à 2018, passando de Ótima para Regular.

UGRHI 10 – Os resultados obtidos mensalmente nas praias do Club ACM de Sorocaba e na prainha do Piratuba, no reservatório Itupararanga, mostraram uma condição Ótima, estando próprias para o banho em todas as semanas do ano. Esse histórico vem se mantendo desde 2012.

UGRHI 13 – A prainha Municipal de Arealva obteve classificação Boa, enquanto que a prainha de Igarapu do Tietê obteve classificação Ruim, piorando sua qualidade em relação aos últimos anos, permanecendo imprópria para o banho durante a maior parte do ano de 2019.

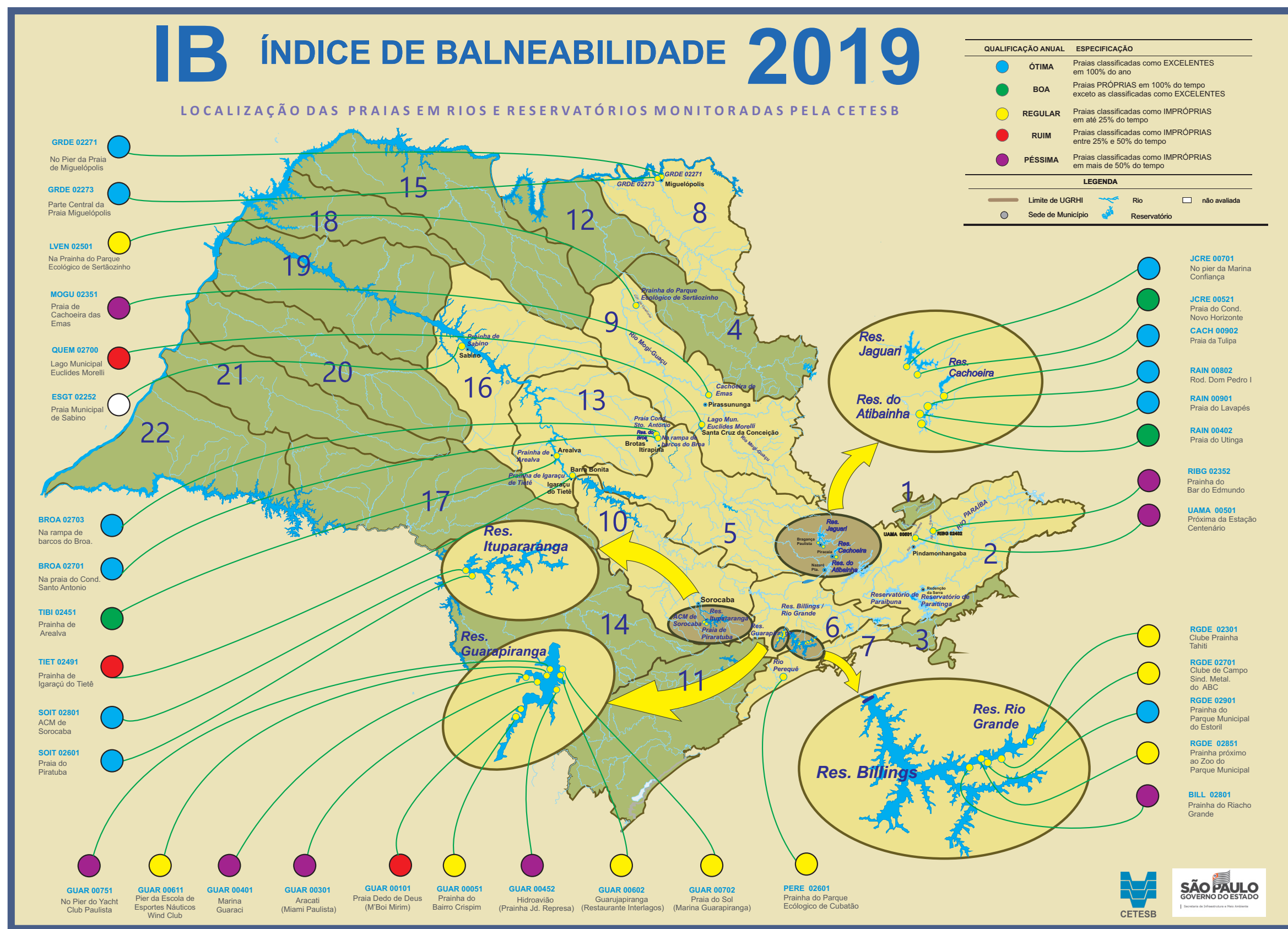
Na represa do Broa o monitoramento é realizado no condomínio Santo Antônio em duas praias: uma em frente a lanchonete e outra em frente a rampa dos barcos. Durante o ano de 2019, ambas foram classificadas como Ótima, permanecendo próprios para o banho durante todo o ano e mantendo a classificação em relação aos anos anteriores.

Tabela 5.1 – Índice de Balneabilidade no período de 2014 a 2019

UGRHI	Corpo Hídrico	Código	Praias Interiores - Local de Amostragem	2014	2015	2016	2017	2018	2019
2	RIBEIRÃO GRANDE	RIBG02352	A MONTANTE DO BAR DO EDMUNDO						
	RIO PIRACUAMA	UAMA00501	A MONTANTE DA ESTAÇÃO CENTENÁRIO						
5	RESERVATÓRIO DO RIO CACHOEIRA	CACH00902	PRAIA DA TULIPA						
	RESERVATÓRIO JAGUARI/JACARÉ	JCRE00521	PRAIA NO CONDOMÍNIO NOVO HORIZONTE		NC				
		JCRE00701	PRAIA DA SERRINHA (PÍER DA MARINA CONFIANÇA)						
	RESERVATÓRIO DO RIO ATIBAINHA	RAIN00402	PRAIA DO UTINGA						
		RAIN00901	PRAIA DO LAVAPÉS						
		RAIN00802	RODOVIA DOM PEDRO I						
6	RESERVATÓRIO GUARAPIRANGA	GUAR00401	MARINA GUARACI						
		GUAR00051	PRAINHA DO BAIRRO DO CRISPIM						
		GUAR00702	PRAIA DO SOL						
		GUAR00602	RESTAURANTE INTERLAGOS - GUARUJAPIRANGA						
		GUAR00452	HIDROAVIÃO						
		GUAR00751	EM FRENTE AO PÍER DO YACHT CLUB PAULISTA	NC					
		GUAR00611	NO PÍER DA ESCOLA DE ESP.NÁUTICOS WIND CLUBE	NC					
		GUAR00101	PRAIA DEDO DE DEUS - M' BOI MIRIM	NC					
		GUAR00301	ARACATI						
	RES. BILLINGS/RIO GRANDE DA SERRA	BILL02801	PRAINHA DE RIACHO GRANDE						
		RGDE02301	CLUB PRAINHA TAHITI						
		RGDE02901	PRAINHA DO PARQUE MUNICIPAL						
		RGDE02851	PRÓXIMO AO ZOO DO PARQUE MUNICIPAL						
		RGDE02701	CLUBE DE CAMPO SIND. METALÚRGICOS ABC						
7	RIO PEREQUÊ	PERE02601	PRAINHA DO PEREQUÊ DE CUBATÃO						
8	RIO GRANDE	GRDE02273	NA PARTE CENTRAL DA PRAIA MUNICIPAL DE MIGUELÓPOLIS						
		GRDE02271	PÍER PRAIA MUNICIPAL DE MIGUELÓPOLIS						
9	RIO MOGI-GUAÇU	MOGU02351	CACHOEIRA DAS EMAS						
	CÓRREGO DA VENDINHA	LVEN02501	PRAINHA DO PARQUE ECOLÓGICO DE SERTÃOZINHO						
	LAGO EUCLIDES MORELLI	QUEM02700	PRAIA MUNICIPAL DE STA. CRUZ DA CONCEIÇÃO						
10	RESERVATÓRIO ITUPARARANGA	SOIT02801	CLUBE ACM DE SOROCABA						
		SOIT02601	PRAINHA DO PIRATUBA						
13	RESERVATÓRIO IBITINGA	TIBI02451	PRAINHA MUNICIPAL DE AREALVA						
	RIO TIETÊ	TIET02491	PRAINHA DE IGARAÇU DO TIETÊ						
	REPRESA DO BROA	BROA02701	COND. SANTO ANTÔNIO EM FRENTE A LANCHONETE						
		BROA02703	COND. SANTO ANTÔNIO EM FRENTE A RAMPA DOS BARCOS						

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

Mapa 5.5 – Localização e classificação das praias de rios e reservatórios - 2019.



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 esses 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. Essa análise tratará dos microrganismos *Giardia* spp. e *Cryptosporidium* spp.

6.1.1 *Giardia* spp. e *Cryptosporidium* spp

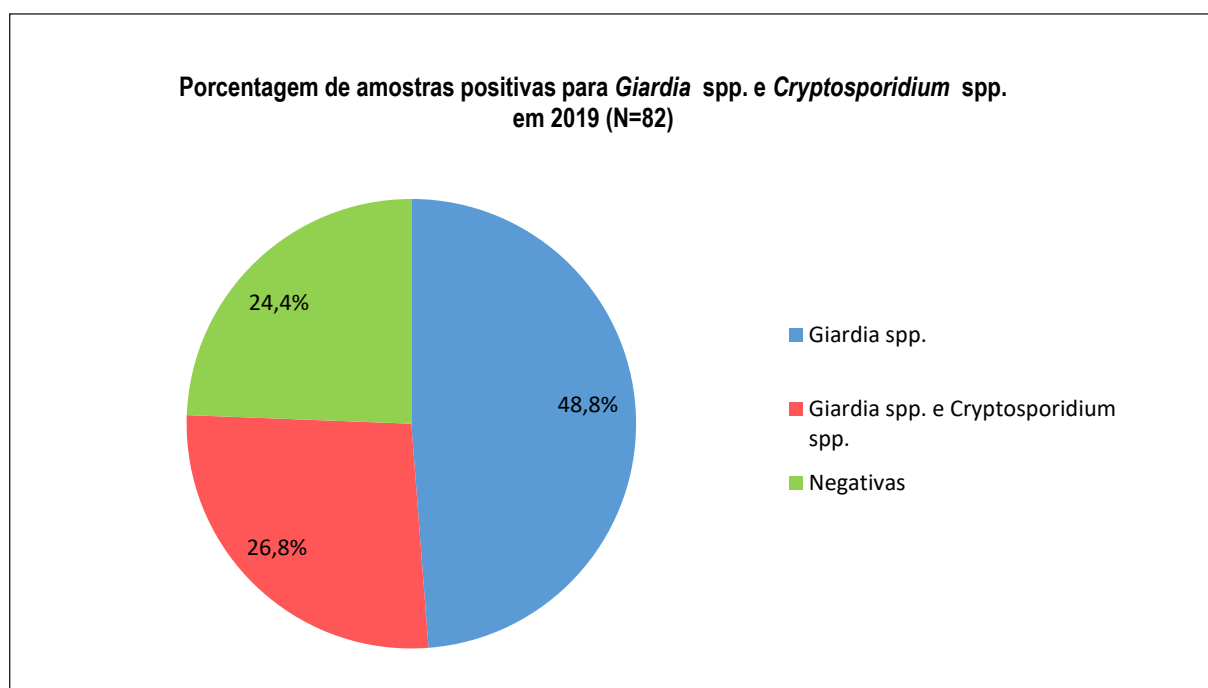
Os ensaios de *Giardia* spp. e *Cryptosporidium* spp. foram inseridos na Rede de Monitoramento em 2014, como parâmetro adicional para avaliar a qualidade de mananciais, considerando-se que a partir de dezembro

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 2019, o monitoramento de *Giardia* spp. e *Cryptosporidium* spp. foi realizado em 14 pontos de captação, localizados em sete diferentes UGRHs do Estado de São Paulo (Tabela 6.1). Foram analisadas 82 amostras, sendo que em cada ponto, foram realizadas seis amostragens com periodicidade bimestral, com exceção do ponto CASC 02050, com apenas quatro amostragens. Os locais de coleta foram selecionados priorizando aqueles com maiores médias desses protozoários nos monitoramentos realizados em 2017 e 2018. Por esse critério, foram mantidos sete pontos e adicionados sete novos, devido à elevada média geométrica de *E. coli* observada em 2018.

Das 82 amostras analisadas, apenas 20 (24,4%) apresentaram-se negativas para *Giardia* spp. e *Cryptosporidium* spp. A porcentagem de amostras positivas somente para *Giardia* spp. foi de 48,8%, sendo que para ambos os protozoários a porcentagem de amostras positivas foi de 26,8% (Gráfico 6.1).

Gráfico 6.1 – Porcentagem de amostras positivas para os protozoários *Giardia* spp. e *Cryptosporidium* spp. em pontos de captação do estado de São Paulo - 2019



As concentrações médias, máximas e mínimas para esses dois protozoários, bem como a média geométrica de *E. coli*, por ponto amostral em 2019 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 quadrada 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 2019.

UGRHI	Corpo hídrico	Ponto	Descrição do Ponto	Nº de Amostras	Resultados		
					<i>E. coli</i> ^a UFC/100mL	<i>Giardia</i> ^b (Max - Min) cistos/L	<i>Cryptosporidium</i> ^b (Max - Min) oocistos/L
2	Rio Paraíba do Sul	PARB02600	Captação de Aparecida	6	1,8E+04	2,06 (8,30 - < 0,10)	0,11 (0,30 - < 0,10)
5	Rio Atibaia	ATIB02030	Captação de Itatiba	6	1,1E+03	2,15 (3,40 - 0,60)	ND ^c (< 0,10)
	Rio Atibaia	ATIB02800	Captação de Sumaré	6	2,5E+03	1,08 (3,70 - < 0,10)	0,56 (2,10 - < 0,10)
	Rio Corumbataí	CRUM02500	Captação de Piracicaba	6	1,5E+03	3,60 (11,30 - < 0,10)	ND ^c (< 0,10)
	Rio Jaguari	JAGR02300	Captação de Jaguariúna	6	6,4E+02	1,23 (3,80 - < 0,10)	0,18 (0,50 - < 0,10)
	Rio Jundiaí	JUNA02010	Captação de Campo Limpo Paulista	6	1,2E+04	21,47 (48,20 - 1,10)	0,25 (0,6 - < 0,10)
	Rio Piracicaba	PCAB02220	Captação de Piracicaba	6	6,7E+03	10,86 (25,60 - < 0,10)	1,34 (2,80 - < 0,10)
6	Ribeirão dos Cristais	CRIS03400	Captação de Cajamar	6	1,4E+04	112,52 (354 - 6,30)	0,21 (0,90 - < 0,10)
9	Rio do Peixe	PEXE02100	Captação de Socorro	6	1,2E+04	1,25 (3,10 - 0,30)	0,08 (0,10 - < 0,10)
10	Rio Pirapora	PORA02700	Captação de Salto de Pirapora	6	1,5E+04	9,51 (31,20 - < 0,10)	0,41 (1,40 - < 0,10)
	Rio Sorocabaçu	SOBU02800	Captação de Ibiúna	6	1,3E+03	1,20 (2,80 - < 0,10)	0,11 (0,20 - < 0,10)
17	Rio Pardo	PADO02600	Captação de Ourinhos	6	2,2E+03	0,10 (0,50 - < 0,10)	ND ^c (< 0,10)
20	Reservatório Cascata	CASC02050	Captação de Marília	4	2,2E+02	0,20 (0,50 - < 0,10)	0,08 (0,10 - < 0,10)
	Rio do Peixe	PEIX02600	Captação de Presidente Prudente	6	8,4E+02	0,20 (0,50 - < 0,10)	ND ^c (< 0,10)

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

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

E. coli: média geométrica anual maior ou igual a 1.000 UFC 100 mL⁻¹, - oocistos de *Cryptosporidium* spp.: média aritmética maior ou igual a 3,0 oocistos L⁻¹, - *Giardia* spp.: nenhum limite fixado.

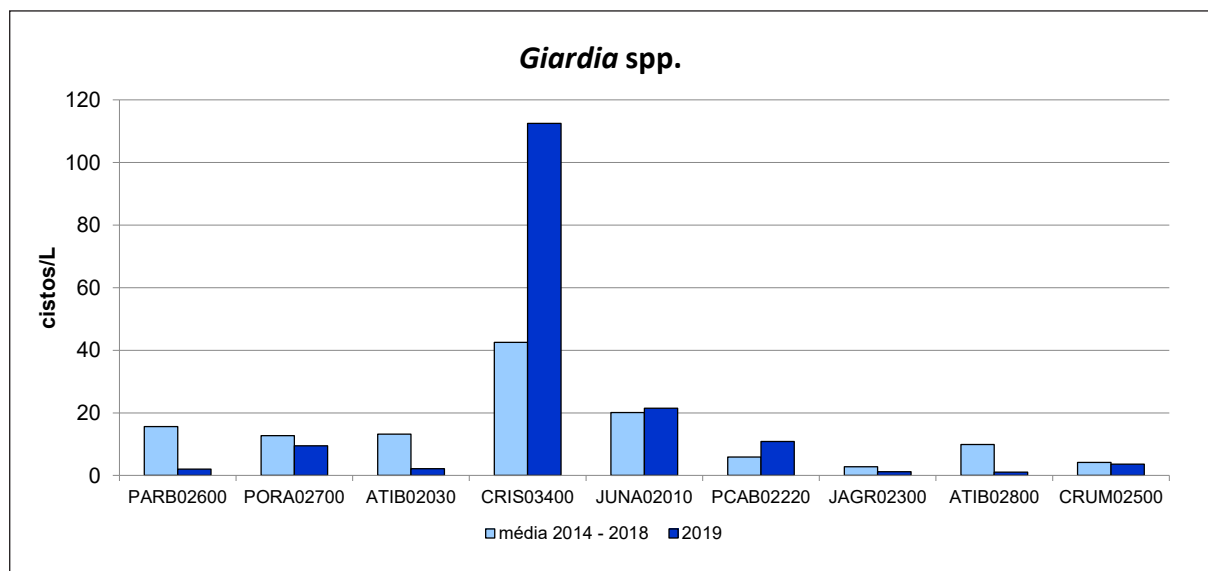
A maioria dos pontos avaliados além de apresentar média geométrica de *E. coli* acima de 1000 UFC 100 mL⁻¹, não atendeu também à Resolução CONAMA nº 357/2005, quanto aos limites estabelecidos para esse parâmetro para corpos de água destinados ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional 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 água do território do Estado de São Paulo). A regulamentação estabelece, para pontos de captação, que as concentrações de *E. coli* não devem exceder os limites de 600 UFC 100 mL⁻¹ para rios Classe 2 e de 2400 UFC/100mL para Classe 3, em 80%, ou mais, de pelo menos seis amostras coletadas. Na maioria das captações analisadas, as concentrações de *E. coli* atingiram a ordem de 103 a 104 UFC 100 mL⁻¹, sendo que apenas a captação de Marília atende aos padrões estabelecidos na Resolução CONAMA nº 357/2005.

Os pontos CRIS 03400 (Captação de Cajamar) e JUNA 02010 (Captação de Campo Limpo Paulista) apresentaram as concentrações mais elevadas de *Giardia* spp., com médias superiores a 20 cistos L⁻¹, sendo que na captação de Cajamar, a densidade máxima superou 350 cistos L⁻¹.

Na avaliação do histórico da qualidade dos pontos, na comparação entre as médias de 2019 e as médias dos resultados do monitoramento realizado entre os anos de 2014 e 2018, constatou-se que a maior parte das captações tiveram uma diminuição na concentração média anual de *Giardia* spp. Verificou-se um aumento significativo na concentração média anual de *Giardia* spp. na captação de Cajamar (CRIS 03400). Em

Campo Limpo Paulista (JUNA 02010) e Piracicaba (PCAB 02220), o aumento não foi muito significativo em 2019 (Gráfico 6.2).

Gráfico 6.2 – Concentrações médias de cistos de *Giardia* spp. em pontos de captação em amostragens realizadas no ano de 2019, e no período 2014 a 2018.



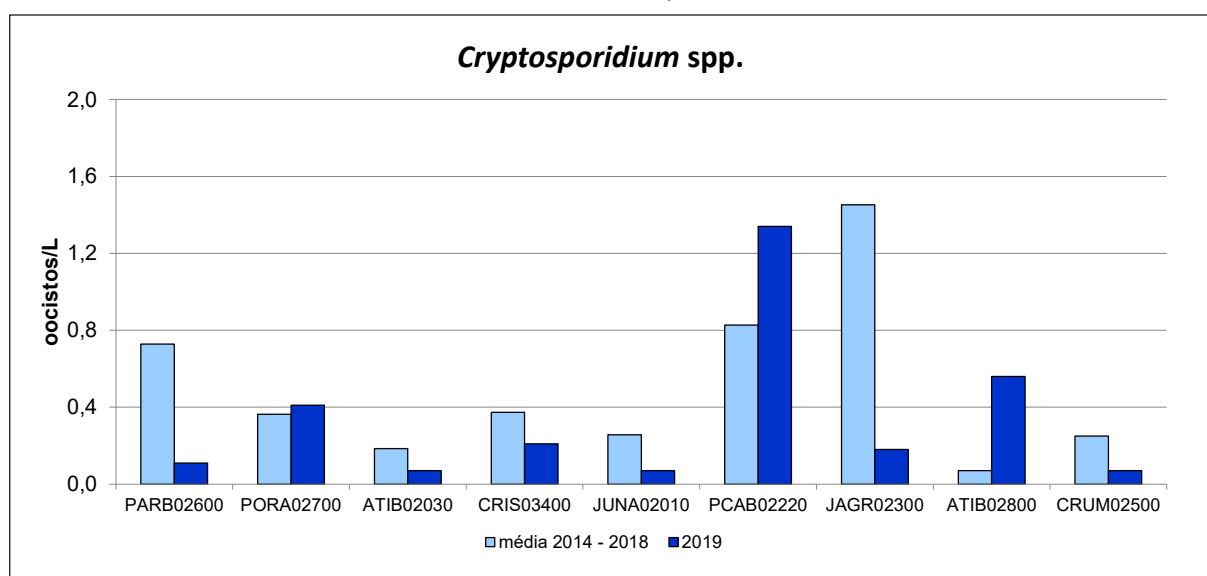
É importante mencionar ainda que apesar do anexo XX da Portaria de Consolidação nº 5/2017 requerer a análise de *Giardia* spp. ela não fixa nenhum limite para esse protozoário. No entanto, para garantir a qualidade da água de consumo humano, de acordo com os critérios internacionais (USEPA, 1989, Health 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, vai 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, tratada em sistemas que garantam apenas 3 logs de redução, representariam riscos maiores que 10^{-6} DALY/pessoa/ano (Health Canada, 2012). Todos os pontos, analisados, com exceção das captações de Marília (CASC 02050), Ourinhos (PADO 02600) e Presidente Prudente (PEIX 02600), 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 (CRIS 03400), Salto de Pirapora (PORA 02700) e Campo Limpo Paulista (JUNA 02010) 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 2019, houve aumento nas concentrações médias do protozoário nas captações de Pirapora (PORA 02700), Piracicaba (PCAB 02220) e Sumaré (ATIB 02800), sendo que nenhuma das captações analisadas apresentou média anual de *Cryptosporidium* spp. superior ao limite estabelecido pelo anexo XX da Portaria de Consolidação nº 5/2017 de 3,0 oocistos L⁻¹. O ponto do rio Piracicaba (PCAB 02220) foi o que apresentou maior contaminação para o parasita em 2019, (Gráfico 6.3).

Gráfico 6.3 – Concentrações médias de oocistos de *Cryptosporidium* spp. em pontos de captação em amostragens realizadas no ano de 2019, e no período 2014 a 2018.



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 um 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 1,34 oocistos L⁻¹ (classificação 3). 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 2019 demonstra contaminação por efluente doméstico, evidenciada pelas elevadas concentrações médias de *E. coli*, constantemente superiores a 1000 UFC 100 mL⁻¹, além da presença do protozoário *Giardia* spp. em quase todas as amostras analisadas. 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, direcionando, assim, o estabelecimento de medidas de controle apropriadas. Nesse sentido, esses resultados evidenciam a necessidade de uma política de gestão de risco, a ser efetivada pelo Centro de Vigilância Sanitária, em conjunto com as empresas de saneamento, visando intensificar a proteção dos mananciais e aprimorar os sistemas de tratamento de água e esgoto.

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 desses testes no monitoramento da qualidade das águas em pontos de captação é uma ação de precaução, na medida em que sinalizam um alerta da existência de possíveis fontes de contaminação.

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

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

Os testes de *Salmonella*/microsoma foram realizados em águas brutas de captação de 17 locais do estado de São Paulo e em dois outros sítios de interesse, totalizando 19 pontos amostrados em cada uma das quatro campanhas realizadas durante o ano de 2019. Das 76 amostras analisadas, 50 apresentaram mutagenicidade, conforme Figura 6.1, que apresenta esquematicamente todos os resultados encontrados nos últimos quatro 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.

A mutagenicidade encontrada sistematicamente nos últimos anos nos pontos ATIB0 2800, no rio Atibaia, captação de Sumaré, e SORO 02700, rio Sorocaba, na captação de Cerquilha manteve-se em 2019. Pelo terceiro ano consecutivo, uma investigação com a utilização de outras linhagens bacterianas no teste e avaliação de mutagenicidade em mais pontos a montante dessas captações foi realizada, completando assim um período de monitoramento suficiente para concluir que se trata de locais com atividade mutagênica crônica. Esse conjunto de dados pode contribuir para ações de investigação mais aprofundadas. Relacionadas a esse contexto, destacaram-se as análises dos pontos ao longo do rio Atibaia, adicionados em 2019, e dos pontos que têm sido monitorados nos últimos três anos nos rios Atibaia e Sorocaba. Todos mostraram resultados majoritariamente positivos, o que contribuiu para o expressivo número (65,8%) de amostras que apresentaram atividade mutagênica em 2019.

Outro resultado a ser ressaltado foi o observado para GUAR 00900, ponto com histórico predominantemente negativo quanto à atividade mutagênica, que apresentou resultado positivo em três das quatro campanhas de 2019. O monitoramento desse ponto segue em 2020 com acompanhamento dos resultados para verificar se haverá continuidade dos casos de mutagenicidade.

Figura 6.1 – Resultados de mutagenicidade dos ensaios de *Salmonella*/microsoma e Micronúcleo nas amostras de água avaliadas no período de 2016 a 2019

		ANO/MÊS																	
		2016				2017				2018				2019					
UGRHI	PONTO	Jan/Fev	Mar/Abr	Mai/Jun	Jul/Ago	Set/Out	Nov/Dez	Jan/Fev	Mai/Jun	Jul/Ago	Nov/Dez	Jan/Fev	Mai/Jun	Jul/Ago	Nov/Dez	Jan/Fev	Mai/Jun	Jul/Ago	Nov/Dez
		TA MN	TA MN	TA MN	TA MN	TA MN	TA MN	TA MN	TA MN	TA MN	TA MN	TA MN	TA MN	TA MN	TA MN	TA MN	TA MN	TA MN	TA MN
1	PDIZ00700															■	■	■	■
	ATIB02010															■	■	■	■
	ATIB02030															■	■	■	■
	ATIB02035															■	■	■	■
	ATIB02065															■	■	■	■
	ATIB02300															■	■	■	■
	ATIB02605															■	■	■	■
	ATIB02800	■	■													■	■	■	■
	ATSG02800															■	■	■	■
	CACH00500															■	■	■	■
5	CAXO02800															■	■	■	■
	JARIO0800															■	■	■	■
	JCRE00500															■	■	■	■
	PCAB02100	■	■													■	■	■	■
	PCAB02200															■	■	■	■
	RAIN00800															■	■	■	■
	ACLA00500															■	■	■	■
	BILLO2030	■	■													■	■	■	■
	BILLO2100	■	■													■	■	■	■
	BIRP00500															■	■	■	■
6	BITQ00100															■	■	■	■
	CRISO3400	■	■													■	■	■	■
	GUAO02600	■	■													■	■	■	■
	GUAR00900	■	■													■	■	■	■
	JQUJ00900															■	■	■	■
	TIET02050	■	■													■	■	■	■
	CUBA02700															■	■	■	■
	IPAU02600															■	■	■	■
8	KNOA02500															■	■	■	■
	AVECO2800															■	■	■	■
10	PORA 02700															■	■	■	■
	SORO02500															■	■	■	■
	SORO02700	■	■													■	■	■	■
	TAUI04900															■	■	■	■
12	PITA02450	■	■													■	■	■	■
13	BROA02800															■	■	■	■
15	RPRE02200															■	■	■	■
20	ANOR02300	■	■																

■

 TA - Teste de Ames - positivos em vermelho, mutagenicidade não detectada nas condições do ensaio em azul

●

 MN - Micronúcleos - positivos em vermelho, mutagenicidade não detectada nas condições do ensaio em azul

6.2.1.2 Ensaio de Micronúcleo *in vitro*

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

O ensaio de micronúcleo foi incluído na Rede de Monitoramento da Qualidade das Águas em 2016 em paralelo aos testes de *Salmonella*/microsoma, utilizando-se os mesmos extratos orgânicos. A partir de 2018, por questões analíticas, os ensaios de micronúcleo foram feitos em duas campanhas do ano, representando uma campanha na estação mais chuvosa e outra em período mais seco. Em 2019 foram monitorados 19 pontos, sendo que quatro deles foram analisados nas quatro campanhas do ano e os demais somente em duas. Dentre as 46 amostras analisadas, 10 apresentaram mutagenicidade, conforme Figura 6.1.

Considerando os dados obtidos nos últimos quatro anos, verificamos que dentre as amostras analisadas com teste de Ames e ensaio de micronúcleo na mesma campanha (n=254), pouco mais de metade apresentou resultados concordantes entre os dois ensaios, sejam positivos ou não. Enquanto 37,5% das amostras foram

negativas em ambas as análises, cerca de 15,5% foram positivas para os dois ensaios, inferindo-se, nesses casos, que os compostos responsáveis pela atividade mutagênica presente nessas amostras são capazes de induzir mutações de ponto e também alterações cromossômicas.

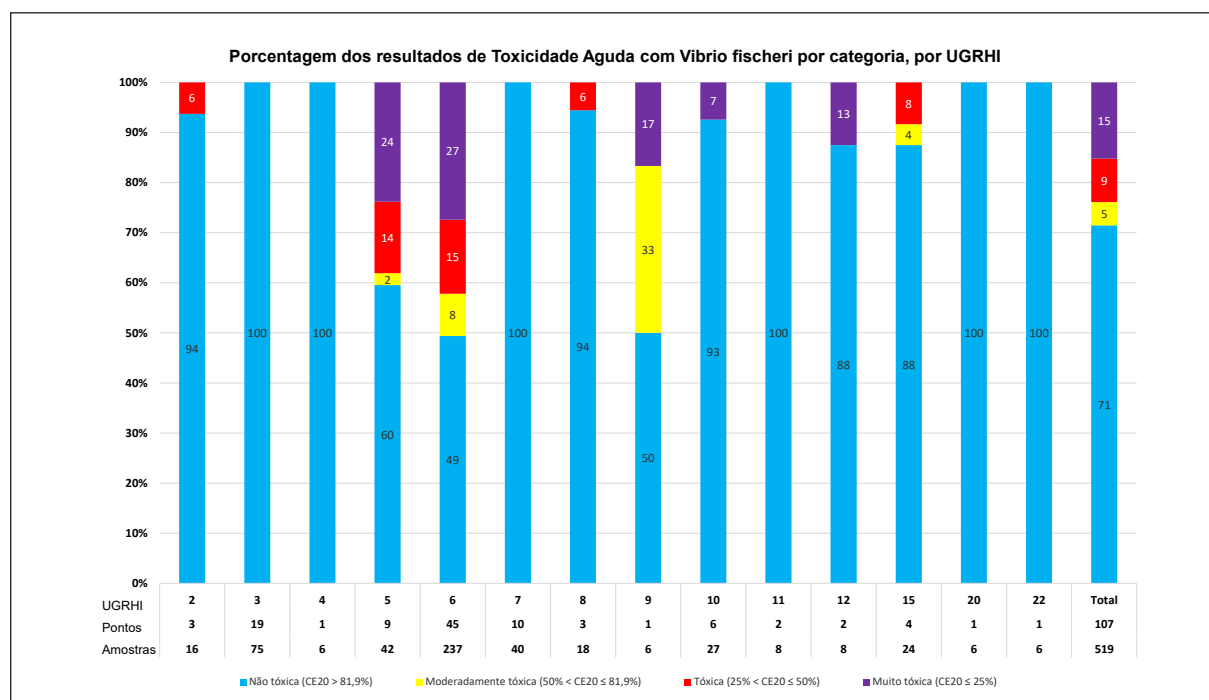
Aproximadamente 12% das amostras foram positivas apenas no ensaio de micronúcleos, indicando que o diagnóstico ambiental é aprimorado com a inclusão dessa análise. Ainda não é possível, no entanto, fazer nenhuma inferência sobre os possíveis compostos mutagênicos presentes nesses locais; a continuação do uso dessa variável para a construção de uma série histórica é necessária para essa 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 essa diminuição de intensidade de luz proporcional à toxicidade da amostra. A bactéria apresenta alta tolerância a baixas concentrações de oxigênio dissolvido, sendo esse ensaio empregado principalmente na avaliação de corpos hídricos Classe 4, altamente impactados, e naqueles casos em que 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 2019 foram testadas 519 amostras de água, para o ensaio de toxicidade aguda com *Vibrio fischeri*, coletadas de 107 pontos distribuídos em 14 UGRHIs. Os resultados foram classificados em quatro categorias adotadas para essa avaliação, adaptadas de Coleman & Qureshi (1985). O Gráfico 6.4 exibe a porcentagem de resultados de Toxicidade Aguda, por UGRHI, distribuídos em cada categoria.

Gráfico 6.4 – Porcentagem dos resultados de Toxicidade Aguda com *Vibrio fischeri* nas amostras de água, por UGRHI, distribuídos em cada categoria.



Das amostras analisadas, 244 foram coletadas em 59 pontos localizados em águas doces enquadrados nas Classes Especial, 2 e 3. Nessas classes não deve ocorrer Toxicidade Aguda a organismos aquáticos, porém, em 2019, 45 amostras de 20 pontos (Tabela 6.2) 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.

Tabela 6.2 – Descrição dos pontos de Classes Especial, 2 e 3 que apresentaram Toxicidade Aguda para o *Vibrio fischeri*

UGRHI	Código	Local
5	CPIV 02160	Rio Capivari
	QUIL 03200	Ribeirão Quilombo
	TIJU 02900	Ribeirão Tijuco Preto
	TREB 02950	Ribeirão Três Barras
6	BILL 02030	Reservatório Billings
	BILL 02100	Reservatório Billings
	BILL 02500	Reservatório Billings
	BILL 02900	Reservatório Billings
	BIRP 00500	Reservatório do rio Pequeno
	BITQ 00100	Braço do Ribeirão Taquacetuba
	BQGU 03150	Rio Baquirivu-Guaçu
	BQGU 03850	Rio Baquirivu-Guaçu
	JGUA 03950	Ribeirão Jaguari
	JQRI 03800	Rio Juqueri
	MOVE 03400	Ribeirão Moinho Velho
	PEOV 03900	Ribeirão Perová
	RGDE 02200	Reservatório Rio Grande
	TIET 03130	Rio Tietê
10	TIET 02400	Rio Tietê
	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 2019.

UGRHI	Ponto	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
5	CPIV 02160												
	QUIL 03200												
	TIJU 02900												
	TREB 02950												
6	BILL 02030												
	BILL 02100												
	BILL 02500												
	BILL 02900												
	BIRP 00500												
	BITQ 00100												
	BQGU 03150												
	BQGU 03850												
	JGUA 03950												
	JQRI 03800												
	MOVE 03400												
	PEOV 03900												
	RGDE 02200												
	TIET 03130												
	TIET 02400												
	TIRG 02900												
10	TIET 02400												
	TIRG 02900												

■ Não tóxica ($CE_{20} > 81,9\%$)

■ Moderadamente tóxica ($50\% < CE_{20} \leq 81,9\%$)

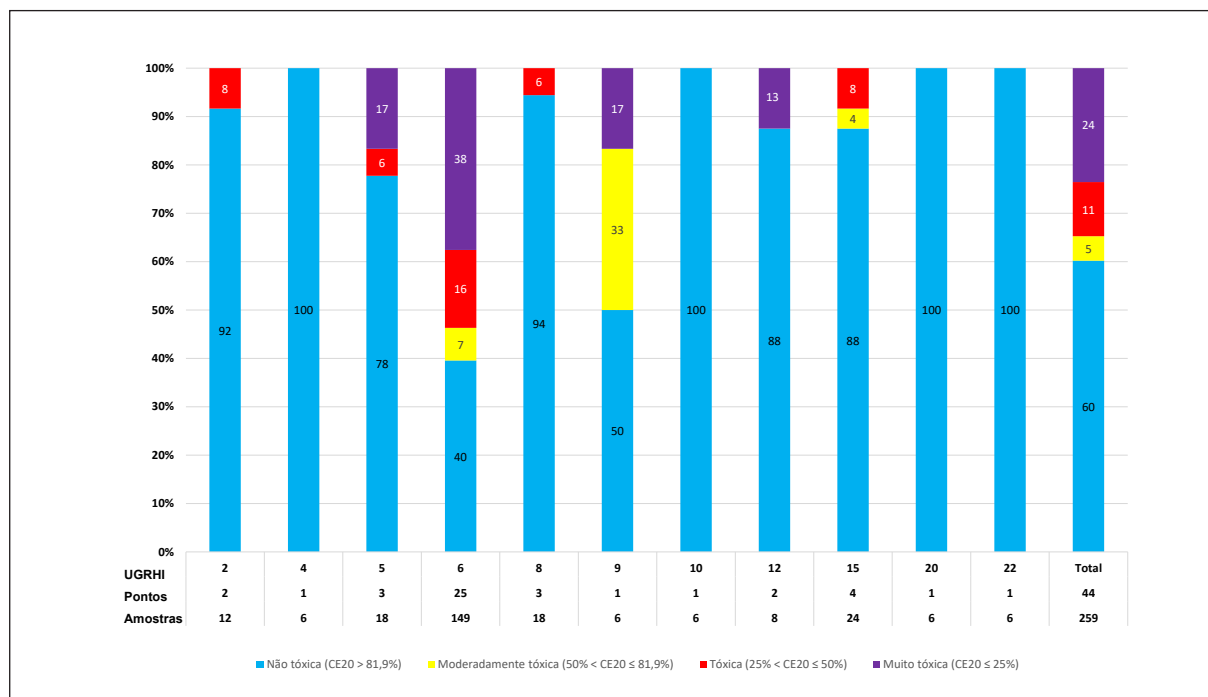
■ Tóxica ($25\% < CE_{20} \leq 50\%$)

■ Muito tóxica ($CE_{20} \leq 25\%$)

Dos quatro ambientes amostrados em águas salobras nenhum apresentou toxicidade.

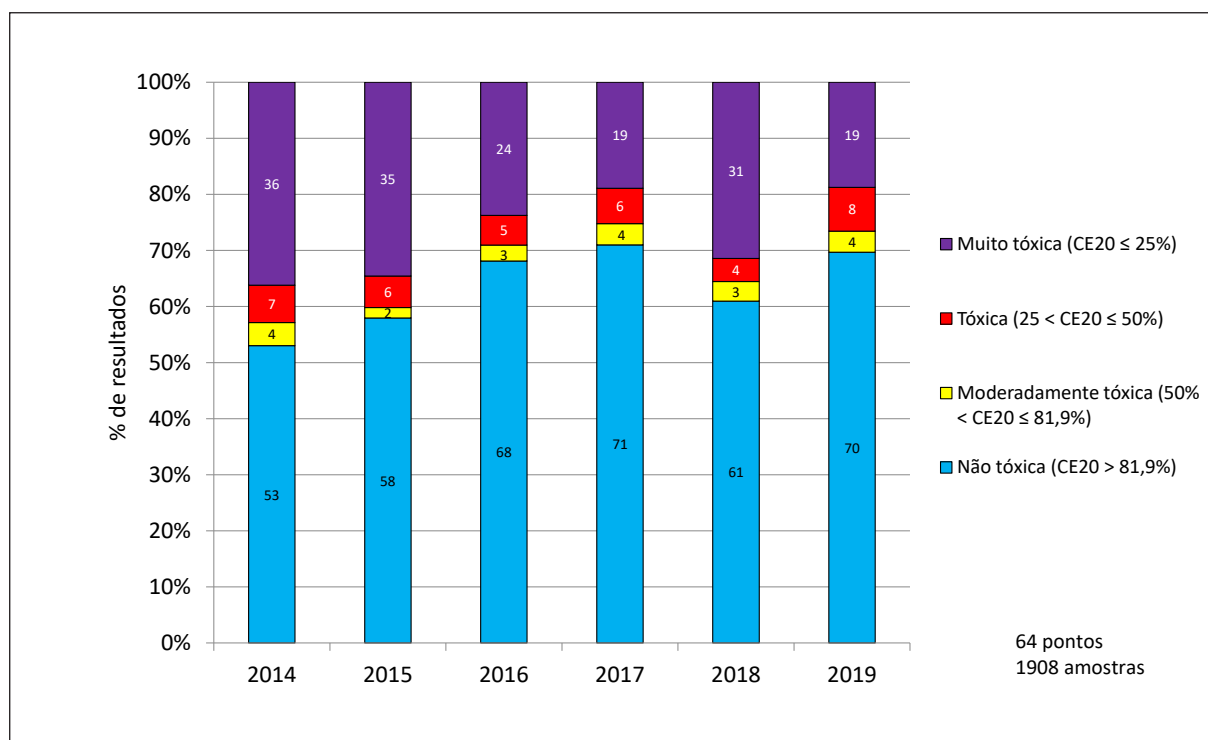
Nos corpos hídricos de Classe 4, representados por 44 pontos, foram testadas 259 amostras. O Gráfico 6.5 exibe a porcentagem de resultados, distribuídos em cada categoria, por UGRHI, para esses pontos.

Gráfico 6.5 – 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 64 pontos avaliados sistematicamente entre os anos de 2014 e 2019, localizados nas UGRHIs 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 10, 11 e 15 (Gráfico 6.6).

Gráfico 6.6 – Porcentagem dos resultados de Toxicidade aguda com *Vibrio fischeri* nos pontos coincidentes nos anos de 2014 a 2019.



Depois de uma piora na qualidade da água dos pontos avaliados no ano de 2018, que pode ser explicada, em parte, pela redução do volume de chuvas observado nesse ano, em 2019 foi observada uma leve melhora, retomando a provável tendência de melhora observada no período compreendido entre 2014 e 2019.

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

Em 2019, o Índice de Comunidade Fitoplanctônica - ICF foi calculado para 61 pontos. Em relação a 2018, o ponto localizado no rio Cotia (COTI 03900) teve seu monitoramento suspenso. Esses pontos estão distribuídos em 14 UGRHIs (2, 5, 6, 7, 9, 10, 11, 13, 14, 15, 16, 18, 20 e 21), sendo 21 situados em rios e 40 em reservatórios.

O ICF apresentou médias anuais distribuídas em classificações Ruins (11%), Regulares (38%), Boas (48%) e Ótimas (3%) (Apêndice J – Tabela 7). Com relação ao ano de 2018, houve aumento nas porcentagens de classificações Regulares e diminuição nas classificações Boas.

As classificações anuais Ruins foram obtidas em três pontos do reservatório Billings: próximo à barragem de Pedreira (BILL 02030), no braço do Bororé (BILL 02100) e no braço do Taquacetuba (BITQ 00100); no ponto situado no Canal de Fuga II (CFUG 02900), saída do complexo Billings para o rio Cubatão; no ponto de captação do reservatório Guarapiranga (GUAR 00900); no reservatório de Promissão (TIPR 02400) e no córrego do Esgotão (ESGT 02050), ambos localizados na bacia hidrográfica do rio Tietê-Batalha.

Os pontos do reservatório Billings oscilaram entre as classificações Regular e Ruim desde 2012, principalmente em razão dos altos valores de IET e dominância de cianobactérias ao longo do ano, com destaque para o ponto BILL 02030, que vem apresentando diagnóstico Ruim, pelo ICF, desde 2016. Nesse ponto, foi obtido o maior valor de microcistina ($42,2 \mu\text{g L}^{-1}$) da rede de monitoramento de 2019, registrado em janeiro, quando foram contadas $2.196.290 \text{ céls mL}^{-1}$ de cianobactérias, com dominância do gênero *Microcystis*, potencial produtor dessa cianotoxina.

O ponto do reservatório Guarapiranga apresentou uma piora em relação ao ano anterior, principalmente em razão das altas densidades da comunidade fitoplanctônica e valores elevados de IET ao longo do ano. Os dois reservatórios são discutidos mais detalhadamente no capítulo 7.

O Canal de Fuga (CFUG 02900) apresenta diagnóstico Ruim desde 2009, principalmente devido às elevadas densidades de organismos e dominância de cianobactérias ao longo do ano. Em 2019 o número de

células de cianobactérias ultrapassou o limite recomendado na Resolução CONAMA nº 357/2005 para Classe 2 ($50.000 \text{ céls mL}^{-1}$) em três dos quatro períodos amostrados, com o maior valor em janeiro, $123.332 \text{ céls mL}^{-1}$, sendo que os gêneros de cianobactérias mais importantes ao longo do ano foram *Cylindrospermopsis* e *Microcystis*, potencialmente produtores de cianotoxinas. A saxitoxina foi quantificada nesse ponto nas quatro amostragens realizadas e a microcistina ficou abaixo do limite de quantificação apenas em julho ($<0,15 \mu\text{g L}^{-1}$). Todos os valores se mantiveram abaixo dos valores estabelecidos pelo anexo XX da Portaria de Consolidação nº 5/2017 para água potável, $3 \mu\text{g L}^{-1}$ para saxitoxina e $1 \mu\text{g L}^{-1}$ para microcistina. As maiores concentrações encontradas foram $0,30 \mu\text{g L}^{-1}$ de microcistinas em novembro e $0,31 \mu\text{g L}^{-1}$ de saxitoxinas em janeiro.

Os pontos do reservatório Promissão (TIPR 02400) e córrego Esgotão (ESGT 02050) pertencem à UGRHI 16 e estão geograficamente próximos. Em 2019, essa região foi marcada por intensas florações de cianobactérias do gênero *Microcystis*. Além disso, entre 2018 e 2019 pode ser observado o aumento do IET, o que influenciou a piora nos dois pontos em relação ao ICF.

O reservatório Promissão já havia registrado uma piora entre 2017 e 2018, com aumento das densidades e dominância de cianobactérias, sem, entretanto, apresentar alteração na classificação do ICF. O ponto localizado próximo ao vertedouro (TIPR 02990) manteve o ICF Regular, com dominância de cianobactérias em todas as amostragens. Os dois pontos do reservatório ultrapassaram o padrão estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/2005 para Classe 2 ($50.000 \text{ céls mL}^{-1}$) em três das quatro amostragens, sendo que em janeiro foram registrados os dois maiores valores de densidade de células de cianobactérias de toda a rede de monitoramento em 2019: $2.452.916 \text{ céls mL}^{-1}$ no ponto próximo ao vertedouro e $2.032.568 \text{ céls mL}^{-1}$ no ponto TIPR 02400. Os gêneros de cianobactérias mais importantes ao longo do ano foram *Microcystis* e *Cylindrospermopsis*, potencialmente produtores de cianotoxinas. As concentrações de microcistinas e saxitoxinas foram quantificadas no ponto próximo ao vertedouro, e as concentrações de microcistinas ultrapassaram o valor estabelecido pelo anexo XX da Portaria do Ministério da Saúde de Consolidação nº 5/2017 para água potável de $1 \mu\text{g L}^{-1}$ em janeiro ($32,90 \mu\text{g L}^{-1}$), maio ($2,54 \mu\text{g L}^{-1}$) e novembro ($1,59 \mu\text{g L}^{-1}$) (ver Tabela 8 – Apêndice J). Já as concentrações de saxitoxina não ultrapassaram o padrão para água potável da Portaria ($3,0 \mu\text{g L}^{-1}$), sendo quantificada em janeiro e maio com concentrações de $0,02 \mu\text{g L}^{-1}$.

As classificações anuais Regulares concentraram-se nas UGRHI 2, 5, 6, 10, 13, 14, 15, 16, 20 e 21. Destacam-se seis pontos que haviam apresentado ICF Bom em 2018: o reservatório Jaguari (JAGJ 00200), que apresentou um período de dominância de cianobactérias a mais que em 2018; os reservatórios Atibainha (RAIN 00880) e rio Preto (RPRE 02220), que apresentaram aumento das densidades da comunidade fitoplanctônica, e o reservatório Arrepido (ARPE 02800), que apresentou alterações nas três métricas, com dominância de cianobactérias e alteração do IET de oligotrófico para mesotrófico. Já nos pontos situados no rio Corumbataí – captação de Rio Claro (CRUM 02080) e no córrego Água Branca (ABAN 02800) – região de Itirapina, houve aumento dos períodos de dominância de grupos fitoplanctônicos, sendo que no rio Corumbataí houve uma alteração no IET em janeiro e novembro.

Em 2019, o reservatório Cascata foi amostrado três vezes – fevereiro, junho e dezembro, e manteve o diagnóstico Regular do ICF. As densidades da comunidade fitoplanctônica se mantiveram elevadas no primeiro semestre, com dominância de cianobactérias em fevereiro. A microcistina não foi quantificada em fevereiro e a maior concentração foi obtida em junho ($3,13 \mu\text{g L}^{-1}$), ultrapassando o recomendado pelo Anexo XX da Portaria de Consolidação nº 5/2017 do Ministério da Saúde para água potável ($1 \mu\text{g L}^{-1}$; ver Tabela 8 – Apêndice J). Já

as concentrações de saxitoxina não ultrapassaram o padrão para água potável da Portaria (3,0 $\mu\text{g L}^{-1}$), sendo o maior valor quantificado em fevereiro (0,16 $\mu\text{g L}^{-1}$).

O reservatório Salto Grande (ATSG 02800), formado pelo rio Atibaia, na UGRHI 5, também foi amostrado em três campanhas em 2019 (fevereiro, julho e agosto). Apesar de manter o ICF Regular, a densidade de células de cianobactérias aumentou consideravelmente em 2019 e a média anual passou de 43.693 céls mL^{-1} em 2018, para 135.247 céls mL^{-1} .

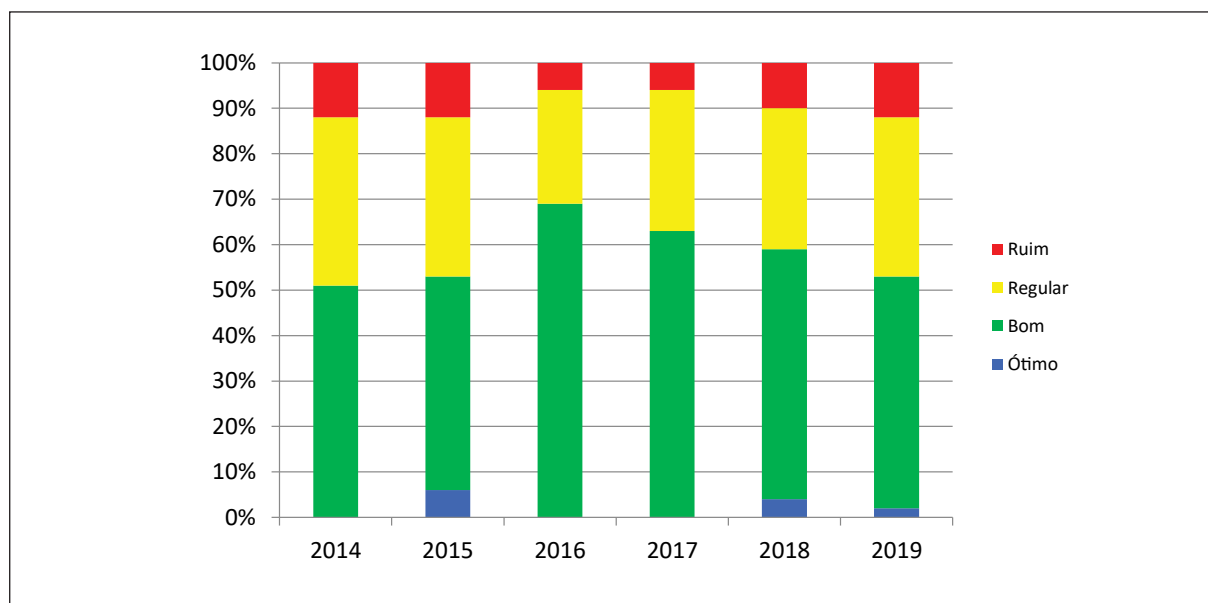
Os pontos com diagnóstico Bom distribuíram-se nas UGRHI 2, 5, 6, 7, 9, 10, 13, 15 e 18. Dos 29 pontos com esse diagnóstico, destacaram-se os reservatórios Águas Claras (ACLA 00500) e Tanque Grande (TGDE 00900), ambos na UGRHI 6, que passaram da ponderação Ótima em 2018 para Boa em 2019. O reservatório Águas Claras teve dominância em dois períodos, maio (dinoflagelado) e julho (fitoflagelado), situação que influenciou negativamente os índices nesses meses. Já o Tanque Grande, que em 2018 teve dominância apenas em julho, apresentou, em 2019, dominância em janeiro (cianobactéria picoplânctônica *Cyanogranis ferruginea*) e julho (fitoflagelado).

Os reservatórios Cabucu (RCAB 00900), Graças (COGR 00900) e Jundiá (JNDI 00500) passaram da ponderação Regular para Boa entre 2018 e 2019, em razão, principalmente, das quedas das densidades da comunidade fitoplânctônica. Ressalta-se que esses três reservatórios sempre apresentaram as ponderações do ICF variando entre Boa e Regular.

Em 2019, dois pontos apresentaram ponderação Ótima: o rio Sorocamirim (SOMI 02850) e o rio Ribeira (RIBE 02900), nos dois casos em razão da diminuição de ocorrências de dominância durante o ano.

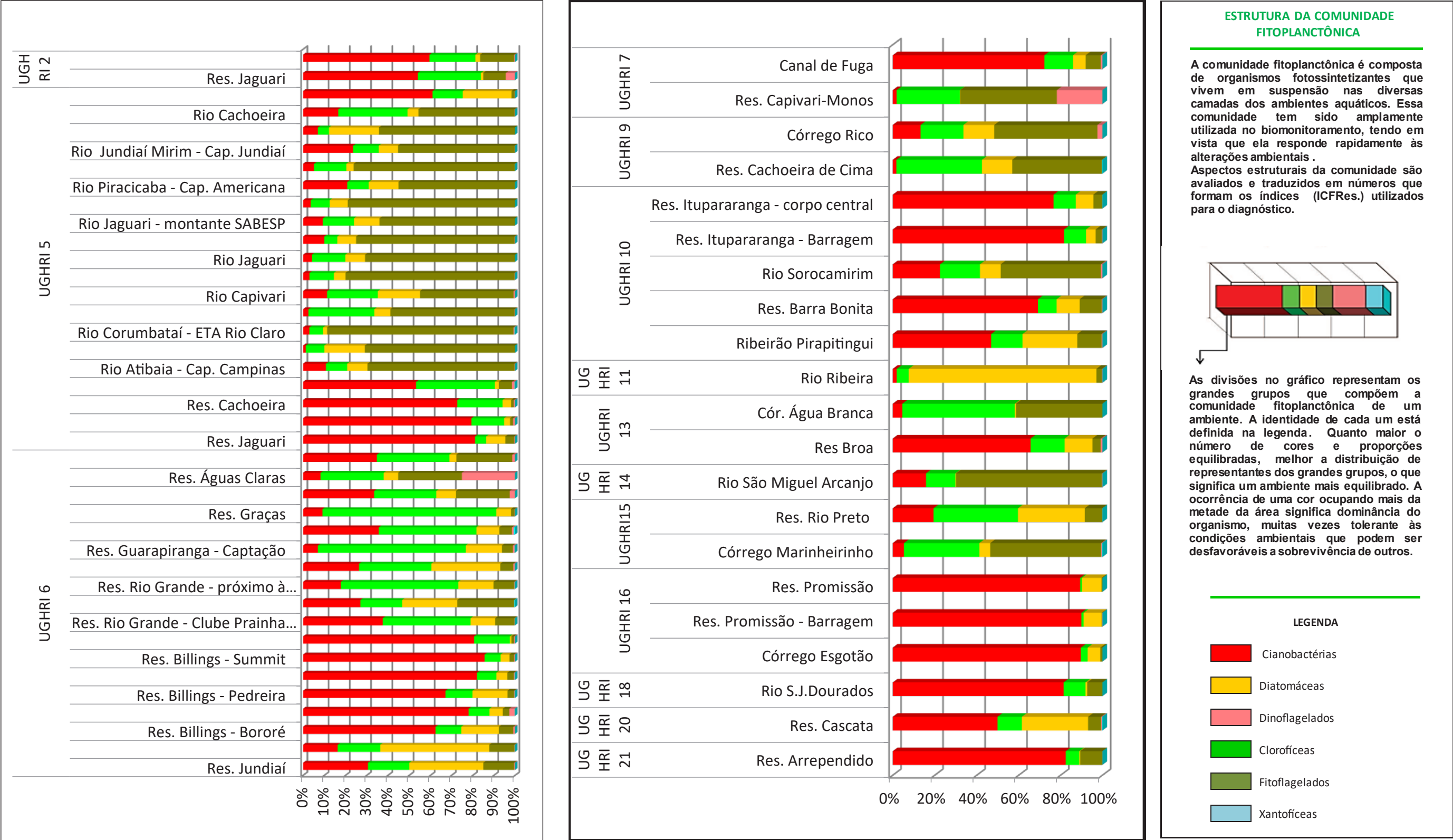
A porcentagem de pontos amostrados que apresentaram concentração de células de cianobactérias com valores superiores ao estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/2005 para suas respectivas classes em ao menos um período foi de 57%.

A evolução da classificação do ICF no estado de São Paulo, para os 49 pontos analisados entre 2014 e 2019, apresentada no gráfico 6.7, mostra que em 2014, 2016 e 2017 não foram constatadas ponderações Ótimas. Em 2016 e 2017 as Ruins diminuíram em relação a 2014 e 2015, período da crise hídrica. A partir de 2018, houve um aumento nas ponderações Ruim e Regular, e diminuição nas ponderações Boa e Ótima, indicando piora das condições gerais da qualidade da água do ponto de vista da comunidade fitoplânctônica. Vale notar que nos dois últimos anos as precipitações registradas no estado estiveram abaixo da média, atingindo de forma mais crítica, em 2019, notadamente a região do médio e baixo rio Tietê.

Gráfico 6.7 – Evolução da classificação segundo o ICF médio dos 49 pontos analisados entre 2014 e 2019.

A figura 6.3, a seguir, apresenta a estrutura da comunidade fitoplanctônica nos 61 pontos amostrados em 2019. As cores no gráfico representam os grandes grupos (Cianobactérias, Diatomáceas, Dinoflagelados, Clorofíceas, Fitoflagelados, Xantofíceas) que compõem a comunidade fitoplanctônica desses ambientes. Para tanto, foram calculadas as médias anuais do número de organismos dos diferentes grupos, as quais foram expressas em termos de porcentagem. Quanto mais equitativa a distribuição dos grandes grupos, supostamente demonstra um ambiente mais equilibrado. Por outro lado, a ocorrência de um grupo ocupando mais da metade da barra significa sua dominância (>50%), como é o caso de fitoflagelados em vários pontos da UGRHI 5 e de cianobactérias em reservatórios do Sistema Cantareira, nos reservatórios Billings e Itupararanga, além de outros localizados no médio e baixo Tietê, o que pode indicar um ambiente mais impactado.

Figura 6.3 – Estrutura da comunidade fitoplanctônica - 2019.



Reclamações atendidas pela CETESB, em 2019, envolvendo Florações de microalgas

A somatória de fatores como crescimento demográfico, despejo de esgotos, atividades agrícolas e pecuárias e fatores climáticos têm contribuído para o aumento da ocorrência, frequência e duração de florações de cianobactérias no estado. Por consequência também foi registrado aumento de desconforto da população em relação aos mais variados problemas como odores desagradáveis, mortes de peixes e prejuízo a atividades recreacionais decorrentes desses episódios.

Em 2019, ocorreram florações de cianobactérias no estado de São Paulo em praticamente todos os meses do ano, as quais foram registradas por meio da Rede de Monitoramento e do atendimento a reclamações da população, em diferentes regiões do estado. Nesses episódios, como nos registrados na região do Baixo rio Tietê e seus afluentes, a CETESB elabora Pareceres e/ou Notas Técnicas, divulgados à população, a fim de instruí-la sobre os riscos do contato com água que apresente nata de cianobactérias.

Os reservatórios de Promissão e de Nova Avanhandava, localizados no rio Tietê, foram palco de uma série de eventos envolvendo florações de algas e mortandades de peixes, cujos atendimentos pela CETESB, em 2019, tiveram início em 22 de janeiro, após reclamação da população e constatação de alteração da cor das águas que banham o município de Barbosa. Amostragens realizadas no município evidenciaram um ambiente desequilibrado ambientalmente, com dominância de cianobactérias e elevadas densidades de células desses organismos, entre $117.252 \text{ céls mL}^{-1}$ a $831.532 \text{ céls mL}^{-1}$, sendo o gênero dominante *Microcystis*, potencialmente produtor de cianotoxinas.

Nos ensaios para detecção de cianotoxinas a saxitoxina foi quantificada em apenas uma das amostras, com valor próximo ao limite de quantificação ($0,02 \mu\text{g L}^{-1}$) e bem abaixo do recomendado no Anexo XX da Portaria do Ministério da Saúde de Consolidação nº 5/2017 para água tratada, de $3 \mu\text{g L}^{-1}$. Os valores de microcistina variaram de $2,61 \mu\text{g L}^{-1}$ a $31,90 \mu\text{g L}^{-1}$, superando os valores recomendados para água tratada de $1 \mu\text{g L}^{-1}$.

Ainda em janeiro, mortandades de peixes associadas a florações de microalgas foram relatadas pela prefeitura do município de Sabino, na prainha municipal. A CETESB acompanhou o evento e recebeu relatórios de vistorias realizadas pela Prefeitura local. Em fevereiro foram registradas florações nos municípios de Novo Horizonte e Barbosa, constatadas por vistoria realizada por agentes credenciados da CETESB, em atendimento às reclamações da população em relação à coloração verde e ao mau cheiro da água do rio.

Também em fevereiro, florações foram constatadas em Santa Fé do Sul, nas margens do reservatório de Ilha Solteira. Vistorias foram realizadas pela CETESB no local, sendo constatada alteração da coloração da água (verde) e forte odor, provavelmente em razão de elevadas densidades de cianobactérias. Não foram realizadas análises para quantificação de cianobactérias.

Em março, florações continuavam a ocorrer em um braço do reservatório de Promissão no rio Tietê em Sabino, e a situação foi informada à CETESB pela prefeitura municipal. A CETESB tem um histórico de atendimento a florações de cianobactérias nesse município, sendo as principais causas desses eventos a eutrofização do rio e a baixa circulação de água do braço, que não é suficiente para dissipar as florações, além dos efluentes locais.

Entre final de março e abril foram registrados eventos de mortandade de peixes e floração de cianobactérias que atingiram os municípios de Adolfo, Zacarias, Sales e Mendonça. Para a caracterização do cenário foram realizadas nove amostragens em diversos pontos do rio, abrangendo esses municípios. Os resultados evidenciaram um ambiente com densidades de células de cianobactérias variando entre 35.634 a $236.617 \text{ céls mL}^{-1}$ e predomínio do gênero *Microcystis* na maioria das amostragens. Não foram quantificadas saxitoxinas

na água bruta, e o maior valor de microcistina foi de $7,80 \mu\text{g L}^{-1}$, superando o valor recomendado para água tratada de $1 \mu\text{g L}^{-1}$, conforme o Anexo XX da Portaria do Ministério da Saúde de Consolidação nº 5/2017.

Ainda em abril, a CETESB foi acionada pela Vigilância Sanitária do município de Brejo Alegre, na margem esquerda do reservatório de Nova Avanhandava, reportando reclamação da população sobre mau cheiro em águas de braço do rio Tietê naquele município.

Já na Região do Rio Grande, em novembro, houve floração no reservatório de Graminha, município de Caconde, sendo registradas densidades de células de cianobactérias que variaram de $2.214 \text{ céls mL}^{-1}$ a $414.244 \text{ céls mL}^{-1}$. O gênero *Microcystis* esteve presente na maioria das amostras coletadas. Em dezembro, no reservatório Jaguará, no município de Rifaina, também foram constatados problemas relacionados a florações de microalgas. As densidades celulares de cianobactérias variaram de $3.875 \text{ céls mL}^{-1}$ a $519.638 \text{ céls mL}^{-1}$, com a presença de colônias grandes e densas de *Microcystis*.

Na maioria dos casos aqui relatados as florações foram caracterizadas por alteração da coloração da água, geralmente verde, porém é importante ressaltar que a cor varia de acordo com o organismo dominante. Em algumas ocasiões ocorreu a formação de "placas" com coloração esbranquiçada, devido à decomposição dos organismos, acompanhadas de reclamações de forte odor que, segundo a população, era muito desagradável.

A CETESB informa que quando for constatada floração de microalgas, não se recomenda a prática de recreação com contato primário, consumo de água para dessedentação ou cozimento de alimentos, e deve-se evitar o consumo de peixes provenientes desses locais, uma vez que as microalgas podem causar reações alérgicas no contato dérmico, além de serem potencialmente produtores de cianotoxinas que, quando presentes, podem causar intoxicações com intensidade e consequências que variam com a concentração da toxina ingerida, peso corpóreo do indivíduo, estado nutricional, entre outros fatores.

6.3.2 Comunidade Zooplanctônica

Para a análise da comunidade zooplanctônica foi aplicado o Índice de Comunidade Zooplanctônica (ICZ_{RES}), como também foram estimadas as densidades de organismos dos grupos Rotifera, Cladocera e Copepoda. As amostras analisadas foram coletadas em nove pontos em sete reservatórios, localizados em três UGHRI (5, 6 e 10). Os resultados mensais e as médias anuais do ICZRES constam da Tabela 9 do Apêndice J.

Os reservatórios amostrados do Sistema Cantareira (UGHRI 5 e UGHRI 6), Jacaré (ponto JCRE 00500), Atibainha (RAIN 00880) e Juqueri (JQU 00900) mantiveram a condição média Regular de anos anteriores. Apenas o reservatório Jaguari (ponto JARI 00800) apresentou condição média anual Ruim, sendo essa situação observada desde 2017 (Tabela 6.3), embora naquele ano (2017) todos os meses analisados tenham apresentado condição Ruim, enquanto nos anos 2018 e 2019 a condição Ruim foi observada apenas no período chuvoso (janeiro e novembro).

Na UGHRI 6, além do reservatório Juqueri (JQU 00900), também foram amostrados os reservatórios Billings e Guarapiranga. No reservatório Billings, o ponto BILL 02100 manteve a condição média anual Péssima, enquanto o ponto BITQ 00100 apresentou condição Ruim, uma melhora já que a condição Péssima vinha se mantendo por vários anos (Tabela 6.3). No reservatório Guarapiranga o ponto GUAR 00100, na região do rio Parelheiros, voltou a apresentar condição média anual Péssima, e o ponto GUAR 00900, na região da captação, manteve a condição Ruim. Para a UGHRI 10, no reservatório Barra Bonita (ponto TIBB 02700), também foi observada a condição média anual Ruim.

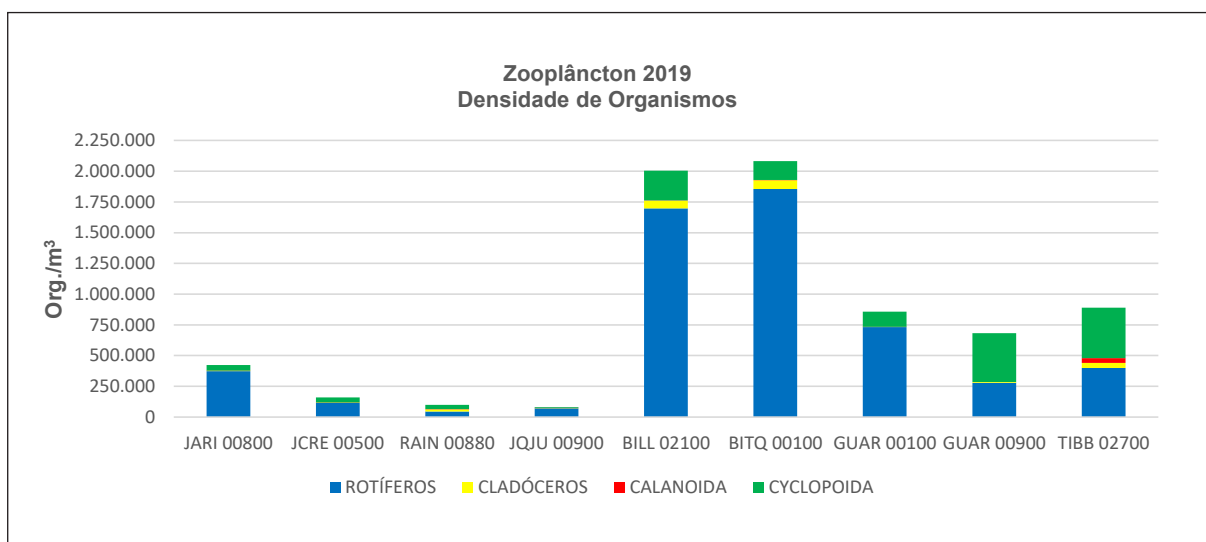
Tabela 6.3 – Evolução da classificação segundo o ICZRES médio anual entre 2014 e 2019.

UGRHI	Corpo Hídrico	Ponto	2014	2015	2016	2017	2018	2019
5	Reservatório Jaguarí	JARI 00800		N.R.				
	Reservatório do Rio Jacaré	JCRE 00500						
	Reservatório do Rio Atibainha	RAIN 00880		N.R.	N.R.	N.R.		
6	Reservatório do Juquerí ou Paiva Castro	JQUJ 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.: coleta de zooplâncton não realizada

Os reservatórios com condição Ruim e Péssima apresentaram densidades médias anuais acima de 250.000 org. m⁻³ (Gráfico 6.8), sendo as maiores densidades de organismos registradas no reservatório Billings (BILL 02100 e BITQ 00100), onde foram observadas as médias anuais de 2.004.361 org. m⁻³ (BILL 02100) e 2.083.527 org. m⁻³ (BITQ 00100).

Gráfico 6.8 – Densidade média anual e distribuição dos grupos da comunidade zooplancônica dos reservatórios Jaguarí (JARI 00800), Jacaré (JCRE 00500), Atibainha (RAIN 00880), Juqueri (JQUJ 00900), Billings (BILL 02900 e BITQ 00100), Guarapiranga (GUAR 00100 e GUAR 00900), e Barra Bonita (TIBB 02700) em 2019.

O grupo Rotífera contribuiu significativamente para os altos valores nos pontos BILL 02100, próximo ao braço do Bororé, e BITQ 00100, no braço do Taquacetuba, com destaque para a espécie *Brachionus forficula*. Em janeiro, no ponto BILL 02100, a densidade e a abundância relativa dessa espécie foram 5.058.889 org./m³ e 95,7%, respectivamente. No ponto BITQ 00100 os valores de densidade de organismos e abundância relativa (%) para *Brachionus forficula* foram 1.396.667 org. m⁻³ (77,6%) em janeiro, e 1.157.500 org. m⁻³ (38,6%) em

dezembro. A espécie *Polyarthra* sp. também contribuiu para os valores elevados de zooplâncton no ponto BITQ 00100, com densidade de 1.016.944 org. m⁻³ em julho, e 785.000 org. m⁻³ em dezembro.

De acordo com dados da literatura, elevadas densidades e predomínio de determinadas espécies de Rotífera podem ser observados durante o florescimento de cianobactérias (GREEN, 2011). Nos dois pontos amostrados no reservatório Billings (BILL 02100 e BITQ 00100), são frequentes as florações de cianobactérias, com dominância do gênero *Microcystis*.

Assim como em anos anteriores, as classificações de qualidade obtidas e os organismos presentes em cada reservatório analisado estiveram relacionados com a sua condição trófica. Nos pontos com condição Ruim ou Péssima foram observadas espécies frequentemente dominantes em ambientes eutrofizados, como os rotíferos *Brachionus angularis*, *Brachionus calyciflorus*, *Brachionus forficula*, *Kellicottia bostoniensis*, *Keratella cochlearis*, *Polyarthra* sp., cladóceros de pequeno porte, como *Bosmina* sp., e os copépodes *Acanthocyclops robustus* e *Thermocyclops decipiens*. Nos ambientes com condição Regular, o cladóceros *Bosminopsis deitersi* foi muito frequente, sendo o predomínio dessa espécie relacionado a locais oligotróficos/mesotróficos.

6.3.3 Comunidade de Macroinvertebrados Bentônicos

Em 2019, foi efetuado o diagnóstico da qualidade ambiental por meio da avaliação da comunidade bentônica em 17 localidades, das quais oito eram reservatórios e nove rios. A relação dos ambientes avaliados está no Quadro 6.1.

Quadro 6.1 – Locais de amostragem da comunidade bentônica em 2019.

UGRHI	Código	Local	Municípios
2	UAMA00600	Rio Piracuama	Pindamonhangaba
	JKUI002500	Rio Jacuí	Cunha
5	JUMI00250	Rio Jundiá Mirim	Jundiá
	ATSG02800	Reservatório Salto Grande	Americana
6	JNDI00450	Reservatório Jundiá	Mogi das Cruzes
	RGDE02400	Reservatório do Rio Grande	Santo André
	BILL02100	Reservatório Billings	São Paulo
	GUAR00900	Reservatório Guarapiranga	São Paulo
	COGR00900	Reservatório das Graças	Cotia
7	ANCO02600	Rio Branco	São Vicente
9	MOGU02125	Rio Mogi-Guaçu	Mogi-Guaçu
	MOCA02900	Reservatório Cachoeira de Cima	Mogi-Guaçu
	MOMI03950	Rio Mogi-Mirim	Mogi-Mirim
11	RIBE02650	Rio Ribeira	Iporanga
20	RECA02900	Ribeirão das Marrecas	Panorama
22	RLAN02500	Represa Laranja-Doce	Martinópolis
	KAIU02950	Ribeirão Caiuá	Presidente Epitácio

Os ambientes foram diagnosticados segundo sua qualidade por meio do Índice da Comunidade Bentônica – ICB, pelo qual os locais são classificados em **Ótimo**, **Bom**, **Regular**, **Ruim** ou **Péssimo**, em razão da estrutura de sua comunidade de organismos bentônicos. Mais detalhes acerca da composição do índice e de seu cálculo podem ser obtidos no Apêndice D deste relatório.

Em geral, para os reservatórios, o diagnóstico da qualidade ambiental é feito com base no ICB_{RES-P} (ICB para região profunda). Contudo, para o reservatório das Graças e a represa Laranja-Doce, em razão de suas baixas profundidades de coleta, o diagnóstico foi feito com base nas métricas e pontuações empregadas para a região sublitoral (ICB_{RES-SL}).

Dentre os ambientes analisados, o rio Piracuama, em Pindamonhangaba, foi classificado como **Ótimo**, ou seja, não apresentou desvio da condição natural. Foi o local com a maior Riqueza observada ($S=38$), inclusive de organismos sensíveis ($S_{sens}=7$). No entanto, o ambiente não obteve o valor mais alto de diversidade, devido à dominância de Chironomini na comunidade. O predomínio e a elevada densidade desses organismos indicam enriquecimento orgânico que, se intensificado, poderá, nos próximos anos, alterar a qualidade observada. Fontes difusas podem ser responsáveis pelo enriquecimento do ambiente, visto que no local não há indícios de lançamentos pontuais de efluentes e a mata ciliar se encontra estreita em sua margem direita.

Por outro lado, o reservatório Billings (BILL 02100), em São Paulo, foi classificado como **Péssimo**, situação na qual não são observados organismos integrantes da comunidade de macroinvertebrados bentônicos sendo, portanto, o ambiente denominado azoico. Vale ressaltar que no período de 2002 a 2014, quando o biomonitoramento com macroinvertebrados nesse local foi contínuo, esse mesmo diagnóstico só havia sido observado em 2013, tendo predominado ao longo do tempo a classificação **Ruim**. A quase ausência de oxigênio dissolvido na água próxima ao sedimento ($0,3 \text{ mg L}^{-1}$ a 13 m de profundidade) pode ser a causa para a não colonização da região, mesmo por organismos mais tolerantes.

Dentre os demais ambientes, sete foram classificados como **Bom**, a saber: os rios Jacuí, Mogi-Guaçu e Ribeira, o Ribeirão das Marrecas, os reservatórios das Graças e Cachoeira de Cima e a represa Laranja-Doce. Dentre esses ambientes lóticos, o ribeirão das Marrecas foi o que apresentou a maior Riqueza ($S=22$), o maior valor de diversidade e a presença de dois táxons sensíveis da ordem Trichoptera (Leptoceridae e Hydroptilidae), contudo em baixa densidade. A elevada densidade de organismos na comunidade e sua dominância por formas tolerantes, principalmente Naidinae (Oligochaeta), são indicativos de que o ambiente está em processo de enriquecimento orgânico. O diagnóstico da biota é corroborado pelos indicadores de enriquecimento orgânico por aporte de esgotos, como se pode observar para as concentrações de fósforo e de *E. coli* e, se mantidas as fontes, o corpo de água seguirá em processo de degradação da qualidade ambiental e consequente empobrecimento das comunidades aquáticas. Além desse impacto, cabe destacar que foram registradas duas espécies exóticas invasoras de moluscos (*Melanoides tuberculatus* e *Corbicula fluminea*), embora correspondam a apenas 1% da densidade total de organismos no local. Em situação semelhante encontram-se os rios Mogi-Guaçu e Ribeira, com valores de diversidade e Riqueza pouco menores, contudo com maior Riqueza de táxons sensíveis. O trecho do rio Mogi-Guaçu avaliado, localizado a montante do município de mesmo nome, e do reservatório Cachoeira de Cima, mostrou melhor qualidade ecológica que os trechos a jusante, investigados em anos anteriores, mas já apresenta proporção expressiva (9%) de uma espécie exótica invasora (*C. fluminea*). O rio Ribeira reproduziu os diagnósticos obtidos entre os anos de 2009 e 2011, diferentemente da condição Regular obtida em 2015. A espécie exótica *C. fluminea* também foi

observada no local, mas com uma baixa abundância relativa (<1%). Tanto o rio Ribeira como o Mogi-Guaçu apresentaram elevada abundância de organismos, incluindo aqueles considerados tolerantes, o que indica enriquecimento orgânico, provavelmente de fontes remotas de esgotos domésticos, segundo os resultados microbiológicos. Na comunidade de macroinvertebrados do rio Jacuí houve predomínio de organismos semi-tolerantes. Diferentemente dos demais rios com o mesmo diagnóstico, os organismos mais abundantes foram larvas de quironomídeos da tribo Orthocladiinae, presentes quase que exclusivamente em ambientes lóticos. Embora a biota não exiba características indicativas de enriquecimento orgânico, os resultados microbiológicos obtidos demonstram que o rio sofre despejo de esgotos, o que poderá alterar sua condição boa.

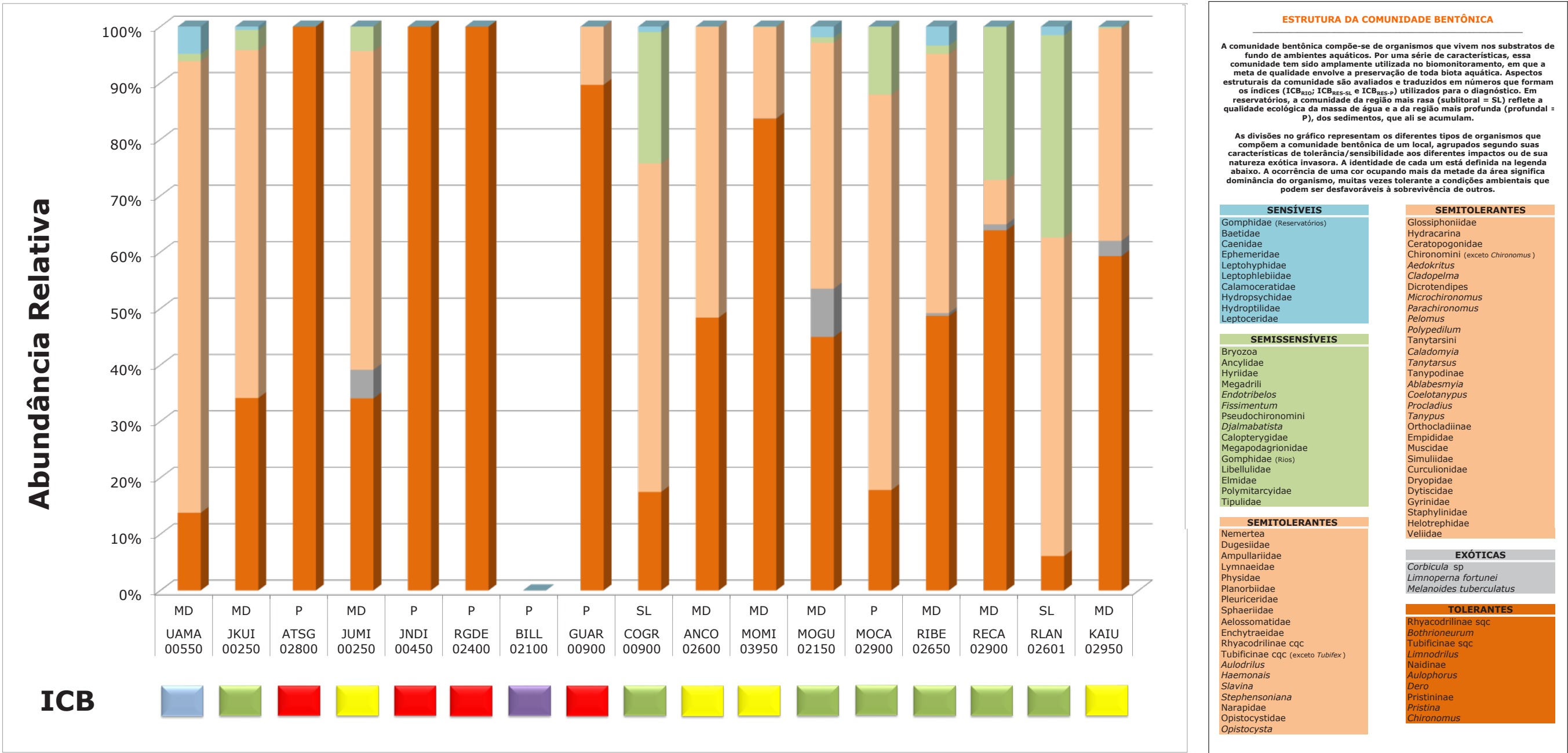
A represa Laranja-Doce foi, dentre os ambientes lênticos, aquele que apresentou os melhores indicadores de qualidade ambiental, como a maior Riqueza, inclusive de táxons sensíveis ($S=27$; $S_{sens}=2$), a maior diversidade, o menor valor de dominância, a maior densidade de espécies semissensíveis (Figura 6.4) e a maior relação entre Tanytarsini/Chironomidae. Tanytarsini é o táxon que agrupa as formas mais sensíveis dentro da família Chironomidae. Também com o diagnóstico **Bom**, contudo com valores decrescentes de Riqueza e Diversidade, seguem o Reservatório das Graças ($S=17$; $ICS=15,37$) e o reservatório Cachoeira de Cima ($S=13$; $ICS=8,56$). Conforme citado anteriormente, na represa Laranja-Doce e no reservatório das Graças as coletas foram efetuadas em profundidade inferior a seis metros, sendo adotadas, portanto, as métricas para a região sublitoral. A menor profundidade pode influenciar a Riqueza, pois a penetração de luz possibilita a colonização por elementos da cadeia alimentar de pasteio, baseada na produção primária, além daqueles que obtêm sua energia da decomposição. Consequentemente, espera-se que a comunidade seja naturalmente mais diversificada. No reservatório das Graças foi observado apenas um táxon sensível (Gomphidae), e verificou-se maior abundância de Bryozoa, um grupo de organismos filtradores. Em 2019, a despeito da hipóxia observada na sua água de fundo ($0,58 \text{ mg L}^{-1}$ de OD), o reservatório Cachoeira de Cima, obteve o mesmo diagnóstico das campanhas de 2011 e 2012, contudo o organismo mais abundante desta vez foi *Procladius*, como em 2011. Este gênero de Tanypodinae (Chironomidae) é comumente observado na região profunda de reservatórios. Tanypodinae é uma subfamília de Chironomidae que reúne predadores, principalmente de outros quironomídeos e oligoquetas, grupos que também foram abundantes na comunidade. Nesses três reservatórios não foram observadas espécies exóticas-invasoras. Inclusive, no reservatório Cachoeira-de-Cima em razão da presença relatada de *Limnoperna fortunei* pela operadora do reservatório, fez-se também uma coleta de amostra na região sublitoral e inspeção visual nas margens em busca de evidências da ocorrência da espécie, não sendo encontradas evidências e tampouco organismos exóticos nessas amostras.

Foram classificados como **Regular** os rios Jundiaí-Mirim, Branco, Mogi-Mirim e Caiuá. De modo geral, esses locais apresentaram altas densidades de organismos, com predominância de organismos tolerantes e semitolerantes (Figura 6.4), reflexo de ambiente enriquecido com matéria orgânica, geralmente sob influência de aporte de efluentes domésticos. Cabe ressaltar que, o rio Branco está localizado no município de São Vicente, na vertente litorânea, e sofre influência das marés. Uma evidência daquela dinâmica foi a observação nas amostras de um grupo predominantemente marinho (Polychaeta das famílias Nereididae e Glyceridae). O rio Mogi-Mirim manteve a classificação obtida nos anos de 2017 e 2018, confirmando a alteração na biota decorrente do lançamento de esgotos do município de mesmo nome. O rio Jundiaí-Mirim apresentou baixa densidade de organismos (menos de 2000 ind. m^{-2}), também com predominância de organismos semitolerantes. A baixa densidade encontrada pode estar associada à toxicidade observada no sedimento por meio

de ensaio ecotoxicológico com organismo bentônico e/ou à dragagem de desassoreamento com escavadeira, efetuada no rio semanas antes da coleta conforme relatado em reportagem de jornal da região (<https://www.jornaldacidade.com.br/geral/prefeitura-realiza-dragagem-do-rio-jundiai-mirim,303415.jhtml>, acesso em mar/20), estando, portanto, a comunidade em processo de recuperação. Com relação à ocorrência de espécies exóticas invasoras naqueles rios, o berbigão (*Corbicula fluminea*) somente não foi observado no rio Branco. Nos mesmos locais ocorreram bivalves nativos da família Sphaeriidae, que habitam substrato não consolidado, assim como *C. fluminea*, e seriam potencialmente prejudicados pela competição com essa espécie exótica. Além de *C. fluminea*, no ribeirão Caiuá também foram registradas *Limnoperna fortunei* (mexilhão dourado) e *Melanoides tuberculatus*, gastrópode exótico invasor com hábito de vida semelhante a Pleuroceridae, família de gastrópodos nativos que também ocorreram naquele local.

O diagnóstico **Ruim**, no ano de 2019, ficou restrito à região profunda dos reservatórios Salto Grande, Jundiá, Guarapiranga e Rio Grande, o primeiro localizado na UGRHI 5 e os demais na UGRHI 6. Todos esses ambientes mostraram-se organicamente enriquecidos, com elevadas concentrações de fósforo nos sedimentos, cuja principal fonte são efluentes, principalmente aqueles de origem doméstica. O fósforo presente nos sedimentos é fruto de lançamentos recentes ou pretéritos, sendo eventualmente disponibilizado à coluna de água, integrando o metabolismo dos seres vivos e retornando ao sedimento na forma de matéria orgânica, como excretas ou matéria morta. Em razão desse ciclo, mesmo que cessado o aporte de afluentes em suas águas, o reservatório pode manter por longo prazo seu grau de eutrofização, dependendo de vários fatores como, por exemplo, seu tempo de residência, pois ambientes lênticos favorecem a acumulação do fósforo no sedimento. As comunidades bentônicas desses reservatórios foram dominadas por organismos tolerantes à baixa concentração de oxigênio dissolvido, condição comum em ambientes com elevado enriquecimento orgânico, observada especialmente no reservatório do Rio Grande (1,92 mg L⁻¹). Além disso, exibiram densidades baixas de organismos, que podem estar associadas a um ambiente restritivo, seja por baixa concentração de oxigênio dissolvido ou pela toxicidade. No entanto, apenas no reservatório do Rio Grande foi observado efeito tóxico agudo em ensaio com organismo bentônico, o que pode ser resultado das altas concentrações de cobre e mercúrio no sedimento, decorrentes, no primeiro caso, da aplicação de algicidas e, no segundo, decorrente de lançamentos pretéritos de efluentes industriais. Nos ambientes com classificação **Ruim** não foram observadas espécies exóticas invasoras.

Figura 6.4 – Estruturas das comunidades bentônicas em 2019.



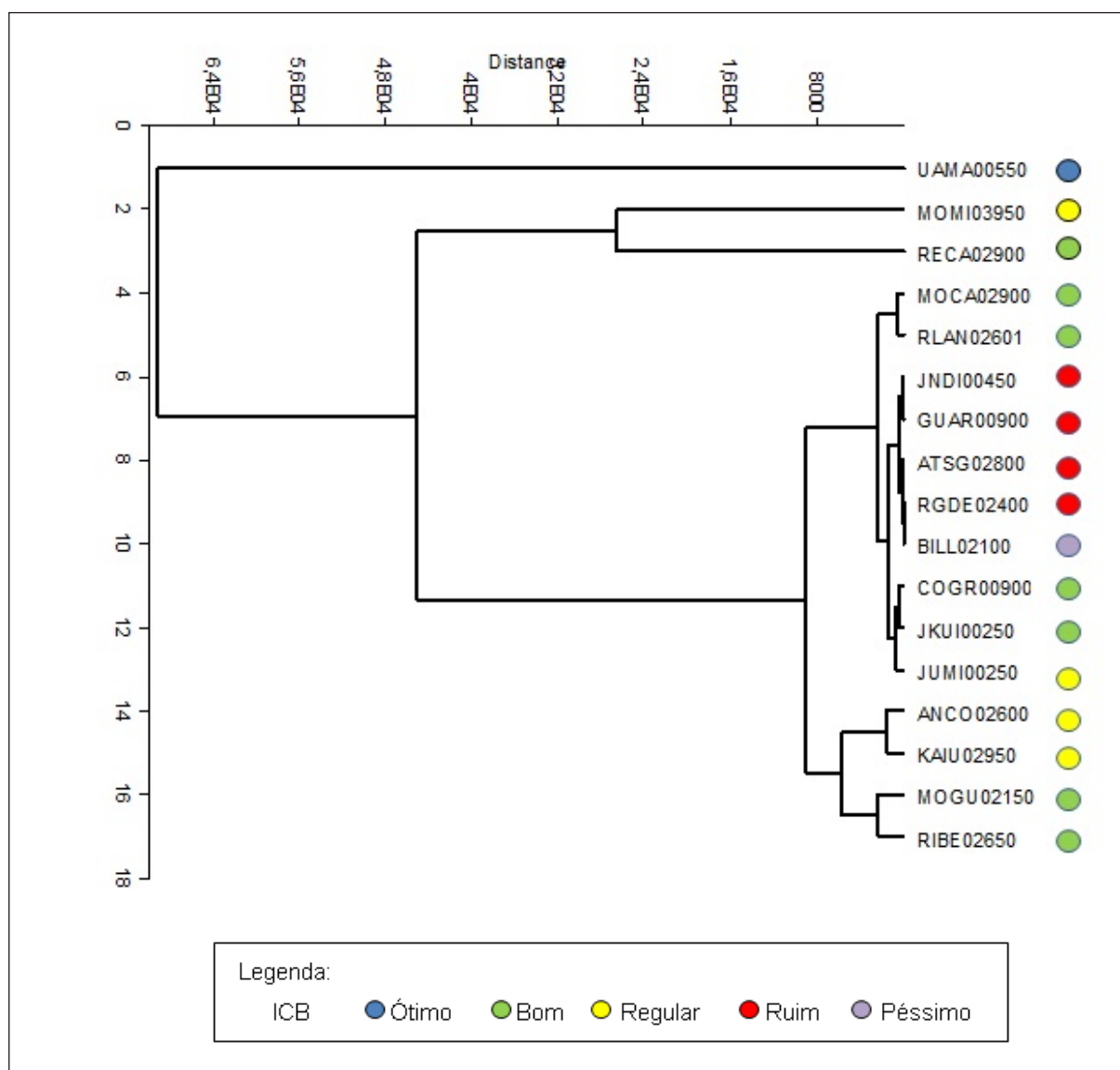
Os dados quantitativos de densidade obtidos para todas as localidades foram empregados em uma análise de agrupamento, adotando-se a Distância Euclidiana como índice e agrupamento pelo método de Ward (Figura 6.5). O nível taxonômico foi padronizado para aquele empregado em rios, ou seja, família para a maioria dos grupos. Pela imagem nota-se que, de certa forma os ambientes foram separados por diagnóstico de qualidade e por tipologia (rios e reservatórios). O rio Piracuama, único ambiente dentre os amostrados a obter diagnóstico Ótimo, destacou-se dos demais ambientes na representação dos grupos.

Os reservatórios formaram um grande grupo, e dentro desse subgrupo reuniu os reservatórios com diagnóstico **Ruim** (Salto Grande, Rio Grande, Jundiá e Guarapiranga) e **Péssimo** (Billings). Outro grupo foi formado por reservatórios que apresentaram diagnóstico **Bom** (Cachoeira de Cima e Laranja-Doce). Um grupo foi formado pelos reservatório das Graças, rios Jacuí e Jundiá-Mirim, este último com diagnóstico Regular. Os dois rios apresentaram densidades relativamente mais baixas, quando comparadas com as dos demais rios e mais próximas daquelas observadas em reservatórios.

Outros dois grupos foram formados com rios. O maior foi formado por dois subgrupos, cada um com um par de locais que obtiveram a mesma classificação de qualidade, mas distintos entre si: rios Ribeira e Mogi-Guaçu (**Bom**) e rios Branco e Caiuá (**Regular**). Os quatro locais obtiveram densidades totais similares, em torno de 10^3 ind. m^{-2} . A presença mais significativa de grupos sensíveis nos dois primeiros ambientes pode tê-los distinguido dos demais. Outro grupo foi formado por rios de classificações distintas: Ribeirão das Marrecas (**Bom**) e rio Mogi-Mirim (**Regular**). O ribeirão das Marrecas apresentou Riqueza próxima ao dos demais rios com a mesma classificação, contudo a densidade de organismos foi muito elevada e similar entre os dois locais (64.960 ind. m^{-2} , no ribeirão das Marrecas e 56.634 ind. m^{-2} , no rio Mogi-Mirim), assim como a dominância por formas tolerantes.

O resultado da avaliação dos dados quantitativos por análise multivariada mostrou coerência com os diagnósticos obtidos pelos índices.

Figura 6.5 – Dendrograma resultante da análise de agrupamento por meio da Distância Euclidiana e ligação pelo Método de Ward.



Por meio de uma analogia entre as classes de uso dos corpos de água e a classificação do ambiente com o emprego do ICBRIO e ICBRES-SL, presume-se 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). Do mesmo modo, a classificação RUIM (ICB=4) pela biota, deveria ocorrer apenas em ambientes enquadrados como Classe 4. Para avaliação da região profunda de reservatórios com o ICB_{RES-P} não é aplicável essa analogia, visto que é voltada para a qualidade dos sedimentos e não da água, objeto da referida Resolução. Ressalte-se que o enquadramento legal dos corpos de água é focado no uso antrópico, principalmente, sem compromisso com a manutenção da condição natural dos ambientes, sobretudo nas classes 2, 3 e 4.

Quadro 6.2 – Qualidade ecológica dos corpos de água medida pelo ICB com relação ao seu enquadramento.

ICB correspondente ao enquadramento	ICB não correspondente ao enquadramento
Rio Piracuama	Rio Jacuí
Rio Mogi-Guaçu	Reservatório das Graças
Rio Mogi-Mirim	Rio Branco
Rio Ribeira	Ribeirão Caiuá
Ribeirão das Marrecas	Rio Jundiá-Mirim
Represa Laranja-Doce	

Nesse sentido, dentre as localidades avaliadas com a comunidade bentônica, pode-se concluir que a qualidade ambiental refletida no índice ICB é concordante com a classificação dos rios Piracuama, Mogi-Guaçu, Mogi-Mirim, Ribeira, e ribeirão das Marrecas e represa Laranja-Doce. Por outro lado o Reservatório das Graças, o ribeirão Caiuá e os rios Branco, Jacuí e Jundiá-Mirim não apresentaram resultado para o ICB condizente com o enquadramento previsto pela legislação (Quadro 6.2), estando na maioria dos casos a uma classe de distância daquela prevista, exceto o rio Jundiá-Mirim, que estaria duas classes aquém de seu enquadramento.

6.3.4 Espécies Exóticas Invasoras - EEI

Entende-se por espécie exótica todo organismo presente em área diferente de sua distribuição natural. O principal vetor de disseminação de espécies exóticas é o homem, que pode fazê-lo de forma acidental ou intencional. Quando ocupa uma nova área a espécie, mediante seus hábitos generalistas, oferta de alimento e ausência de predadores naturais pode se reproduzir em demasia, exercendo pressão por competição ou predação sobre as espécies nativas. Quando isso ocorre, a espécie recebe também a alcunha de invasora e é denominada, portanto, como exótica invasora. As espécies exóticas invasoras representam um dos principais fatores de perda de diversidade na natureza. Sua erradicação é praticamente impossível em ecossistemas aquáticos, sendo a prevenção da dispersão a melhor forma de gestão do problema. Qualquer forma de transporte fluvial e de transposição de águas entre bacias é potencial dispersor de espécies exóticas. Nesse sentido, é importante reduzir essas práticas ou adotar medidas mitigadoras, como a limpeza e desinfecção de embarcações que precisem transpor bacias hidrográficas.

Na avaliação da comunidade bentônica em ecossistemas de água doce, os organismos exóticos invasores mais observados são moluscos: os bivalves *Limnoperna fortunei* (mexilhão-dourado) e *Corbicula fluminea*; trazidos da Ásia para a América do Sul em água de lastro de navios, e o gastrópode *Melanoides tuberculatus*, originário da África e introduzido no ambiente muito provavelmente, por meio da aquariofilia. A espécie *C. fluminea* é a mais disseminada nos ambientes. Ocorre em substrato inconsolidado e compete com as diferentes espécies nativas de mesmo hábito por espaço e alimento. O mesmo pode-se dizer do gastrópode *M. tuberculatus*. Dos 17 locais avaliados em 2019, foram observadas espécies exóticas invasoras nos rios Jundiá-Mirim, Mogi-Mirim, Mogi-Guaçu, Ribeira, e nos ribeirões Caiuá e das Marrecas. *C. fluminea* ocorreu em todos esses ambientes, sendo que no rio Mogi-Guaçu a abundância relativa da espécie foi mais expressiva, chegando a aproximadamente 9% dos organismos coletados. *M. tuberculatus* ocorreu concomitantemente com *C. fluminea* no ribeirão das Marrecas. *L. fortunei*, diferentemente de *C. fluminea*, necessita de um substrato consolidado, que pode ser uma estrutura de concreto submersa, uma garrafa PET, uma corda ou até mesmo a concha de outro molusco.

Essa espécie, em 2019 ocorreu apenas no ribeirão Caiuá, juntamente com as outras duas espécies de moluscos invasores citadas. Este corpo de água deságua no rio Paraná, no remanso do Reservatório Porto Primavera, porta de entrada desse molusco no estado de São Paulo. É importante ressaltar que em todos os ambientes em que foram observadas espécies exóticas invasoras ainda estavam presentes representante de espécies nativas, sendo a família Sphaeriidae, a mais frequente, observada também em todas as seis localidades.

O dinoflagelado do gênero *Ceratium*, 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) tem apresentado aumento de sua ocorrência nos monitoramentos. Em 2016, sua presença foi registrada em 15 pontos, em 2017, sua presença foi registrada em 16 pontos, em 2018 foi registrada em 18 pontos e em 2019, 19 pontos. Essa variação possivelmente está relacionada à capacidade desse organismo de migrar na coluna de água e desse modo não ser capturado na coleta, que é superficial. Assim, é importante salientar que mesmo nos pontos onde não houve registro de sua ocorrência não significa que ele esteja ausente.

6.3.5 Diagnóstico Integrado das Comunidades Aquáticas

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

Em 2019, 13 locais foram avaliados quanto a sua qualidade para a vida aquática, com o uso de pelo menos duas comunidades, tendo sido elaborado um diagnóstico integrado da biota e do Índice de Proteção à Vida Aquática - IVA. O Quadro 6.3 apresenta esses diagnósticos, assim como um histórico das classificações procurando identificar os principais problemas observados nesses locais.

Em dois desses pontos, os reservatórios das Graças e o Cachoeira de Cima, foram observadas condições Boas para a biota aquática. Nos reservatórios Atibainha, Jacaré e Juqueri, integrantes do Sistema Cantareira, os diagnósticos integrados indicaram condição Regular sendo registrada, em todos eles, a presença de cianobactérias potenciais produtoras de toxinas. Em quase metade dos ambientes (seis) a biota indicou condição Ruim. São eles: os reservatórios Salto Grande/Americana, Barra Bonita, Jaguari, Jundiá, o braço do rio Taquacetuba (no reservatório Billings) e a região da captação na Guarapiranga. Em dois ambientes, o corpo central da Billings e o braço do rio Parelheiros, na Guarapiranga, o diagnóstico integrado mostrou qualidade Péssima para a vida aquática. A principal causa da degradação nesses locais foi o enriquecimento orgânico decorrente do lançamento de esgotos, que promove a eutrofização em grande parte destes corpos de água. Houve presença de exótico invasor *Ceratium* em seis locais a saber, reservatórios Billings (Taquacetuba e Corpo central), Guarapiranga (Captação e Parelheiros), Jundiá e Barra Bonita.

Quadro 6.3 – Avaliação integrada das comunidades biológicas.

UGRH	Ponto (Corpo-d'água)	Análise	2014	2015	2016	2017	2018	2019	Diagnóstico Integrado	2019
			Diagnóstico							Comentário
5	ATSG 02800 (Res. Salto Grande)	Fitoplâncton	-	-	-					Condição ruim para a vida aquática. Ambiente eutrófico com dominância de cianobactérias em duas das três amostragens com elevadas densidades de gêneros potencialmente produtores de cianotoxinas, <i>Cylindrospermopsis</i> , <i>Microcystis</i> e <i>Planktothrix</i> . Fauna bentônica da região mais profunda dominada por grupos tolerantes associados a macrófitas aquáticas, mas em baixa densidade, indicando condições restritivas mesmo à sua colonização.
		Bentos P	-	-	-	-	-			
		IVA								
	"JARI 00800 (Res. Jaguarí)"	Fitoplâncton								Condição ruim para a biota aquática. Ambiente mesotrófico. Predomínio de <i>Cylindrospermopsis</i> , gênero potencialmente produtor de cianotoxinas.
		Zooplâncton		-						
		IVA								
	"RAIN 00880 (Res. Atibainha)"	Fitoplâncton								Ambiente oligotrófico. Condição regular para a vida aquática. Piora do ICF e densidade de células de cianobactérias acima do recomendado pela Resolução CONAMA nº357/2005 para classe 1 em 75% das amostragens, com a presença de <i>Cylindrospermopsis</i> (potencial produtor de cianotoxinas) ao longo do ano.
		Zooplâncton		-						
		IVA								
	"JCRE 00500 (Res. Jacaré)"	Fitoplâncton								Ambiente oligotrófico. Em 2018 foi mesotrófico. Condição regular para a vida aquática. Dominância de cianobactérias em todas as amostragens, com predomínio de <i>Cylindrospermopsis</i> (potencial produtor de cianotoxinas) e de gêneros picoplantônicos. A microcistina não foi quantificada e as concentrações de saxitoxina permaneceram abaixo do preconizado pelo Anexo XX da Portaria de Consolidação nº5/2017 para água potável.
		Zooplâncton								
		IVA								
6	JNDI 00500/00450 (Res. Jundiá)	Fitoplâncton								Condição ruim para a vida aquática. Fauna bentônica da região mais profunda dominada por grupos tolerantes, mas em baixa densidade, indicando condições restritivas mesmo à sua colonização. Ambiente mesotrófico, melhora do ICF, de modo geral as densidades totais de organismos por amostragens diminuíram em relação a 2018, assim como os períodos de dominância.Presença do dinoflagelado exótico invasor <i>Ceratium</i> .
		Bentos P	-	-	-	-	-			
		IVA								
	"BITQ 00100 (Braço do Taquacetuba)"	Fitoplâncton								Ambiente eutrófico. Condição ruim para a vida aquática. Apesar de ter apresentado grau de trofia maior em 2018 (supereutrófico), houve dominância de cianobactérias em aproximadamente 80% das amostragens e densidades celulares de cianobactérias acima do recomendado pela Resolução CONAMA nº357/2005 para classe 2 em todas as amostragens . Presença de cianobactérias potencialmente tóxicas, com predomínio de <i>Microcystis</i> e <i>Woronichinia</i> no fitoplâncton. Presença do dinoflagelado exótico invasor <i>Ceratium</i> .
		Zooplâncton								
		IVA								
	"BILL 02100 (Res. Billings)"	Fitoplâncton								Ambiente hipereutrófico. Condição péssima para a vida aquática, associada principalmente ao grau de trofia e ao elevado tempo de residência. Densidades celulares de cianobactérias acima do recomendado pela Resolução CONAMA nº357/2005 para classe 2 em todas as amostragens, com o maior valor de células do ano dentre todos os pontos amostrado (1.649.874 céls/ mL). Presença de cianobactérias potencialmente tóxicas (<i>Microcystis</i> e <i>Planktothrix</i>) no fitoplâncton. Presença do dinoflagelado exótico invasor <i>Ceratium</i> . Nenhum organismo bentônico foi observado na região profunda, podendo ser a baixa concentração de oxigênio dissolvido na água de fundo o fator de inibição à colonização.
		Zooplâncton								
		Bentos P		-	-	-	-			
		IVA								
	"GUAR 00100 (Res. Guarapiranga)"	Fitoplâncton								Ambiente supereutrófico. Condição péssima para a vida aquática, associada ao grau de trofia. Presença do dinoflagelado exótico invasor <i>Ceratium</i> e de cianobactérias potencialmente tóxicas, como <i>Woronichinia</i> e <i>Microcystis</i> e gênero picoplantônico e potencialmente tóxico <i>Aphanocapsa</i> .
		Zooplâncton								
		IVA								
	"GUAR 00900 (Res. Guarapiranga)"	Fitoplâncton								Ambiente supereutrófico. Condição ruim persistente para a biota aquática, associada principalmente ao grau de trofia. Presença de cianobactérias potencialmente tóxicas (<i>Woronichinia</i>) e dominância do gênero picoplantônico e potencialmente tóxico <i>Aphanocapsa</i> . A microcistina não foi quantificada e as concentrações de saxitoxina permaneceram abaixo do preconizado pelo Anexo XX da Portaria de Consolidação nº5/2017 para água potável. Presença do dinoflagelado exótico invasor <i>Ceratium</i> . Fauna bentônica da região mais profunda dominada por grupos tolerantes associados à macrófitas aquáticas, mas em baixa densidade, indicando condições restritivas mesmo à sua colonização.
		Zooplâncton								
		Bentos P	-	-	-	-	-			
		IVA								
	"JQUJ 00900 (Res. Juqueri)"	Fitoplâncton								Ambiente mesotrófico. Piora em relação a 2018 que foi oligotrófico. Condição regular para a biota aquática. De modo geral as densidades da comunidade fitoplanctônicas não são elevadas. Presença do gênero de cianobactéria potencialmente tóxico <i>Cylindrospermopsis</i> e abundância dos picoplantônicos <i>Cyanogranis</i> e <i>Aphanocapsa</i> (potencialmente produtor de microcistina). A microcistina não foi quantificada e as concentrações de saxitoxina permaneceram abaixo do preconizado pelo Anexo XX da Portaria de Consolidação nº5/2017 para água potável.
		Zooplâncton								
		IVA								
	COGR 00900 (Res. das Graças)	Fitoplâncton								Condição boa para a vida aquática indicada pela fauna bentônica e pelo fitoplâncton. A baixa profundidade do ambiente possibilita a ocorrência de uma maior diversidade de grupos mesmo a maior distância da margem. Ambiente Mesotrófico, melhora do ICF, com diminuição da densidade total da comunidade em três a quatro amostragens e sem dominância de cianobactérias.
		Bentos SL	-	-	-	-	-			
		IVA								
9	"MOCA 02990/02900 (Res. Cachoeira de Cima)"	Fitoplâncton								Ambiente mestrófico. Condição boa para a vida aquática indicada pela fauna bentônica e pelo fitoplâncton, embora não tenham sido observados organismos sensíveis na composição do bentos.
		Bentos P	-	-	-	-	-			
		IVA								
10	"TIBB 02700 (Res. Barra Bonita)"	Fitoplâncton								Ambiente supereutrófico. Condição ruim para a biota aquática. Piora da qualidade com aumento da densidade média anual de organismos e de células de cianobactérias no fitoplâncton. Presença do dinoflagelado exótico invasor <i>Ceratium</i> .
		Zooplâncton								
		IVA								

2 ■ Boa - Graças e Cahoeira de Cima
4 ■ Regular - Jacaré, Atibainha, Juqueri (Sistemas Cantareira)
4 ■ Ruim - Jaguarí (Sist. Cantareira), Salto Grande, Guarapiranga (Captação), Billings, Jundiá e Barra Bonita
2 ■ Péssima - Billings (corpo central), Guarapiranga (braço do Parelheiros)
Bentos: SL = Sublitoral, P = Profunda Diagnóstico " – " = Não Avaliado

6.4 ENSAIOS BIOANALÍTICOS

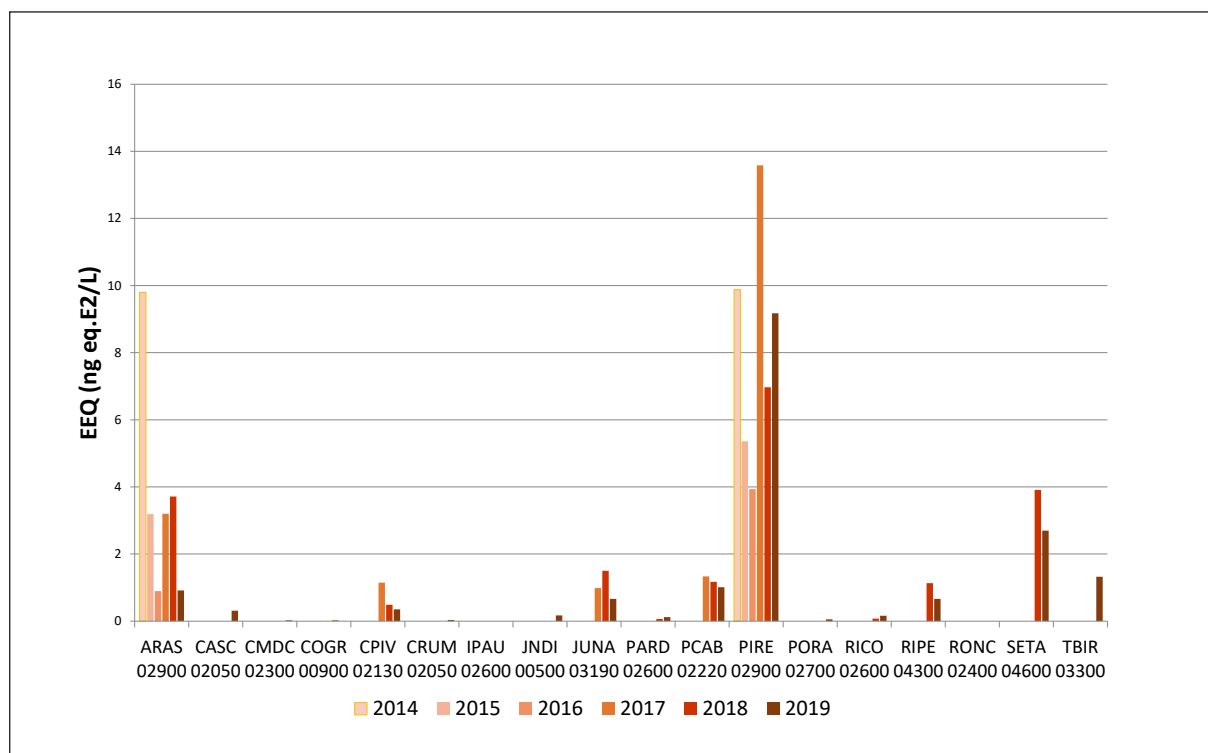
6.4.1 Interferentes endócrinos (atividade estrogênica)

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. Esses compostos podem atingir os corpos de água pela contaminação por efluentes domésticos, industriais, pesticidas ou outros compostos oriundos de poluição difusa.

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

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

O Gráfico 6.9 apresenta a atividade estrogênica média dos 18 pontos avaliados em 2019 com seu histórico, quando disponível. Houve alteração nos pontos monitorados em 2019, sendo que apenas os 11 pontos de pior histórico até 2018 foram mantidos. Embora com resultados representativos, o ponto do rio Cotia (COTI 03900) deixou de ser utilizado como captação e assim não foi avaliado em 2019. Foram incluídos sete novos pontos: Reservatório Cascata (CASC 02050 – captação de Marília), rio Camanducaia (CMDC 02300 – captação de Amparo), rio Corumbataí (CRUM 02050), rio Itapanhaú (IPAU 02600 – captação de Bertioga), Res. Jundiá (JNDI 00500 – Sistema Produtor Alto Tietê), rio Pirapora (PORA 02700 – captação de Salto de Pirapora) e rio Tibiriçá (TIBR 03300).

Gráfico 6.9 – Atividade estrogênica média nos locais avaliados em 2019.

Dentre os 18 locais avaliados, 15 apresentaram atividade estrogênica média menor que 1 EEQ, atividade que pode ser considerada baixa. Os corpos de água ribeirão Pires (PIRE 02900) e ribeirão do Sertãozinho (SETA 04600) apresentaram atividade estrogênica mais elevada, 9,17 e 2,69 EEQ respectivamente.

O ribeirão Pires apresenta histórico de impacto pela presença de efluentes domésticos, o que pode ser visto pelas não conformidades observadas, com relação ao seu enquadramento na Classe 2, de parâmetros relacionados como nitrogênio total, DBO e *E. coli*. Já o ribeirão do Sertãozinho, por se tratar de um corpo de água Classe 4 não precisa atender aos mesmos padrões de qualidade, embora também apresente parâmetros condizentes com presença de efluente doméstico. No ribeirão Sertãozinho, é realizado o monitoramento da presença de diversos agrotóxicos destacando-se a presença de diuron, tiametoxam, fipronil e carbendazim, porém em níveis que não poderiam sozinhos explicar a atividade estrogênica observada.

Em estudos anteriores (CETESB, 2018) foi verificado que a atividade estrogênica observada nos locais avaliados no estado de São Paulo 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, nesses locais.

6.4.2 Determinação da atividade glicocorticoide (ensaio GR-CALUX)

Dentre a classe dos contaminantes emergentes, os fármacos tem sido alvo de grande preocupação ambiental internacional nas últimas décadas. Apesar da crescente quantidade de estudos que demonstram o potencial impacto dessas substâncias na biota aquática nas últimas décadas, seus efeitos adversos ainda estão sendo completamente elucidados.

Os glicocorticoides são uma classe de corticoides, que são hormônios esteroides naturalmente produzidos pelo organismo (como o cortisol) ou seus compostos sintéticos. Por ter potente ação anti-inflamatória, os glicocorticoides são amplamente empregados como fármacos (cortisona, dexametasona, prednisolona, entre outros) em diversos quadros clínicos e doenças imunes como asma, artrite reumatoide, alergias, doenças de pele, além de também possuírem uso veterinário. Após o uso, esses compostos atingem os corpos de água por meio dos efluentes e podem oferecer risco aos organismos aquáticos e, eventualmente, à saúde humana.

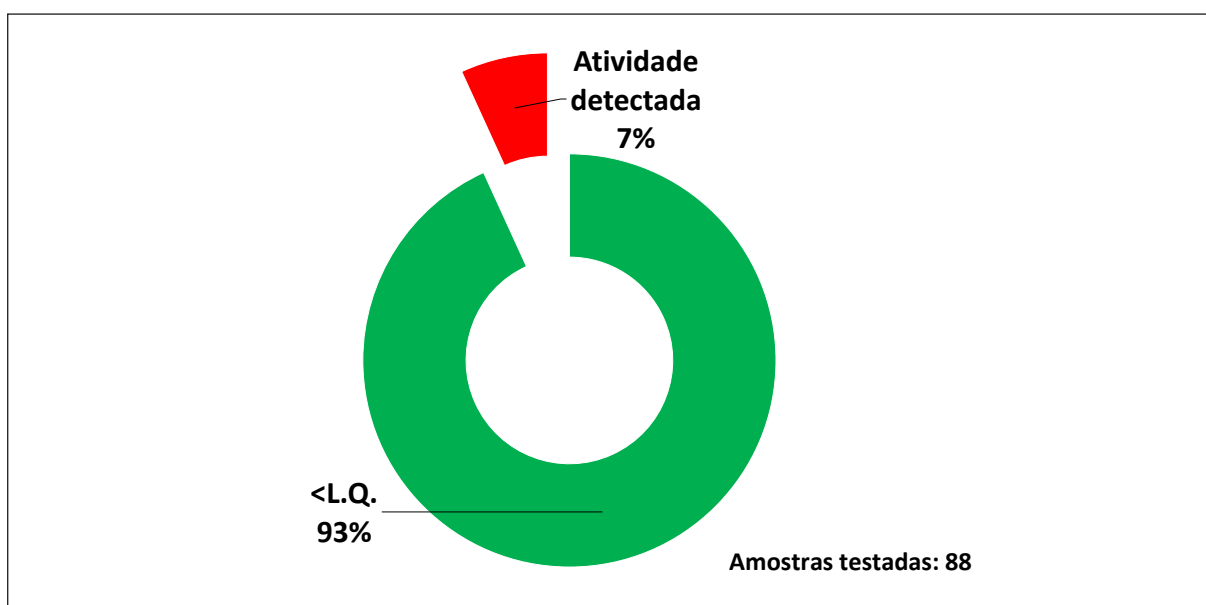
A CETESB emprega o ensaio GR-CALUX (*Glucocorticoid response – Chemical activated luciferase expression*) para avaliação da atividade glicocorticoide. O ensaio *in vitro* utiliza células de osso humano, geneticamente modificadas com a inserção do receptor glicocorticoide (GR) para a detecção dessa classe de compostos (agonistas capazes de se ligar ao receptor). Quando existe a presença desses compostos, as células produzem luz. O resultado é expresso em atividade equivalente a dexametasona (ng eq. Dex/L), composto utilizado como referência no ensaio.

O monitoramento da atividade glicocorticoide foi iniciado em 2018 com o objetivo de avaliar captações para abastecimento público. Foram selecionadas oito captações com a proposta de englobar locais de pior e melhor qualidade de acordo com o Índice de Abastecimento Público (IAP). Adicionalmente foram incluídos três outros pontos (ARAS 02900, JUNA 03190 e PIRE 02900) onde não há captação, porém onde já era realizado o ensaio de atividade estrogênica, por motivos operacionais. Os pontos ARAS 02900 e PIRE 02900 apresentam histórico de detecção de atividade estrogênica.

No ano seguinte, 2019, o monitoramento foi focado nos quatro locais com maior potencial para presença desses compostos, de acordo com os dados de 2018. O ponto no rio Cotia (COTI 03900) foi retirado do monitoramento, pois deixou de ser utilizado como captação. Assim, o monitoramento prosseguiu no rio Araras (ARAS 02900), no Reservatório das Graças (COGR 00900), no ribeirão Pires (PIRE 02900) e na captação de Campinas no rio Capivari (CPIV 02130).

O gráfico 6.10 apresenta o percentual de amostras testadas em 2018 e 2019 que apresentaram atividade glicocorticoide detectável no ensaio GR-CALUX.

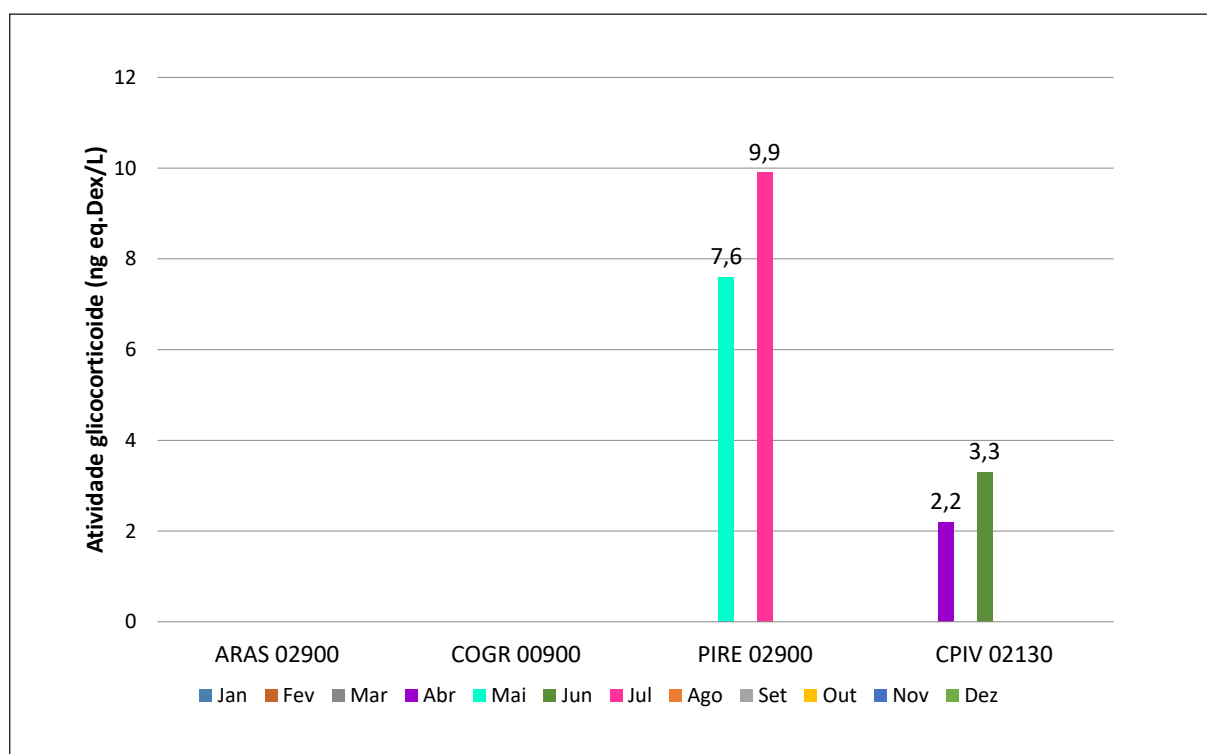
Gráfico 6.10 – Percentual de amostras com atividade glicocorticoide detectada em 2018-2019.



Apenas seis amostras testadas apresentaram atividade glicocorticoide detectável, sendo duas em 2018 e quatro em 2019. Foi detectada atividade na captação do Baixo Cotia (COTI 03900), com 4,84 ng eq. Dex/L em 2018, no ribeirão Pires (PIRE 02900) com 9,9 ng eq. Dex/L, como o maior valor encontrado em 2019, e no rio Capivari (CPIV 02130, captação de Campinas) com o valor mais elevado em 2018 de 11 ng eq. Dex/L.

Em 2019 foi detectada atividade glicocorticoide nos pontos PIRE 02900 e CPIV 02130 (que já havia apresentado atividade no ano anterior). Os valores mais elevados quantificados foram de 9,9 e 3,3 ng eq. Dex/L, respectivamente. O gráfico 6.11 apresenta os resultados das amostras testadas nos quatro pontos, em seis campanhas de coleta bimestrais em 2019.

Gráfico 6.11 – Atividade glicocorticoide das amostras testadas em 2019.



Não existem valores regulamentados para esse parâmetro para águas naturais. Entretanto, Brand e colaboradores (2013) propuseram que a atividade até 21 ng eq. Dex/L em água tratada não apresenta risco para a saúde humana. Embora a detecção esporádica de atividade glicocorticoide demonstre a relevância do prosseguimento desse trabalho, os valores encontrados estão abaixo do valor proposto para o consumo humano, o que sugere que essas águas não apresentem risco à saúde humana com relação a esse parâmetro.

7 • Avaliação por corpo de água

A avaliação dos principais corpos hídricos do estado de São Paulo, em 2019, 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 2014 a 2018. Além disso, são discutidas as informações relativas à avaliação da comunidade fitoplanctônica, incluindo o Número de Células de Cianobactérias e presença de cianotoxinas. Aspectos relacionados à eutrofização também são discutidos nos principais reservatórios do estado.

Os valores de 2019 estão representados em barras coloridas, de acordo com a classificação dada pelo valor do IQA, IVA e IAP, 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 predominantemente o impacto do lançamento de esgotos domésticos no corpo de água, o IVA apresenta a qualidade das águas para a proteção da vida aquática, sendo possível identificar por meio dos gráficos, os trechos mais críticos desses rios e os municípios que mais contribuem para a piora da qualidade das águas, enquanto que o IAP avalia a qualidade da água para fins de abastecimento público.

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. São também 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 2019 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.

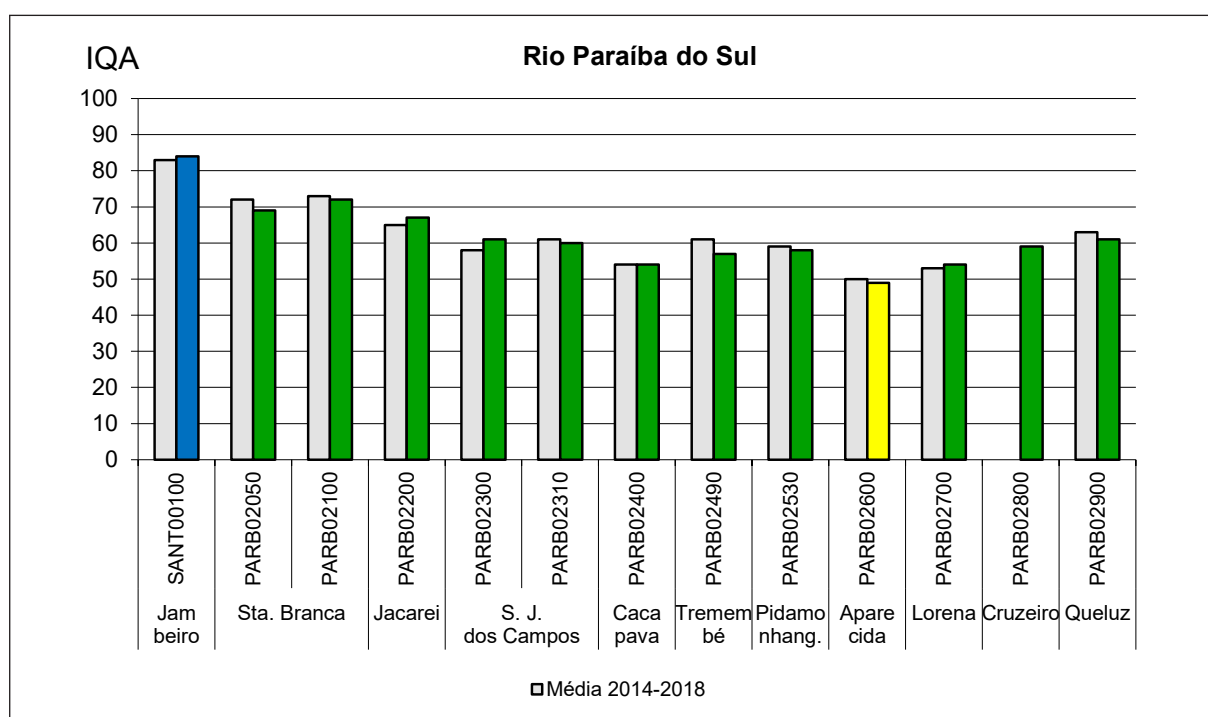
Para cada Estação Automática de Monitoramento da Qualidade das Águas, é apresentado um conjunto de gráficos com as médias horárias das variáveis de qualidade (Condutividade Elétrica, Oxigênio Dissolvido, pH, Temperatura da Água e Turbidez) e de quantidade (Nível de Água, Vazão e/ou Volume), quando disponível, juntamente com uma análise sucinta do comportamento dessas variáveis ao longo do ano de 2019.

7.1 UGRHI 02 – RIO PARAÍBA DO SUL

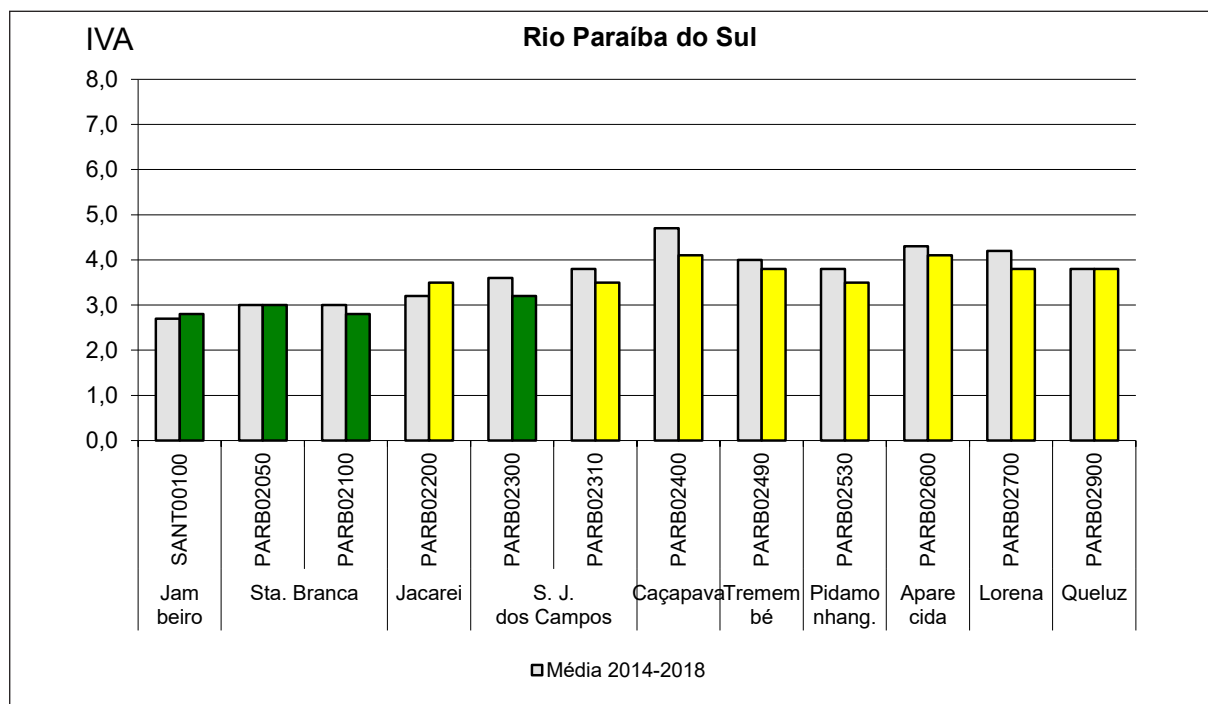
7.1.1 Rio Paraíba do Sul

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 2019, a qualidade desse rio foi similar ao ano anterior e próximo da média de 2014-2018, 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 se situa a jusante das áreas mais urbanizadas da bacia, se manteve na categoria Regular.

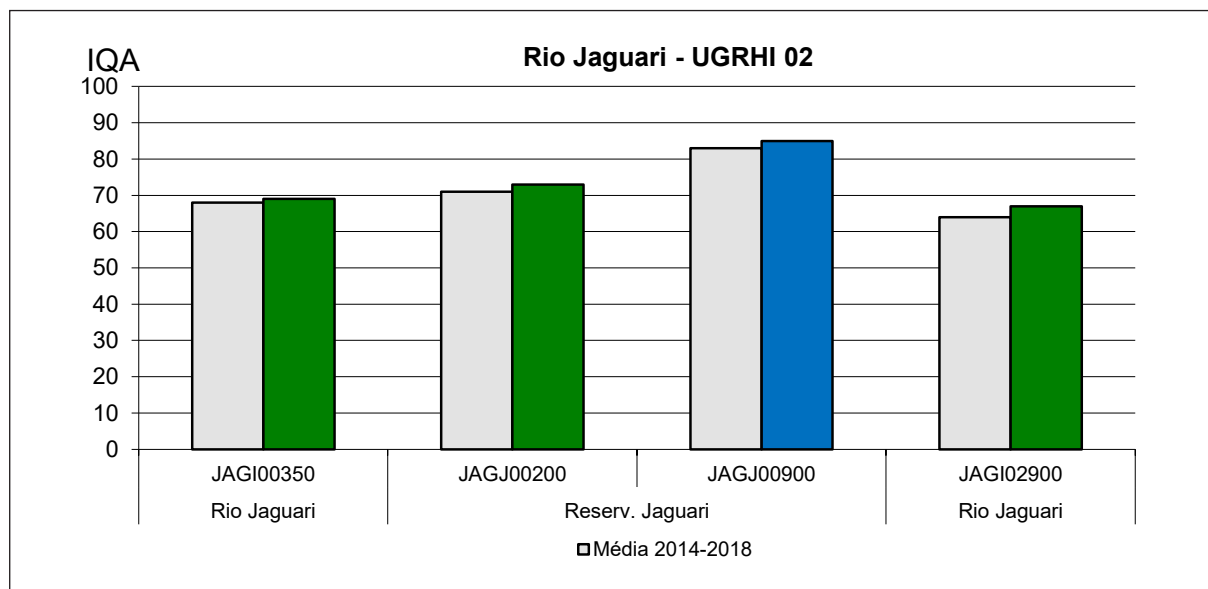
Gráfico 7.1 – Perfil do IQA ao longo do rio Paraíba do Sul em 2019 e nos últimos 5 anos.



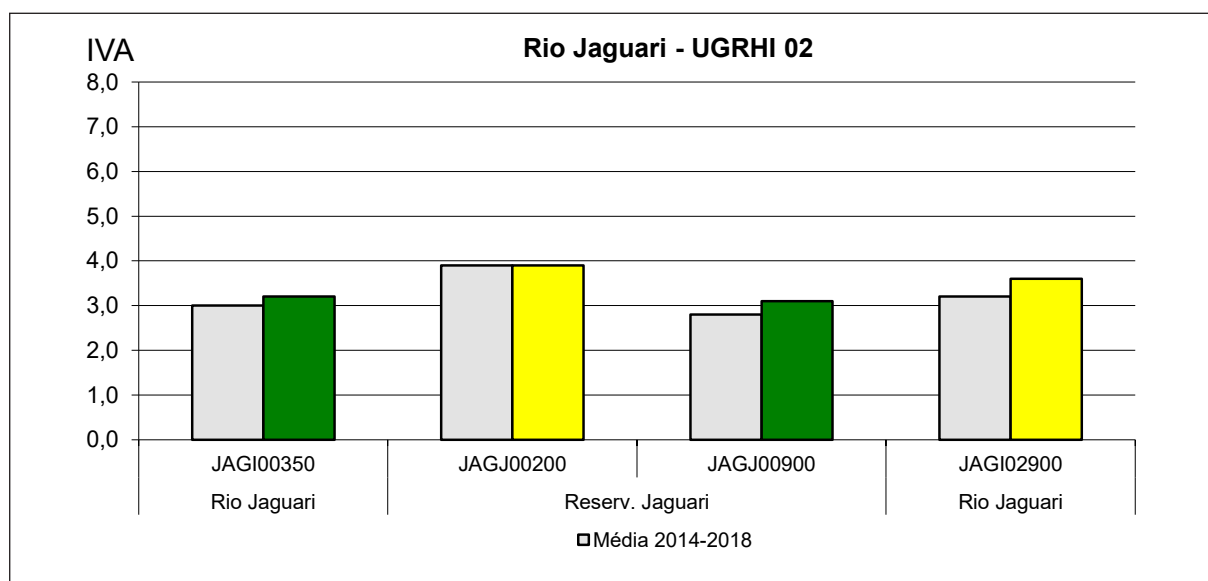
O Gráfico 7.2 apresenta o perfil do IVA médio anual para 11 pontos monitorados no rio Paraíba do Sul em 2019. Verifica-se que a qualidade das águas desse rio, para fins de proteção da vida aquática, foi classificada como Boa nos trechos iniciais e Regular em quase toda a sua extensão, com exceção de São José dos Campos e Caçapava, aonde houve melhora para a qualidade Boa e Regular em relação aos últimos cinco anos

Gráfico 7.2 – Perfil do IVA ao longo do rio Paraíba do Sul em 2019 e nos últimos 5 anos.

7.1.2 Rio Jaguari – UGRHI 02

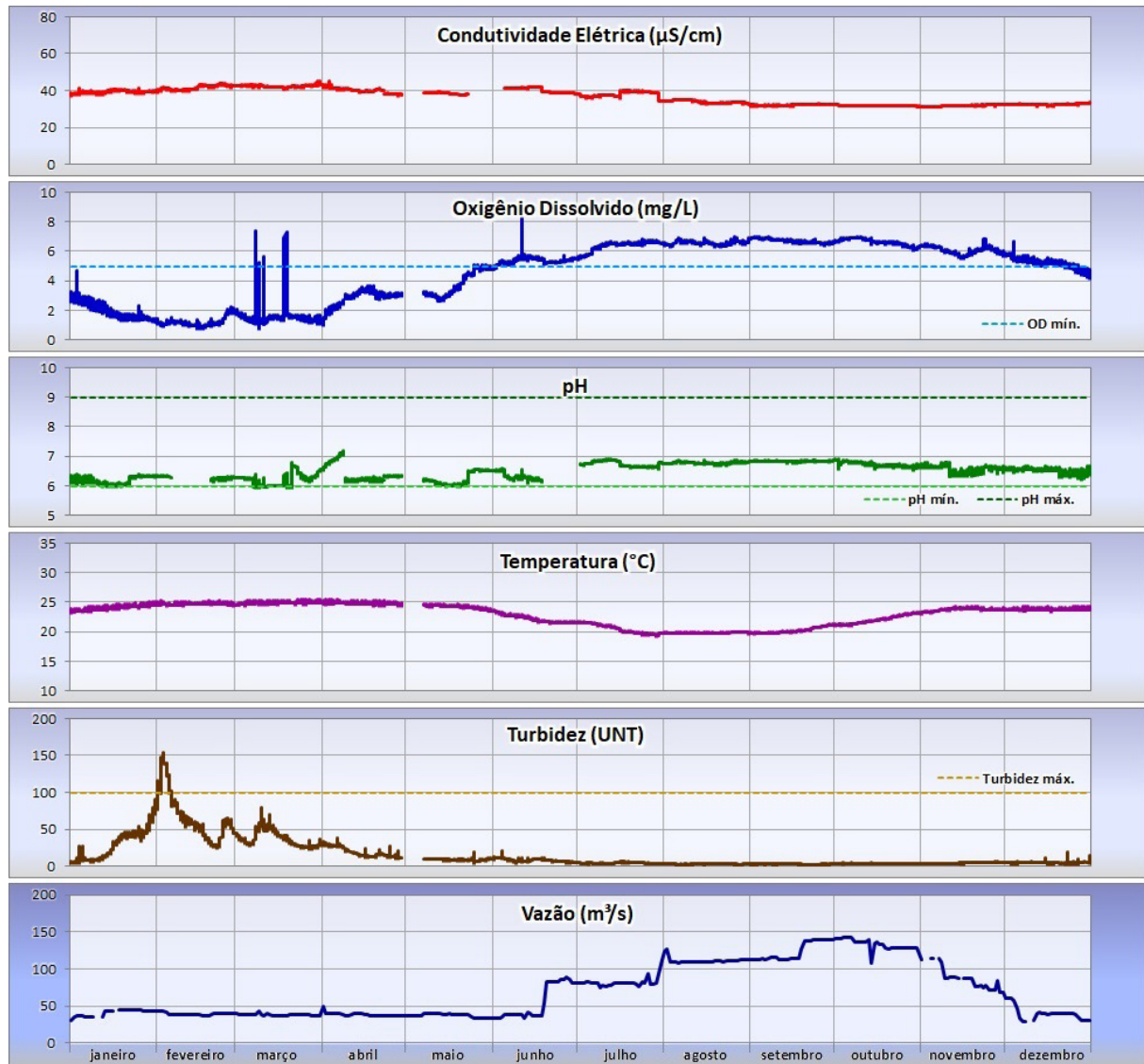
Gráfico 7.3 – Perfil do IQA ao longo do rio Jaguari – UGRHI 02 em 2019 e nos últimos 5 anos.

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 2019, a qualidade da água apresentou classificação Boa a Ótima em todos os pontos, mantendo a qualidade observada no ano anterior e nos últimos cinco anos.

Gráfico 7.4 – Perfil do IVA ao longo do rio Jaguari – UGRHI 02 em 2019 e nos últimos 5 anos.

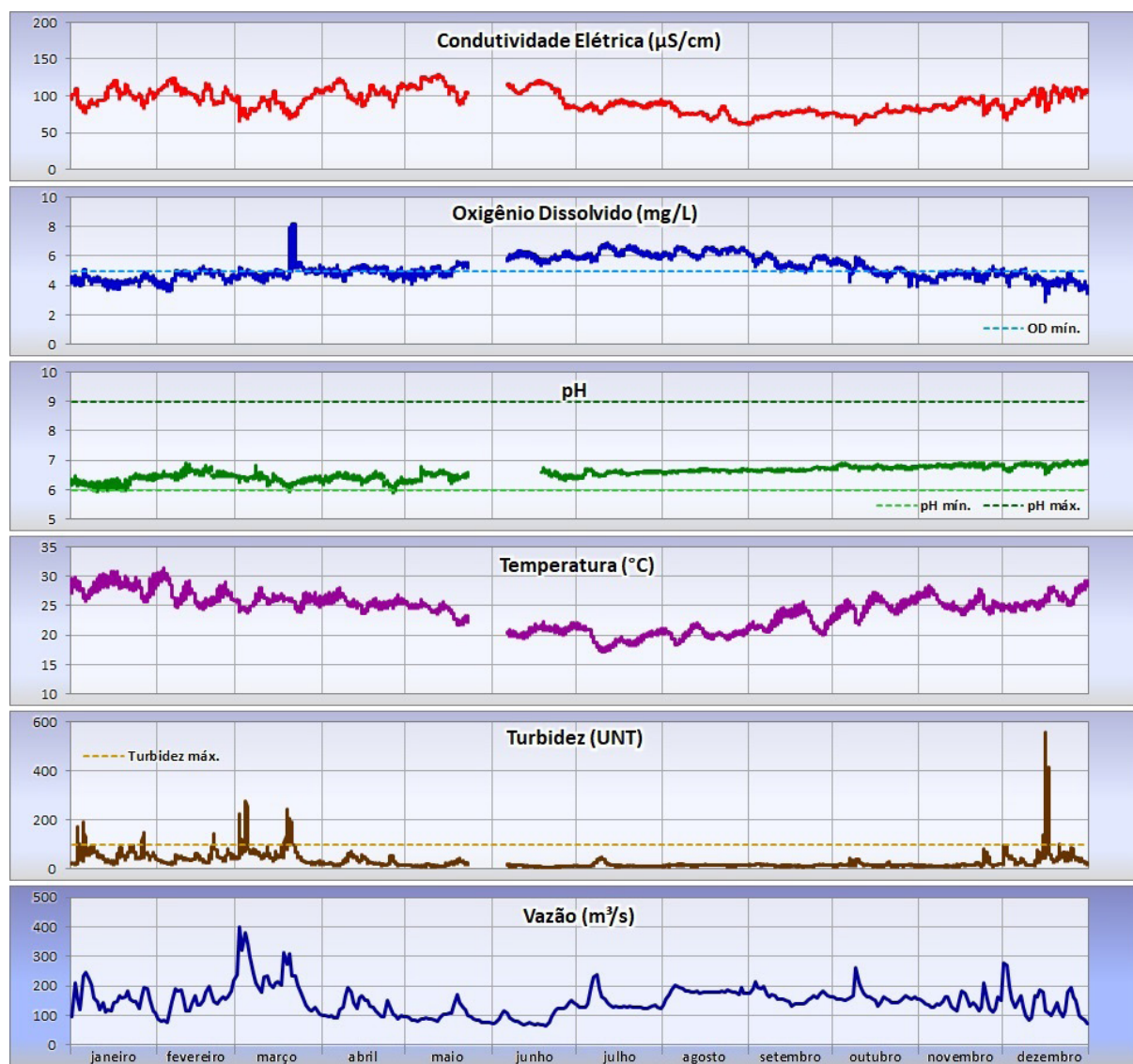
Houve melhora do IVA no rio Jaguari a montante do reservatório (Gráfico 7.4) que passou para a classificação Boa, ficando próxima da média do período 2014 a 2018, devido ao aumento nos níveis de OD e ausência de efeitos tóxicos. Os demais pontos mantiveram a classificação do ano anterior, e na média dos últimos cinco anos.

A Figura 7.1 apresenta a evolução dos parâmetros medidos pela Estação Automática Santa Branca em 2019.

Figura 7.1 – Evolução dos parâmetros medidos na Estação Automática Santa Branca de janeiro a dezembro de 2019

A Estação Automática Santa Branca monitora a qualidade das águas do rio Paraíba do Sul no 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 de água é pouco impactado por cargas poluidoras. O oxigênio dissolvido atendeu ao padrão de qualidade para rios Classe 2 em 57% do tempo em 2019, sendo os maiores valores de oxigênio dissolvido observados entre os meses de junho e novembro, nos quais a vazão do rio é maior. Os valores de pH e turbidez atendem ao padrão de qualidade em 97% e 99% do tempo, respectivamente.

A Figura 7.2 apresenta a evolução dos parâmetros medidos pela Estação Automática Queluz em 2019.

Figura 7.2 – Evolução dos parâmetros medidos na Estação Automática Queluz de janeiro a dezembro de 2019

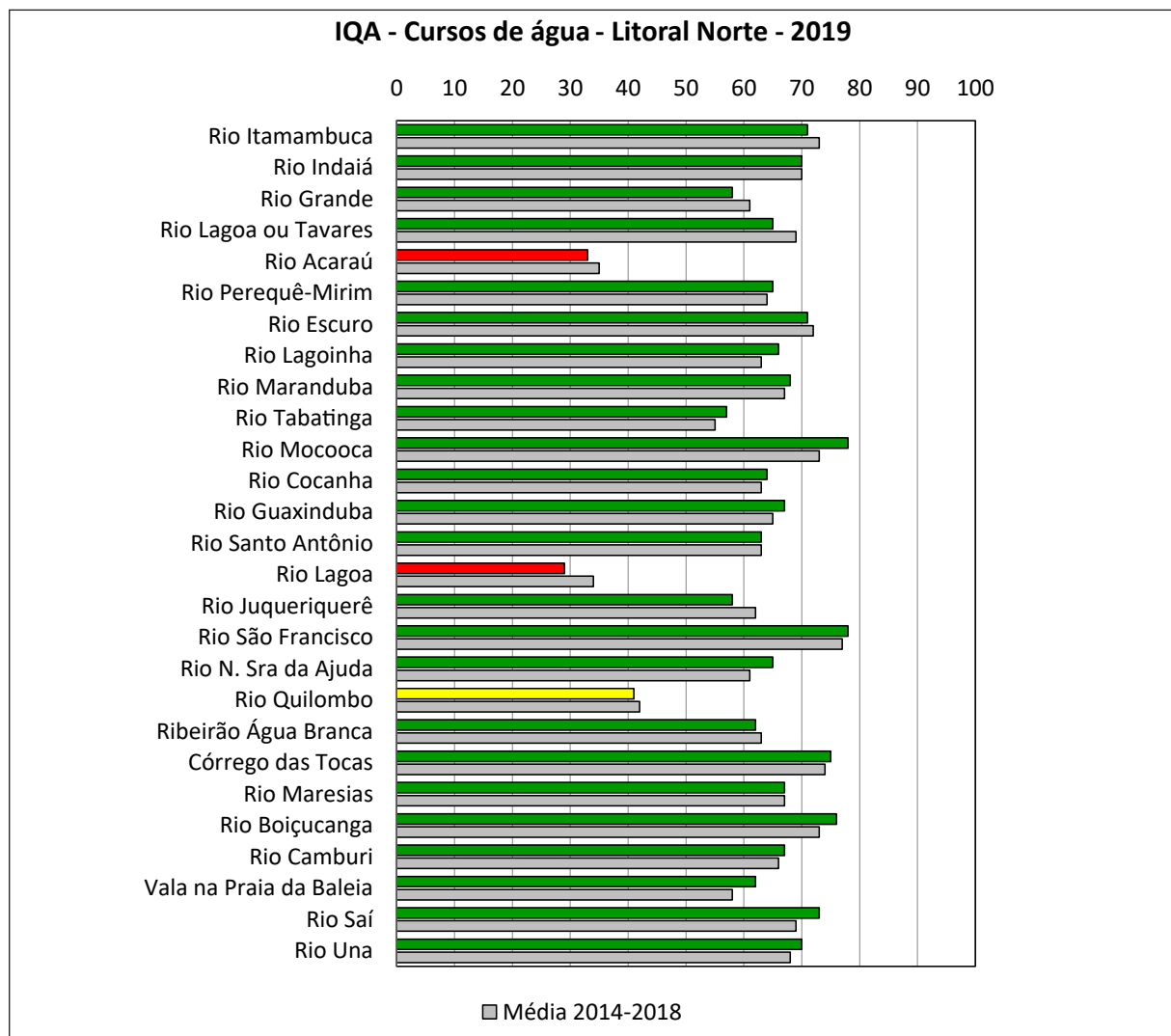
A Estação Automática Queluz monitora a qualidade das águas do rio Paraíba do Sul na saída do Estado de São Paulo em direção ao estado do Rio de Janeiro. Os valores de oxigênio dissolvido e pH atendem ao padrão de qualidade para rios Classe 2 em, respectivamente, 51 e 99% do tempo. A condutividade elétrica variou em torno de $100 \mu\text{S cm}^{-1}$ 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 98% 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 poluidoras 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 de 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, inclusive de áreas irregularmente ocupadas.

Gráfico 7.5 – Perfil do IQA ao longo dos cursos de água do Litoral Norte em 2019 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 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.

7.2 UGRHI 04 e 12 – PARDO / BAIXO PARDO

7.2.1 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 2019. A qualidade das águas nesse rio se manteve na classificação Boa e Ótima do IQA, mantendo a qualidade observada em 2018 e dentro da média dos últimos cinco anos.

Gráfico 7.6 – Perfil do IQA ao longo do rio Pardo – UGRHIs 4 e 12 em 2019 e nos últimos 5 anos.

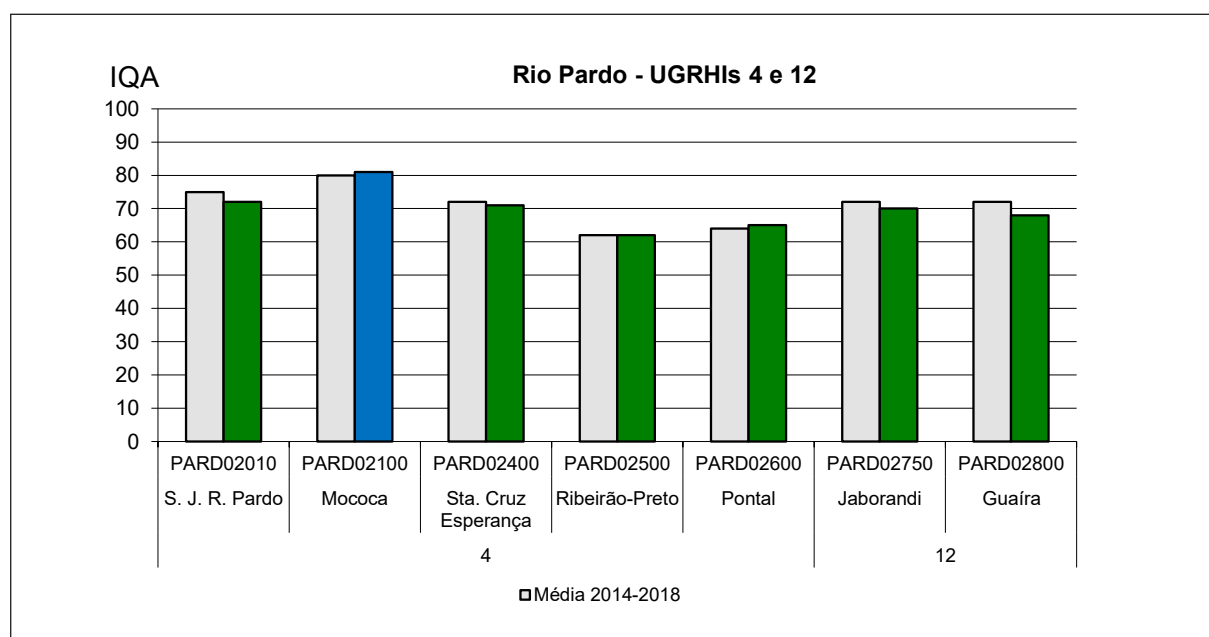
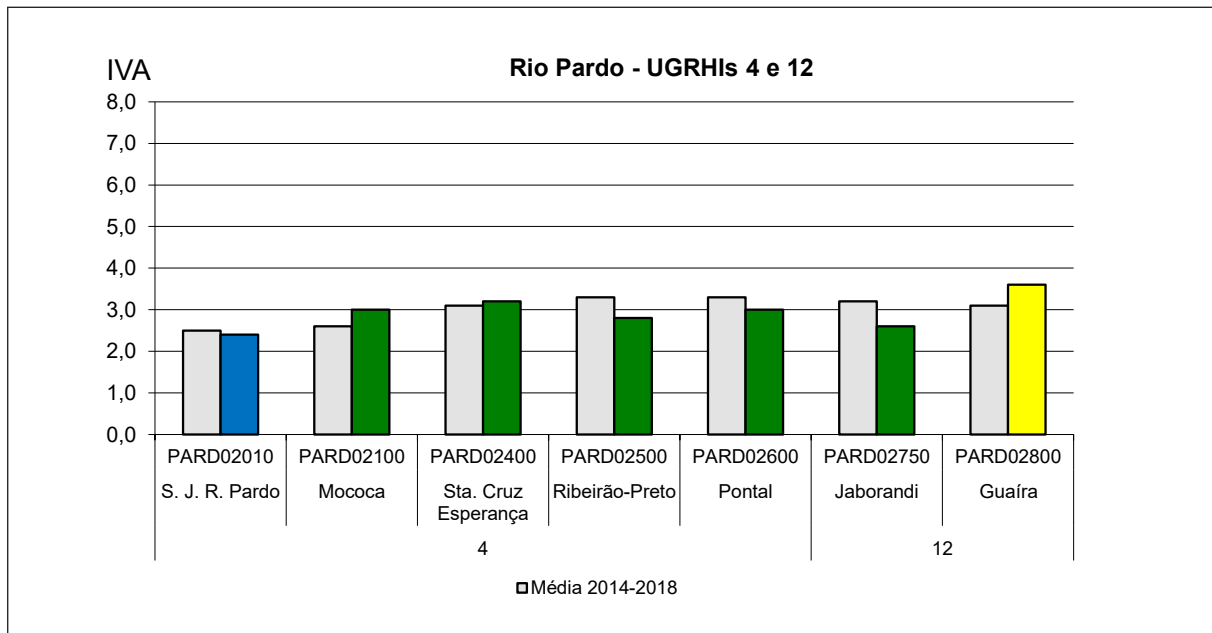


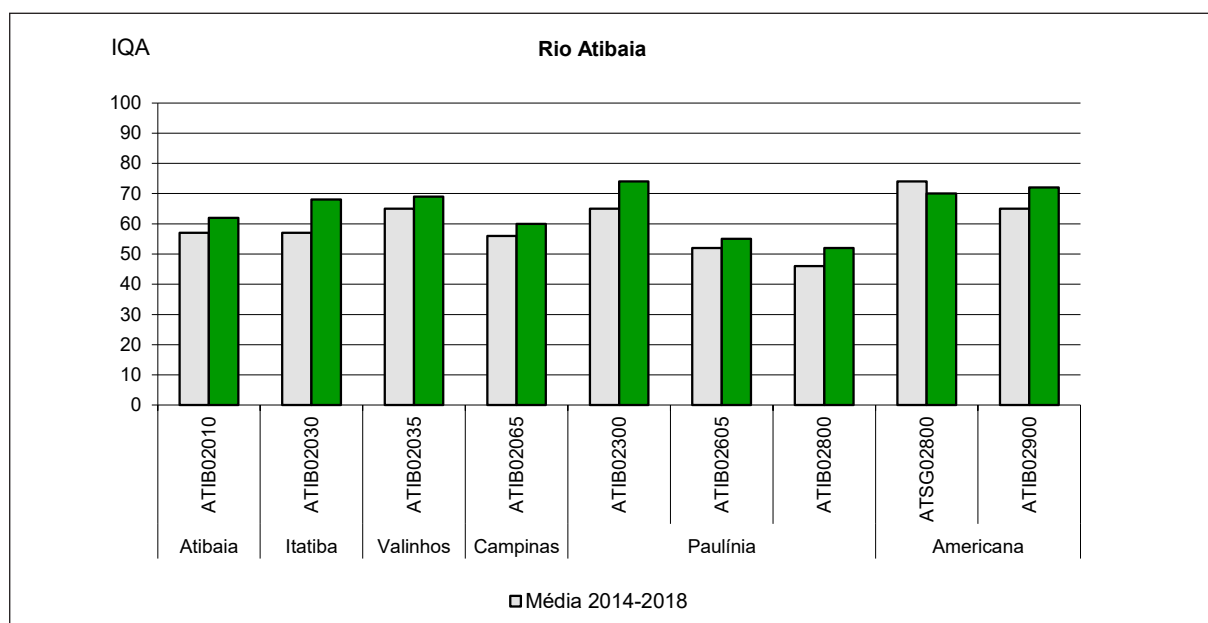
Gráfico 7.7 – Perfil do IVA ao longo do rio Pardo – UGRHs 4 e 12 em 2019 e nos últimos 5 anos.

Esse rio manteve a mesma classificação do IVA do ano anterior (Gráfico 7.7), com exceção no trecho de Guaira que passou para a categoria Regular, devido ao registro de efeito tóxico crônico em duas campanhas, com piora em relação à média dos últimos cinco anos.

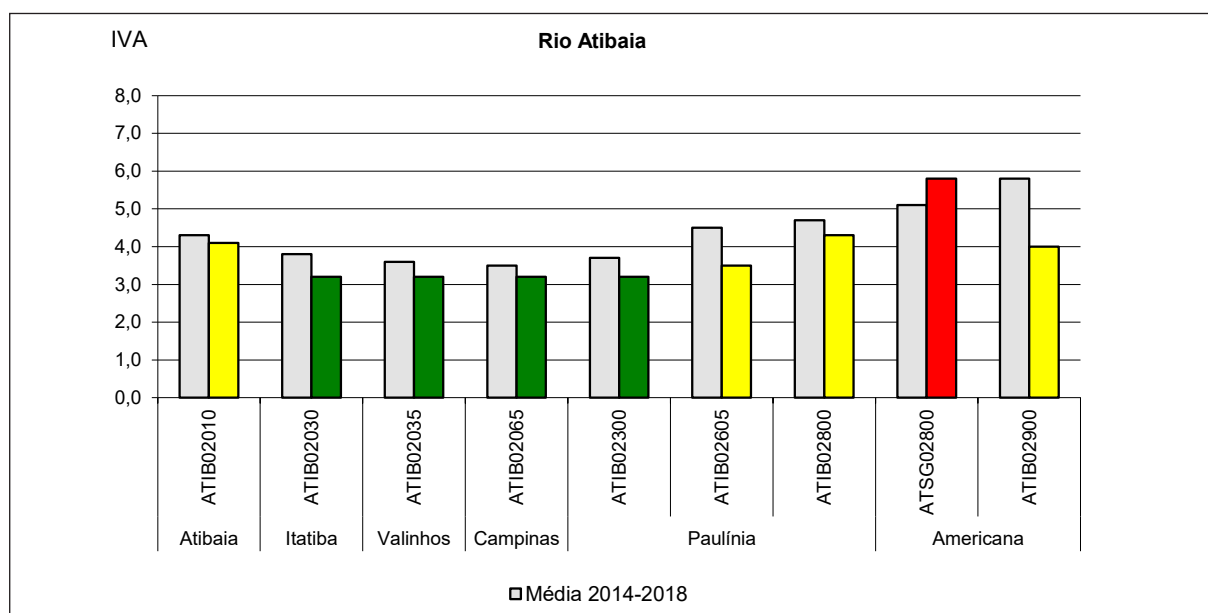
7.3 UGRHI 05 – PIRACICABA / JUNDIAÍ / CAPIVARI

7.3.1 Rio Atibaia

O rio Atibaia apresentou classificação na categoria Boa em todo o seu trecho (Gráfico 7.8) e acima da média histórica, mantendo a melhora da qualidade da água observada em 2018, com destaque para o trecho a montante do reservatório de Salto Grande (ATIB 02800) e no meio do próprio reservatório (ATSG 02800), com classificações na categoria Boa do IQA.

Gráfico 7.8 – Perfil do IQA ao longo do rio Atibaia em 2019 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 suas águas para a proteção da vida aquática manteve as classificações Boa e Regular observada em 2018 exceto no reservatório de Salto Grande, aonde houve piora desse índice devido ao registro de efeitos tóxicos crônicos em duas campanhas. Houve melhora em relação à média histórica em toda a calha, principalmente em Paulínia e a jusante do reservatório de Salto Grande.

Gráfico 7.9 – Perfil do IVA ao longo do rio Atibaia em 2019 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 no instante da medição (Gráfico 7.10 e Gráfico 7.11).

Gráfico 7.10 – Carga de DBO em 2019 no ponto ATIB02300.

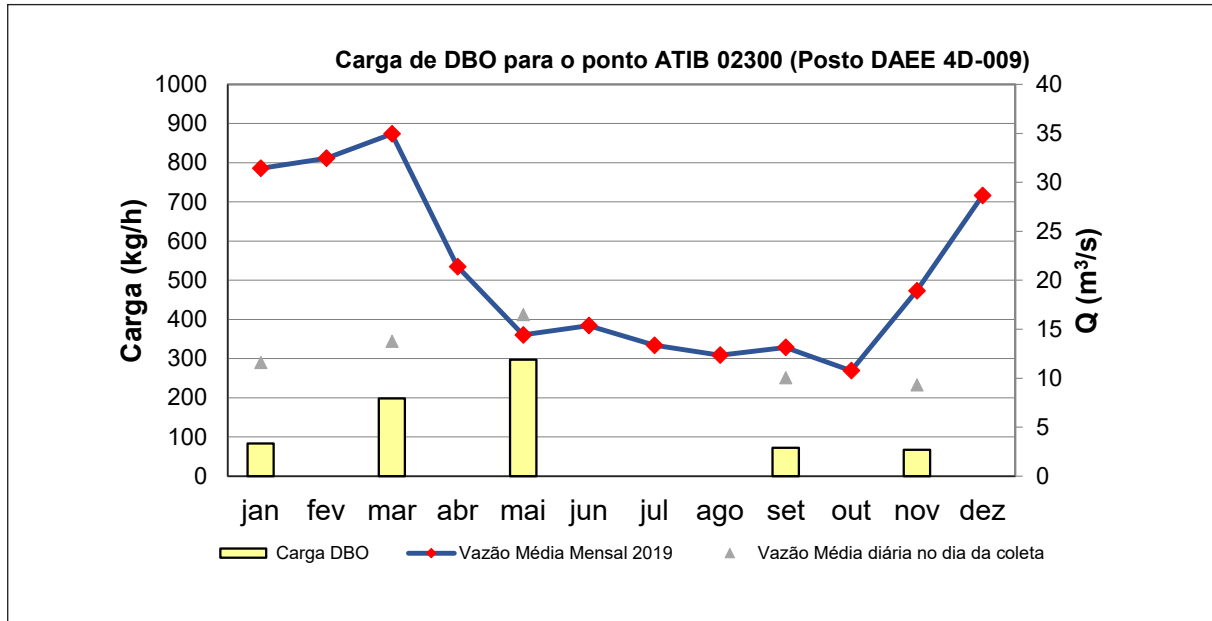
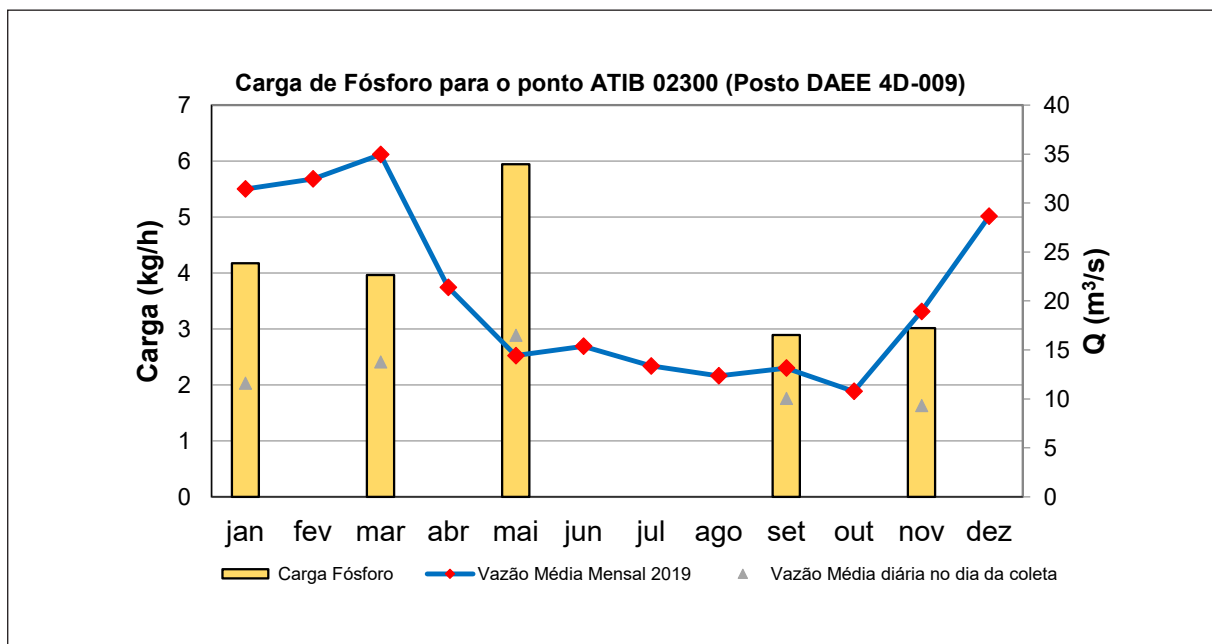


Gráfico 7.11 – Carga de Fósforo em 2019 no ponto ATIB02300.



Esse trecho do rio Atibaia concentra as contribuições de efluentes sanitários oriundas tanto de fontes pontuais (ETEs e STARs) como difusas, que consistem principalmente de esgoto que é lançado na rede de drenagem sem tratamento. As concentrações de DBO ao longo do ano de 2019 nesse trecho, foram maiores em março e maio, 4,0 e 5,0 mg L⁻¹, respectivamente. Consequentemente, as maiores cargas de DBO foram registradas nesses dois meses, sendo coincidente com os meses que registraram as maiores vazões médias no dia da coleta.

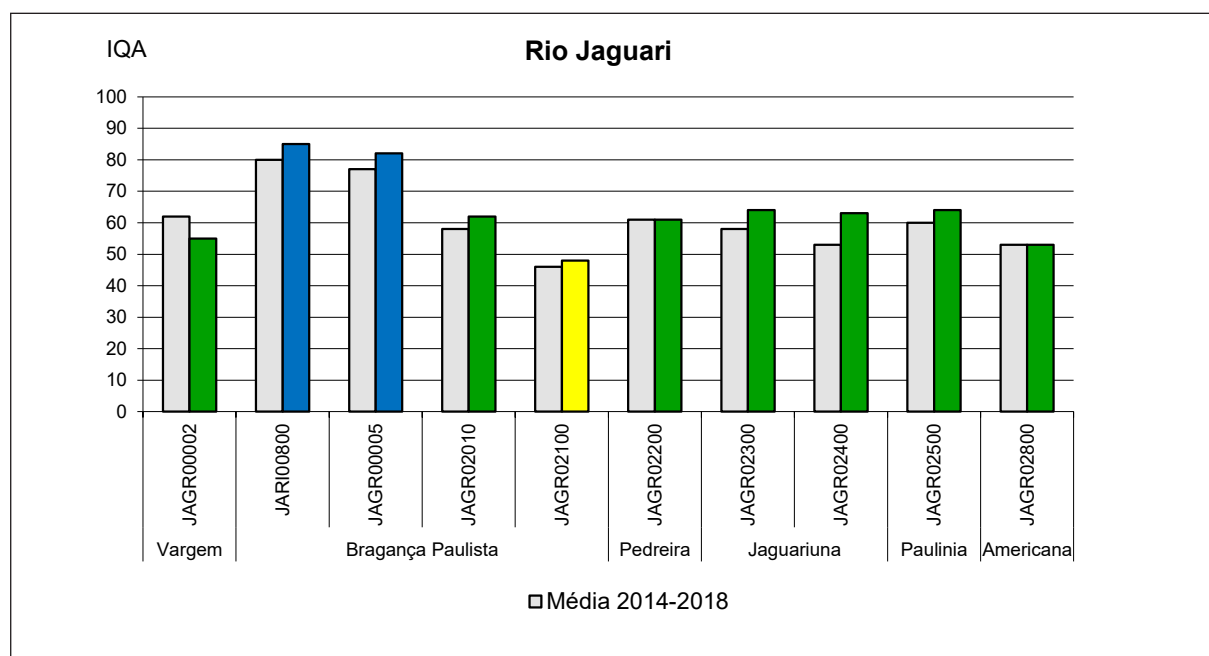
Quanto ao Fósforo, as concentrações medidas em todos os meses de amostragem variaram entre 0,08 e 0,1 mg L⁻¹. Consequentemente as cargas de Fósforo foram mais influenciadas pelas vazões médias no dia da coleta, a exemplo do mês de maio, quando foi registrada a maior vazão média diária do período (16,5 m³s⁻¹).

Ressalta-se que municípios localizados na bacia do rio Atibaia, com carências nos sistemas de coleta e tratamento de esgotos, podem contribuir com uma parcela expressiva das cargas de DBO e Fósforo Total que aportam no rio Atibaia.

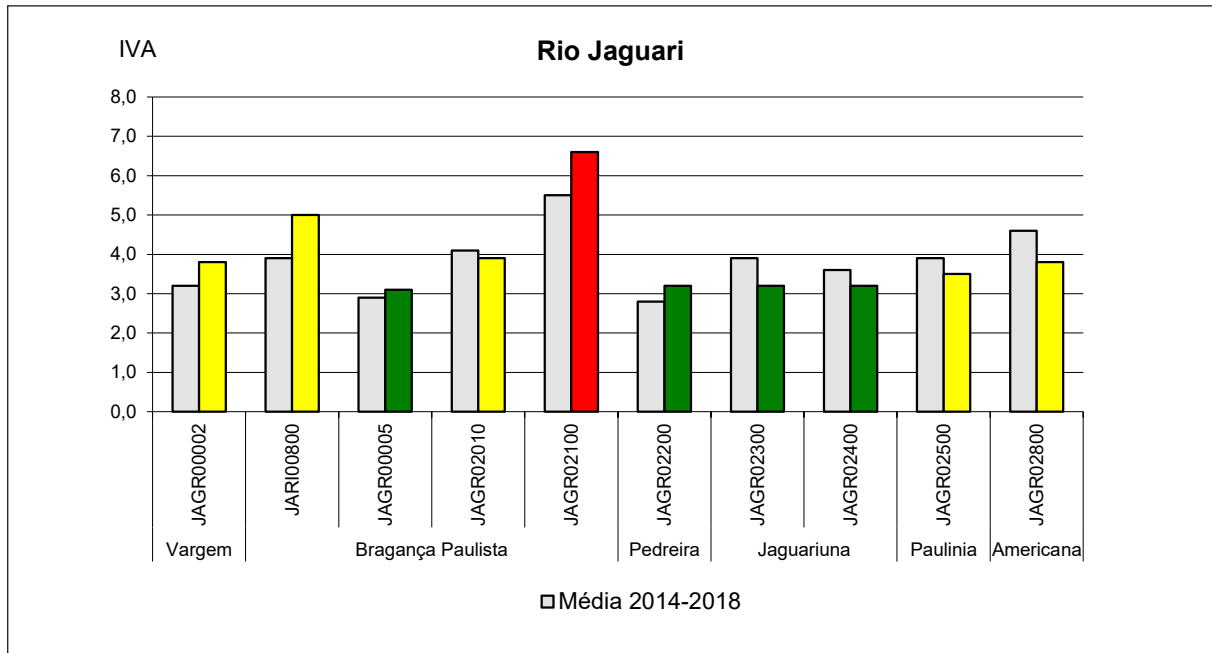
7.4.2 Rio Jaguari

O rio Jaguari manteve a classificação do IQA observada em 2018, ou seja, nas categorias Ótima e Boa em praticamente toda a sua extensão (Gráfico 7.12), exceto no trecho a jusante da confluência com o ribeirão Lavapés (JAGR 02100), que recebe o esgoto tratado do município de Bragança Paulista.

Gráfico 7.12– Perfil do IQA ao longo do rio Jaguari em 2019 e nos últimos 5 anos.



O Gráfico 7.13 apresenta o perfil do IVA do rio Jaguari em 2019. Destaca-se a piora no trecho de montante em relação à média histórica, que passou para a categoria Regular devido ao registro de efeitos tóxicos crônicos em duas campanhas. Houve melhora no trecho em Jaguariúna, que passou para a categoria Boa. O trecho a jusante da confluência com o ribeirão Lavapés (JAGR 02100) manteve a categoria Ruim devido aos baixos níveis de Oxigênio Dissolvido registrados em todas as amostras coletadas ao longo do ano e acima da média histórica. Os demais trechos a jusante mantiveram a classificação do ano anterior, com indicação de melhora já que foram inferiores à média histórica, com exceção de Pedreira.

Gráfico 7.13– Perfil do IVA ao longo do rio Jaguari em 2019 e nos últimos 5 anos.

No rio Jaguari, o tratamento integrado da qualidade com a quantidade foi realizado para o Posto Usina Ester (4D-001) 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).

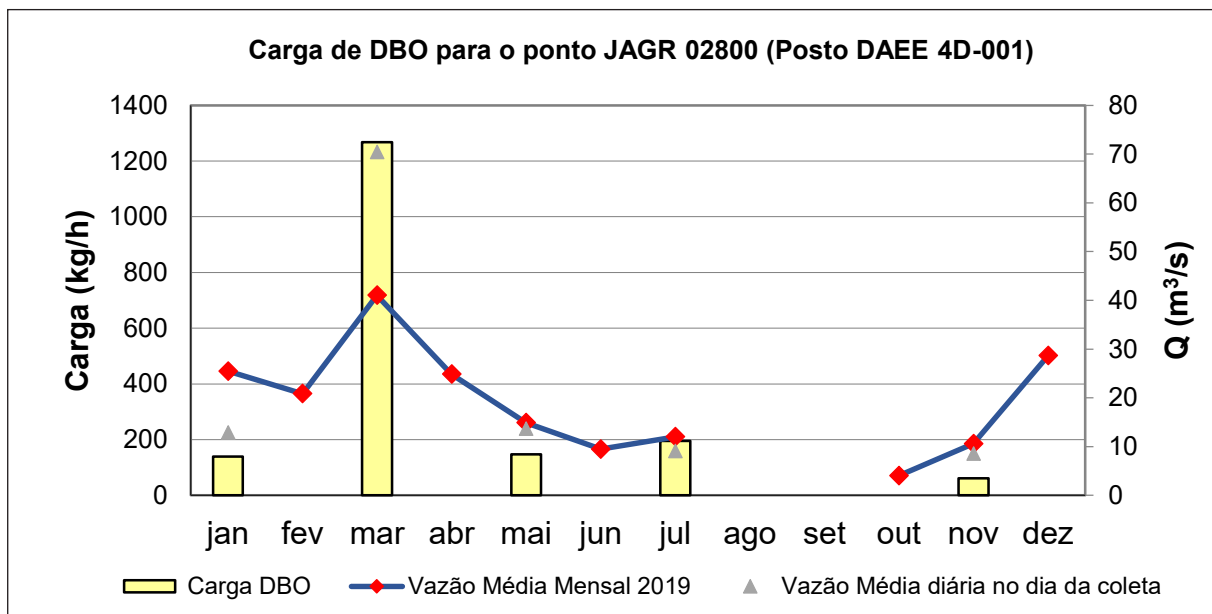
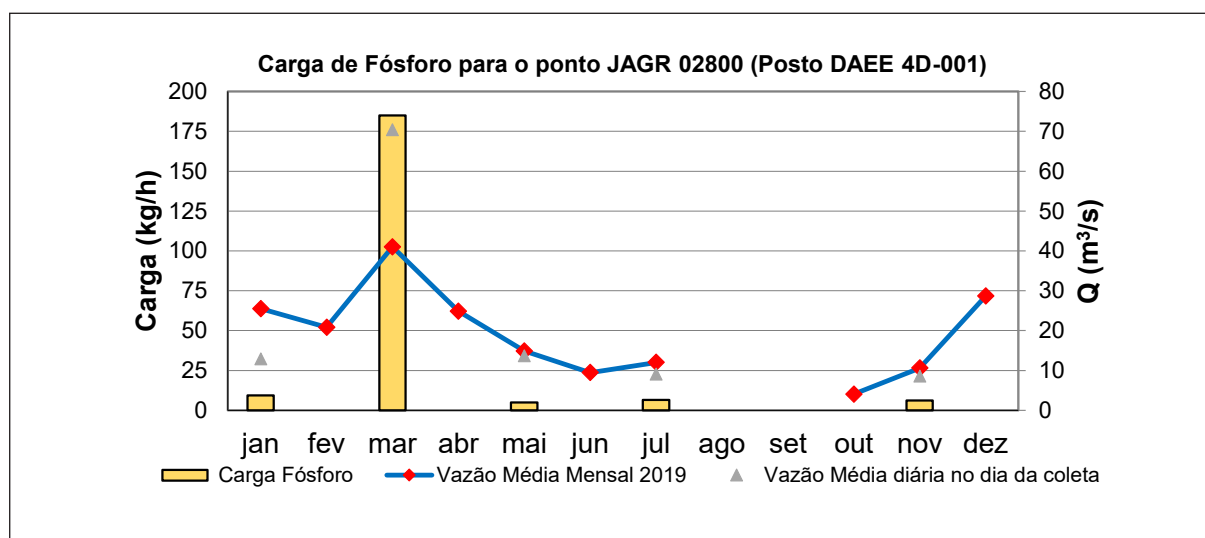
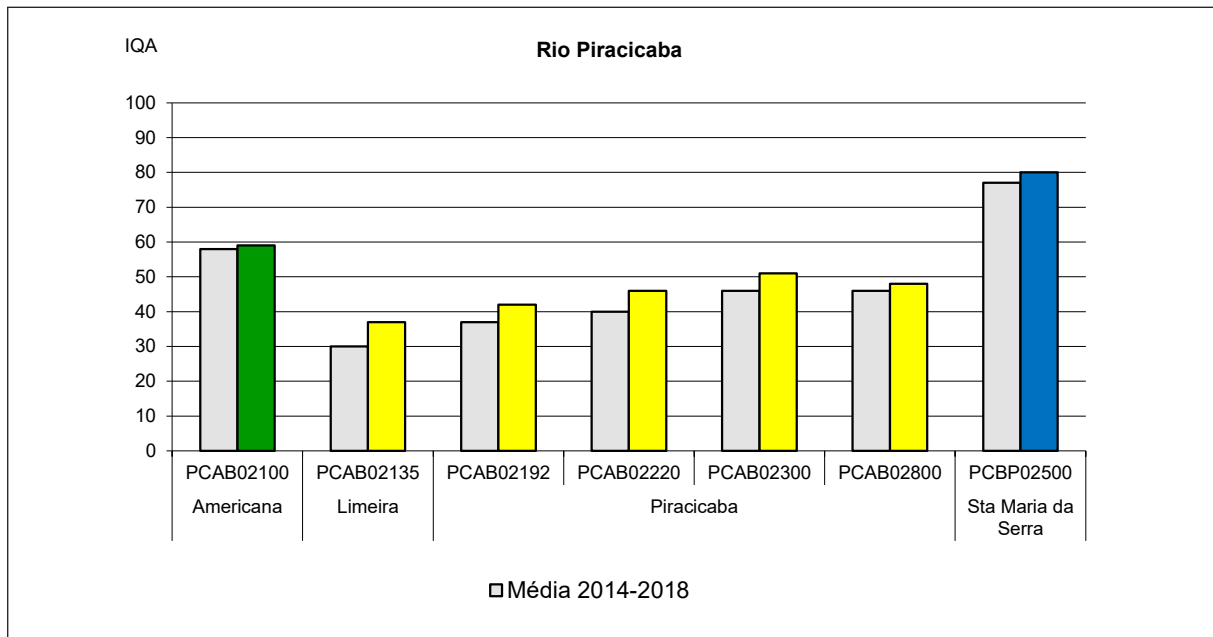
Gráfico 7.14– Vazões e Carga de DBO em 2019, no Ponto JAGR 02800.

Gráfico 7.15– Vazões e carga de Fósforo em 2019, no Ponto JAGR 02800.

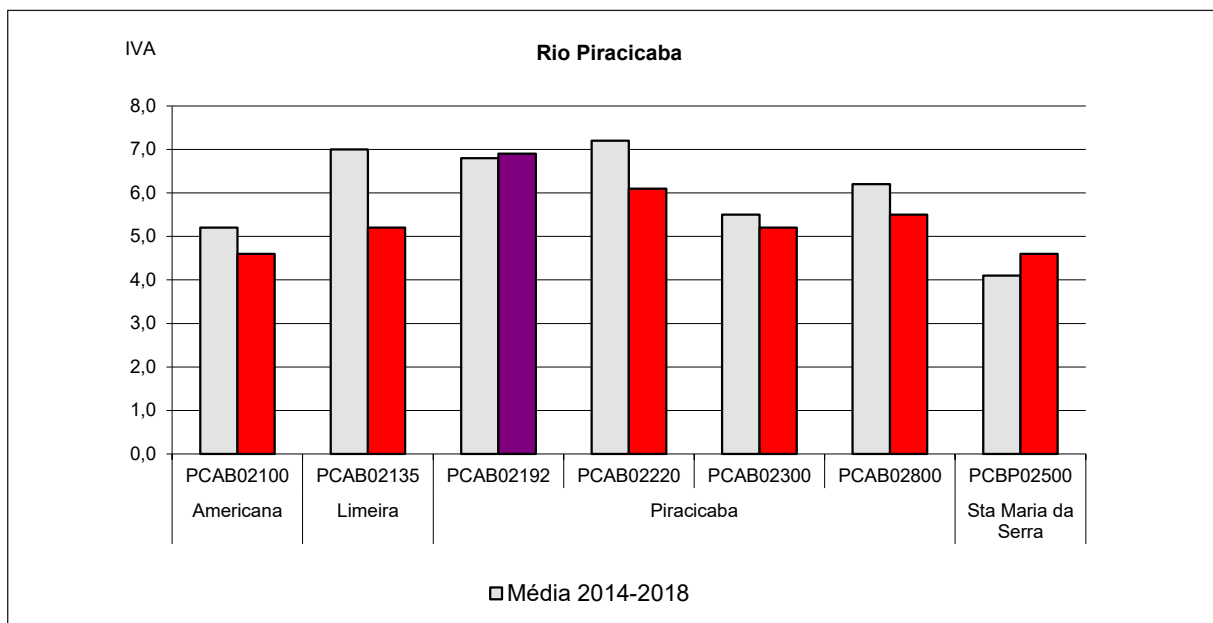
As cargas estimadas para a DBO e o Fósforo em 2019 foram maiores no mês de março, como reflexo de concentrações elevadas dessas duas variáveis e das maiores vazões medidas no dia da coleta. Esses resultados indicam que a carga de DBO e de Fósforo nesse trecho é influenciada por aportes difusos, provavelmente de origem agrícola, uma vez que esse uso é predominante na bacia do rio Jaguari. Ressalta-se que municípios localizados nas bacias dos rios Jaguari e Camanducaia com carências nos sistemas de coleta e tratamento de esgotos, a exemplo de Amparo, Monte Alegre do Sul, Arthur Nogueira e Cosmópolis, também podem contribuir com uma parcela da carga de DBO e Fósforo Total que aporta nos rios Jaguari e Camanducaia.

7.4.3 Rio Piracicaba

Em 2019, a qualidade manteve a classificação Boa no trecho a jusante do reservatório de Salto Grande. No trecho em Limeira, que recebe contribuições dos municípios de Limeira e Sumaré, houve melhora da qualidade, que passou da categoria Ruim para a Regular e ficou acima da média histórica devido ao aumento nos níveis de Oxigênio Dissolvido. A qualidade manteve-se na categoria Regular e próxima da média dos últimos cinco anos a jusante desse trecho, passando para a categoria Ótima no braço do reservatório de Barra Bonita, em Sta. Maria da Serra, devido a processos de autodepuração em razão do represamento de suas águas. (Gráfico 7.16).

Gráfico 7.16 – Perfil do IQA ao longo do rio Piracicaba em 2019 e nos últimos 5 anos.

No Gráfico 7.17, é mostrado o perfil do IVA no rio Piracicaba. Houve piora da qualidade da água nos trechos de Americana e Sta. Maria da Serra, que passaram para a categoria Ruim, devido principalmente ao registro de efeitos tóxicos crônicos em algumas campanhas. O trecho de Piracicaba manteve a qualidade nas categorias Ruim e Péssima do ano anterior devido ao estado Supereutrófico das suas águas, embora abaixo da média histórica.

Gráfico 7.17 – Perfil do IVA ao longo do rio Piracicaba em 2019 e nos últimos 5 anos.

No rio Piracicaba, o tratamento integrado da qualidade com a quantidade 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 2019 no ponto PCAB02800

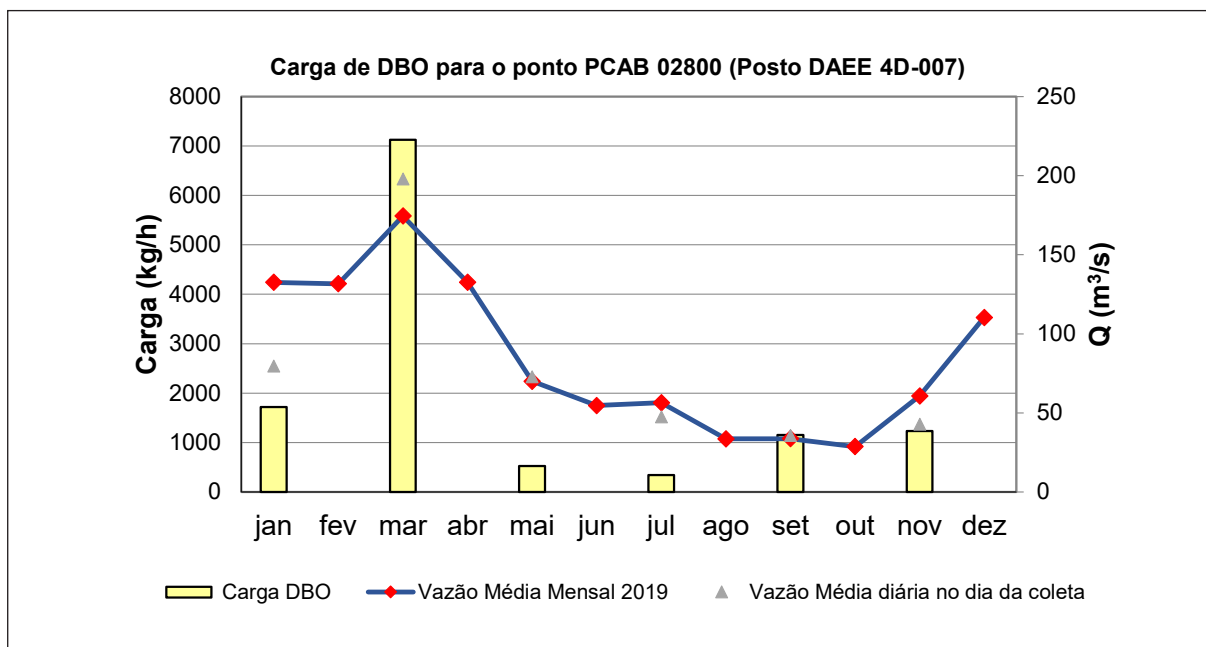
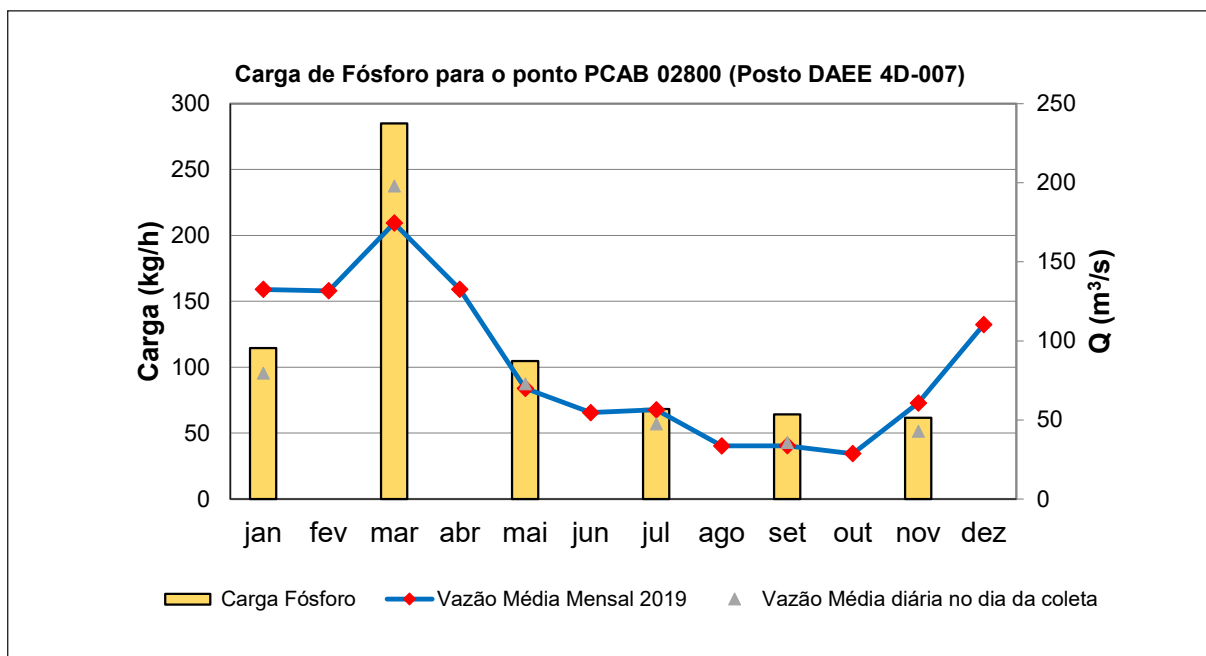


Gráfico 7.19 – Vazões e carga de Fósforo em 2018 no ponto PCAB02800



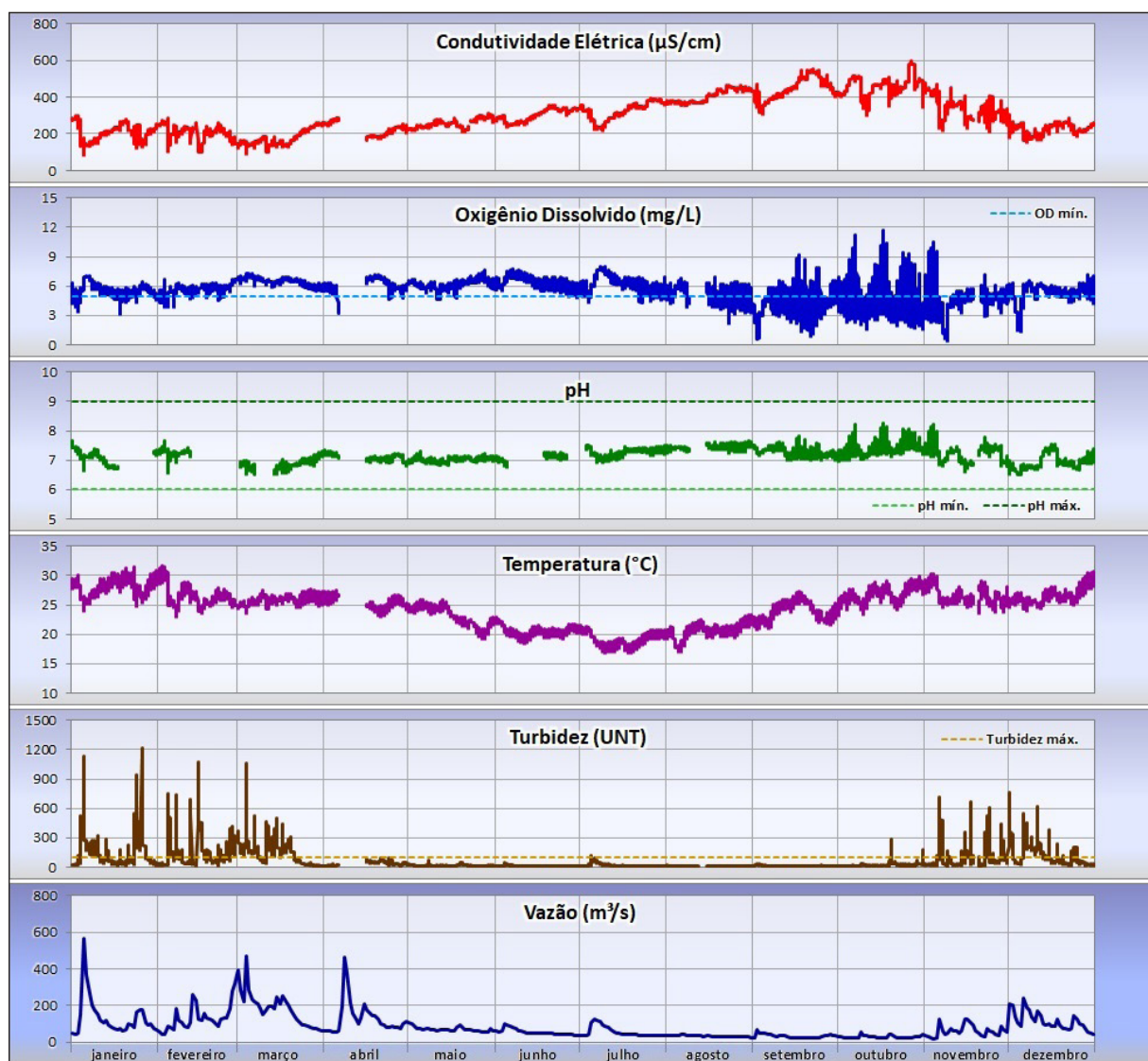
As cargas estimadas para ambos as variáveis DBO e Fósforo Total em 2019 no rio sofreram influência do regime de vazões nesse rio, principalmente no caso do Fósforo Total que manteve concentrações na faixa de 0,4 a 0,5 mg L⁻¹ ao longo do ano. Já no caso da DBO, a carga foi reflexo não somente da vazão média diária no dia da coleta como também da sua concentração. Assim, observou-se a maior carga no mês de março, na

época chuvosa, quando a concentração de DBO atingiu 10 mg L^{-1} e a vazão média diária foi de $198 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ ao passo que a menor carga foi registrada em julho, na época seca, quando a concentração de DBO foi de $2,0 \text{ mg L}^{-1}$ e a vazão média diária foi de $47 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$. Esse resultado é um indicativo de contribuição de origem difusa, que pode ser oriunda tanto do lançamento de esgoto sem tratamento como do uso agrícola do solo na bacia de drenagem deste rio.

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 e Sumaré podem contribuir com uma parcela expressiva da carga de DBO e Fósforo Total que aporta no rio Piracicaba.

A Figura 7.3 apresenta a evolução dos parâmetros medidos pela Estação Automática Piracicaba em 2019.

Figura 7.3 – Evolução dos parâmetros medidos pela Estação Automática Piracicaba de janeiro a dezembro de 2019

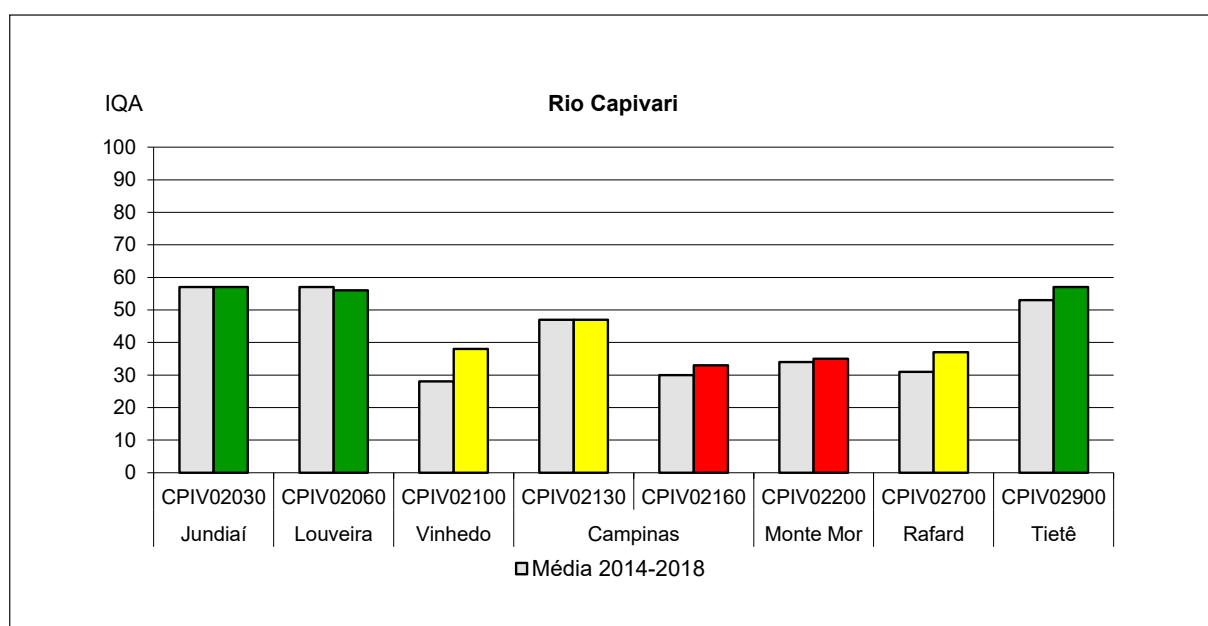


A Estação Automática Piracicaba determina a qualidade das águas de um dos mais importantes afluentes do rio Tietê, o rio Piracicaba, a jusante da cidade de Piracicaba e da foz do rio Corumbataí. Em 2019, o oxigênio dissolvido atendeu ao padrão de qualidade estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/2005 para rios Classe 2 em 75% do tempo. Constatou-se que em setembro e outubro, quando a estiagem atingiu o seu ápice, o rio

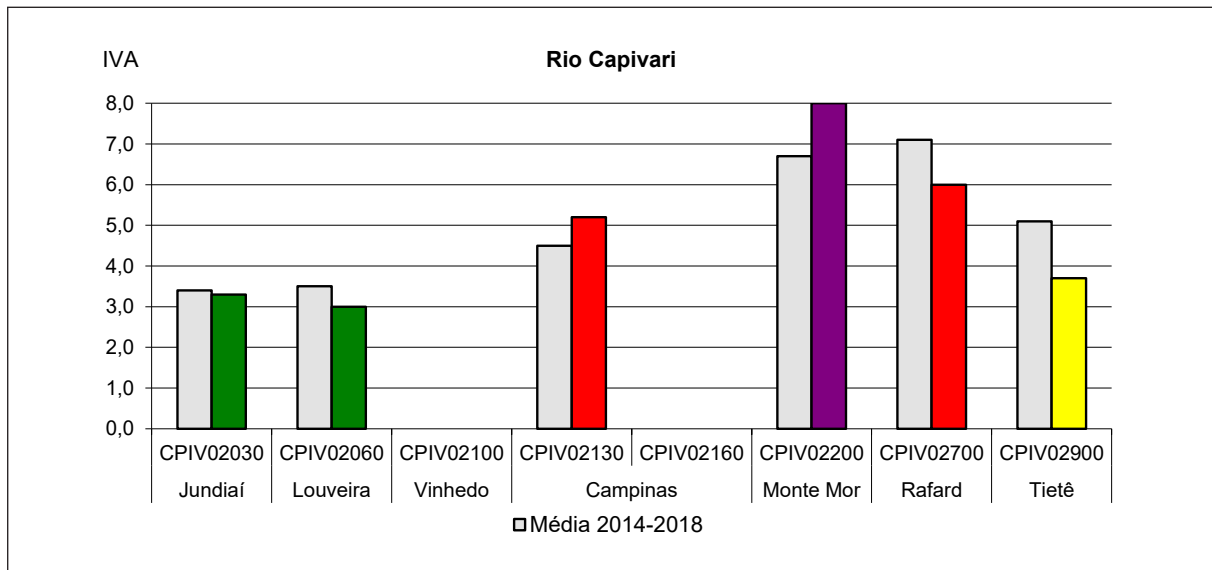
Piracicaba sofreu um estresse qualitativo, com registro dos maiores valores de condutividade, atingindo valores próximos a $600 \mu\text{S cm}^{-1}$, e com maior amplitude dos valores de oxigênio, apresentando as menores concentrações do ano. Apesar de atender ao padrão em 82% do tempo, a turbidez apresentou picos de mais de 1000 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 2019 e nos últimos 5 anos

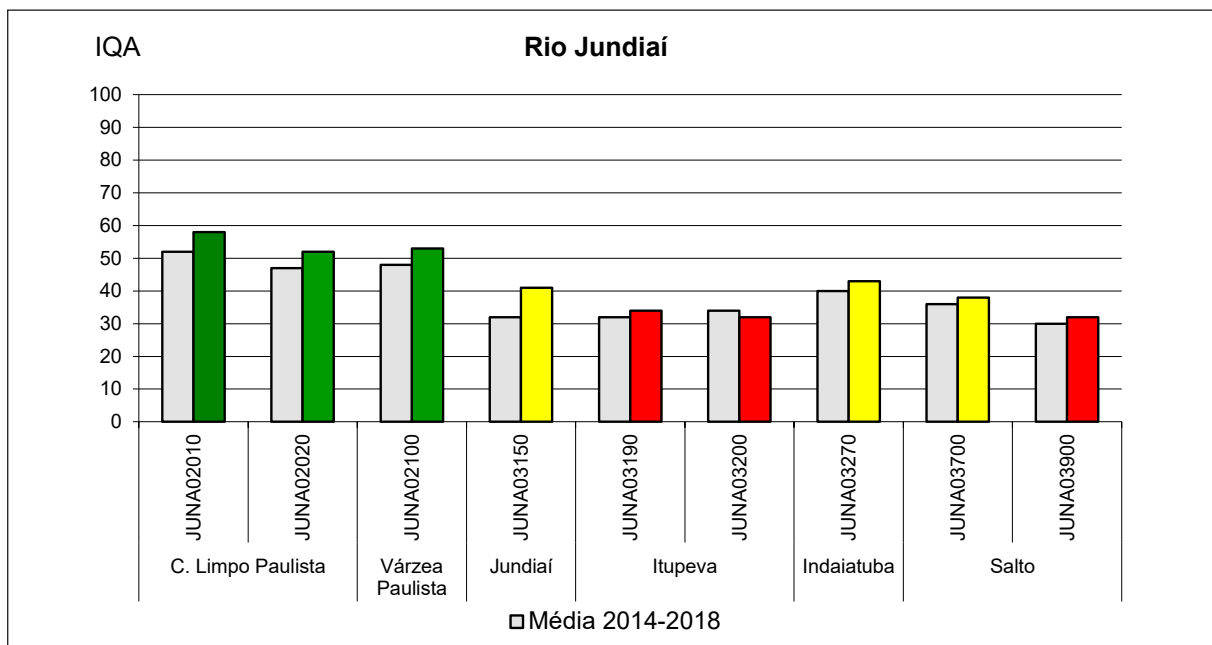


O Gráfico 7.20 apresenta o perfil do IQA ao longo do rio Capivari em 2019. O trecho em Louveira e Vinhedo permaneceu nas categorias Boa e Regular, igualmente ao observado em 2018, mas com IQA acima da média histórica em Vinhedo. Nos trechos de montante em Campinas e em Monte Mor houve piora da qualidade do IQA em relação a 2018, devido à queda nos níveis de Oxigênio Dissolvido em algumas campanhas. A qualidade mantém-se Ruim no trecho em Campinas, 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 desse município. A qualidade da água melhorou nos trechos de jusante em Rafard e Tietê, que passou para as categorias Regular e Boa, respectivamente, com IQA acima da média histórica principalmente devido ao aumento nos níveis de OD.

Gráfico 7.21 – Perfil do IVA ao longo do rio Capivari em 2019 e nos últimos 5 anos

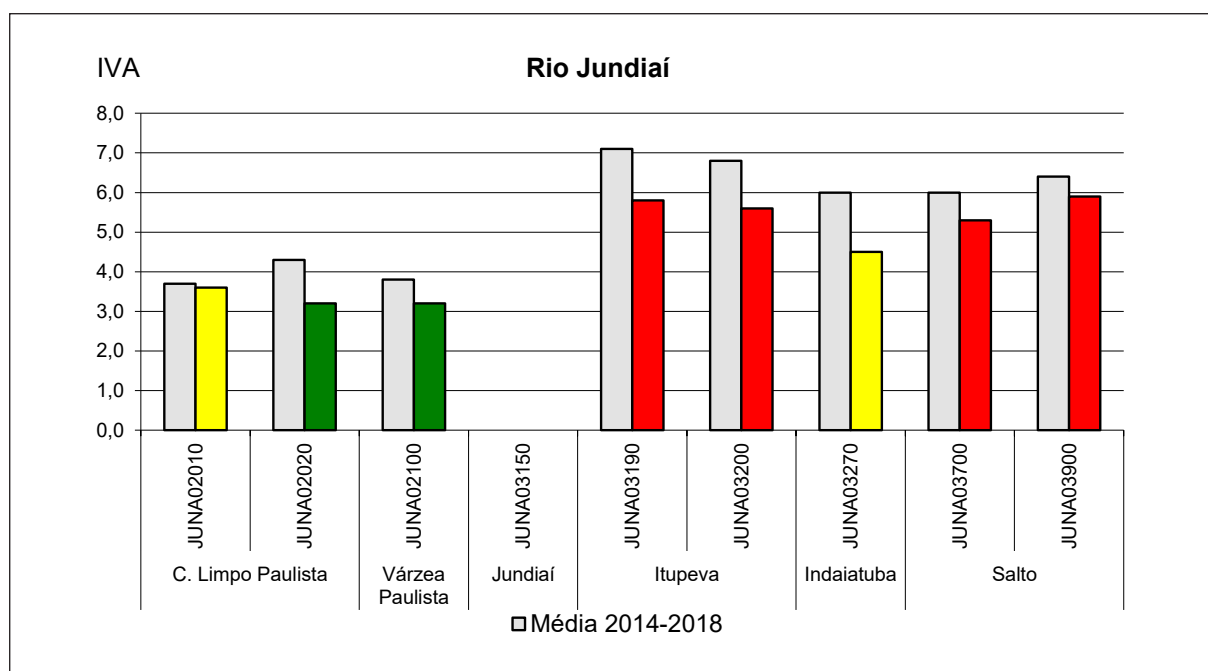
O perfil do IVA nesse rio (Gráfico 7.21) indicou melhora no trecho em Jundiaí e piora em relação a 2018, nos trechos em Campinas, Monte Mor, que passaram para as categorias Ruim e Péssima devido, sobretudo, à influência do grau de trofia (Mesotrófico a Hipereutrófico). Nos trechos em Monte Mor e Rafard, o IVA também foi influenciado pelos baixos níveis de OD e presença de surfactantes em algumas campanhas do ano. Com exceção de Campinas e Monte Mor, o IVA de 2019 ficou abaixo da média histórica. 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 Jundiaí

Gráfico 7.22 – Perfil do IQA ao longo do rio Jundiaí – UGRHI 05 em 2019 e nos últimos 5 anos.

O perfil do IQA no rio Jundiaí em 2019 é mostrado no Gráfico 7.22. Destaca-se a melhora da qualidade nos trechos em Campo Limpo Paulista, Várzea Paulista e Jundiaí, com IQA acima da média histórica. Esses trechos passaram para as categorias Boa e Regular em 2019, devido à queda expressiva nas concentrações de DBO e, consequente aumento nos níveis de OD. Apesar da DBO ainda elevada no trecho em Salto, houve redução em relação a 2018, o que contribui na melhora da qualidade da água que passou da categoria Ruim para Regular em 2019. Os demais trechos mantiveram a mesma classificação daquela observada em 2018 e próxima da média dos últimos cinco anos.

Gráfico 7.23 – Perfil do IVA ao longo do rio Jundiaí – UGRHI 05 em 2019 e nos últimos 5 anos



O Perfil do IVA no rio Jundiaí no ano de 2019 pode ser visualizado no Gráfico 7.23. Houve melhora da qualidade da água para proteção da biota em quase todos os trechos monitorados em relação à média histórica, exceto em Campo Limpo Paulista (JUNA 02010). Nos trechos onde o IVA foi classificado na categoria Boa, em Campo Limpo Paulista e em Várzea Paulista, houve aumento nos níveis de OD, que é uma variável essencial para proteção da vida aquática. Nos trechos em Itupeva e Indaiatuba, o IVA foi classificado nas categorias Ruim e Regular, porém houve melhora desse índice, a qual pode ser atribuída a não verificação de efeitos tóxicos em nenhuma das campanhas realizadas. Em Salto, foi verificado efeito tóxico crônico em apenas uma campanha, o que também contribuiu para a melhora do IVA nesse trecho.

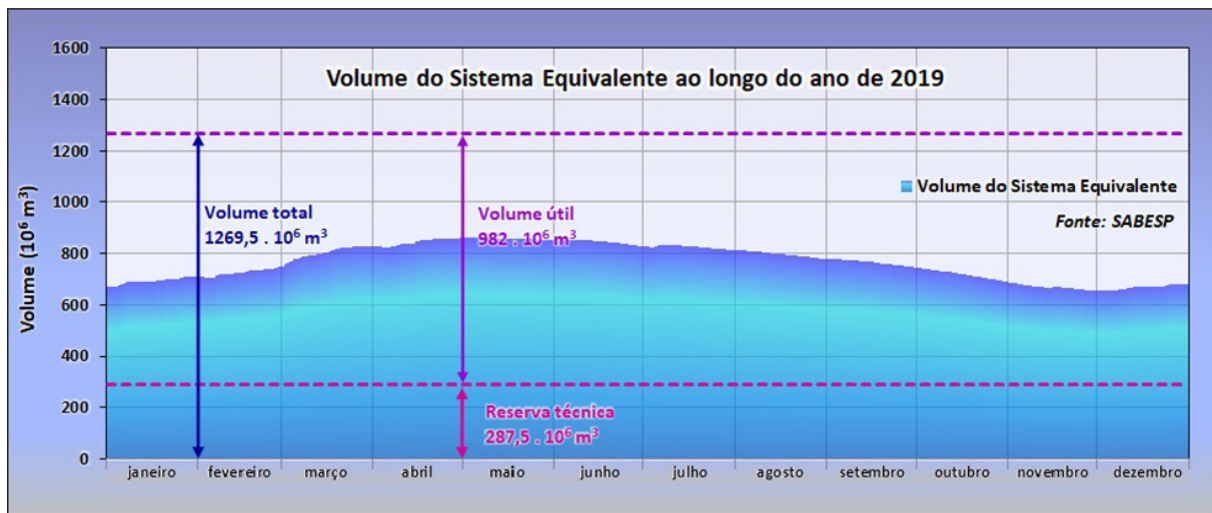
7.5 SISTEMA CANTAREIRA – UGRHIs 05 e 06

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 de água desses

corpos 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.

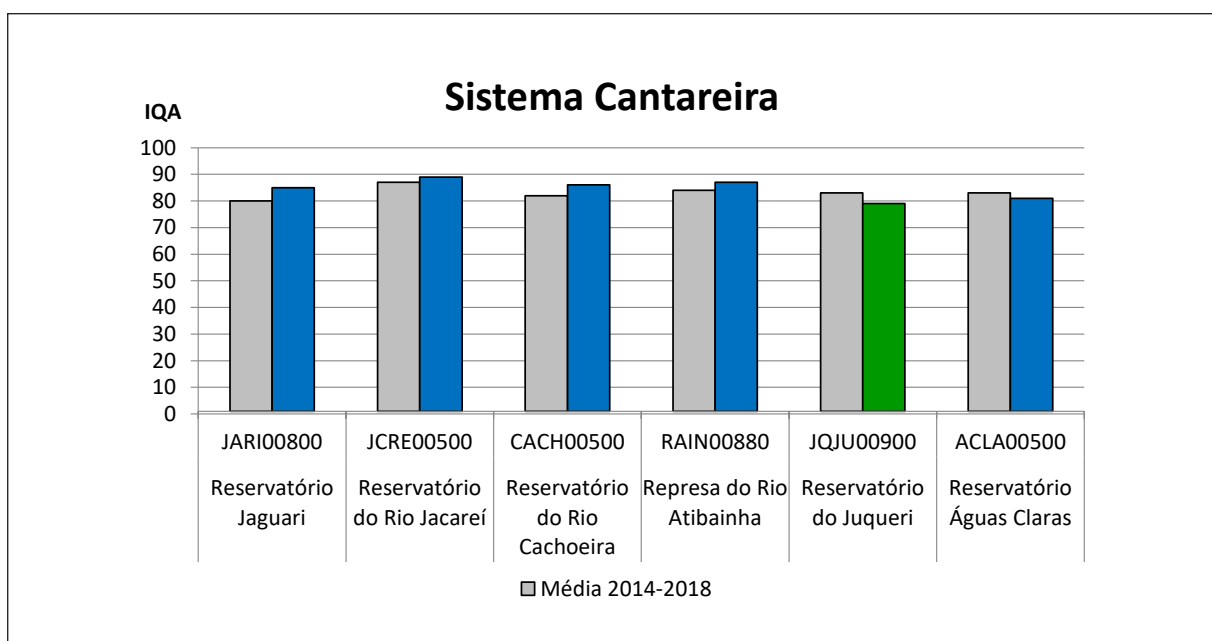
O Gráfico 7.24 apresenta a evolução do volume do Sistema Equivalente ao longo de 2019, podendo-se observar que o volume em dezembro de 2019, após uma recuperação progressiva e significativa até o final de maio, retornou próximo ao patamar de janeiro, correspondendo a cerca de 40% do volume útil.

Gráfico 7.24 – Evolução do volume do Sistema Equivalente ao longo de 2019



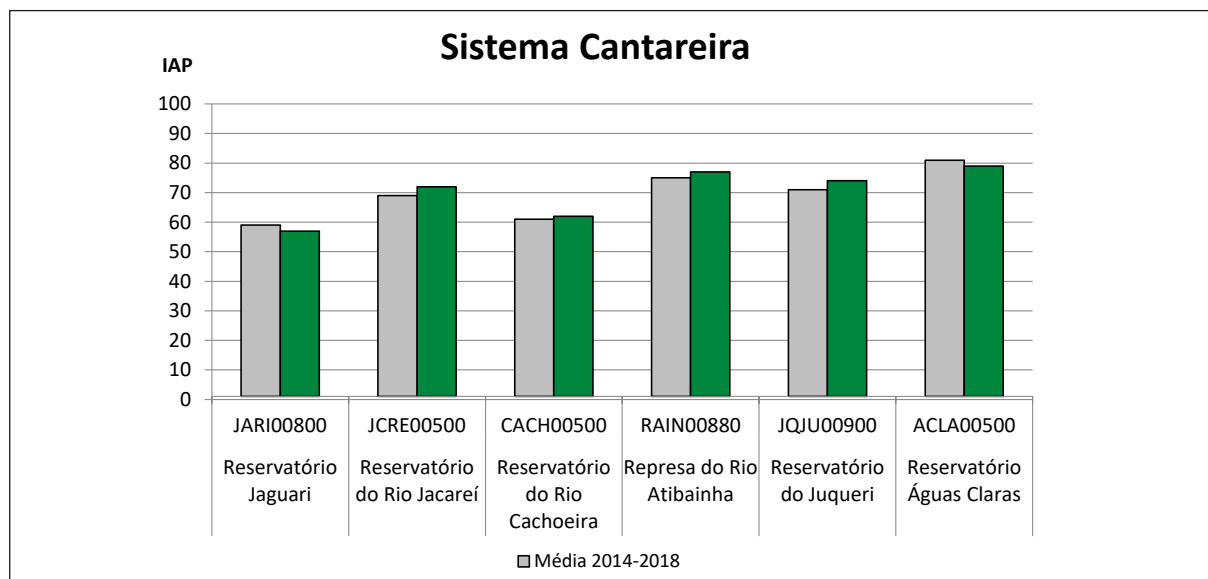
O Gráfico 7.25 apresenta o perfil do IQA para os reservatórios do Sistema Cantareira, seguindo o caminho das águas desde o reservatório Jaguari até o Águas Claras, onde é feita a adução para a ETA do Guaraú. Em 2019, a qualidade da água de todos os reservatórios foi classificada nas categorias Boa e Ótima e próxima da média histórica.

Gráfico 7.25 – Perfil do IQA nos reservatórios do Sistema Cantareira em 2019 e nos últimos 5 anos.



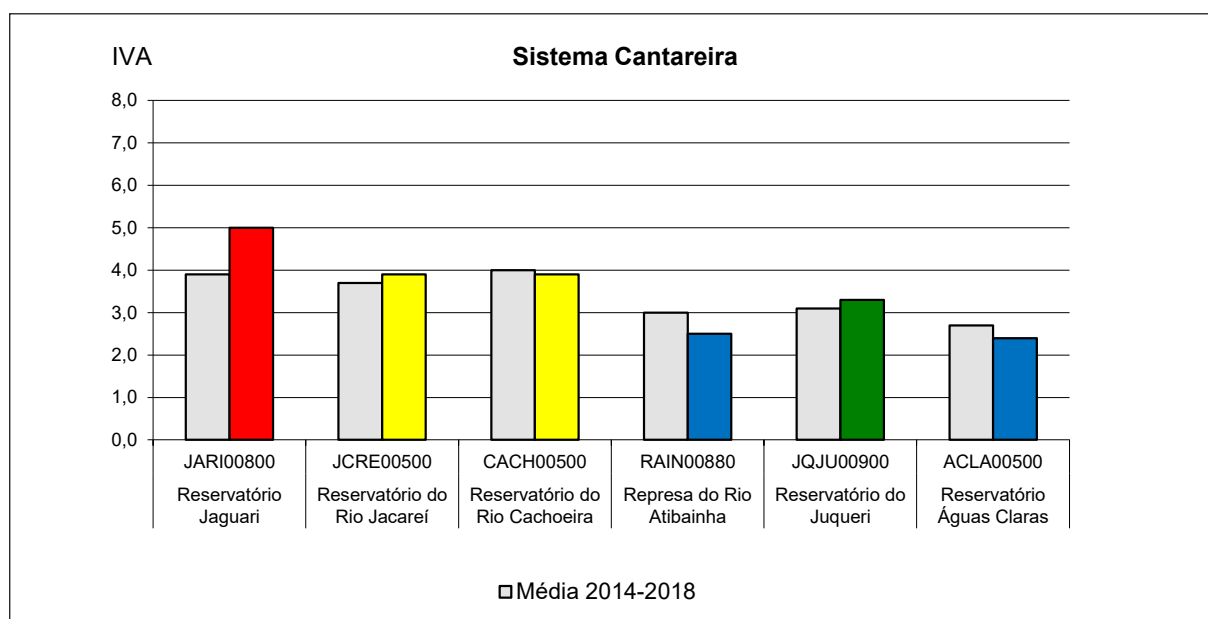
O Gráfico 7.26 apresenta o perfil do IAP para os reservatórios do Sistema Cantareira. O IAP anual se manteve na categoria Boa em 2019, se mantendo nos mesmos patamares dos últimos cinco anos.

Gráfico 7.26 – Perfil do IAP nos reservatórios do Sistema Cantareira em 2019 e nos últimos 5 anos.



O Gráfico 7.27 apresenta o perfil do IVA para os reservatórios do Sistema Cantareira. Em 2019, notou-se uma piora da qualidade da água para fins de proteção aquática no reservatório Jaguari, com IVA acima da média histórica, em razão da verificação de efeitos tóxicos crônicos e agudos em 75% das campanhas realizadas. Já nos reservatórios Atibainha e Águas Claras, aonde o IVA ficou abaixo da média histórica, houve melhora do IVA, que passou para a categoria Ótima. Nos reservatórios Cachoeira e Jacaré, cujo IVA ficou próximo da média histórica, mantiveram a classificação Regular devido à condição Mesotrófica e a toxicidade crônica registrada em algumas campanhas realizadas no ano.

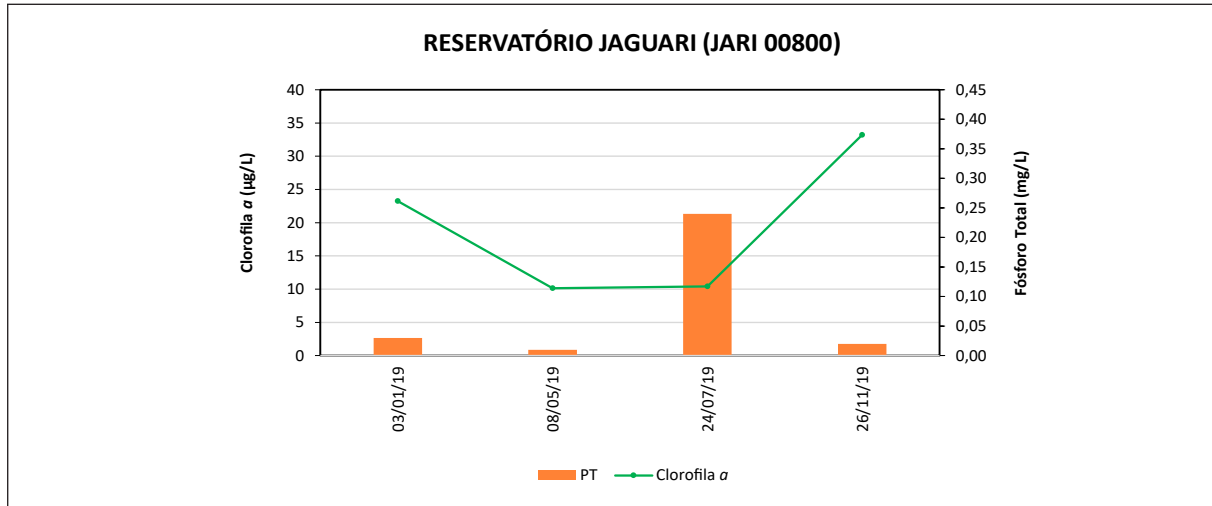
Gráfico 7.27 – Perfil do IVA nos reservatórios do Sistema Cantareira em 2019 e nos últimos 5 anos.



7.5.1 Reservatório Jaguari

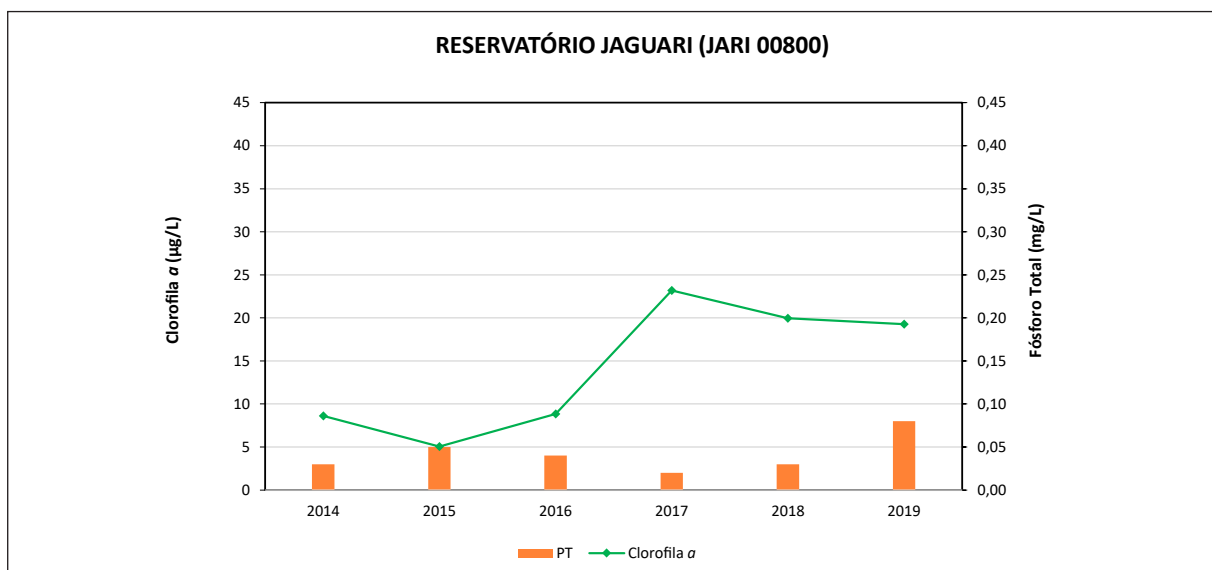
O Gráfico 7.28 apresenta as concentrações, em 2019, de Clorofila *a* e Fósforo Total no reservatório Jaguari.

Gráfico 7.28 – Concentrações de Clorofila *a* e Fósforo Total (PT) no reservatório Jaguari em 2019



Em 2019, pode-se observar, que as maiores concentrações de Fósforo Total ocorreram em julho, superando em 12 vezes o limite de 0,02 mg L⁻¹ estabelecido pela Resolução CONAMA n° 357/2005 indicando condição Hipereutrófica. Já as concentrações de Clorofila *a* superaram em todas as campanhas os limites de 10 µg L⁻¹ estabelecidos para águas enquadradas na Classe Especial, com as maiores concentrações em janeiro e novembro, indicando condições Eutrófica e Supereutrófica, respectivamente. As flutuações nas concentrações de Clorofila *a* foram similares à densidade total de organismos fitoplanctônicos, influenciadas principalmente pelas elevadas densidades de organismos pertencentes aos grupos das Cianobactérias e Diatomáceas. Esse reservatório exibiu classificação trófica de Mesotrófica a Eutrófica, com média anual de Mesotrófica mantendo a classificação anual obtida desde 2008, ou seja, ambiente em processo de eutrofização.

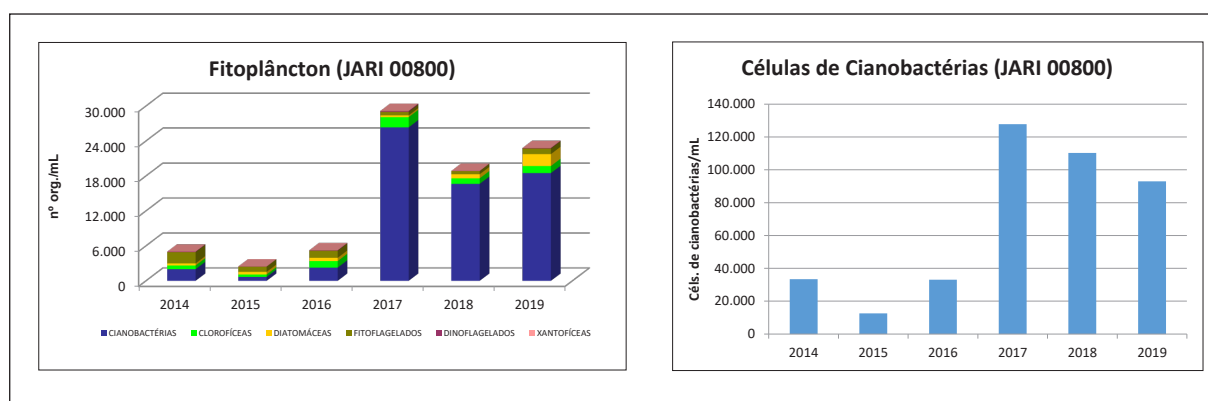
Gráfico 7.29 – Média Anual de Clorofila *a* e Fósforo Total no reservatório Jaguari – 2014 a 2019



No Gráfico 7.29, pode-se observar no período avaliado que a maior concentração média anual de Fósforo Total foi em 2019, influenciada pela elevada concentração no mês de julho. As concentrações médias anuais de Clorofila *a*, observadas nos três últimos anos, estão em patamar mais elevado e, estão relacionadas às elevadas densidades totais de organismos fitoplanctônicos principalmente dos grupos das Cianobactérias e Clorofíceas.

Observou-se um leve aumento na densidade média anual de organismos da comunidade fitoplanctônica, com contribuição mais expressiva de Diatomáceas e Fitoflagelados quando comparado ao ano anterior. O decréscimo na densidade média anual de Células de Cianobactérias não foi significativo. A estrutura da comunidade evidenciou a continuidade de uma condição ambiental ruim. (Figura 7.4)

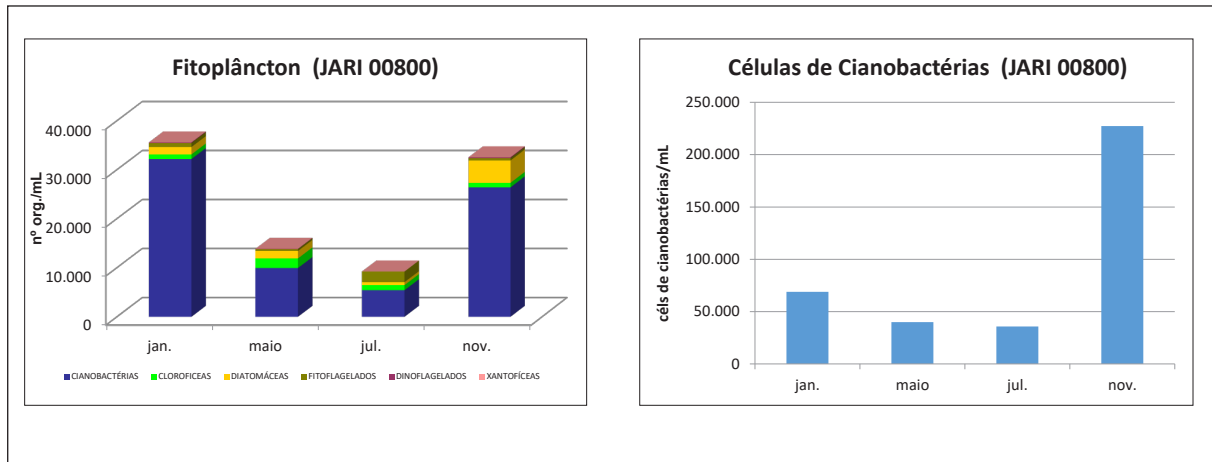
Figura 7.4 – Média anual da Comunidade Fitoplanctônica e Contagem de Células de Cianobactérias no reservatório Jaguari – 2014 a 2019



A composição da comunidade observada na média anual refletiu o mesmo comportamento dos resultados obtidos nas campanhas amostrais mensais: dominância de Cianobactérias em todas as amostragens e aumento da densidade de Diatomáceas em novembro (Figura 7.5). Os valores mensais de Células de Cianobactérias ultrapassaram o preconizado pela Resolução CONAMA nº 357/2005 para Classe Especial ($20.000 \text{ céls mL}^{-1}$) em todos os meses, sendo que o maior valor foi obtido em novembro ($227.329 \text{ céls mL}^{-1}$), com dominância de *Cylindrospermopsis*, potencialmente produtor de cilindrospermopsina, saxitoxina (Carvalho *et al.* 2013) e microcistina (Paerl e Otten, 2013). Esse gênero foi o que mais contribuiu para a Densidade Total de Células de Cianobactérias durante o ano, com exceção de julho, quando a densidade de Células pertencentes ao gênero *Cyanogranis* (sem registro de produção de cianotoxinas) foi superior à de *Cylindrospermopsis*.

A densidade de Células de Cianobactérias encontrada em novembro provavelmente não influenciou a concentração de Clorofila *a* obtida no mesmo mês ($33,22 \mu\text{g L}^{-1}$, a maior do ano) uma vez que houve dominância do gênero *Cylindrospermopsis*, que apresenta baixa concentração desse pigmento (McGREGOR; FABBRO, 2000). É provável que a Clorofila *a* tenha sido influenciada pelas densidades de Diatomáceas observadas em novembro.

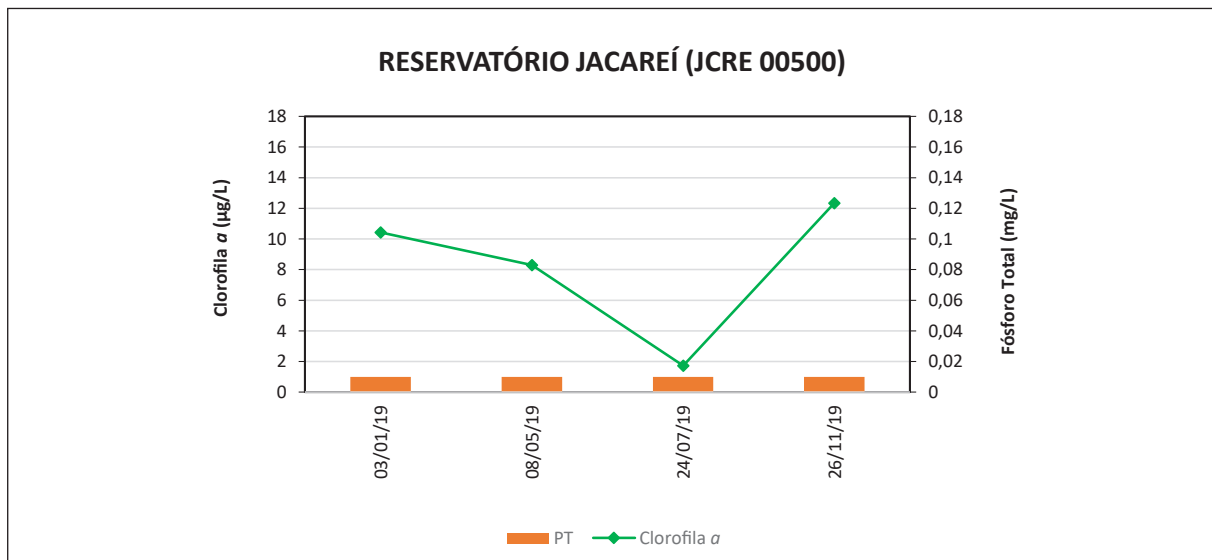
Figura 7.5 – Média mensal da Comunidade Fitoplanctônica e Contagem de Células de Cianobactérias no reservatório Jaguari em 2019



7.5.2 Reservatório Jacaré

O Gráfico 7.30 apresenta as concentrações, em 2019, de Clorofila *a* e Fósforo Total no reservatório Jacaré que compõe o Sistema Cantareira e que, juntamente com o reservatório Jaguari, localizam-se na porção inicial do Sistema, sendo os dois principais reservatórios em termos de volume. Esse reservatório foi incluído na Rede de Monitoramento, com amostragens mensais, a partir de abril de 2014, atualmente são realizadas quatro campanhas ao longo do ano.

Gráfico 7.30 – Concentrações de Clorofila *a* e Fósforo Total (PT) no reservatório Jacaré 2019.

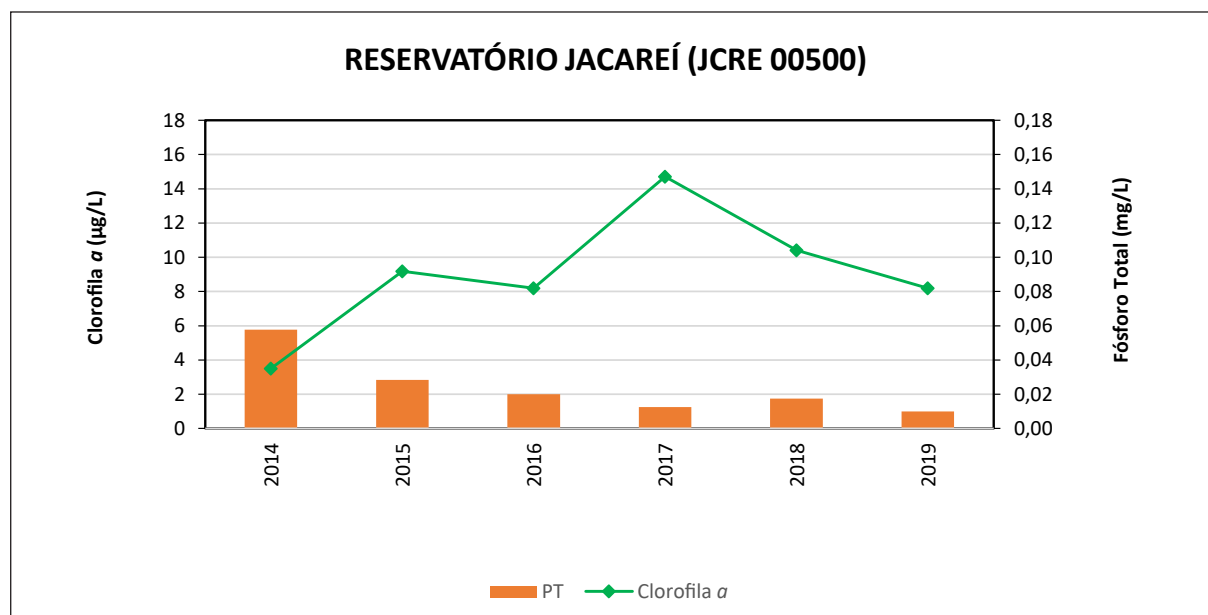


Em 2019, no reservatório Jacaré, as concentrações de Fósforo Total estiveram em conformidade com a Resolução CONAMA nº 357/2005 em todas as campanhas indicando condições Oligotróficas. As maiores concentrações de Clorofila *a*, foram observadas nos meses de janeiro e novembro, quando superaram o limite estabelecido, porém ainda indicando condição Mesotrófica. As flutuações das concentrações de Clorofila *a*

foram similares à densidade total de organismos fitoplanctônicos, principalmente dos grupos das Diatomáceas e Clorofíceas. Esse reservatório exibiu ao longo do ano classificações de Oligotrófica a Mesotrófica segundo o IET, sendo classificada pela média anual como Oligotrófica, exibindo uma melhora em relação ao ano anterior.

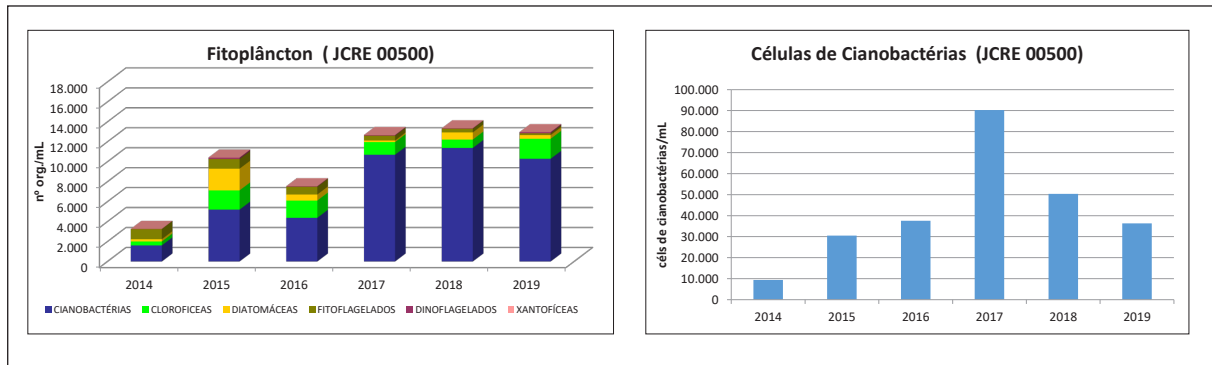
No período de 2014 a 2019 (Gráfico 7.31) as concentrações médias anuais de Fósforo Total exibiram suas maiores concentrações em 2014 e 2015, coincidentes com os anos de crise hídrica, porém, apresentam uma tendência significativa de queda. Já as concentrações médias anuais de Clorofila *a* exibiram as maiores concentrações em 2017 e 2018, corroborando o aumento no Número de Células de Cianobactérias. Segundo o IET, nesse período, esse reservatório exibiu condição trófica de Oligotrófica a Mesotrófica. Em 2019 apresentou melhora, retornando à condição Oligotrófica observada em 2014. A melhoria verificada em 2019 foi decorrente de menores concentrações de Fósforo Total, enquanto em 2014 menores valores de Clorofila *a* resultaram na classificação oligotrófica.

Gráfico 7.31 – Média Anual de Clorofila *a* e Fósforo Total (PT) no reservatório Jacaré - 2014 a 2019.



A estrutura da comunidade fitoplanctônica entre 2018 e 2019 manteve-se sem alteração, evidenciando uma condição ambiental ruim, reflexo da situação observada no reservatório Jaguari. Apesar de observar uma tendência de diminuição da densidade anual de Células de Cianobactérias a partir de 2017, a densidade média anual da comunidade em 2019 (12.970 org mL⁻¹) permaneceu semelhante a 2017 (12.685 org mL⁻¹) e 2018 (13.358 org mL⁻¹), mantendo a dominância de Cianobactérias (Figura 7.6).

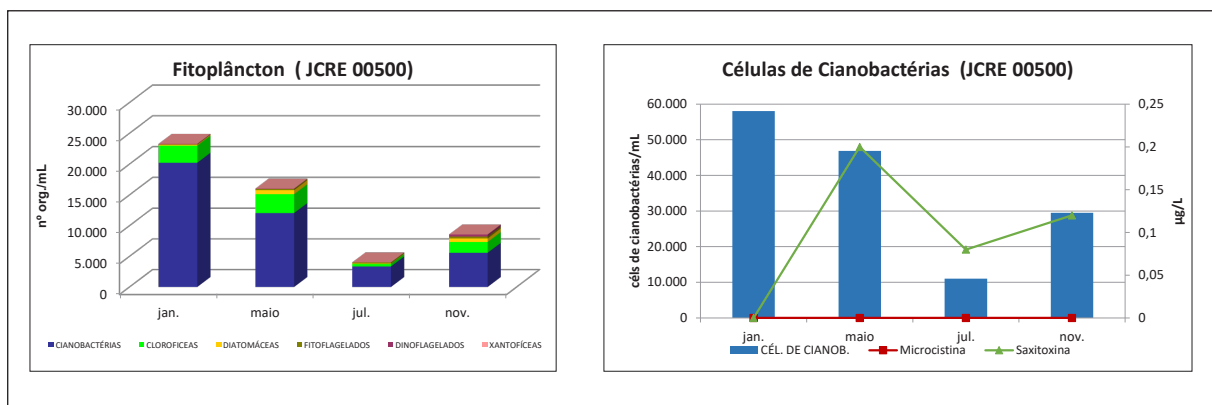
Figura 7.6 – Média anual da Comunidade Fitoplancônica e Contagem de Células de Cianobactérias no reservatório Jacaré – 2014 a 2019.



As médias anuais refletiram as condições observadas durante o ano de 2019 com dominância de Cianobactérias em todas as amostragens (Figura 7.7). As concentrações mensais de Células de Cianobactérias ultrapassaram o preconizado pela Resolução CONAMA nº 357/2005 para Classe Especial (20.000 céls mL⁻¹) em praticamente todos os meses, com exceção de julho (11.015 céls mL⁻¹). O gênero *Cylindrospermopsis*, potencialmente produtor de cilindrospermopsina, saxitoxina (Carvalho *et al.* 2013) e microcistina (Paerl e Otten, 2013) foi o que mais contribuiu para a densidade total de Células de Cianobactérias durante o ano, com exceção de julho, quando a densidade de Células pertencentes ao gênero *Cyanogranis* (sem registro de produção de cianotoxinas) foi superior à de *Cylindrospermopsis*. O mesmo cenário encontrado no reservatório Jaguarí.

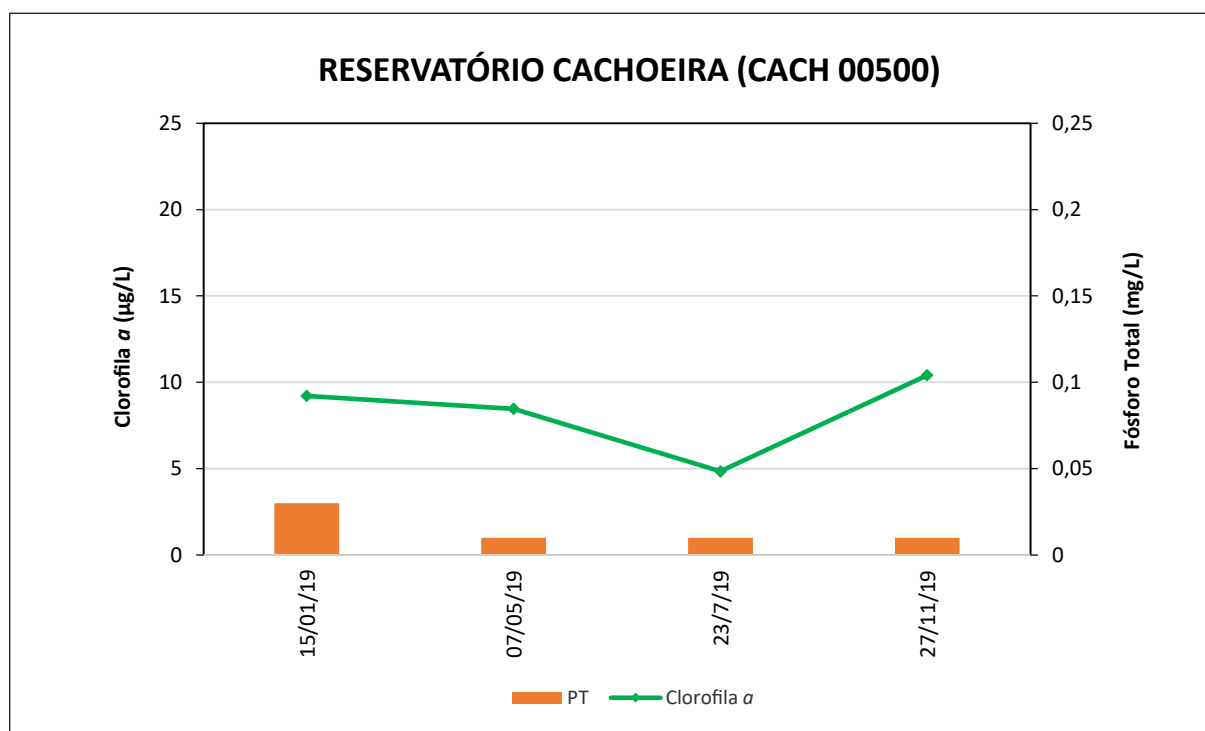
Os valores de saxitoxina na água bruta estiveram abaixo das concentrações estabelecidas para a água potável conforme o Anexo XX da Portaria de Consolidação do Ministério da Saúde nº 5/2017, sendo que o maior valor foi obtido em maio (0,2 µg L⁻¹). A microcistina ficou abaixo do limite de quantificação.

Figura 7.7 – Média mensal da Comunidade Fitoplancônica, Contagem de Células de Cianobactérias e concentrações de cianotoxinas (microcistina e saxitoxina) no reservatório Jacaré em 2019



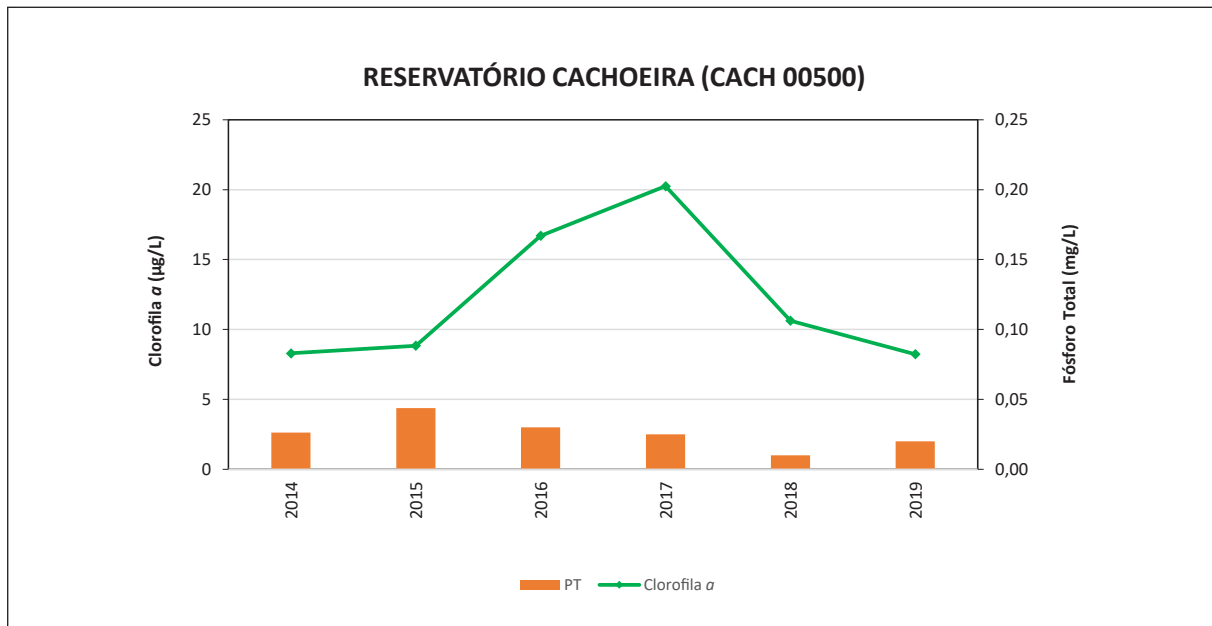
7.5.3 Reservatório Cachoeira

O Gráfico 7.32 apresenta as concentrações de Clorofila *a* e Fósforo Total, no reservatório Cachoeira, ao longo de 2019. Esse reservatório foi incluído na Rede de Monitoramento, com amostragens mensais, a partir de maio de 2014, contando atualmente com quatro campanhas ao longo do ano.

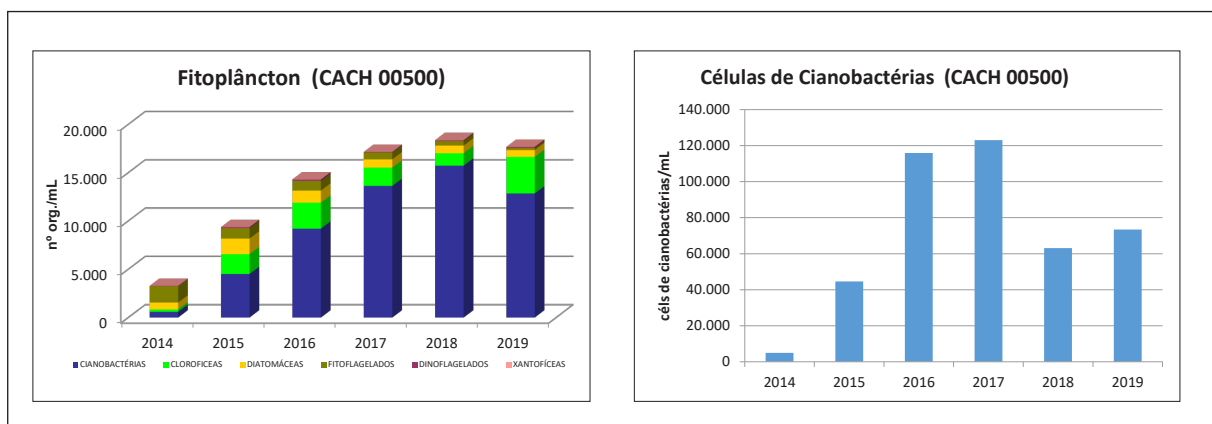
Gráfico 7.32 – Concentrações de Clorofila *a* e Fósforo Total (PT) no reservatório Cachoeira – 2019.

Em 2019, no reservatório Cachoeira, a maior concentração de Fósforo Total foi em janeiro quando superou limite de $0,02 \text{ mg L}^{-1}$, estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/2005, indicativo de condição Mesotrófica. A maior concentração de Clorofila *a* foi observada em novembro quando também superou o limite de 10 µg L^{-1} , estabelecido, indicando condição Mesotrófica. As concentrações de Clorofila *a* foram similares à densidade total de organismos fitoplanctônicos influenciada principalmente pelas densidades dos grupos das Cianobactérias e Clorofíceas. Esse reservatório, em relação à condição trófica segundo o IET, em 2019, variou de Oligotrófica a Mesotrófica com média anual Mesotrófica, ou seja, ambiente em processo de eutrofização que vem se mantendo estável desde 2014.

No período de 2014 a 2019 (Gráfico 7.33), a maior concentração média anual de Fósforo Total observada foi em 2015 indicando condição Mesotrófica e tem apresentado uma tendência a diminuição nos seus valores. Já a maior concentração média anual de Clorofila *a* observada foi em 2017, quando também foi observado o maior valor do Número de Células de Cianobactérias. Ao longo do período avaliado, as concentrações de Clorofila *a* variaram de forma similar ao Número de Células de Cianobactérias.

Gráfico 7.33 – Média Anual de Clorofila *a* e Fósforo Total (PT) no reservatório Cachoeira - 2014 a 2019.

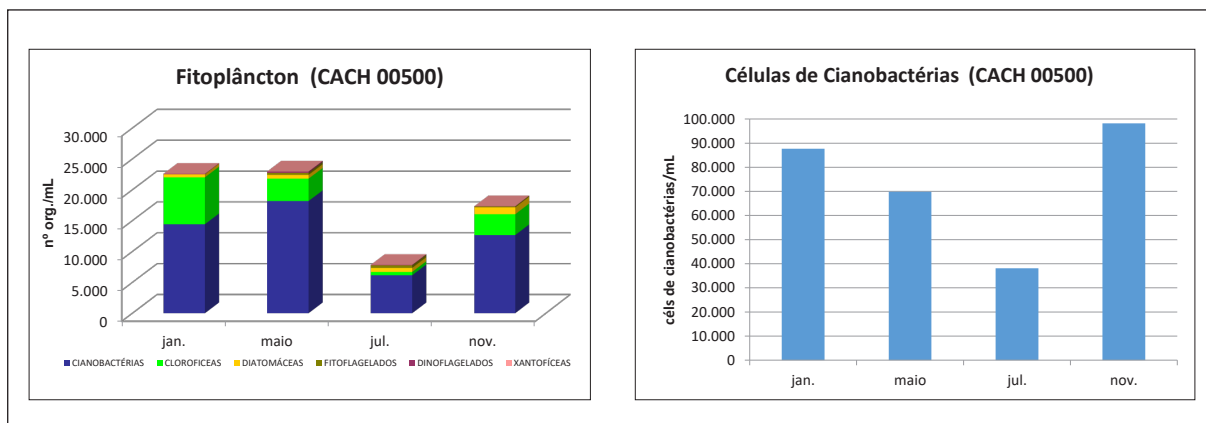
O reservatório Cachoeira, que vinha apresentando aumento gradativo das médias anuais de densidades de organismos fitoplanctônicos (Figura 7.8), apresentou uma discreta queda desses valores em 2019. A estrutura da comunidade, apesar de continuar evidenciando um ambiente degradado, teve um aumento da representatividade de Clorófitas em 2019, com consequente diminuição da porcentagem de Cianobactérias, que em 2018 representou 86% da comunidade e em 2019, 73%. O valor da densidade média anual de Células de Cianobactérias, que havia diminuído de 2017 para 2018, voltou a subir em 2019.

Figura 7.8 – Média anual da Comunidade Fitoplanctônica e Contagem de Células de Cianobactérias no reservatório Cachoeira – 2014 a 2019.

As médias anuais refletiram os valores obtidos nas campanhas amostrais mensais (Figura 7.9). Em janeiro, maio e novembro, observou-se maior contribuição das Clorófitas, principalmente o gênero *Actinastrum*, organismos coloniais com células fusiformes que, em estudos laboratoriais, apresentaram menor estresse à limitação de Fósforo (Rengefors *et al.*, 2003). Também se verificou a diminuição do maior valor de densidade total, que em 2018 foi obtido em janeiro (36.678 org mL⁻¹) e em 2019 foi obtido em maio (22.955 org mL⁻¹).

Os valores mensais de Células de Cianobactérias foram superiores ao estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/2005 para Classe Especial ($20.000 \text{ céls mL}^{-1}$) em todos os meses, com abundância do gênero *Cylindrospermopsis*, potencialmente produtor de cilindrospermopsina, saxitoxina (Carvalho *et al.* 2013) e microcistina (Paerl e Otten, 2013).

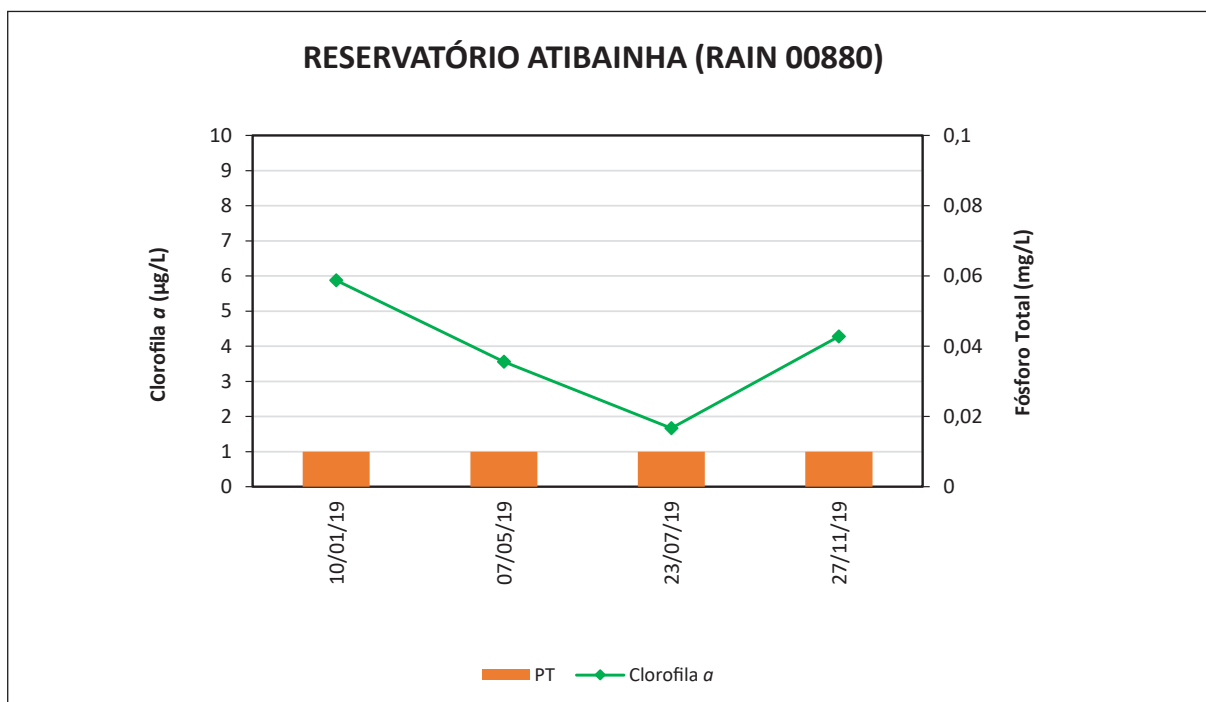
Figura 7.9 – Média mensal da Comunidade Fitoplantônica e Contagem de Células de Cianobactérias no reservatório Cachoeira. 2019



7.5.4 Reservatório Atibainha

O Gráfico 7.34 apresenta as concentrações de Clorofila *a* e Fósforo Total, no reservatório Atibainha ao longo de 2019. Esse reservatório foi incluído na Rede de Monitoramento, com amostragens mensais, a partir de abril de 2014, contando atualmente com quatro campanhas ao longo do ano.

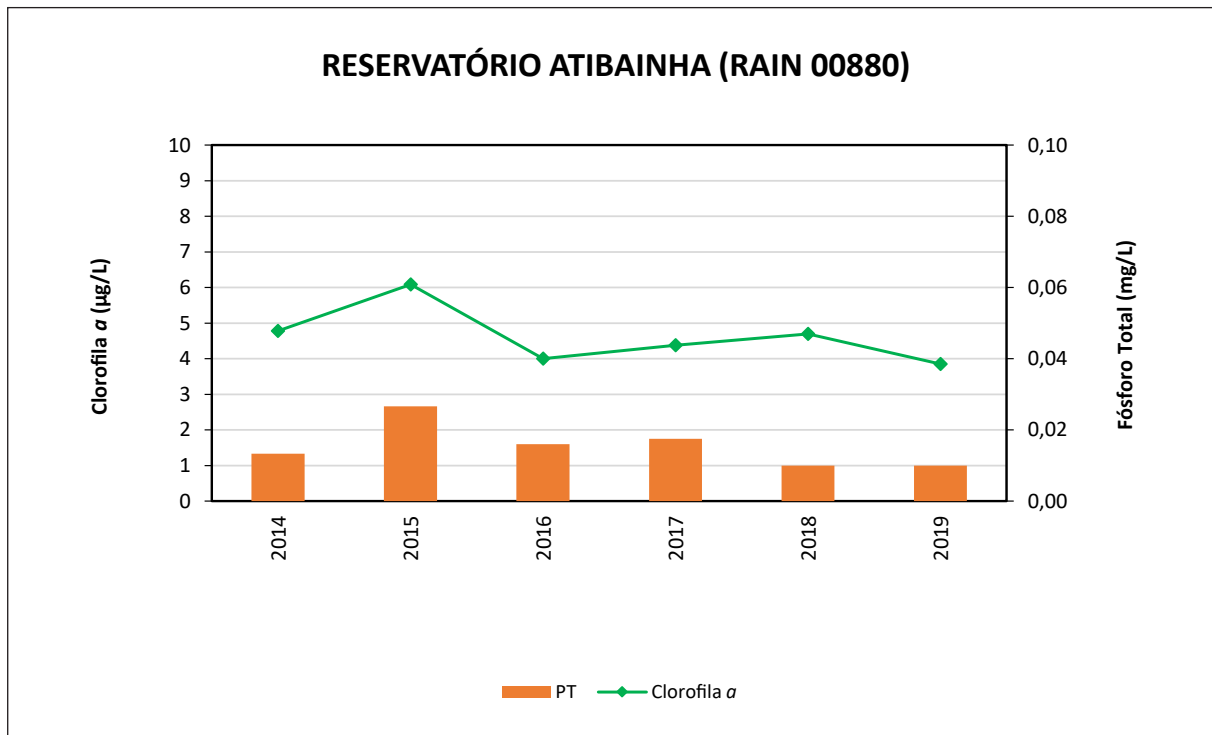
Gráfico 7.34 – Concentrações mensais de Clorofila *a* e Fósforo Total (PT) no reservatório Atibainha - 2019



Em 2019, as concentrações de Fósforo Total, em todas as campanhas, também estiveram em conformidade com a Resolução CONAMA nº 357/2005, indicando condição Oligotrófica. Quanto a Clorofila *a*, a maior concentração observada foi em janeiro, porém em conformidade com o limite estabelecido, indicando condições de Oligotrófica a Mesotrófica. As concentrações de Clorofila *a* exibidas ao longo do ano estiveram relacionadas com a densidade total de organismos fitoplanctônicos influenciada principalmente pela densidade do grupo das Clorofíceas e pelo Número de Células de Cianobactérias. Ao longo de todo o ano, segundo o IET, esse reservatório manteve a classificação Oligotrófica, a mesma obtida em 2018, ou seja, um ambiente com baixo grau de trofia.

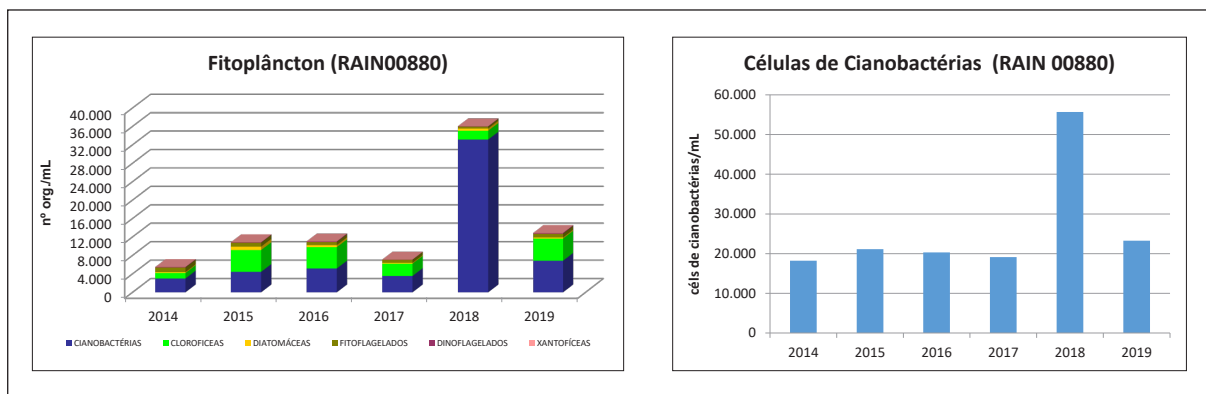
Esse reservatório exibiu, no período de 2014 a 2019 (Gráfico 7.35), classificação trófica, segundo o IET, de Oligotrófica a Mesotrófica. As maiores concentrações médias anuais tanto para Fósforo Total, quanto para Clorofila *a*, foram observadas em 2015, período da crise hídrica, indicando condição Mesotrófica. Nesse período as concentrações de Clorofila *a* variaram de forma similar às densidades dos grupos das Cianobactérias, Clorofíceas e Diatomáceas.

Gráfico 7.35 – Média Anual de Clorofila *a* e Fósforo Total (PT) no reservatório Atibainha - 2014 a 2019.



Para a comunidade fitoplanctônica, o reservatório Atibainha, que havia apresentado aumento considerável da densidade média anual de organismos de 2017 para 2018, apresentou em 2019 diminuição dessa densidade. O elevado valor da média anual de 2018 foi influenciado pela alta densidade de uma cianobactéria filamentosa ainda não identificada e descrita no "*Atlas de Cianobactérias da Bacia do Alto Tietê*" desenvolvido pela CETESB (Lamparelli *et al.*, 2014). Esse organismo foi dominante em novembro de 2018, chegando a representar 60% das Células de Cianobactérias do referido mês (Figura 7.10), influenciando, ainda a média anual de Células de Cianobactérias de 2018. Em 2019, a estrutura da comunidade nesse reservatório foi semelhante às condições do reservatório Cachoeira, com aumento da densidade de Clorofíceas.

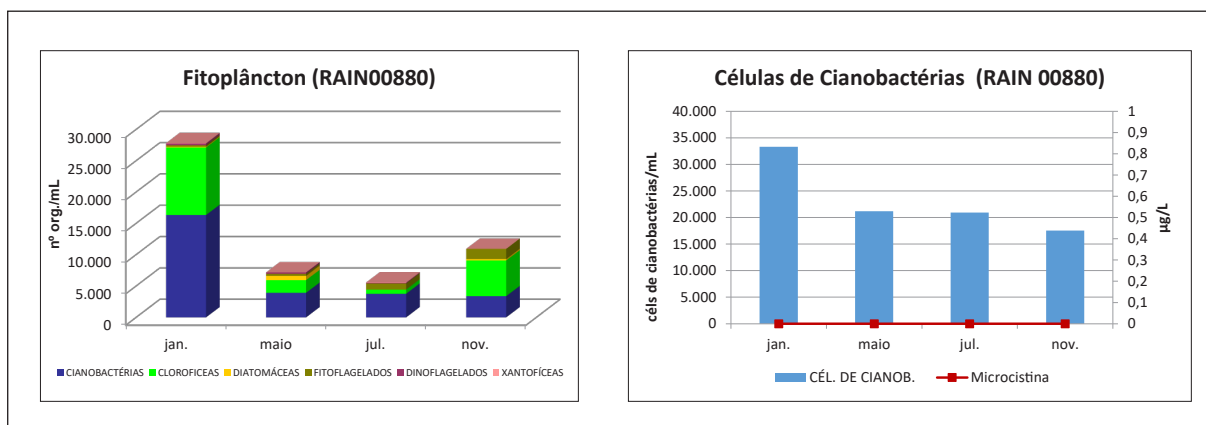
Figura 7.10 – Média anual da Comunidade Fitoplanctônica e Contagem de Células de Cianobactérias no reservatório Atibainha – 2014 a 2019.



Apesar de a média anual de densidade total da comunidade fitoplanctônica ter diminuído em relação a 2018, os valores obtidos em janeiro, maio e julho foram superiores em 2019 quando comparados com 2018, com dominância de Cianobactérias em todos os meses, indicando má qualidade da água. A maior abundância de Clorófitas observada na média anual foi reflexo da maior quantidade de organismos desse grupo em janeiro e novembro, especificamente organismos pertencentes à ordem Desmidiaceas e da espécie *Ankistrodesmus fusiformis*, respectivamente. O gênero *Cyanogranis* (sem registro de produção de cianotoxinas) vem sendo quantificado nesse reservatório, em todas as amostragens, desde 2017 e foi dominante em maio e julho. O gênero *Cylindrospermopsis*, potencialmente produtor de cilindrospermopsina, saxitoxina (Carvalho *et al.* 2013) e microcistina (Paerl e Otten, 2013) foi dominante em novembro. (Figura 7.11)

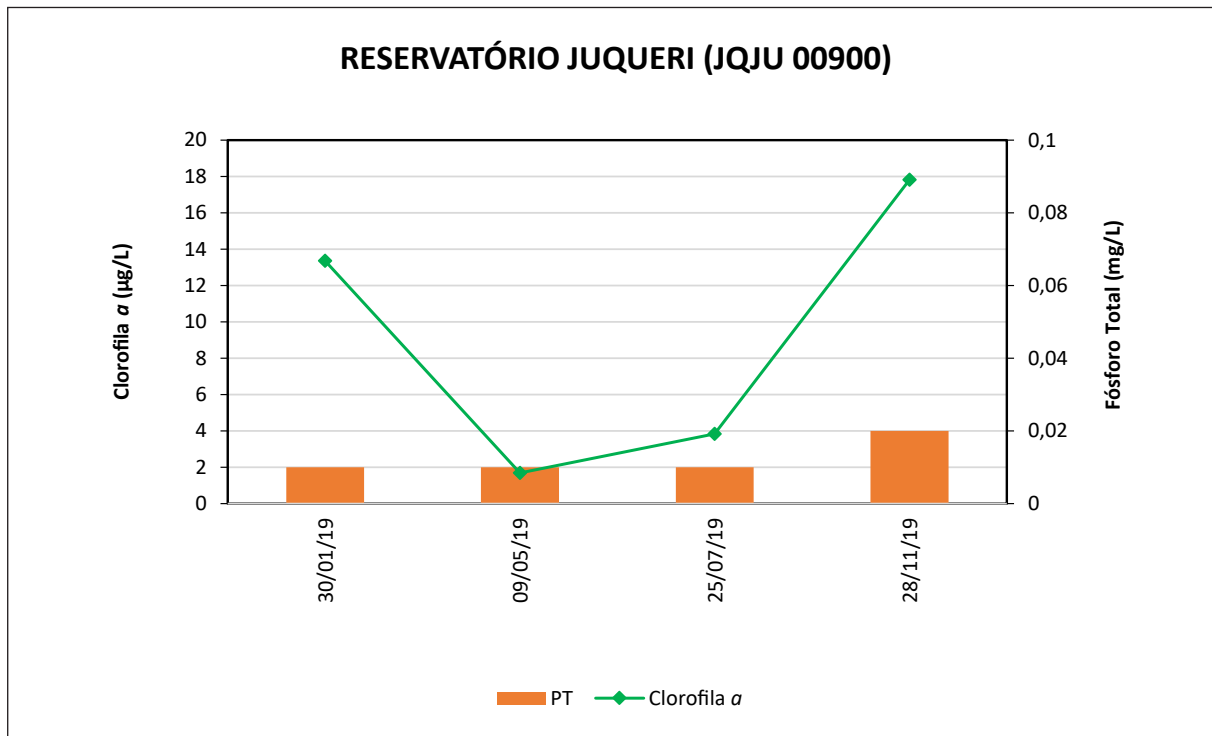
A microcistina na água bruta esteve abaixo do limite de quantificação ($0,15 \mu\text{g L}^{-1}$) em todas as amostragens.

Figura 7.11 – Média mensal da Comunidade Fitoplanctônica, Contagem de Células de Cianobactérias e concentração de microcistina no reservatório Atibainha. 2019.



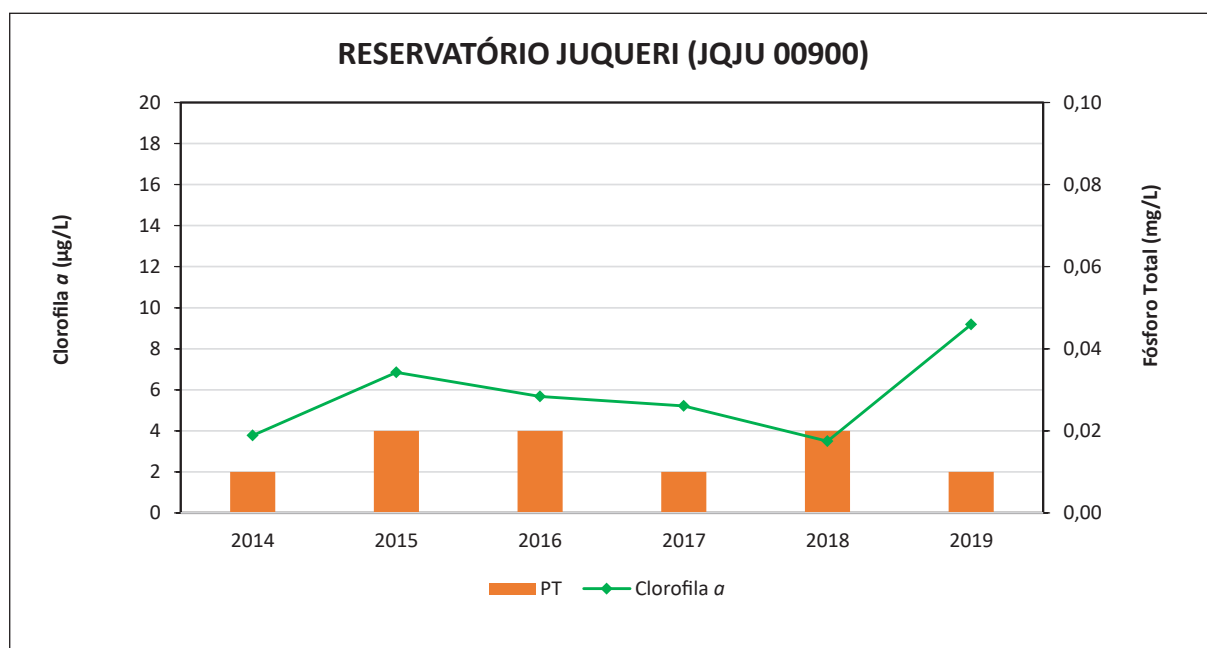
7.5.5 Reservatório Juqueri (Paiva Castro)

Gráfico 7.36 – Concentrações de Clorofila *a* e Fósforo Total no reservatório Juqueri em 2019.

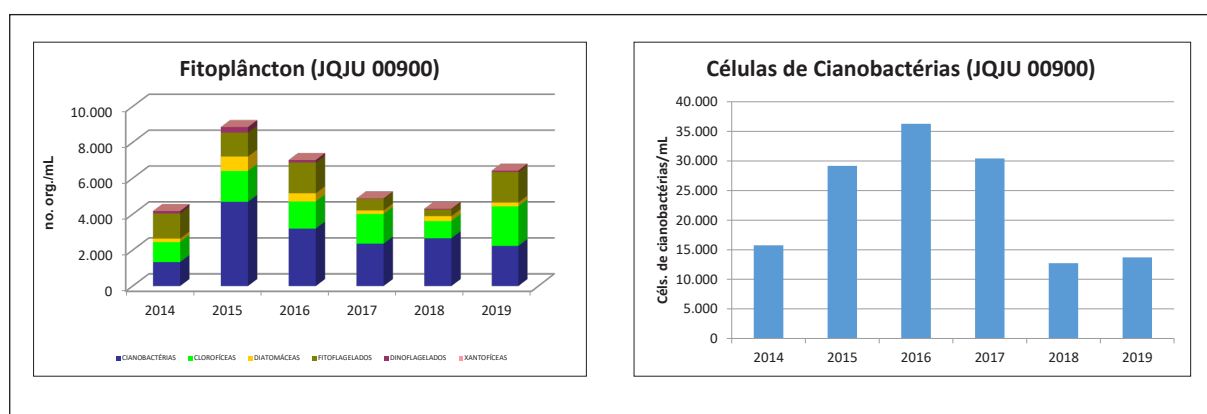


Ao longo de 2019 (Gráfico 7.36) foram realizadas quatro campanhas nesse reservatório, nas quais as concentrações de Fósforo Total estiveram em conformidade com a Resolução CONAMA nº 357/2005. Já as maiores concentrações de Clorofila *a*, foram obtidas em janeiro e novembro, quando ultrapassou o limite estabelecido ($10 \mu\text{g L}^{-1}$) para águas Classe Especial. As concentrações de Clorofila *a* variaram de acordo com a densidade total de organismos fitoplanctônicos, influenciados principalmente pelos grupos das Cianobactérias, Clorofíceas e Dinoflagelados. Nesse reservatório a classificação trófica, pelo IET em 2019 variou, de Oligotrófica a Mesotrófica e pela média anual classificou-se como Mesotrófica, ou seja, ambiente em processo de eutrofização, exibindo uma piora da sua condição trófica em relação ao ano anterior.

No histórico do reservatório Juqueri (Gráfico 7.37), foi possível observar que as concentrações médias anuais de Fósforo Total, embora ainda baixas, indicaram em 2015, 2016 e 2018 classificação Mesotrófica. A maior média anual de Clorofila *a*, ao longo de seis anos, foi registrada em 2019, porém mantendo a condição Mesotrófica. As concentrações de Clorofila *a* variaram de forma similar às densidades totais de organismos fitoplanctônicos, influenciadas principalmente pelos grupos das Cianobactérias, Clorofíceas e Fitoflagelados. Segundo a média anual do IET, esse reservatório exibiu, nesse período, condição trófica variando de Oligotrófica a Mesotrófica.

Gráfico 7.37 – Média Anual de Clorofila *a* e Fósforo Total no reservatório Juqueri – 2014 a 2019

Para a comunidade fitoplanctônica, no reservatório Juqueri os valores da densidade média anual de organismos e de Células de Cianobactérias de 2019 foram superiores aos de 2018. A distribuição das densidades de Clorofíceas, Fitoflagelados e Cianobactérias esteve mais igualitária, reflexo dos resultados obtidos em janeiro, amostragem em que as Clorofíceas foram mais abundantes, e julho, quando houve dominância de Flagelados. O aumento das densidades de Células de Cianobactérias foi discreto em relação a 2018 (Figura 7.12).

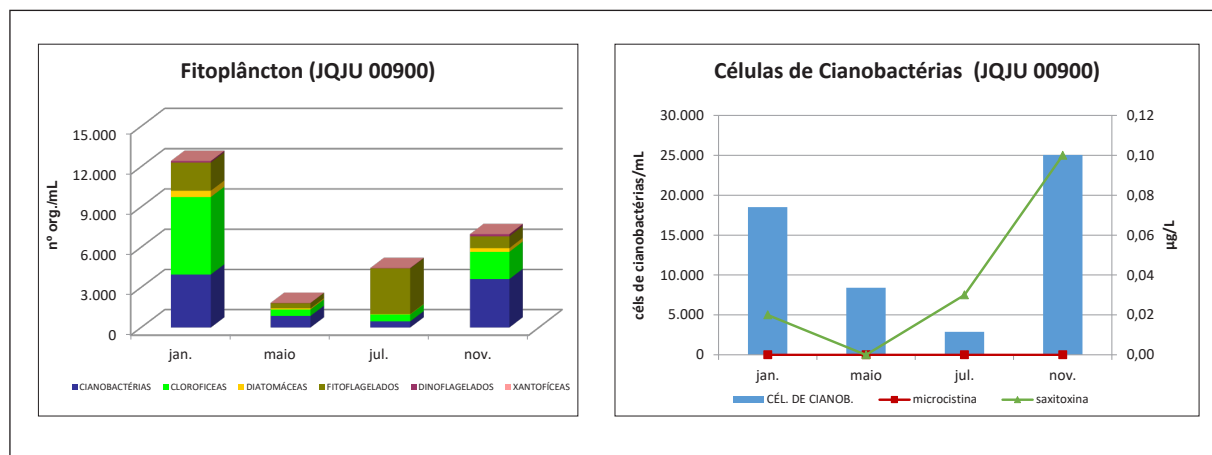
Figura 7.12 – Média anual da Comunidade Fitoplanctônica e Contagem de Células de Cianobactérias no reservatório Juqueri - 2014 a 2019

A maior densidade de organismos foi obtida em janeiro ($12.425 \text{ org mL}^{-1}$), com abundância de organismos da ordem Desmidiaceas. Considerando que os reservatórios são interligados, é possível que tal abundância seja reflexo do cenário constatado no reservatório Atibaia. A maior densidade de Células de Cianobactérias foi obtida em novembro ($25.039 \text{ céls mL}^{-1}$) (Figura 7.13), sendo esse o único resultado que superou o estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/2005 para Classe Especial ($20.000 \text{ céls mL}^{-1}$). O gênero *Cylindrospermopsis*, potencialmente produtor de cilindrospermopsina, saxitoxina (Carvalho *et al.* 2013) e microcistina (Paerl e

Otten, 2013) teve grande contribuição na contagem de Células de Cianobactérias em novembro, mas foi o gênero *Cyanogranis*, que ainda não possui registro de produção de cianotoxina, o mais abundante em todas as amostragens.

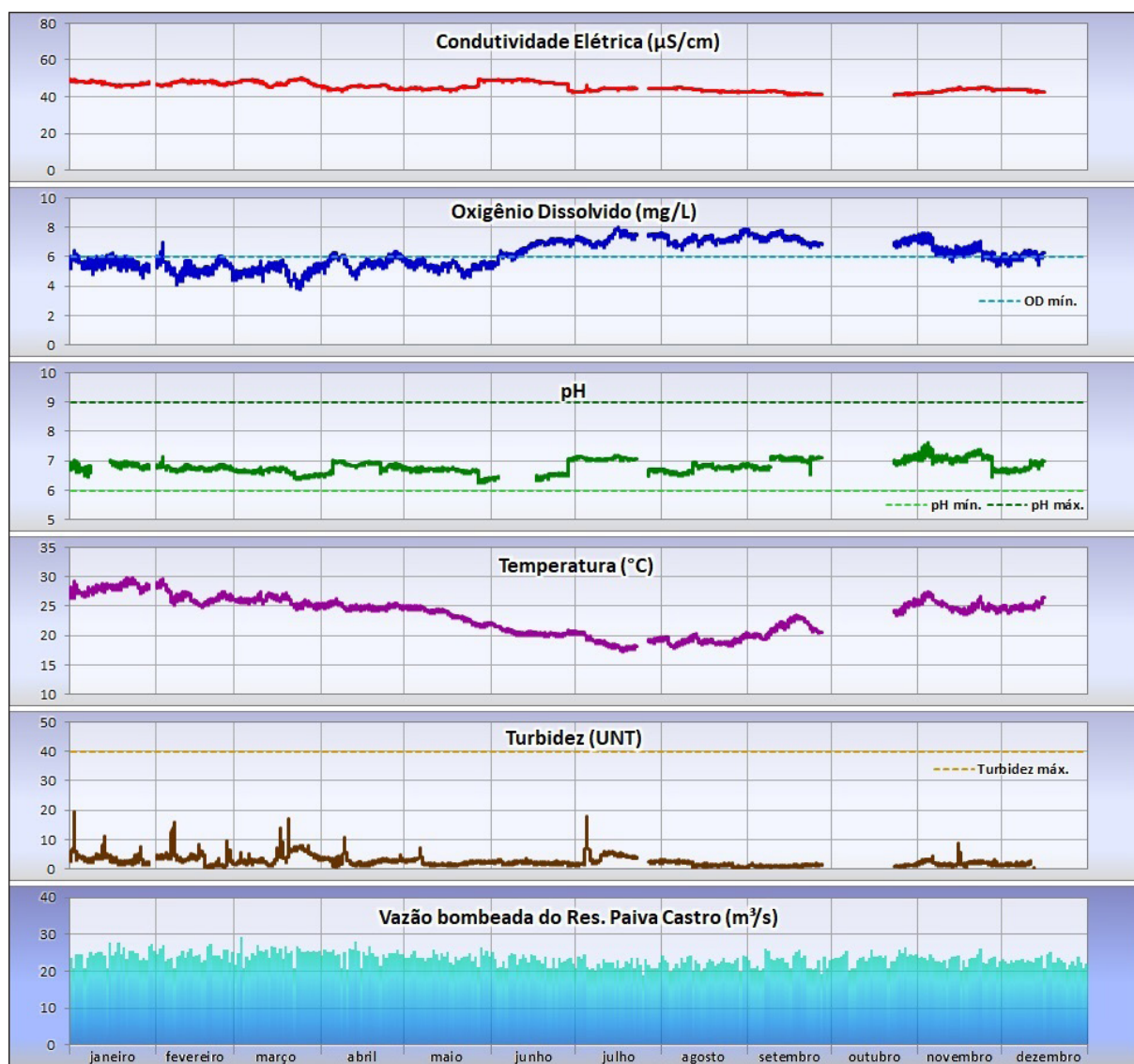
Os valores de saxitoxina na água bruta do reservatório estiveram abaixo das concentrações estabelecidas para a água potável conforme o Anexo XX da Portaria de Consolidação do Ministério da Saúde nº 5/2017, sendo que o maior valor foi obtido em novembro ($0,1 \mu\text{g L}^{-1}$). A microcistina ficou abaixo do limite de quantificação em todas as amostragens.

Figura 7.13 – Média mensal da Comunidade Fitoplanctônica, Contagem de Células de Cianobactérias e concentrações de microcistina e saxitoxina no reservatório Juqueri. 2019.



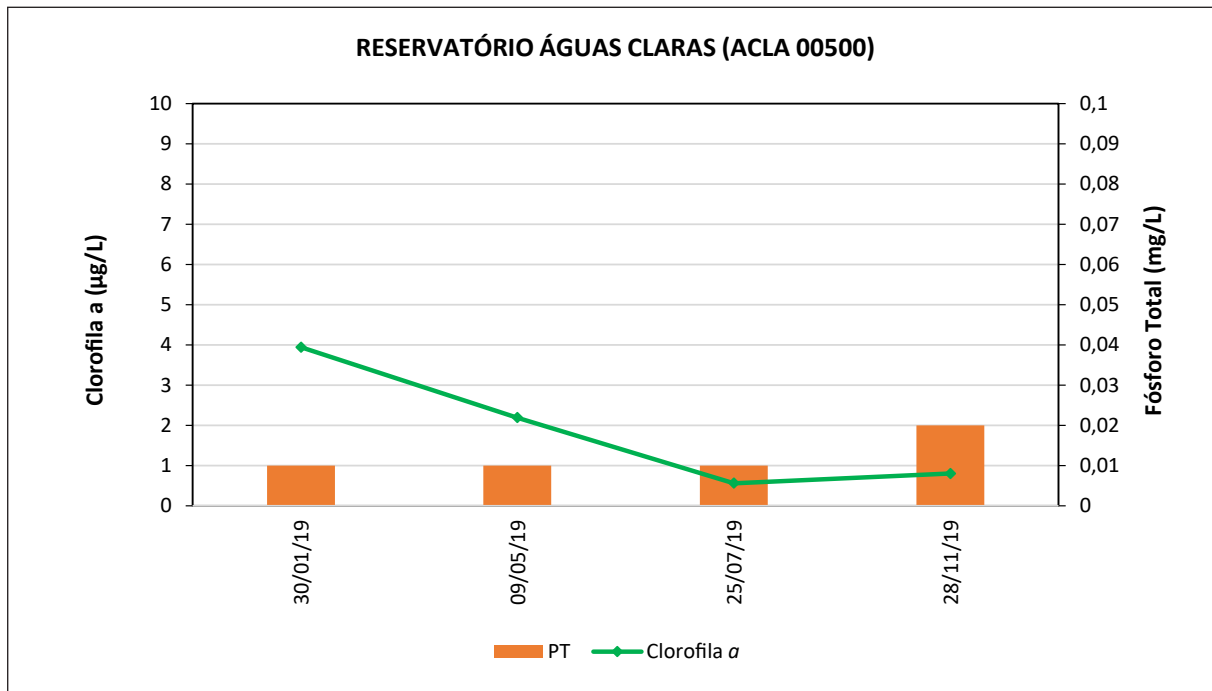
7.5.6 Reservatório Águas Claras

A Figura 7.14 apresenta a evolução dos parâmetros medidos pela Estação Automática Águas Claras em 2019.

Figura 7.14 – Evolução dos parâmetros medidos pela Estação Automática Águas Claras de janeiro a dezembro de 2019

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 a vazão média de $23,9 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ nesse ano. Esse reservatório recebe as águas bombeadas do reservatório Paiva Castro, que operou, em média, com 38% da sua capacidade durante o ano de 2019. A condutividade elétrica entre 40 e $50 \text{ } \mu\text{S cm}^{-1}$ denota que as águas são pouco contaminadas por poluentes. O oxigênio dissolvido atende ao padrão de qualidade estabelecido na Resolução CONAMA nº 357/2005 para corpos de água Classe 1 em 52% do tempo. A turbidez e o pH observados atendem integralmente ao padrão de qualidade.

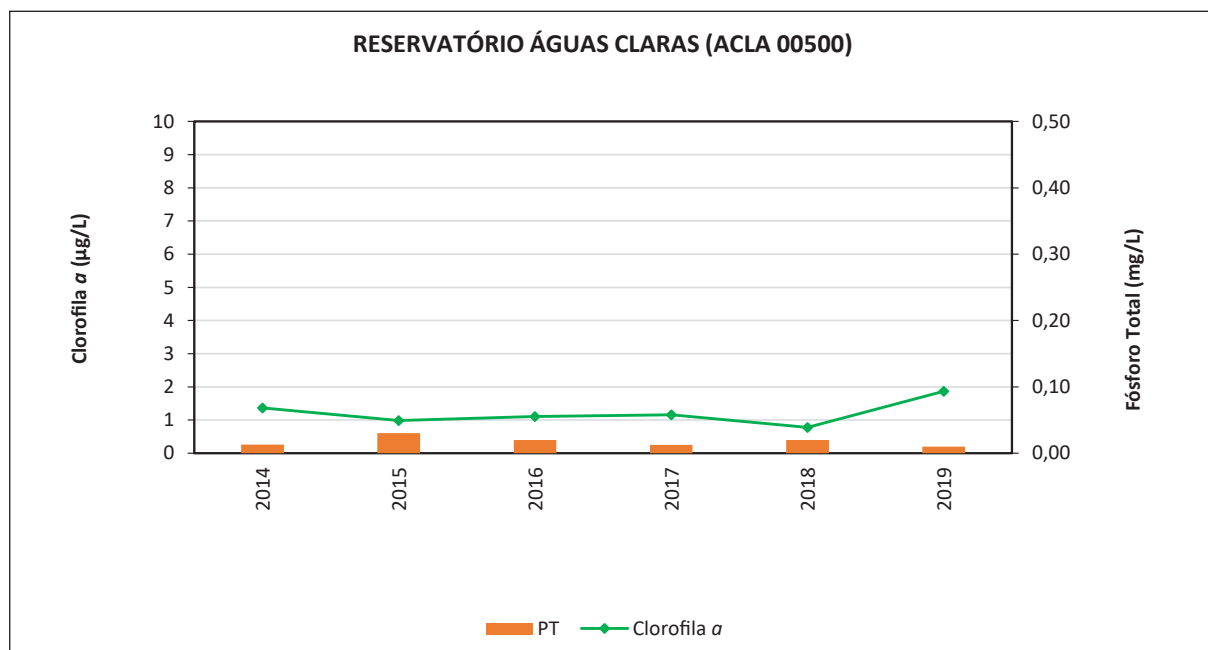
O Gráfico 7.38 apresenta as concentrações de Clorofila *a* e Fósforo Total no reservatório Águas Claras ao longo de 2019. Esse reservatório foi incluído na Rede de Monitoramento, com amostragens mensais, a partir de maio de 2014 para Clorofila *a* e a partir de 2016 para a comunidade fitoplanctônica, por pertencer ao Sistema Cantareira, sendo o último antes do encaminhamento das águas para a Estação de Tratamento de Água do Guaraú.

Gráfico 7.38 – Concentrações de Clorofila *a* e Fósforo Total (PT) no reservatório Águas Claras – 2019.

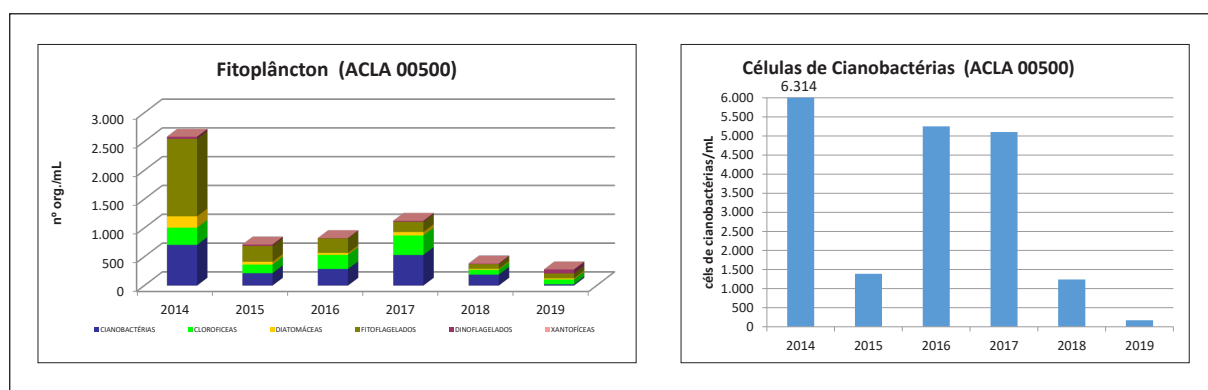
Em 2019, no reservatório Águas Claras, pode-se observar que a maior concentração de Fósforo Total foi em novembro indicando condição Mesotrófica, porém em conformidade com a Resolução CONAMA nº 357/2005. As maiores concentrações de Clorofila *a* ocorreram nos meses de janeiro e maio, porém também, em conformidade com o limite estabelecido. De modo geral, a variação dos valores de Clorofila *a* durante o ano esteve relacionada com a densidade total de organismos fitoplanctônicos, tendo sido influenciada principalmente pelos grupos dos Fitoflagelados e Dinoflagelados. Esse reservatório exibiu ao longo do ano, pelo IET, classificação trófica de Ultraoligotrófica a Oligotrófica e pela média anual classificou-se como Oligotrófica, ou seja, ambiente de baixa trofia, classificação essa, que vem se mantendo desde 2014.

O reservatório Águas Claras, exibiu no período de 2014 a 2019 (Gráfico 7.39) a maior concentração média anual de Fósforo Total em 2015, quando atingiu a condição Mesotrófica. A Clorofila *a* exibiu seu maior valor médio anual em 2019, porém com um valor ainda indicativo de condição Oligotrófica. As concentrações de Clorofila *a* variaram de forma similar às densidades totais de organismos fitoplanctônicos, influenciadas principalmente pelos grupos dos Fitoflagelados e Dinoflagelados. Desde 2014, esse reservatório, vem mantendo uma excelente qualidade das águas em relação à condição trófica.

No Gráfico 7.39 é apresentado um histórico da média anual das concentrações de Clorofila *a* e Fósforo Total, do período de 2014 a 2019, no reservatório Águas Claras.

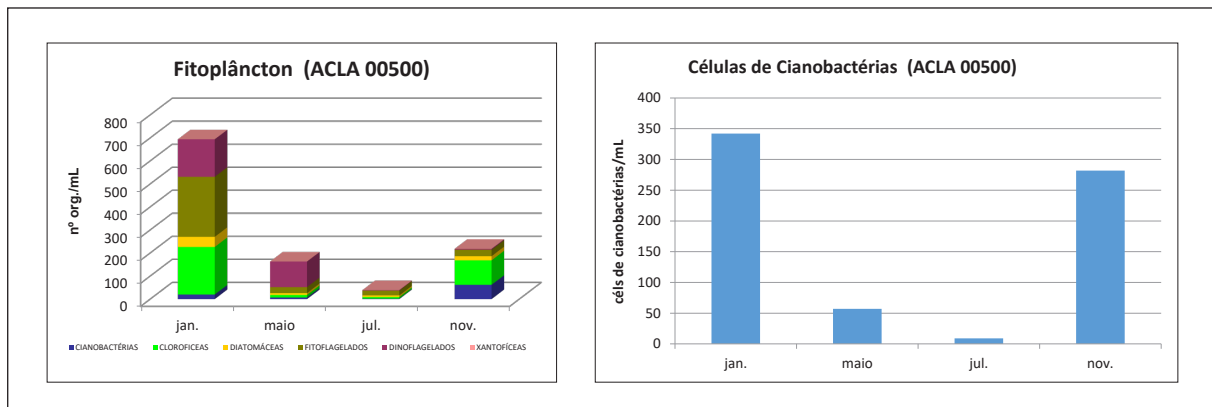
Gráfico 7.39 – Média Anual de Clorofila *a* e Fósforo Total no reservatório Águas Claras – 2014 a 2019

Para a comunidade fitoplanctônica, as médias anuais de densidade totais de organismos fitoplanctônicos e de Células de Cianobactérias em 2019 foram as mais baixas dos últimos cinco anos, reflexo das baixas densidades obtidas durante o ano (Figura 7.15).

Figura 7.15 – Média anual da Comunidade Fitoplanctônica e Contagem de Células de Cianobactérias no reservatório Águas Claras – 2014 a 2019.

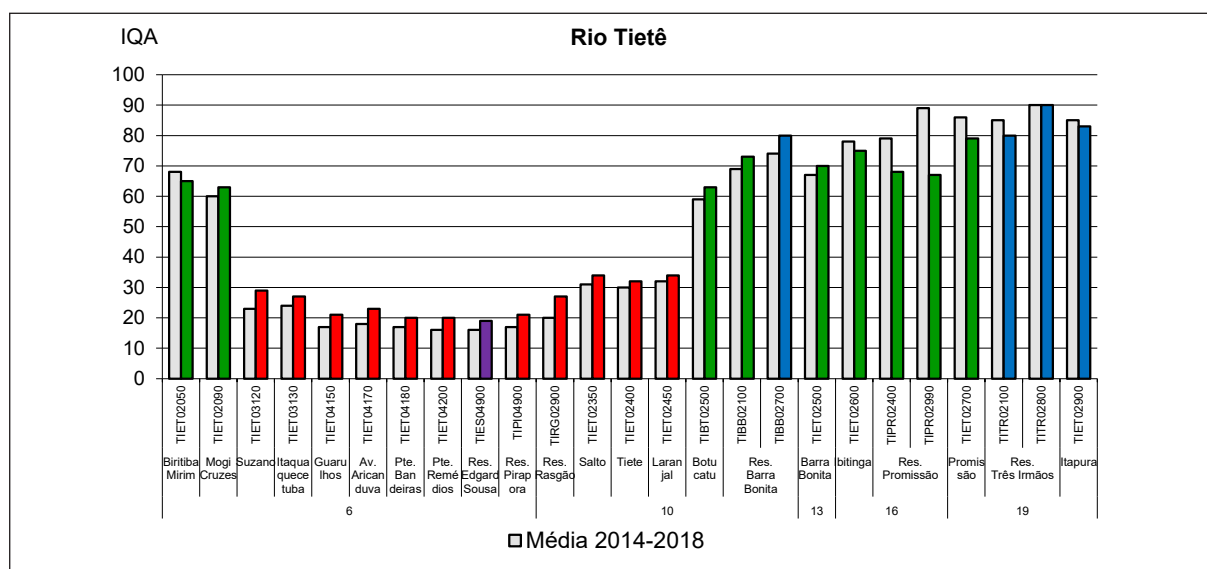
As densidades de organismos fitoplanctônicos ficaram abaixo de 800 org mL⁻¹ ao longo do ano (Figura 7.16) sendo que o maior valor foi obtido em janeiro (694 org mL⁻¹), quando a estrutura da comunidade apresentou um equilíbrio entre os valores de densidades de Clorofíceas, Fitoflagelados e Dinoflagelados. As densidades de Células de Cianobactérias não superaram o valor estipulado pela Resolução CONAMA nº 357/2005 para Classe Especial (20.000 céls mL⁻¹), com o maior valor obtido em janeiro 342 céls mL⁻¹. O gênero *Aphanocapsa* (potencialmente produtor de microcistina) foi o mais importante em termos de densidade celulares em janeiro e em maio, e o gênero, *Cyanogranis* (sem registro na literatura de produção de cianotoxinas), em julho, organismos da família Pseudananeaceae, e em novembro, *Cylindrospermopsis*, potencialmente produtor de cilindrospermopsina, saxitoxina (Carvalho *et al.* 2013) e microcistina (Paerl e Otten, 2013).

Figura 7.16 – Média mensal da Comunidade Fitoplanctônica e Contagem de Células de Cianobactérias no reservatório Águas Claras. 2019.

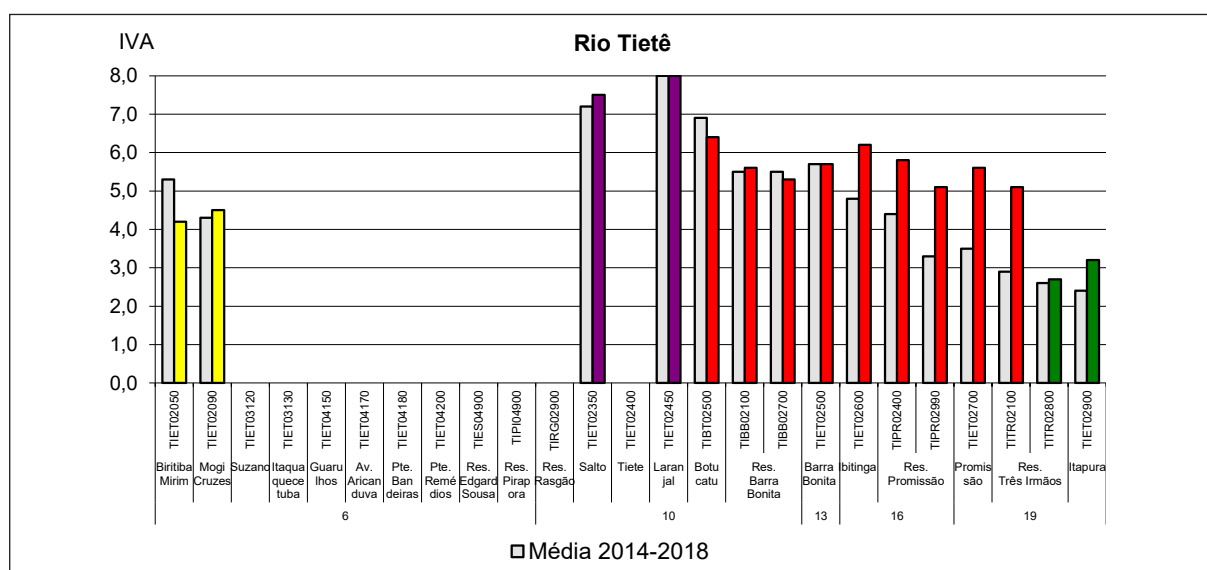


7.6 Rio Tietê – UGRHIs 06, 10, 13, 16 e 19

No Gráfico 7.40, 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, apesar de a classificação ser predominantemente Ruim, houve sensível melhora da qualidade da água, com IQA acima da média histórica. Essa melhora pode ser explicada pela queda nas concentrações médias de DBO, Nitrogênio Amoniacal, Fósforo Total e da Turbidez e aumentos nos níveis médios de OD em relação à média histórica em praticamente todo esse trecho. Por outro lado, houve piora do IQA em relação a 2018 e em relação à média dos últimos cinco anos, principalmente no trecho que abrange o reservatório de Promissão, devido à elevação da DBO, Fósforo Total e da Turbidez. A qualidade manteve-se na categoria Ótima com IQA próximo da média histórica a partir do reservatório Três Irmãos até a foz no rio Paraná.

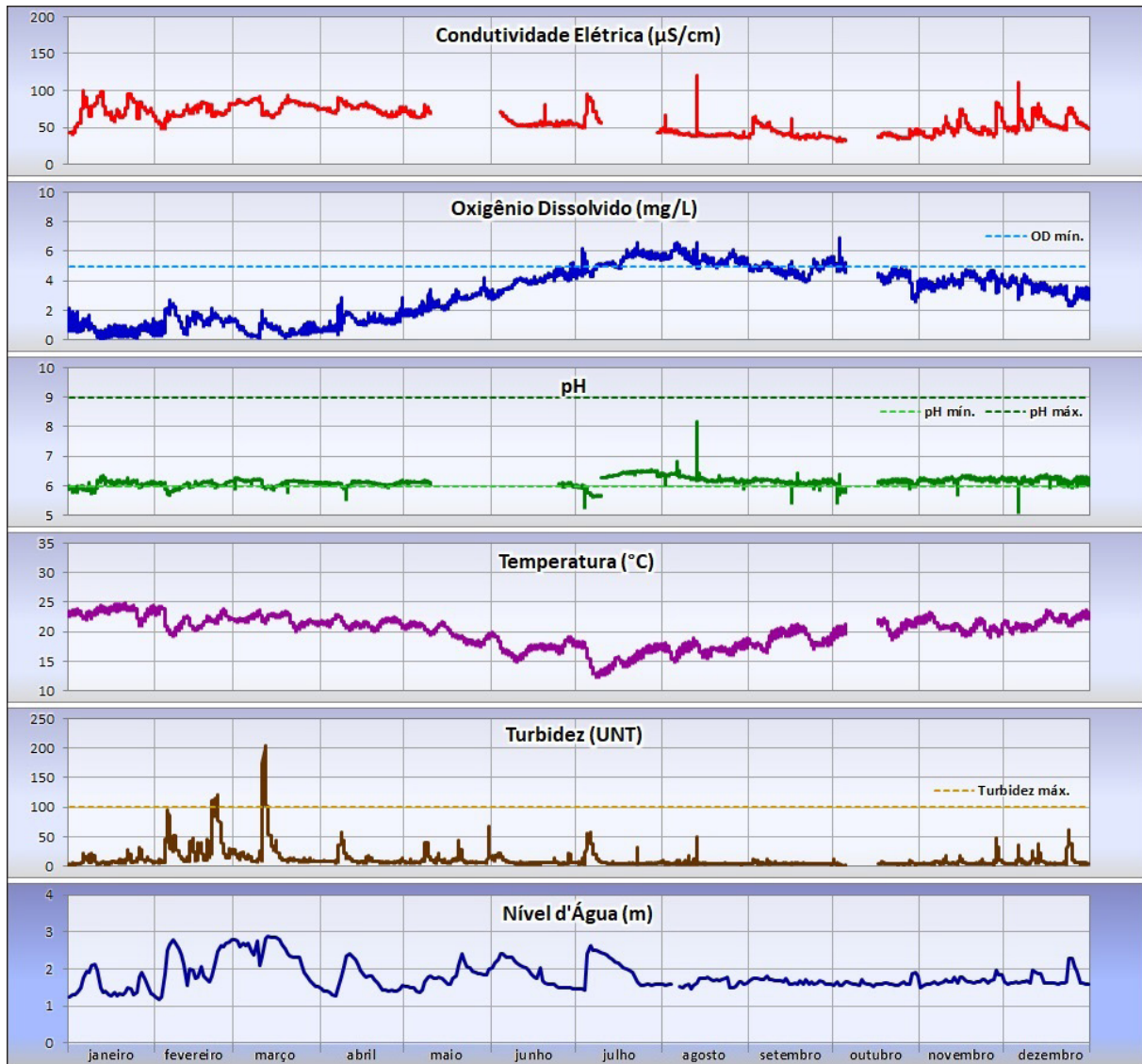
Gráfico 7.40 – Perfil do IQA ao longo do rio Tietê em 2019 e nos últimos 5 anos.

No Gráfico 7.41, é mostrado o perfil do IVA do rio Tietê no ano de 2019, 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. Nos trechos iniciais e finais, o IVA se manteve na categoria Regular e Boa, de forma semelhante a 2018. Contudo, o IVA abaixo da média histórica, indicou melhora da qualidade da água em Biritiba- Mirim. Destaca-se a piora desse índice nos trechos em Salto, devido ao registro de efeitos tóxicos crônicos e agudos em algumas campanhas e, principalmente, nos trechos dos reservatórios de Promissão e Três Irmãos que passaram das categorias Regular e Boa para Ruim, apresentando um IVA acima da média histórica. A piora da qualidade do IVA nesses reservatórios em 2019 pode ser explicada pelo aumento do grau de trofia, que passou de Mesotrófico para Eutrófico e Supereutrófico, como consequência do transporte da carga orgânica com alto teor de Fósforo Total proveniente das regiões metropolitanas e das contribuições locais. Ressalta-se que no reservatório de Promissão foram registradas densidades de cianobactérias no mês de janeiro que ultrapassaram 2.000.000 céls mL⁻¹.

Gráfico 7.41 – Perfil do IVA ao longo do rio Tietê em 2019 e nos últimos 5 anos.

A Figura 7.17 apresenta a evolução dos parâmetros medidos pela Estação Automática Mogi das Cruzes em 2019.

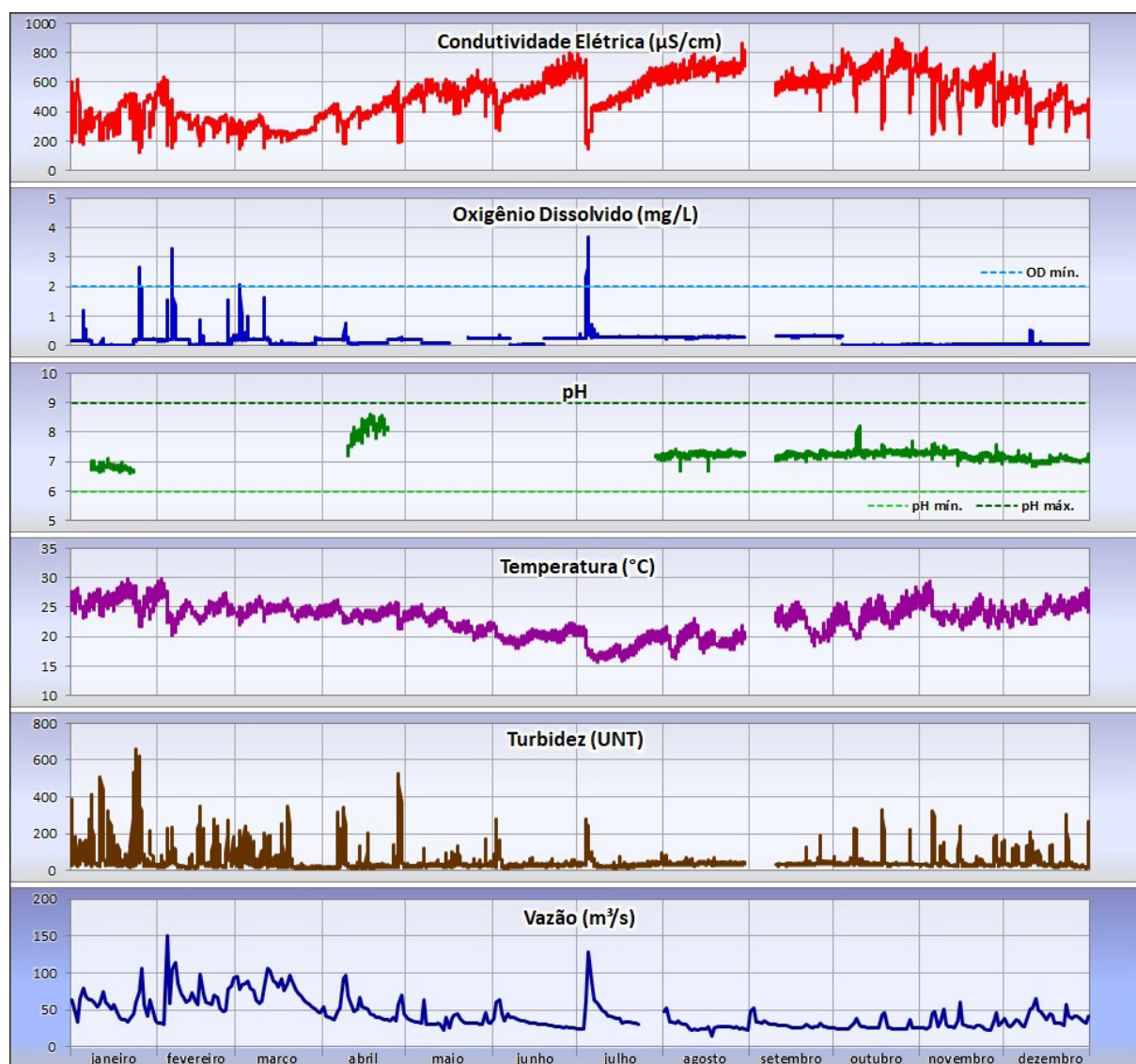
Figura 7.17 – Evolução dos parâmetros medidos pela Estação Automática Mogi das Cruzes de janeiro a dezembro de 2019.



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, os quais coincidem com períodos de maior vazão do rio. O oxigênio dissolvido, que se apresentou acima do limite mínimo estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/2005 para rios Classe 2 em apenas 18% do tempo, registrou valores preocupantemente baixos no período de janeiro a março. O pH, tipicamente baixo, atende ao padrão de qualidade durante 87% do ano.

A Figura 7.18 apresenta a evolução dos parâmetros medidos pela Estação Automática Penha em 2019.

Figura 7.18 – Evolução dos parâmetros medidos pela Estação Automática Penha de janeiro a dezembro de 2019.



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 mais de 99% do tempo. Nos momentos de maior vazão, é possível observar melhora pontual nos níveis de oxigênio dissolvido. A condutividade elétrica apresentou grande variabilidade, entre 200 e 900 $\mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$, indicando comprometimento desse trecho do rio por cargas poluidoras. As diminuições nos valores de condutividade coincidem com os aumentos nos valores da vazão, evidenciando a contribuição das chuvas para a diluição da carga poluidora. Os picos de turbidez coincidentes com as elevações de vazão do rio denotam o aporte de cargas difusas. Não há padrão de turbidez para rios Classe 4.

Uma vez que os trechos mais críticos do rio Tietê se situam 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, por ser o exutório dessa bacia. A fim de acompanhar as medidas de saneamento implementadas ao longo dos últimos

anos, os gráficos 7.42 e 7.43 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 7.42 – Vazões e carga de DBO em 2019, no Ponto TIPI 04900

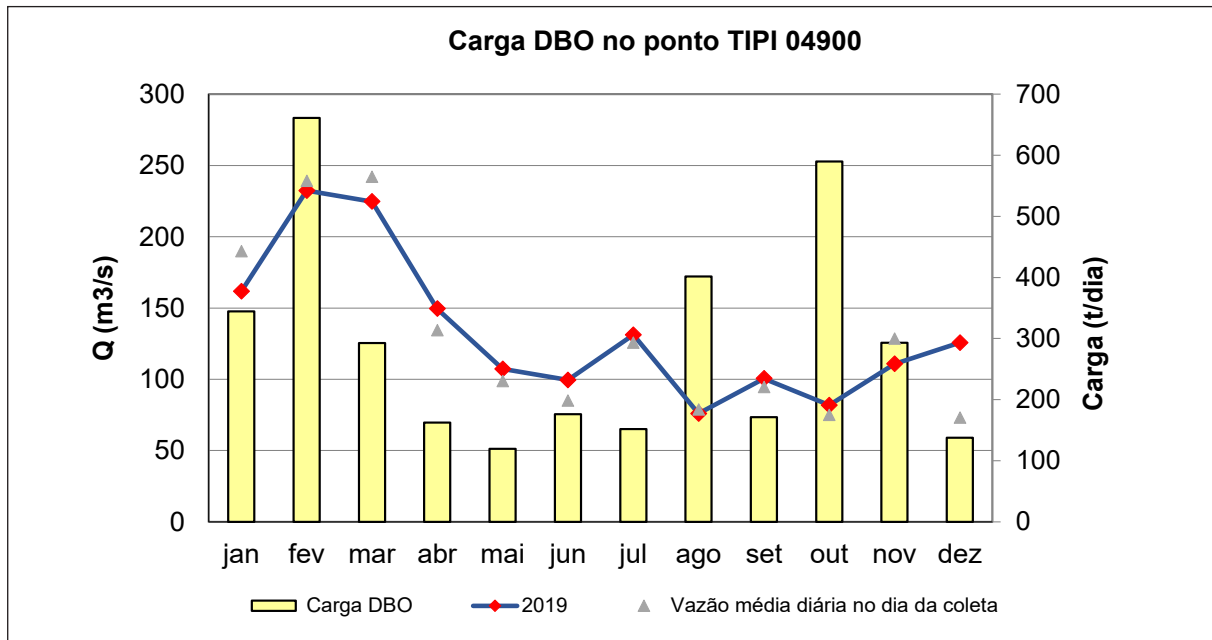
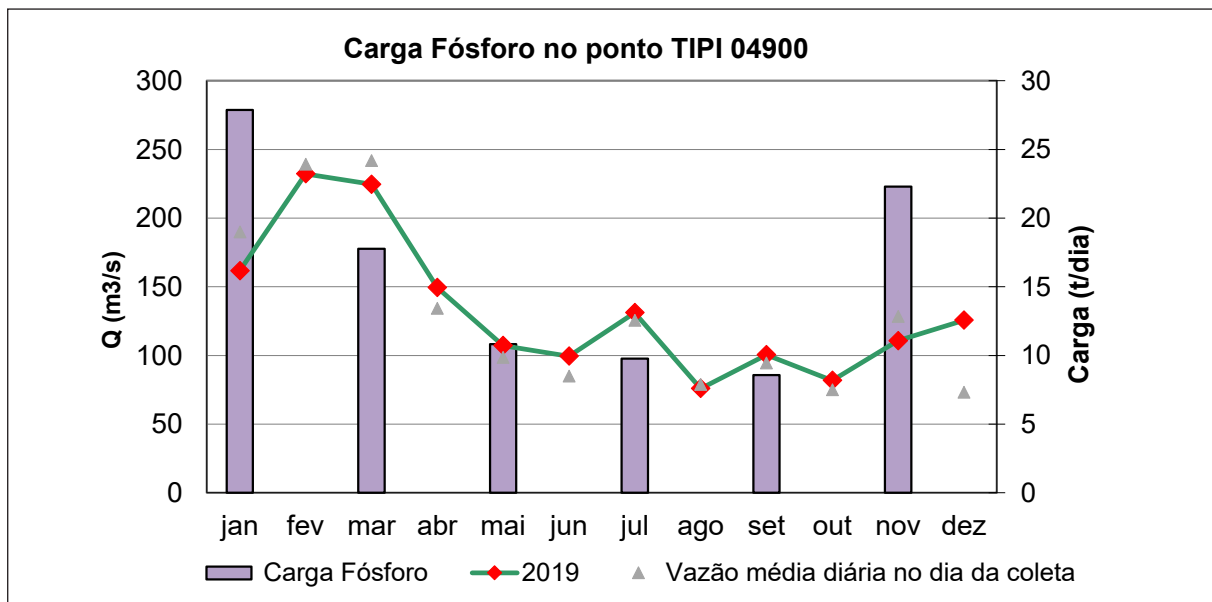


Gráfico 7.43 – Vazões e carga de Fósforo em 2019, no Ponto TIPI 04900.

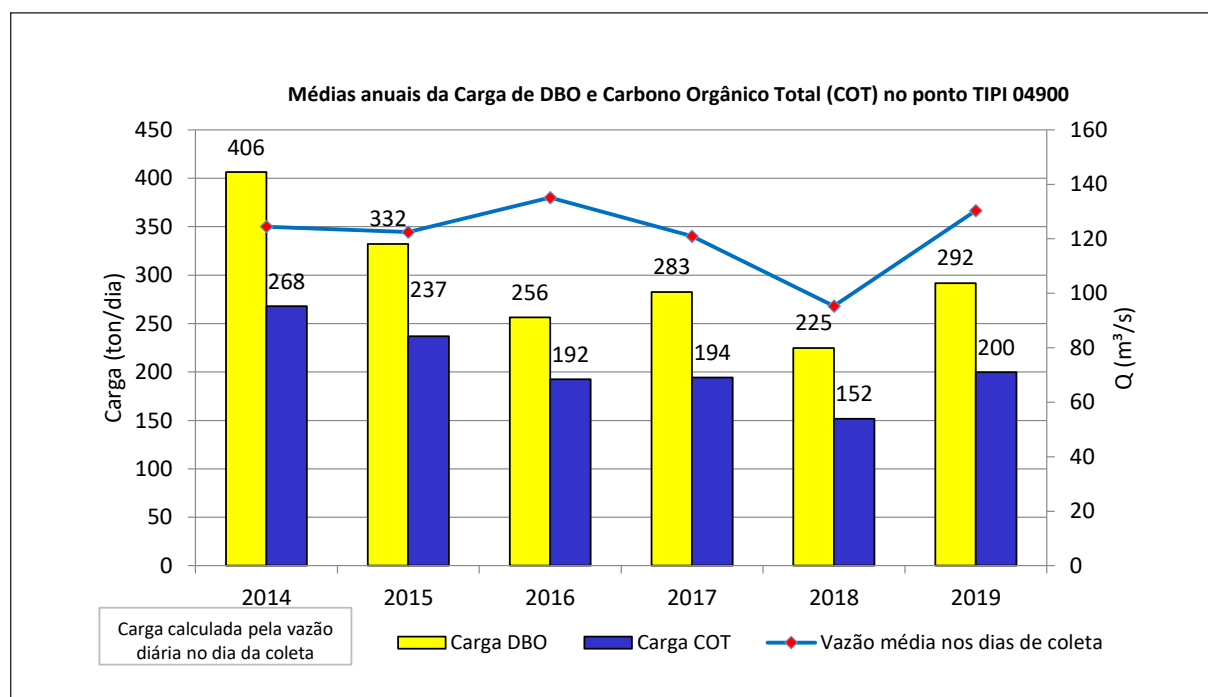


Em 2019, os resultados mostraram que as maiores cargas para a DBO e o Fósforo no trecho de Pirapora ocorreram nos meses chuvosos de janeiro, fevereiro, outubro e novembro que registraram as maiores vazões médias diárias, principalmente no caso do Fósforo Total, cujas concentrações ao longo do ano variaram entre 0,9 e 2,0 mg L⁻¹. Já no caso da DBO, as cargas também foram influenciadas por concentrações elevadas dessa variável registradas nos meses de fevereiro (32 mg L⁻¹), outubro (91 mg L⁻¹) e agosto (59 mg L⁻¹). Ressalta-se

que em 2019, a bacia do Alto Tietê tratou 51% do total de esgotos coletados, refletindo em uma elevada carga remanescente transportada até o exutório dessa bacia.

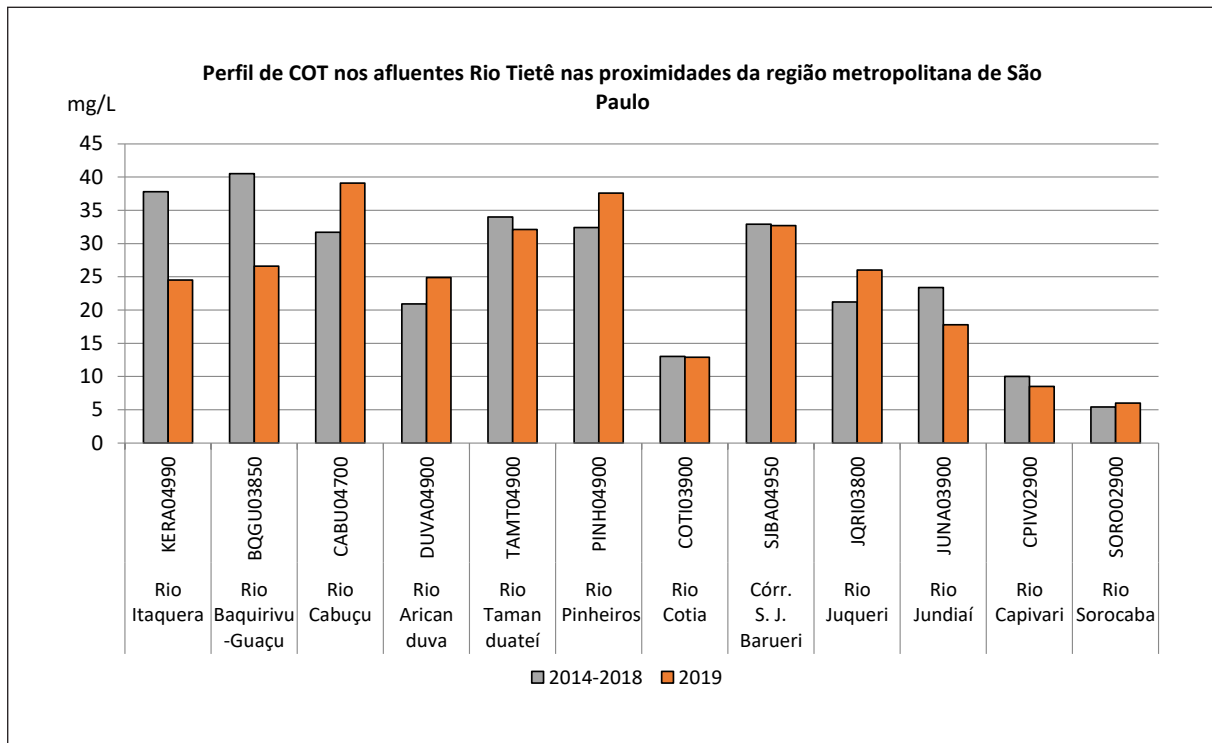
A fim de visualizar a evolução da carga de matéria orgânica medida no exutório da bacia do Alto Tietê entre 2014 e 2019, foi construído o Gráfico 7.44. Verificou-se uma redução de cerca de 28 e 25 % nas cargas médias anuais de DBO e de COT, respectivamente, entre 2014 e 2019, indicando que as obras de coleta e tratamento de esgoto na Região Metropolitana de São Paulo vêm contribuindo na remoção da carga orgânica da calha do rio Tietê.

Gráfico 7.44 – 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 7.45 apresenta as concentrações de COT de cada afluente que a CETESB monitora.

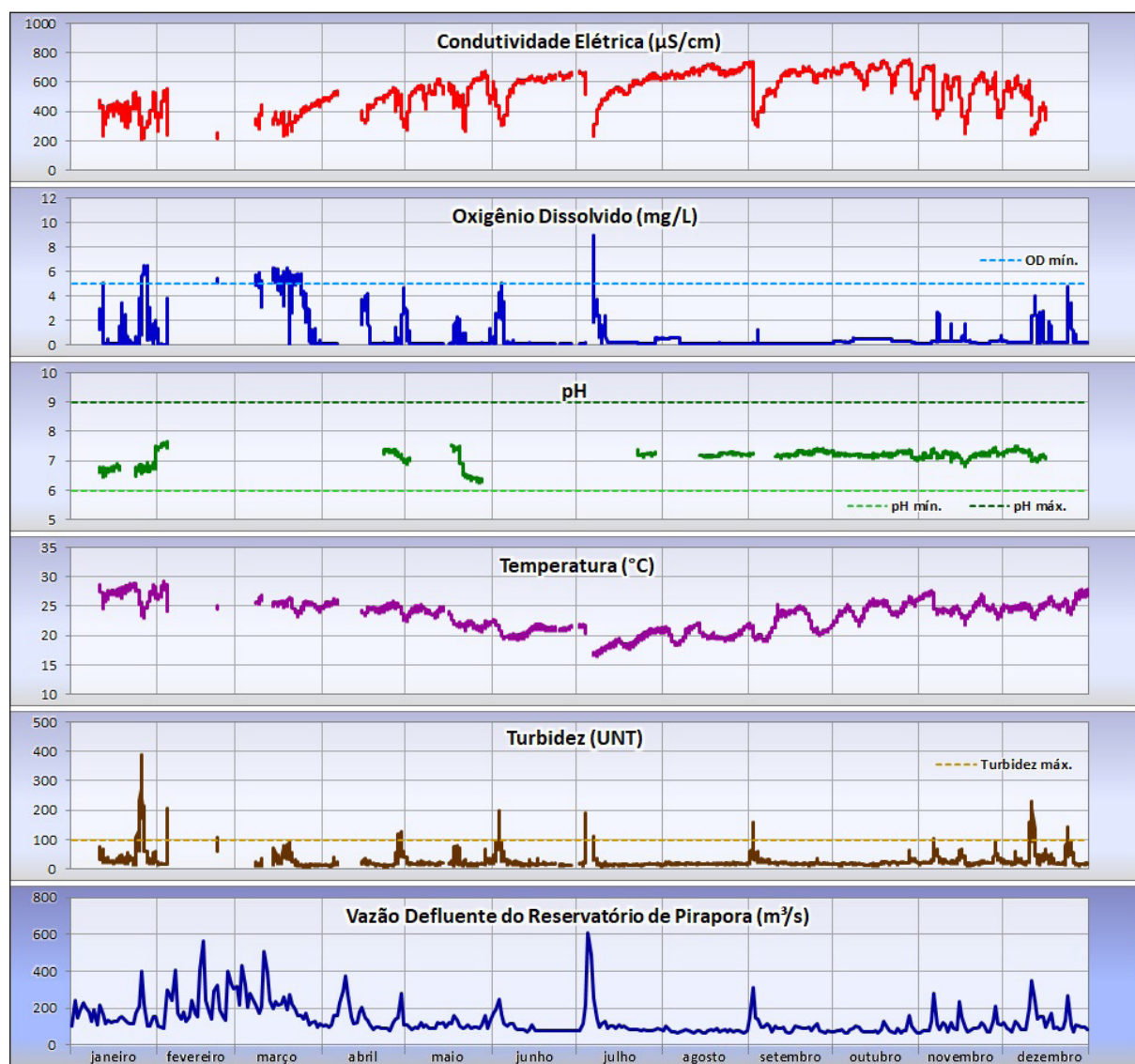
Gráfico 7.45 – Perfil de COT nos Afluentes do rio Tietê em 2019 e nos últimos 5 anos.

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

- Cabuçu e Baquirivu – Guarulhos (ambos) e São Paulo (apenas Cabuçu);
- Tamanduateí – Mauá, Santo André, São Caetano e São Paulo;
- Pinheiros – São Paulo;
- Itaquera e Aricanduva – São Paulo (Zona Leste); e
- São João do Barueri e Juqueri – São Paulo (Zona Oeste).

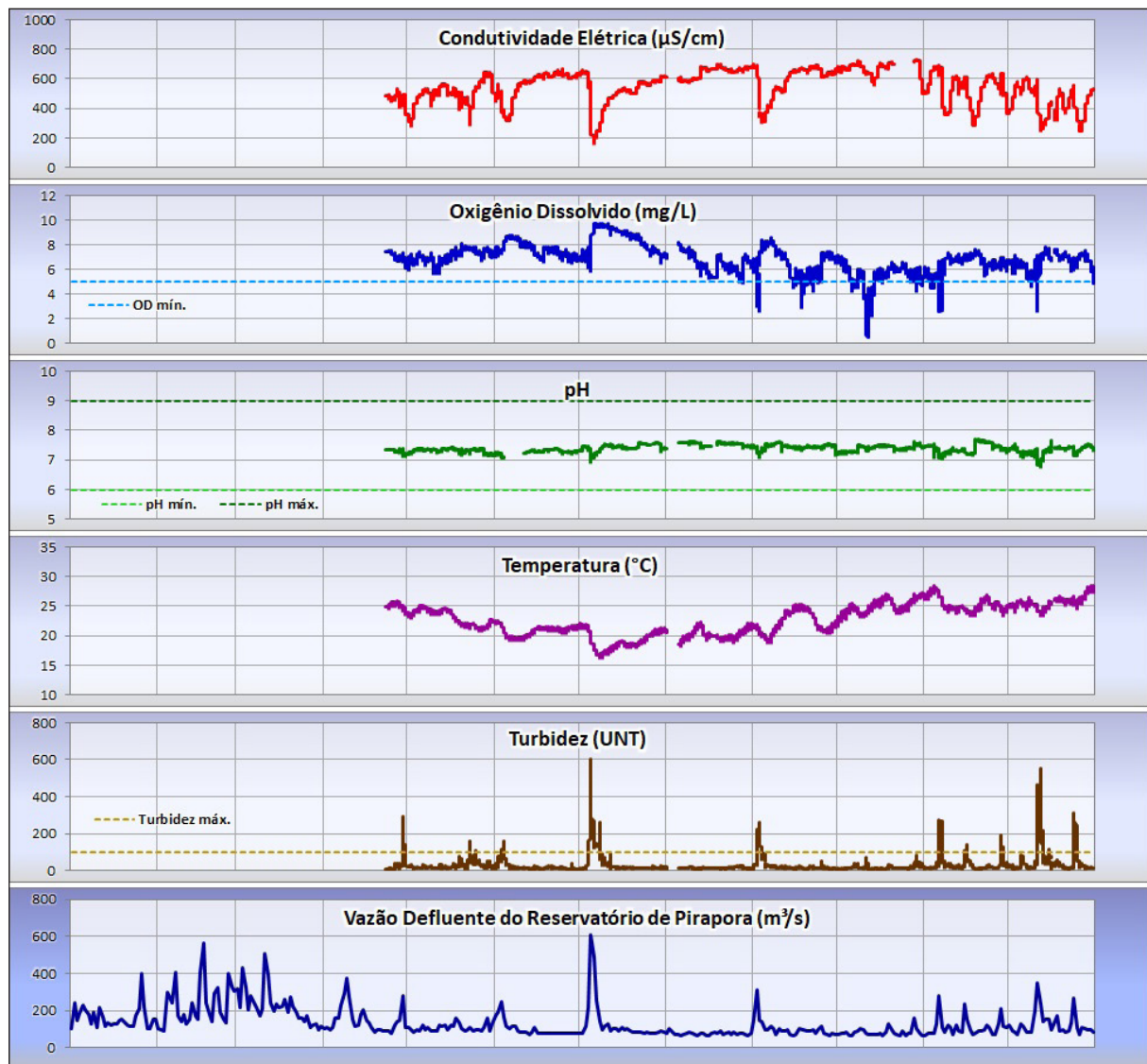
É possível observar em 2019, que os afluentes Itaquera, Baquirivu-Guaçu, Tamanduateí, Cotia e São João do Barueri apresentaram uma carga orgânica menor ou igual em relação à média histórica dos últimos cinco anos, ao passo que o inverso ocorreu para os rios Cabuçu, Pinheiros, Aricanduva e Juqueri. Dentre todos os afluentes avaliados em 2019, os rios Cabuçu e Pinheiros apresentaram a maior concentração média de COT.

A Figura 7.19 apresenta a evolução dos parâmetros medidos pela Estação Automática Rasgão em 2019.

Figura 7.19 – Evolução dos parâmetros medidos pela Estação Automática Rasgão de janeiro a dezembro de 2019.

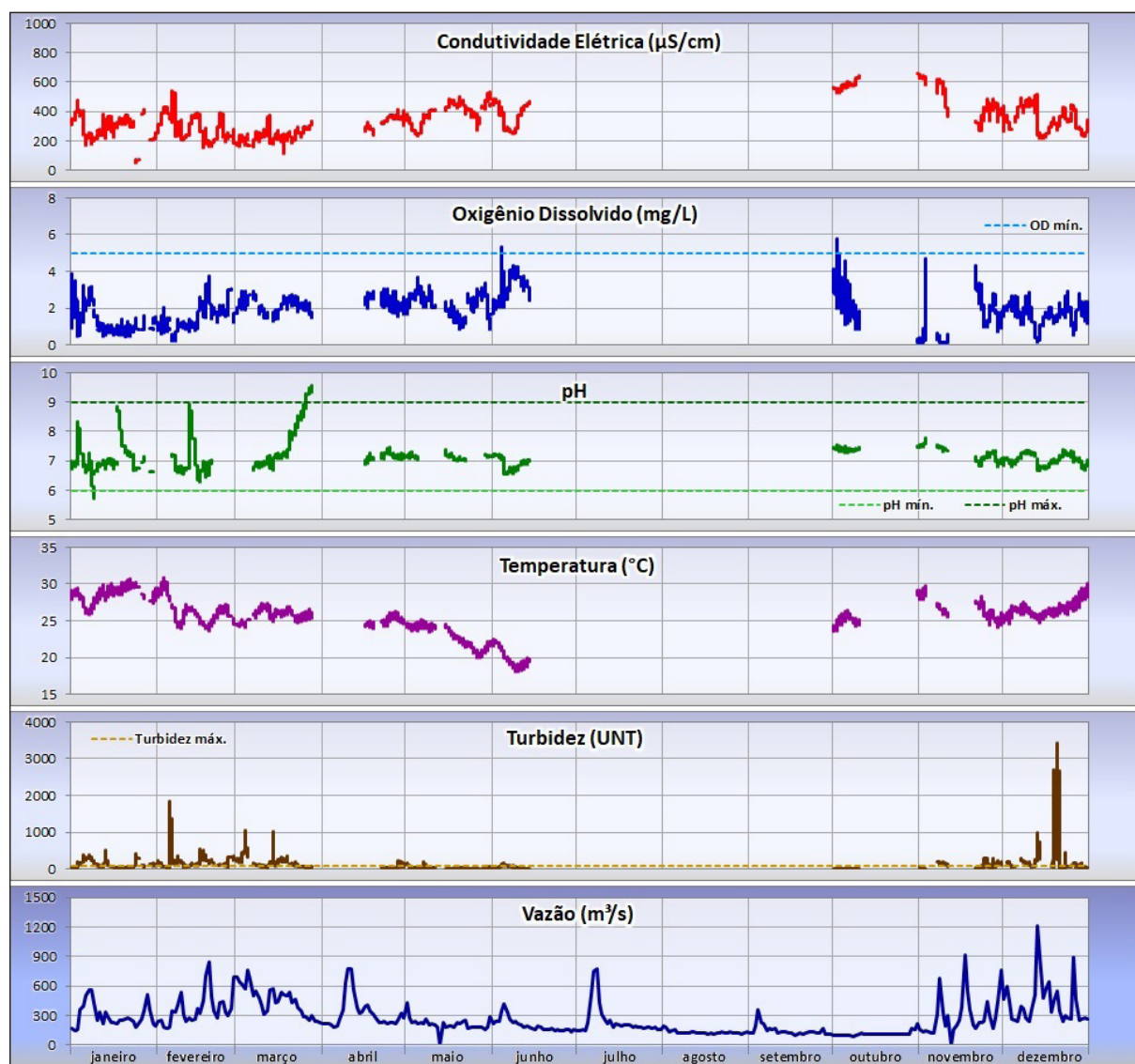
Localizada em Pirapora do Bom Jesus, a Estação Automática Rasgão monitora a qualidade das águas do rio Tietê na saída da Região Metropolitana de São Paulo. O impacto das expressivas cargas poluidoras recebidas a montante é evidenciado pelos altos valores de condutividade e pelos valores de oxigênio dissolvido sistematicamente 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, o qual atende ao limite mínimo em apenas 4% do tempo. Mesmo com aumento da turbidez, característico de aporte de cargas difusas, é possível verificar que as chuvas promovem a diluição da carga poluidora presente nesse trecho do rio. A turbidez e o pH atendem ao padrão da Resolução CONAMA nº 357/2005 para rios Classe 2 durante 98% e 100% do ano, respectivamente.

A Figura 7.20 apresenta a evolução dos parâmetros medidos pela Estação Automática Itu em 2019.

Figura 7.20 – Evolução dos parâmetros medidos pela Estação Automática Itu de janeiro a dezembro de 2019.

Instalada em abril de 2019 junto à Pequena Central Hidrelétrica – PCH São Pedro, a Estação Automática Itu monitora a qualidade das águas do rio Tietê em trecho localizado na APA Rio Tietê, criada em 1991, e a jusante de corredeiras que contribuem para a observação de sinais de recuperação desse corpo hídrico, como o aumento do oxigênio dissolvido, que se encontra acima do limite mínimo estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/2005 para rios Classe 2 em 96% do tempo. O pH atendeu ao padrão de qualidade em 100% do tempo. Os picos de turbidez, parâmetro que atendeu ao padrão em 94% do tempo, coincidem com as elevações de vazão do rio, mostrando que há aporte de cargas difusas. Da mesma forma, a diminuição na condutividade elétrica coincidente com os aumentos na vazão indica que as chuvas contribuem para a diluição da carga poluidora do rio nesse trecho.

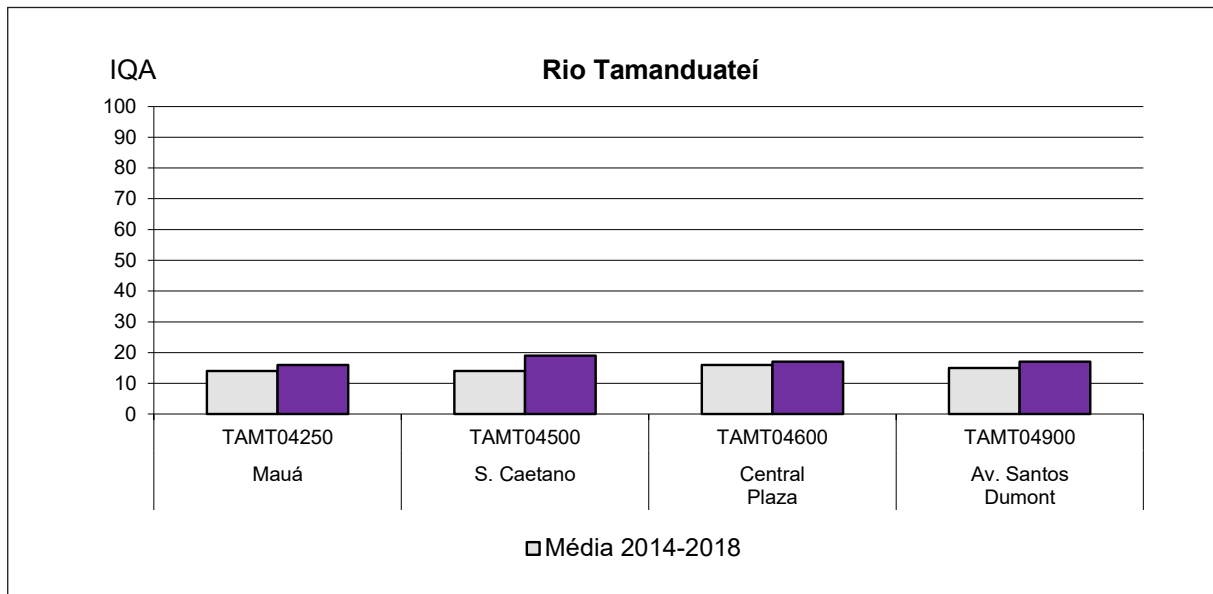
A Figura 7.21 apresenta a evolução dos parâmetros medidos pela Estação Automática Laranjal Paulista em 2019.

Figura 7.21 – Evolução dos parâmetros medidos pela Estação Automática Laranjal Paulista de janeiro a dezembro de 2019

A Estação Automática Laranjal Paulista monitora a qualidade das águas do rio Tietê a montante do reservatório de Barra Bonita e a jusante da foz do rio Sorocaba. Nesse trecho são observados sinais de recuperação desse corpo hídrico, como a diminuição da condutividade elétrica em relação àqueles observados na Estação Automática Itu. Entretanto, os valores de oxigênio dissolvido encontraram-se abaixo do limite mínimo estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/2005 para rios Classe 2 durante praticamente todo o ano de 2019. Os valores de turbidez ultrapassam o limite máximo de 100 UNT em 42% do tempo, tipicamente no período chuvoso, no qual se observam as maiores vazões, indicando significativo aporte de cargas difusas.

6.6.1 Rio Tamanduateí

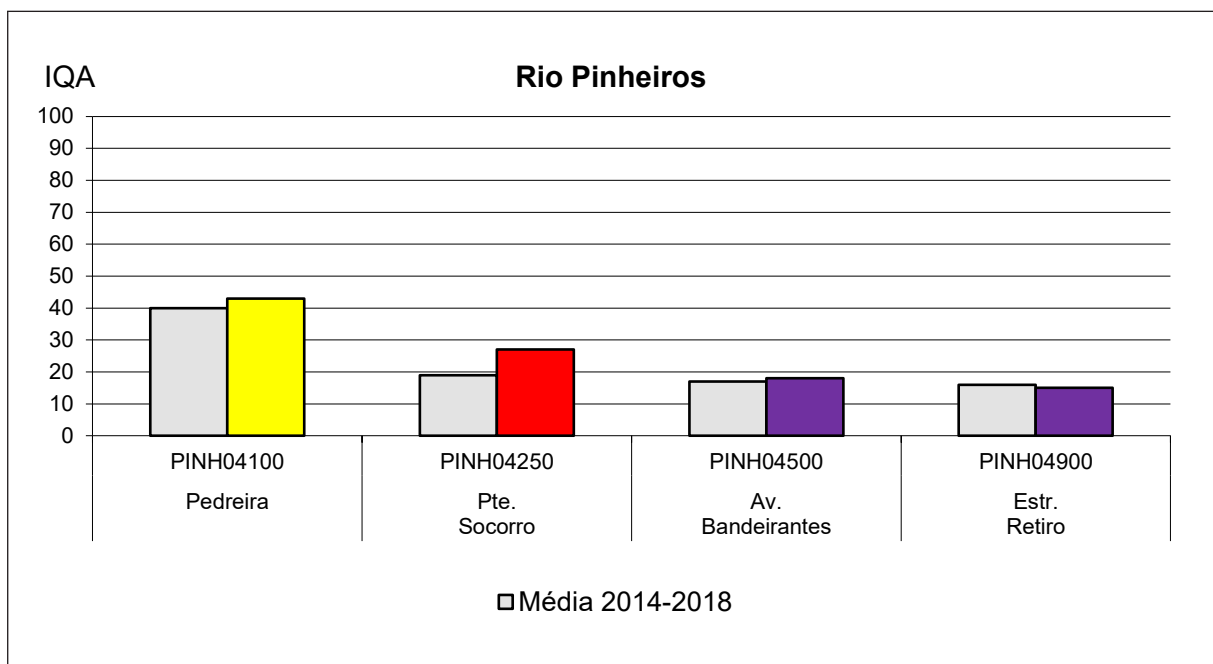
Gráfico 7.46 – Perfil do IQA ao longo do rio Tamanduateí em 2019 e nos últimos 5 anos.



O Gráfico 7.46 mostra o perfil do IQA no rio Tamanduateí em 2019. É possível observar que a qualidade se manteve na categoria Péssima, acompanhando a média histórica, em razão da presença de elevada carga orgânica.

7.47 Rio Pinheiros

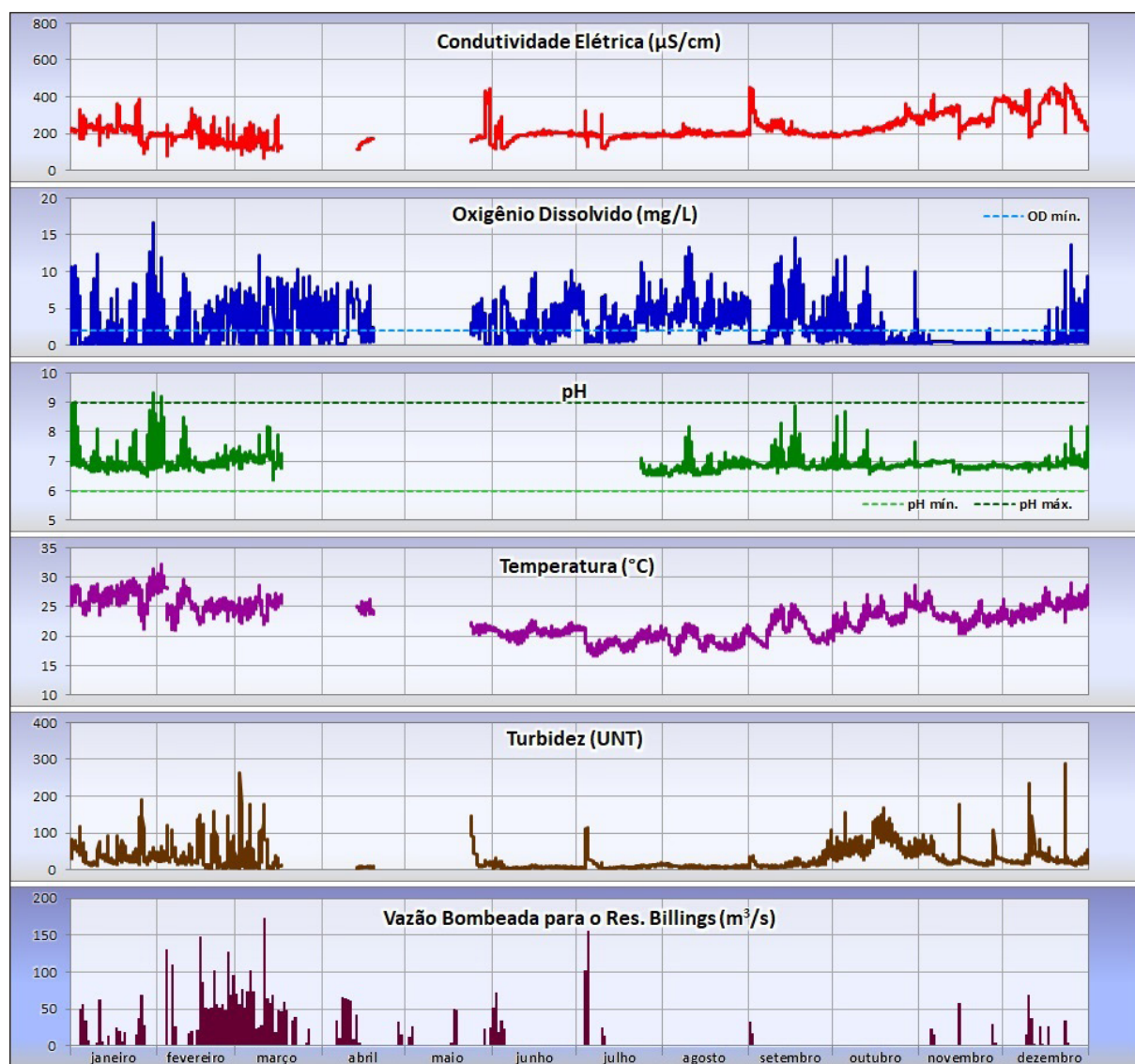
Gráfico 7.47 – Perfil do IQA ao longo do rio Pinheiros em 2019 e nos últimos 5 anos.



O perfil do IQA no rio Pinheiros em 2019 pode ser visualizado por meio do Gráfico 7.47. A qualidade, ao longo dos trechos monitorados, se mantém a mesma daquela observada em 2018. Em Pedreira, no Alto Pinheiros, o IQA se mantém na categoria Regular. No trecho na Ponte do Socorro, embora o IQA de 2019 tenha ficado acima da média dos últimos cinco anos, a qualidade se manteve na categoria Ruim, a mesma observada em 2018. Na Av. Bandeirantes e na Estrutura do Retiro a classificação se manteve na categoria Péssima. É importante ressaltar que em 2019 houve aumento nos níveis de Oxigênio Dissolvido e queda nas concentrações de DBO nos pontos PINH 04100 e PINH 04250, localizados no trecho superior do rio Pinheiros, também denominado Alto Pinheiros.

A Figura 7.22 apresenta a evolução dos parâmetros medidos pela Estação Automática Pedreira em 2019.

Figura 7.22 – Evolução dos parâmetros medidos pela Estação Automática Pedreira de janeiro a dezembro de 2019

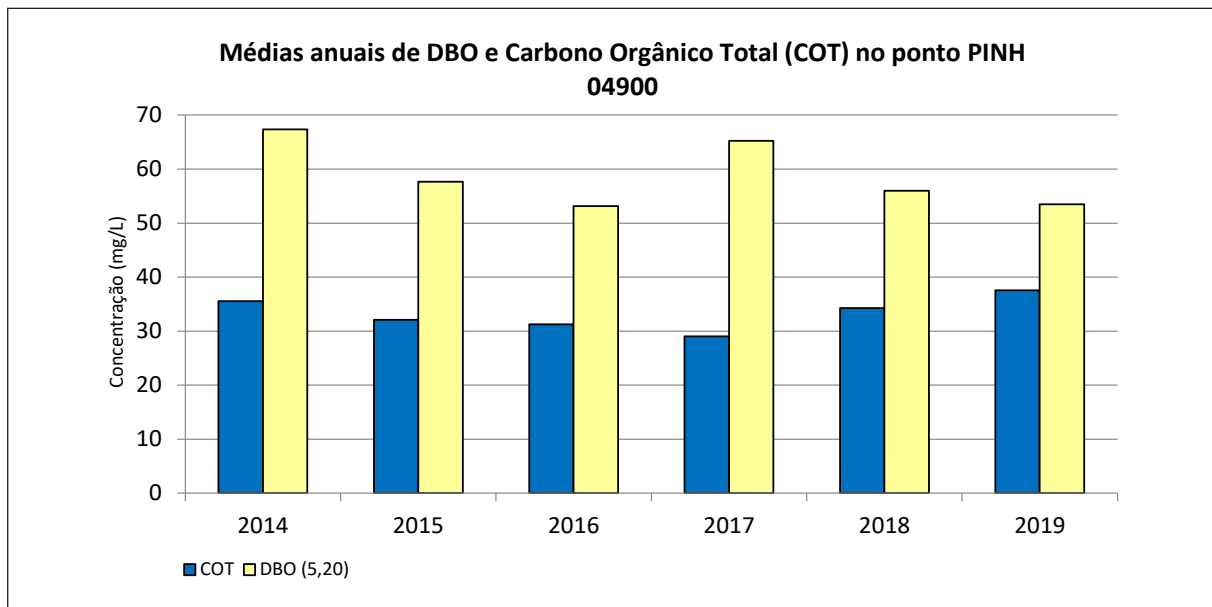


Situada no canal do rio Pinheiros, 500 m a montante da Usina Elevatória de Pedreira, a Estação Automática Pedreira determina a qualidade das águas bombeadas para o reservatório Billings. Valores de condutividade entre 200 e 500 $\mu\text{S cm}^{-1}$ indicam tratar-se de corpo de água impactado por cargas 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 varia tipicamente entre 0 e 10 mg L⁻¹;
- Lêntico, na ausência de bombeamento, situação mais frequente na estiagem, quando é possível observar períodos em que o OD registra desde ausência até concentrações próximas de 15 mg L⁻¹, explicadas pela ocorrência de *bloom* de algas, fenômeno indicativo da eutrofização do corpo de água.

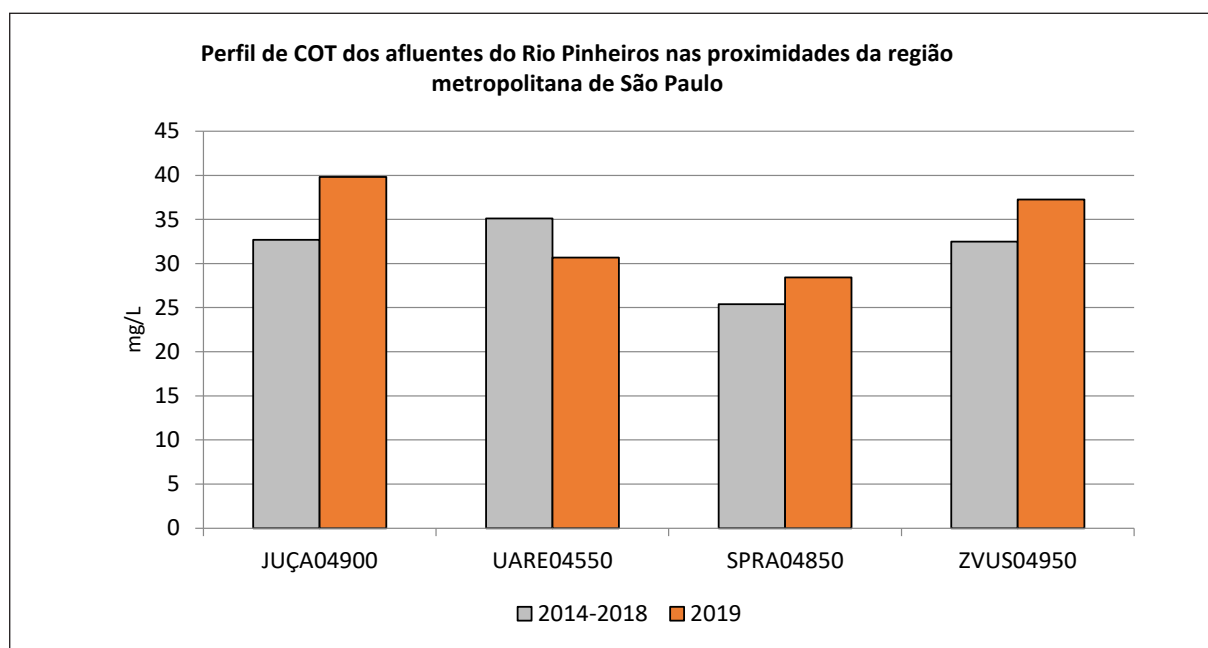
O oxigênio dissolvido atende ao padrão de qualidade em 45% do tempo e o pH em mais de 99%. Para rios Classe 4, como o Pinheiros, não há padrão de turbidez estabelecido na Resolução CONAMA nº 357/2005.

Gráfico 7.48 – Médias anuais de DBO e Carbono Orgânico Total no ponto PINH 04900.



No tocante à qualidade da água bombeada do rio Pinheiros (PINH 04900), o Gráfico 7.48 apresenta a evolução das concentrações de DBO e COT, as quais não tiveram alterações significativas ao longo dos anos.

No Gráfico 7.49, são apresentadas as concentrações de COT nos principais afluentes do rio Pinheiros. Houve redução no teor de COT no córrego Jaguaré, em relação aos últimos cinco anos. Os demais afluentes do rio Pinheiros exibiram aumento de COT em relação aos últimos cinco anos. É importante ressaltar que houve queda nos níveis de DBO em todos esses córregos em relação ao período de 2014 a 2018.

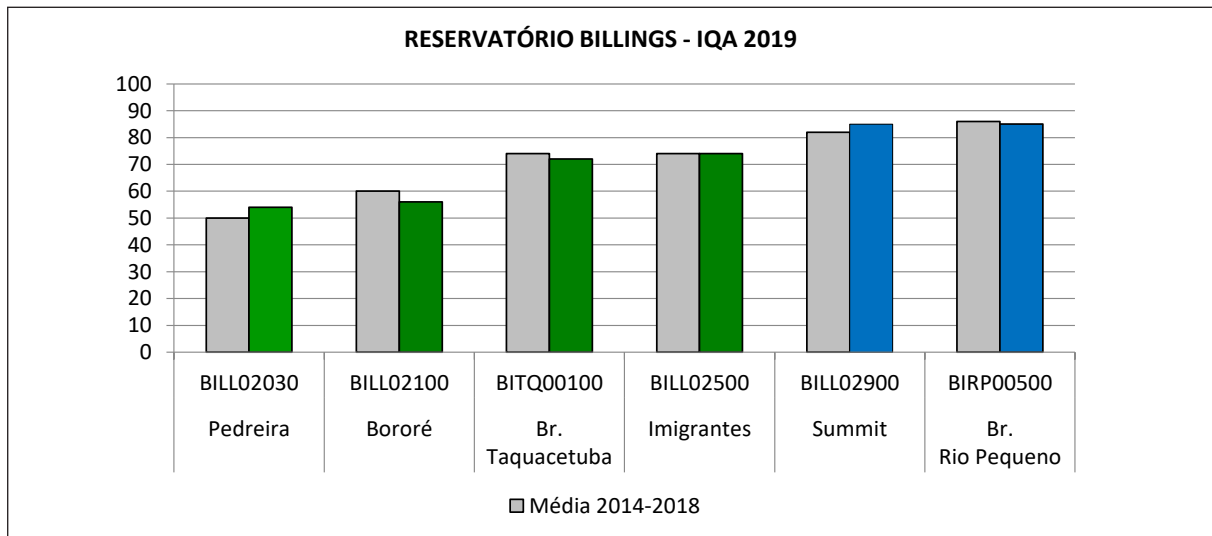
Gráfico 7.49 – Perfil de COT nos afluentes do rio Pinheiros em 2019 e nos últimos 5 anos.

7.7 RESERVATÓRIOS DA UGRHI 06 – ALTO TIETÊ

7.7.1 Reservatório Billings

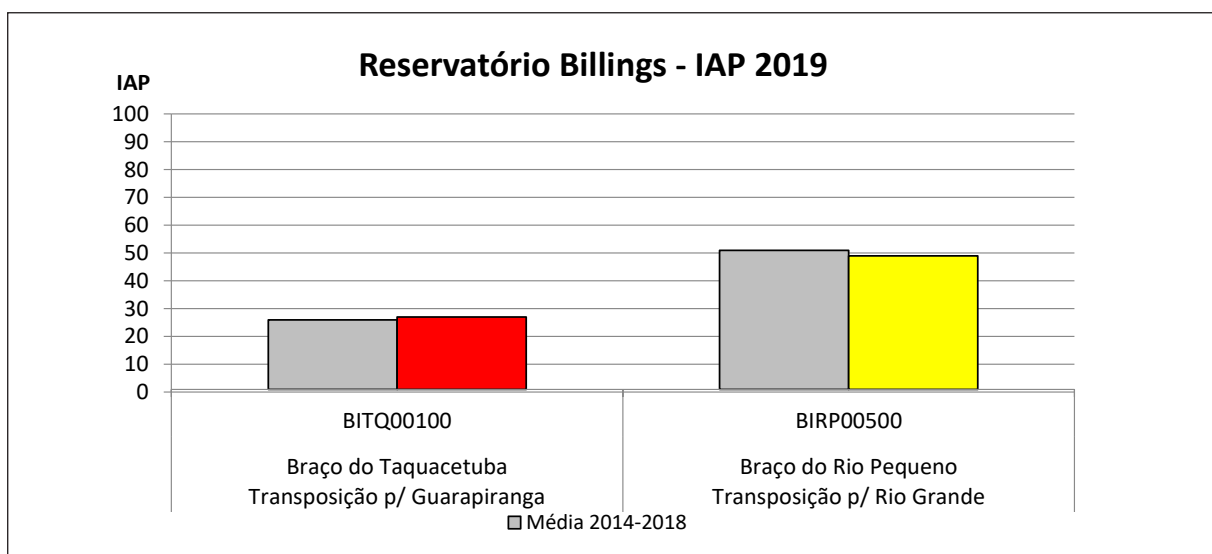
Existem seis pontos de amostragem no reservatório Billings: BILL 02030, BILL 02100; BILL 02500, BITQ 00100, BILL 02900 e BIRP00500. O ponto BILL 02030 indica a condição de qualidade da água na entrada do reservatório; o ponto seguinte BILL 02100, a aproximadamente 7 km da barragem de Pedreira, reflete a diluição da água bombeada do rio Pinheiros para o reservatório, além das afluições da própria bacia de drenagem do reservatório nesse trecho inicial. Os pontos BITQ 00100 e BILL 02900 representam a qualidade da água nas saídas do reservatório: reversão do braço do Taquacetuba para o reservatório Guarapiranga e o Summit Control, respectivamente. As principais fontes de poluição do reservatório encontram-se em seu trecho inicial e consistem no bombeamento do rio Pinheiros e na ocupação antrópica das bacias de drenagem do ribeirão Cocaia e ribeirão Bororé. O processo de autodepuração dessas cargas sofre influência do afunilamento existente na altura da Rodovia Imigrantes (ponto BILL 02500). O ponto BIRP 00500, localizado no braço do rio Pequeno, inserido no ano de 2015, representa a qualidade da água no ponto de transferência da água do reservatório Billings para o reservatório do Rio Grande.

O Gráfico 7.50 apresenta os valores do IQA em 2019, verificando-se melhora em Pedreira na comparação com 2018, que passou da categoria Regular para Boa. Nos demais pontos, a qualidade manteve-se na categoria Boa e Ótima, próxima da média histórica, 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 quatro anos.

Gráfico 7.50 – Perfil do IQA – reservatório Billings em 2019 e nos últimos 5 anos.

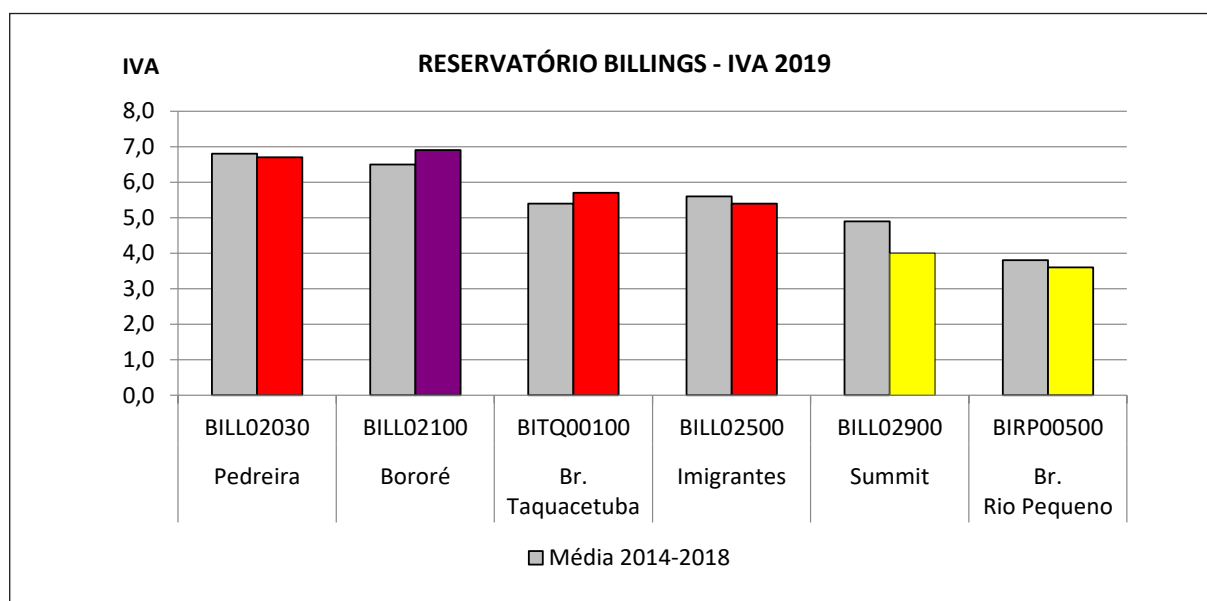
Os bombeamentos em Pedreira, do rio Pinheiros para o reservatório Billings, em 2019, indicaram uma vazão média anual de $12,6 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$, portanto bem acima da média do último ano ($4,6 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$). As maiores vazões médias de bombeamento ocorreram nos meses chuvosos de fevereiro ($47,1 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$) e março ($40,9 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$), e resultaram num maior aporte de Fósforo e de outros poluentes.

A classificação média do IAP em 2019 nos pontos de transferência da água no braço do Taquacetuba e no braço do rio Pequeno pode ser visualizada no Gráfico 7.51. Embora o IAP não tenha se alterado em relação à média dos últimos cinco anos, houve piora no braço do Rio Pequeno em relação a 2018, cujo índice passou para a categoria Regular devido a influência das densidades de cianobactérias, bem elevadas na campanha de novembro, e do elevado Potencial de Formação de Trihalometanos nos meses de janeiro e março. A qualidade da água para fins de abastecimento público no braço do Taquacetuba, no entanto, se manteve na categoria Ruim, praticamente igual à média histórica, já que os resultados para a densidade de cianobactérias e para o Potencial de Formação de Trihalometanos foram elevados na maior parte das campanhas de 2019.

Gráfico 7.51 – Perfil do IAP reservatório Billings em 2019 e nos últimos 5 anos.

O IVA (Gráfico 7.52) do reservatório Billings em 2019 manteve a classificação Ruim no braço do Taquacetuba e na Ponte da Imigrantes, praticamente não se alterando em relação à média histórica, em razão do aporte de Fósforo, que influencia negativamente o IVA devido ao processo de eutrofização. Houve piora no Bororé, que passou para a categoria Péssima, acima da média histórica, devido a baixos valores para o Oxigênio Dissolvido nas campanhas de março e de maio. No Summit, por outro lado, a qualidade melhorou, passando para a categoria Regular, abaixo da média histórica, já que não foram registrados efeitos tóxicos em nenhuma das campanhas realizadas no ano. A qualidade no braço do rio Pequeno manteve a classificação Regular, a mesma observada no ano passado e próximo da média histórica.

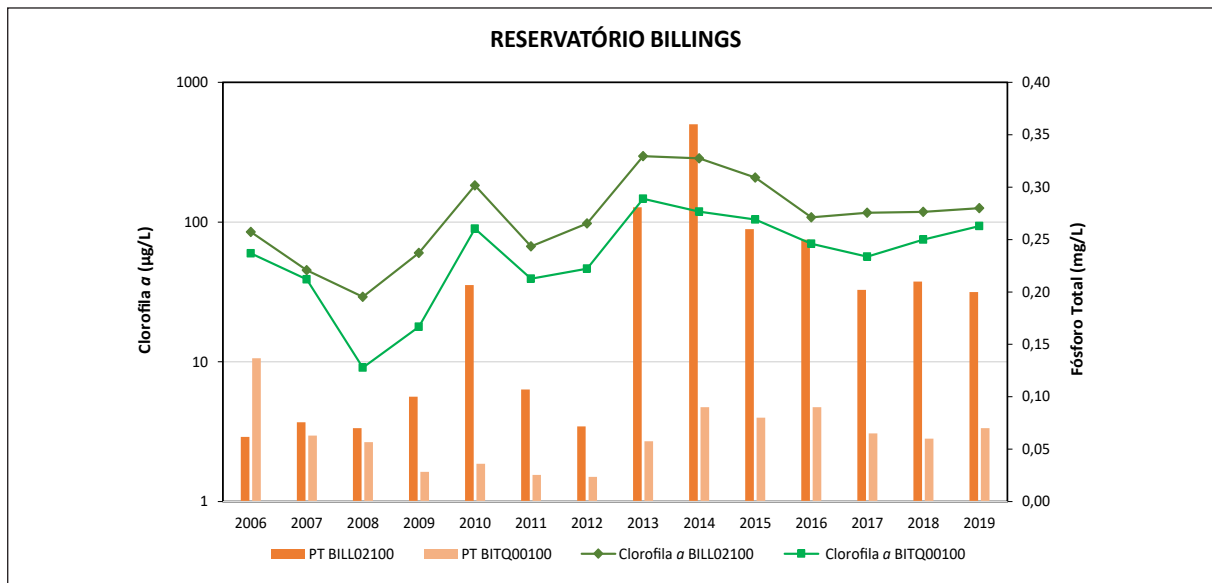
Gráfico 7.52 – Perfil do IVA reservatório Billings em 2019 e nos últimos 5 anos.



Cabe mencionar que o Sistema Billings apresenta uma condição preocupante em termos ecotoxicológicos, uma vez que todos os pontos apresentaram toxicidade crônica pelo menos em 25% das campanhas, com exceção do ponto no Summit. O ponto BILL 02100 (Bororé) apresentou efeito tóxico crônico em 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 se avaliar a evolução temporal do nível trófico no reservatório, são apresentadas, no Gráfico 7.53, 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 2019.

Gráfico 7.53 – Média anual de Clorofila *a* e Fósforo Total (PT) no reservatório Billings (BILL 02100 e BITQ 00100) de 2006 a 2019.



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. Esses 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 essas 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. Porém, a partir de 2011 até 2015, observa-se no reservatório Billings no braço do Bororé (BILL 02100) uma tendência de aumento para os valores de Fósforo Total, Clorofila *a*, assim como para as densidades da comunidade fitoplanctônica, em especial do grupo das Cianobactérias. A partir de 2016, observa-se uma tendência de diminuição nas concentrações de Fósforo, porém um aumento nas concentrações de Clorofila *a*, bem como nas densidades totais de organismos fitoplanctônicos. Em 2019, segundo o IET, esse ponto foi classificado como Hipereutrófico, mantendo a classificação obtida desde 2013. As concentrações de Clorofila *a* ao longo do ano variaram de forma similar ao Número de Células de Cianobactérias.

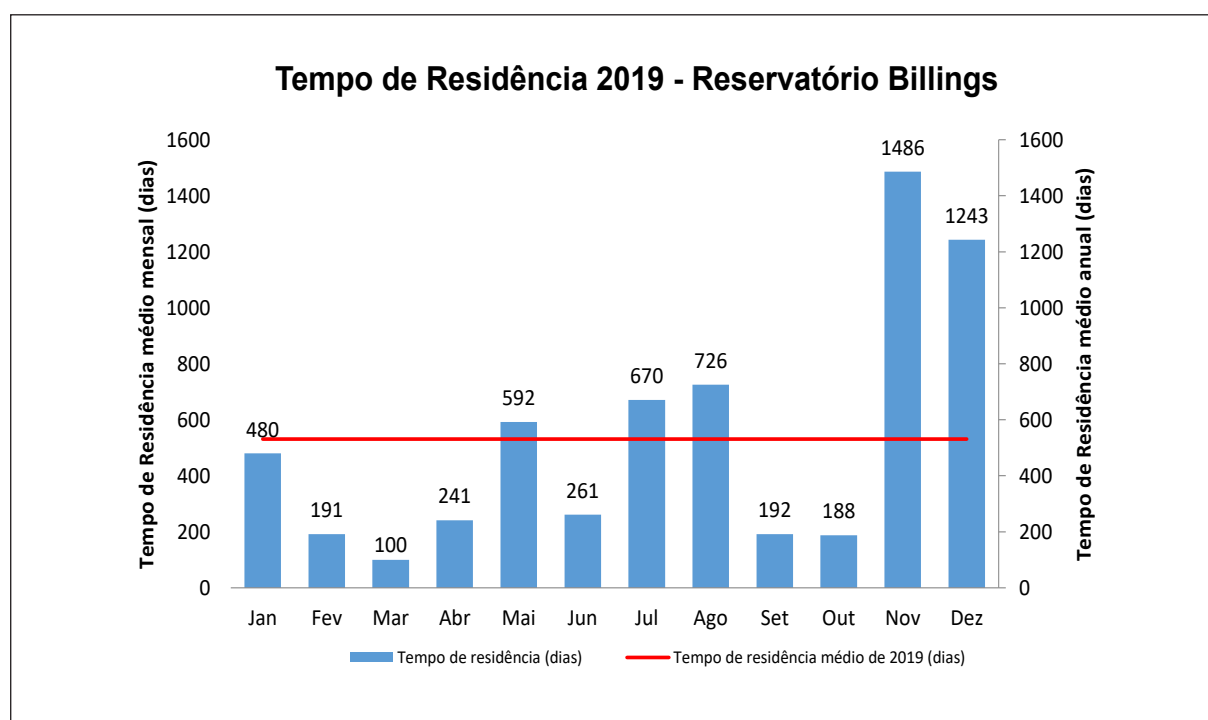
No braço do Taquacetuba (BITQ 00100), no período de 2006 a 2019 (Gráfico 7.53), observa-se um aumento nas concentrações médias anuais de Fósforo Total e Clorofila *a*, a partir de 2014, e então uma ligeira tendência de queda, com novo aumento em 2018 e 2019. Nesse período, as concentrações de Clorofila *a*, nesse ponto, foram influenciadas pela densidade total de organismos fitoplanctônicos, em especial pelos grupos das Cianobactérias e Clorófitas. Segundo o IET, esse ponto exibiu classificações que variaram de Mesotrófico a Supereutrófico.

Em 2019, observa-se no braço do Taquacetuba, um aumento tanto nas concentrações mensais de Fósforo Total quanto nas de Clorofila *a*, que superaram, em todas as campanhas, os limites estabelecidos pela CONAMA nº 357/2005 para Classe Especial ($10 \mu\text{g L}^{-1}$ de Clorofila *a* e $0,02 \mu\text{g L}^{-1}$ de Fósforo Total). As concentrações de Clorofila *a*, assim como no corpo central em frente do braço do Bororé (BILL02100), foram influenciadas pelo Número de Células de Cianobactérias. Segundo a média anual do IET, o braço do Taquacetuba (BITQ00100) foi classificado como Eutrófico, embora ainda no limite máximo dessa classe, indicando uma ligeira melhora em relação ao ano anterior.

A comunidade fitoplanctônica foi monitorada em seis pontos do reservatório Billings: Pedreira (BILL 02030), em frente ao braço do Bororé (BILL 02100), braço do Taquacetuba (BITQ 00100), braço do rio Pequeno (BIRP 00500), sob a rodovia dos Imigrantes (BILL 02500) e Summit Control (BILL 02900). A densidade média anual de organismos fitoplanctônicos no reservatório variou entre 8.651 org mL⁻¹ e 30.782 org mL⁻¹ (nos pontos BIRP 00500 e BILL 02100, respectivamente) e a estrutura da comunidade, de forma geral, manteve-se semelhante ao verificado nos últimos anos. O tempo de residência médio em 2019 diminuiu, passando de 703 dias para 531 dias (Gráfico 7.54), mas variou bastante durante o ano.

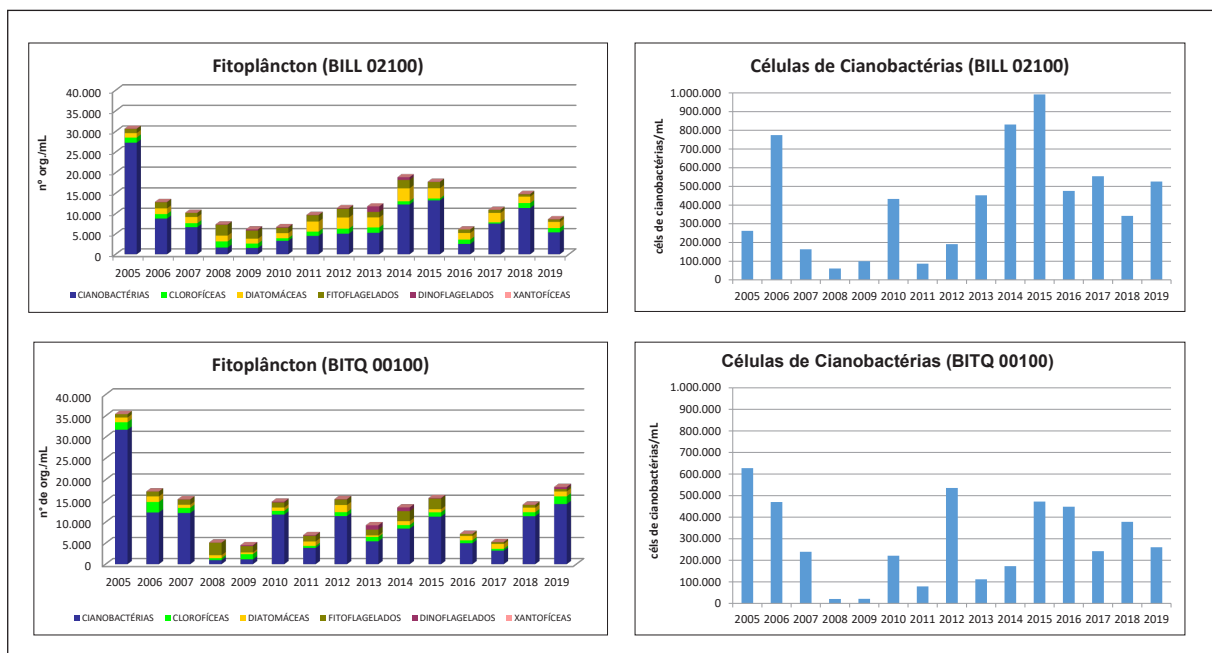
Houve dominância de cianobactérias em todos os pontos do reservatório, em todas as amostragens, com exceção das amostras de maio do corpo central do Bororé ao Summit e braço do Taquacetuba (pontos BILL 02100, BILL 02500, BILL 02900 e BITQ 00100). O maior valor de Células de Cianobactérias foi registrado em janeiro no ponto Pedreira (BILL 02030, 2.196.290 céls mL⁻¹) com dominância do gênero *Microcystis*. Cenário pior que em 2018, quando o maior valor foi de 1.661.370 céls mL⁻¹, no mesmo ponto.

Gráfico 7.54 – Tempo de residência (dias) do reservatório Billings em 2019



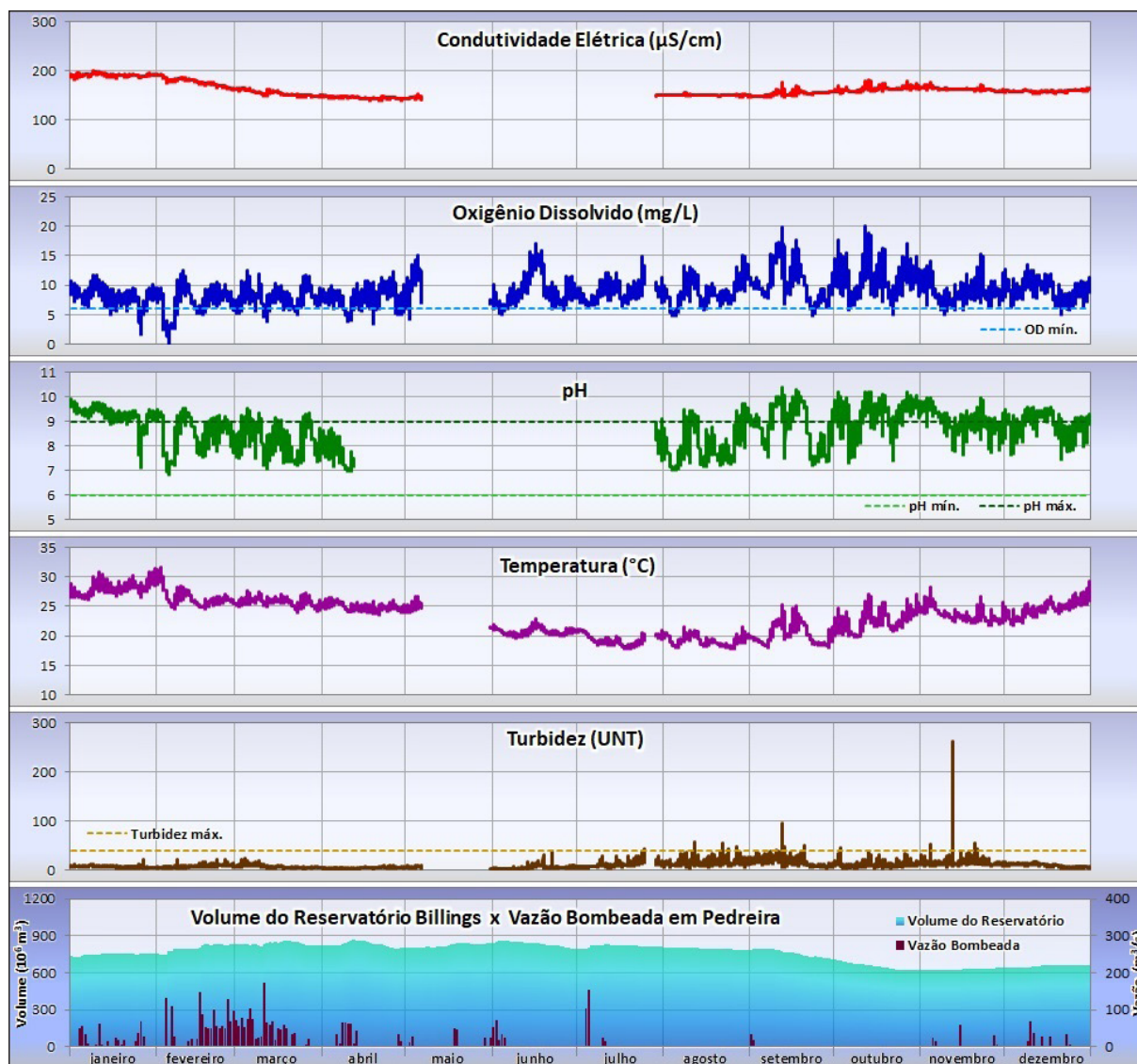
A Figura 7.23 apresenta o histórico das densidades médias anuais dos últimos quinze anos nos pontos dos braços do Taquacetuba (BITQ 00100) e Bororé (BILL 02100), da comunidade fitoplanctônica e do Número de Células de Cianobactérias. Em ambos os pontos as médias anuais das concentrações de Células de Cianobactérias superaram o preconizado pela Resolução CONAMA nº 357/2005 para Classe Especial (20.000 céls mL⁻¹) e para Classe 2 (50.000 céls mL⁻¹), respectivamente. Os gêneros que mais contribuíram em termos de densidades celulares durante o ano de 2019 foram *Microcystis* no braço do Taquacetuba (potencialmente produtor de microcistina) e *Planktothrix* no Bororé (potencialmente produtor de microcistina e saxitoxina).

Figura 7.23 – Média anual da composição da Comunidade fitoplanctônica e média anual do Número de Células de Cianobactérias – reservatório Billings – 2005 a 2019.



A Figura 7.24 apresenta a evolução dos parâmetros medidos pela Estação Automática Taquacetuba em 2019.

Figura 7.24 – Evolução dos parâmetros medidos na Estação Automática Taquacetuba de janeiro a dezembro de 2019

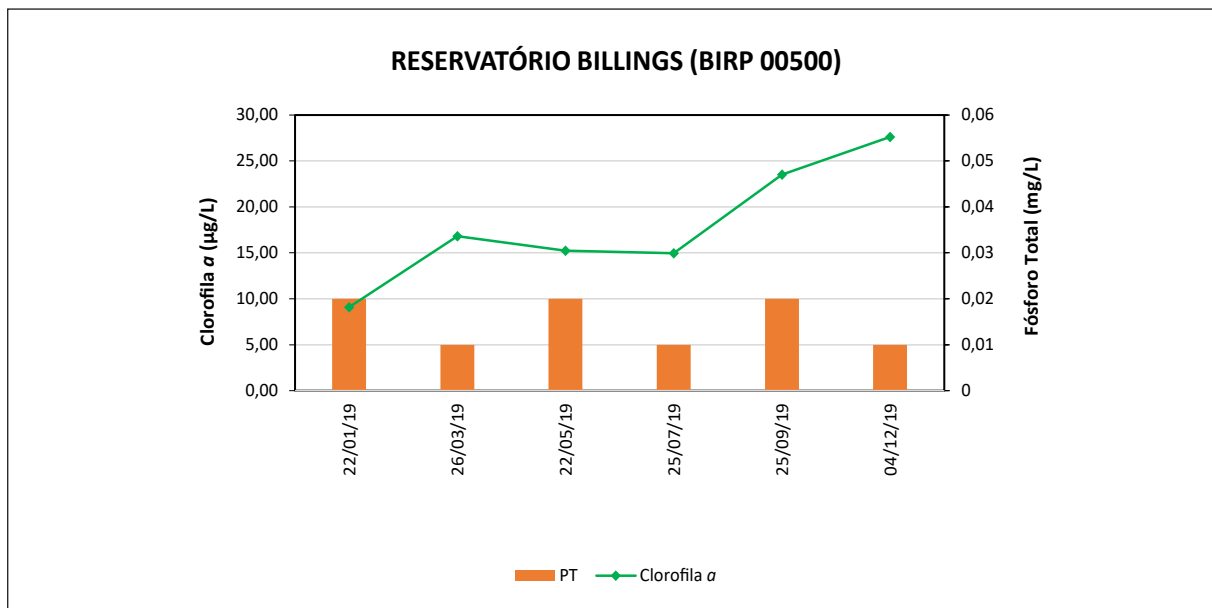


A Estação Automática Taquacetuba determina a qualidade das águas revertidas do reservatório Billings para o reservatório Guarapiranga pela SABESP. O oxigênio dissolvido atendeu ao padrão de qualidade em 94% do tempo, apresentando grande variabilidade, com valores entre 0 e 20 mg L⁻¹. Contudo, é importante salientar que altas concentrações de oxigênio são devidas a eventos de *bloom* de algas, confirmando o estado de eutrofização do corpo de água. Esse quadro é favorecido pelas cargas poluidoras afluentes ao reservatório Billings por meio do bombeamento das águas do rio Pinheiros para controle de cheias. O pH acompanha o comportamento observado para o oxigênio dissolvido, com valores que excedem o padrão de qualidade em 44% do tempo. A turbidez atendeu ao padrão de qualidade para corpos de água Classe 1 em mais de 99% do tempo.

Em 2019 (Gráfico 7.55), no ponto do braço do rio Pequeno (BIRP 00500), local de transposição de águas para o reservatório Rio Grande, as concentrações de Fósforo Total estiveram em conformidade com o limite para Classe Especial em todas as campanhas, com concentrações indicativas de condição trófica

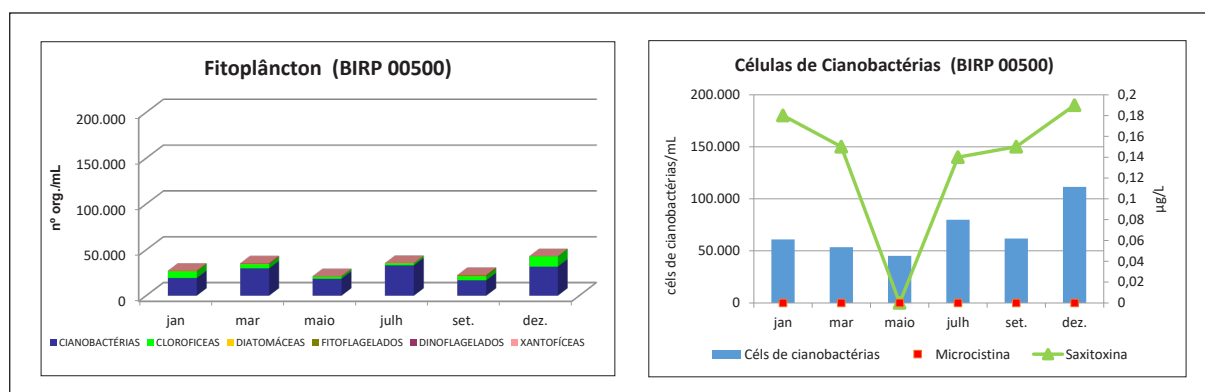
de Oligotrófica a Mesotrófica. Já as concentrações de Clorofila *a* superaram, na maioria das campanhas, o limite de $10 \mu\text{g L}^{-1}$ estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/2005 indicativas de condições Mesotrófica a Eutrófica e tendo variado de forma similar às densidades totais de organismos fitoplanctônicos, sendo influenciadas principalmente pelos grupos das Cianobactérias e Clorofíceas. O estado trófico, segundo o IET, foi de Mesotrófico, ou seja, em processo de eutrofização, mantendo a classificação obtida desde 2016.

Gráfico 7.55 – Concentrações de Clorofila *a* e Fósforo Total (PT) no reservatório Billings (BIRP00500) – 2019.



O braço do rio Pequeno (BIRP 00500), local de transposição de águas para o reservatório rio Grande, vem apresentando, desde 2017, diminuição tanto das densidades médias anuais de fitoplâncton (em 2017 foram obtidos $108.194 \text{ org mL}^{-1}$; em 2018, $62.202 \text{ org mL}^{-1}$; e em 2019, $30.782 \text{ org mL}^{-1}$) quanto de células de cianobactérias (em 2017 foram obtidos $171.083 \text{ céls mL}^{-1}$; em 2018, $74.265 \text{ céls mL}^{-1}$; e em 2019, $68.822 \text{ céls mL}^{-1}$). Essa diminuição pode estar relacionada ao controle de cianobactérias por uso de algicidas. As densidades de células de Cianobactérias estiveram acima do preconizado pela Resolução CONAMA nº 357/2005 para Classe Especial ($20.000 \text{ céls mL}^{-1}$) em todas as amostragens (Figura 7.25). Os gêneros mais importantes em termos de densidades celulares foram: *Cylindrospermopsis* (potencialmente produtor de cilindrospermop-sina, saxitoxina e microcistina) e *Cyanogranis* (ainda sem registro na literatura de produção de cianotoxina), e uma cianobactéria filamentosa ainda não identificada, descrita no "Atlas de Cianobactérias da Bacia do Alto Tietê" desenvolvido pela CETESB (Lamparelli et al., 2014).

Figura 7.25 – Média mensal da Comunidade Fitoplantônica e Contagem de Células de Cianobactérias no braço do rio Pequeno (BIRP 00500) – reservatório Billings – 2019.



O monitoramento das cianotoxinas foi realizado 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 na água bruta superaram o preconizado no anexo XX da Portaria de Consolidação nº 5/2017 para água tratada ($1,0 \mu\text{g L}^{-1}$) em todos os meses amostrados, sendo o maior valor obtido em janeiro ($42,2 \mu\text{g L}^{-1}$), devido à elevada densidade de Células de Cianobactérias pertencentes ao gênero *Microcystis*. Nesse ponto, no mesmo mês, foi registrada concentração de $50 \mu\text{g L}^{-1}$ em 2018 e de $14,5 \mu\text{g L}^{-1}$ em 2017, indicando ser um fenômeno recorrente.

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, quando foi registrado o menor valor ($0,85 \mu\text{g L}^{-1}$). O maior valor foi obtido em dezembro ($15,9 \mu\text{g L}^{-1}$), superior aos valores encontrados em 2018 ($6,60 \mu\text{g L}^{-1}$), 2017 ($1,75 \mu\text{g L}^{-1}$) e 2016 ($2,21 \mu\text{g L}^{-1}$). Esses resultados estão relacionados às elevadas densidades de células de cianobactérias pertencentes ao gênero *Microcystis*. Já as concentrações de saxitoxina ficaram abaixo do valor legislável para água tratada ($3,0 \mu\text{g L}^{-1}$), sendo que o maior valor foi verificado em maio ($0,2 \mu\text{g L}^{-1}$), superior ao encontrado em março de 2018 ($0,07 \mu\text{g L}^{-1}$).

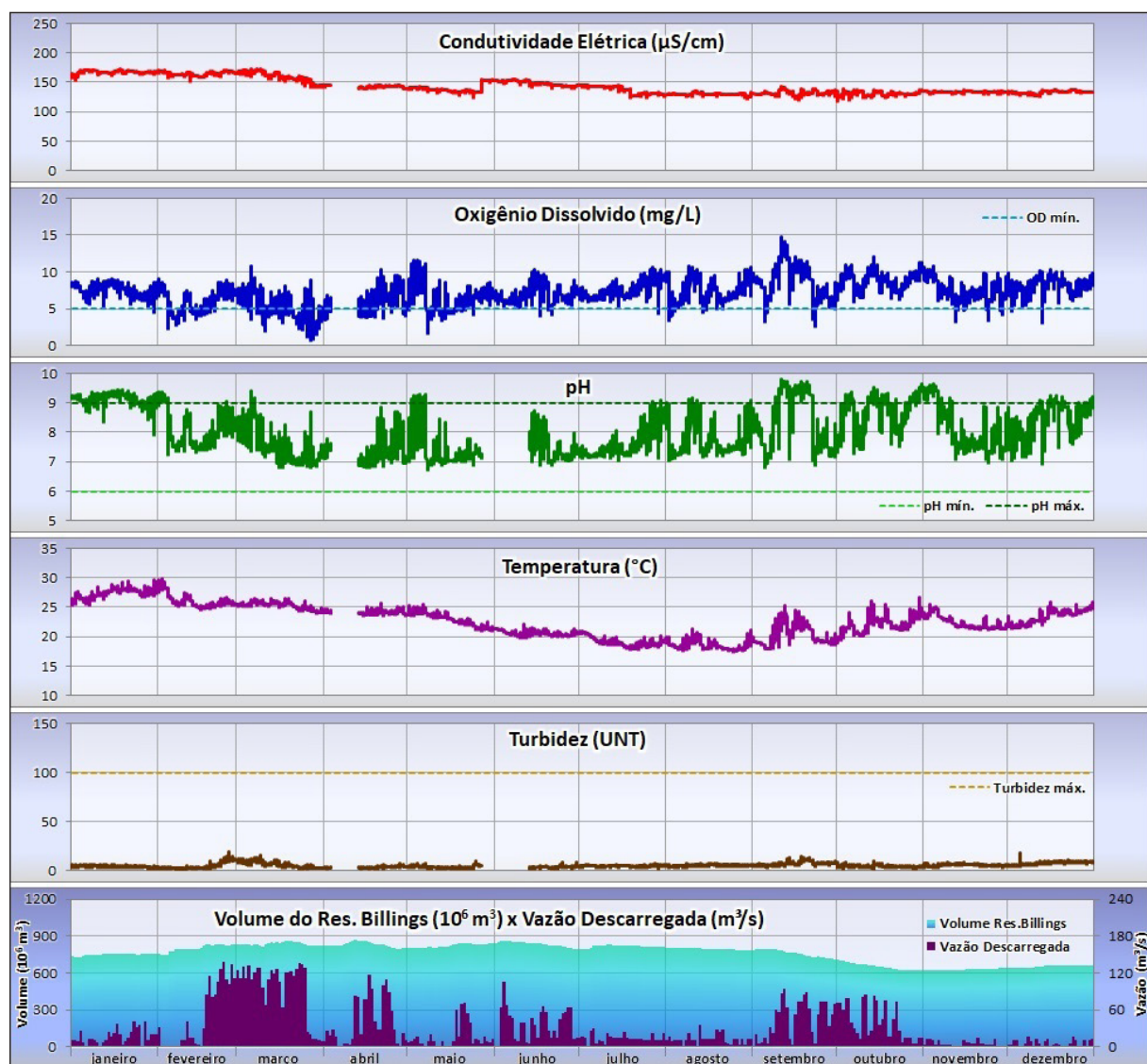
No braço do rio Pequeno as concentrações de microcistina ficaram abaixo do limite de detecção ($0,15 \mu\text{g L}^{-1}$) em todas as amostragens. A saxitoxina foi quantificada em praticamente todas as amostragens com exceção de maio ($< 0,02 \mu\text{g L}^{-1}$), sempre em concentrações muito baixas, sendo que o maior valor foi obtido em dezembro ($0,19 \mu\text{g L}^{-1}$), situação semelhante a 2018. As concentrações de saxitoxinas obtidas durante o ano estão possivelmente associadas ao gênero *Cylindrospermopsis*, o qual foi quantificado em todas as amostragens sendo potencial produtor dessa cianotoxina. A não quantificação da saxitoxina em maio pode estar relacionada ao aumento na densidade de cepas não produtoras de saxitoxina, considerando que nesse período houve presença do gênero *Cylindrospermopsis*, ou a interferência de fatores ambientais, tanto na produção da cianotoxina quanto na sua degradação.

O reservatório Billings ainda mantém a maioria dos seus pontos eutrofizados, com os pontos próximos à entrada das águas do rio Pinheiros (BILL02030 e BILL02100), extremamente eutrofizados, classificados, na média anual, como Hipereutróficos e com indicativos de impactos relacionados ao lançamento de efluentes domésticos. Apenas os pontos no braço do rio Pequeno (BIRP 00500) e o próximo à saída do reservatório

na Barragem Summit Control (BILL 02900) mantiveram a classificação média anual de Mesotrófica, ou seja, ambiente em processo de eutrofização, mesma classificação observada no ano anterior. Nesse 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 357/2005. A condição da qualidade das águas desse reservatório 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 e distribuição para o abastecimento público.

A Figura 7.26 apresenta a evolução dos parâmetros medidos pela Estação Automática Summit Control em 2019.

Figura 7.26 – Evolução dos parâmetros medidos pela Estação Automática Summit Control de janeiro a dezembro de 2019



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 $\mu\text{S cm}^{-1}$ ao longo do ano. O oxigênio dissolvido apresentou grande variabilidade, atingindo valores tanto acima de 10 mg L^{-1} , quanto abaixo do padrão (12% do tempo) para corpos de água Classe 2. Os valores de OD que extrapolam a saturação podem ser atribuídos a eventos de *bloom* de algas decorrentes da eutrofização. Acompanhando o comportamento do OD, o pH também apresentou grande variabilidade, excedendo o limite superior em 19% 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, assim como a diluição da água bombeada do reservatório Billings (braço do Taquacetuba) para esse reservatório.

Em 2019, a qualidade das águas no braço de Parelheiros (GUAR 00100) melhorou passando da categoria Regular para Boa, e ficando um pouco acima da média histórica. 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 manteve-se na categoria Boa (Gráfico 7.56) e próximo à média histórica dos últimos cinco anos.

Gráfico 7.56– Perfil do IQA no reservatório Guarapiranga em 2019 e nos últimos 5 anos.

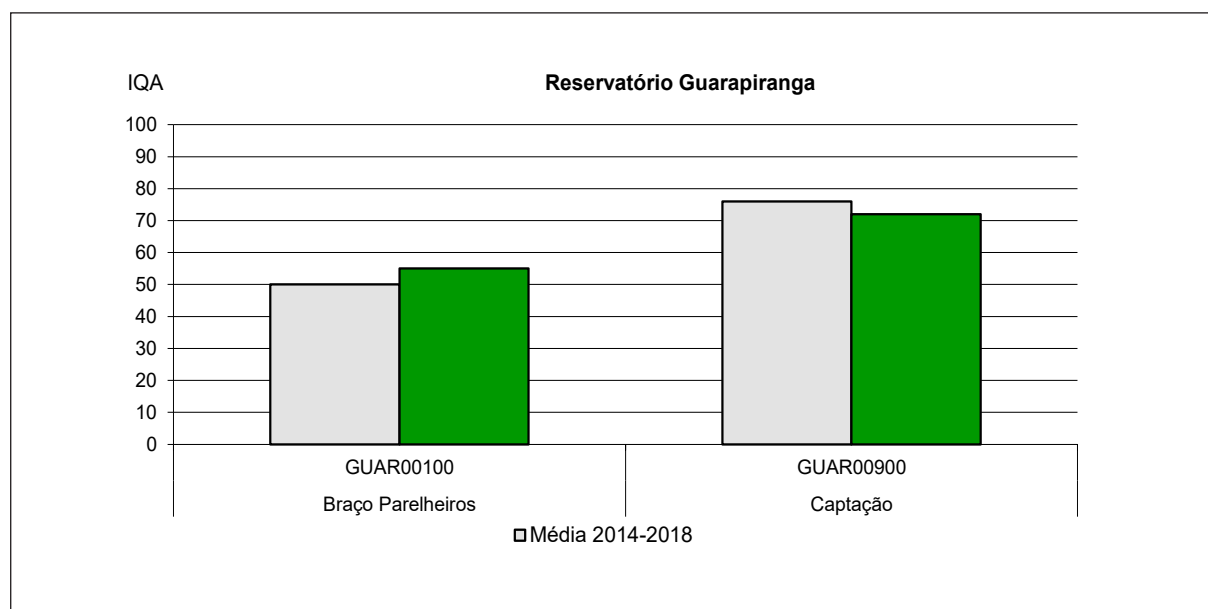
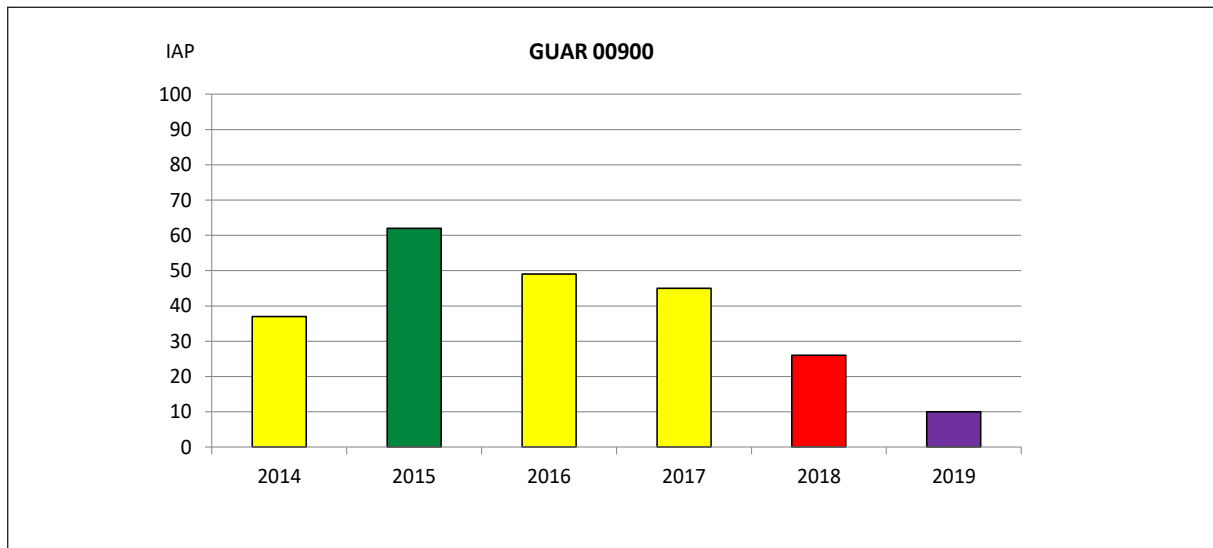
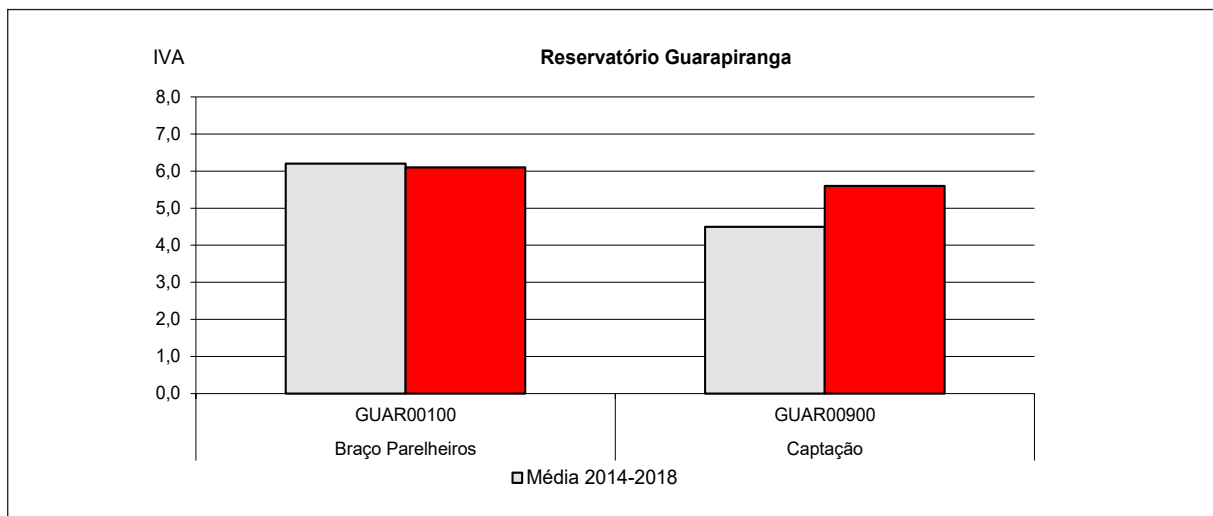


Gráfico 7.57 – Média Anual do IAP no ponto GUAR 00900 – reservatório Guarapiranga

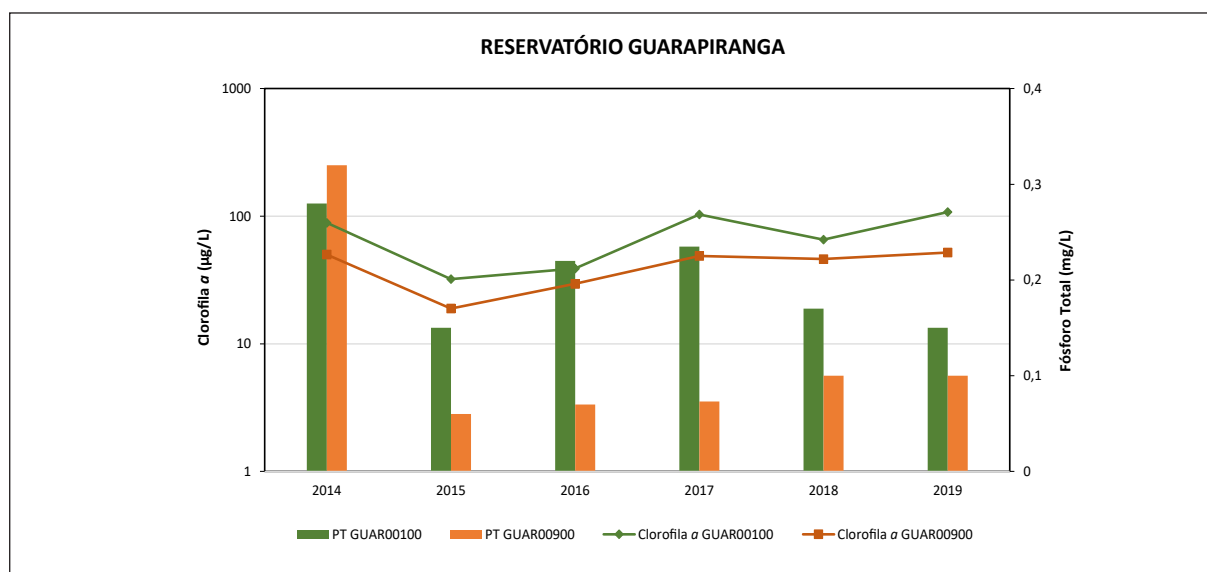
A qualidade da água utilizada para fins de abastecimento público (IAP) em 2019, apresentou o pior resultado desde 2014, , passando para a categoria Péssima (Gráfico 7.57), sendo essa classificação influenciada pela detecção, em todas as campanhas ao longo do ano, de valores elevados para a densidade de cianobactérias (> 20.000 céls mL^{-1}) e para o Potencial de Formação de Trihalometanos.

Gráfico 7.58 – Perfil do IVA no reservatório Guarapiranga em 2019 e nos últimos 5 anos.

Quanto ao Índice para fins de Proteção da Vida Aquática - IVA, a qualidade foi classificada como Ruim tanto no braço do rio Parelheiros como no ponto de captação (Gráfico 7.58), aonde piorou em relação à média dos últimos cinco anos anteriores, devido ao registro de pH elevado ($>9,0$) na campanha de janeiro e de baixo OD na campanha de novembro. Ressalta-se que ambos os pontos foram classificados como Supereutróficos em 2019.

O Gráfico 7.59 apresenta o histórico, do período de 2014 a 2019, das médias anuais das concentrações de Clorofila *a* e Fósforo Total nos dois pontos de monitoramento no reservatório Guarapiranga (GUAR 00100 e GUAR 00900).

Gráfico 7.59 – Média Anual de Clorofila *a* e Fósforo Total (PT) no reservatório Guarapiranga (GUAR 00100 e GUAR 00900) - 2014 a 2019.



Excluindo os maiores valores para fósforo total encontrados em 2014 (Gráfico 7.59), que ocorreram durante a crise hídrica, os dados históricos mostraram que as médias anuais de Clorofila *a* entre 2015 e 2019, vem exibindo uma elevação gradual. Quanto ao Fósforo Total, também se observou uma gradual elevação nesse período na região da captação.

As concentrações médias anuais de Fósforo Total e Clorofila *a* no braço do Parelheiros (GUAR 00100) foram consistentemente mais elevadas que as do ponto da captação (GUAR 00900). As concentrações de Clorofila *a* nesse ponto variaram de forma similar às densidades totais de organismos fitoplanctônicos, sendo bastante influenciadas pelos grupos das Diatomáceas e Fitoflagelados. Esse local encontra-se extremamente eutrofizado e desde 2014 exibindo condição trófica, segundo o IET, de Supereutrófico a Hipereutrófico.

Já na no ponto da Captação (GUAR 00900), as concentrações de Fósforo Total e Clorofila *a* exibiram também valores elevados indicando condições de Eutrófica a Hipereutrófica. As concentrações de Clorofila *a* variaram com estreita relação com as densidades totais de organismos fitoplanctônicos, influenciada principalmente pelos grupos mais abundantes, como Cianobactérias, Clorófitas e Diatomáceas. Esse ponto também já eutrofizado variou de Eutrófico a Supereutrófico.

Em 2019, no Ponto GUAR00100, tanto a Clorofila *a* quanto o Fósforo Total exibiram as maiores concentrações em janeiro, maio e julho com indicativos de impactos relacionados ao lançamento de efluentes domésticos, visto que, foi observada presença de *E. coli* em não conformidade com os limites estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357/2005 na maioria das campanhas. As concentrações de Clorofila *a* foram influenciadas, principalmente, pelos grupos das Euglenófitas e dos Dinoflagelados e em novembro pelas Cianobactérias, Clorófitas e Diatomáceas.

No ponto da captação (GUAR 00900), as concentrações de Clorofila *a* foram influenciadas, principalmente, pelos grupos das Clorofíceas e Diatomáceas. As condições tróficas observadas, em ambos os pontos, estão provavelmente relacionadas à presença de nutrientes e às condições propícias para o estabelecimento da comunidade fitoplanctônica. Tendo, tanto as concentrações de Clorofila *a*, quanto às de Fósforo Total, ultrapassado, em todas as campanhas, os limites estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357/2005. Cabe ressaltar que no ponto GUAR00900 foram observadas concentrações elevadas de Feofitina *a*, produto da degradação da Clorofila *a*, fato esse que pode estar relacionado com os valores de Cobre Dissolvido, acima do limite estabelecido para água bruta, caracterizando indicativos de uso de algicida.

Em ambos os pontos do reservatório Guarapiranga, as densidades médias anuais da comunidade fitoplanctônica foram superiores às médias de 2018 (Figura 7.27). No ponto situado próximo à captação (GUAR 00900) houve dominância de Clorofíceas em três das quatro amostragens realizadas durante o ano de 2019. Já no ponto próximo do rio Parelheiros (GUAR 00100), os grupos que mais contribuíram para o valor da média anual foram as Clorofíceas, Diatomáceas e Cianobactérias.. O tempo de residência médio anual foi de 126 dias, variando entre 99 dias em janeiro a 147 dias em julho, um pouco maior em relação ao ano de 2018 (Gráfico 7.60).

Em relação às densidades de células de Cianobactérias, o valor da média anual do ponto da entrada do rio Parelheiros (GUAR 00100) foi o mais elevado dos últimos cinco anos (aproximadamente 130.000 céls mL⁻¹), sendo que só houve transposição do reservatório Billings no período de 03.01 a 02.02.2019. A transposição pode, portanto, ter influenciado as elevadas densidades obtidas em janeiro (282.041 céls mL⁻¹ - aproximadamente 70% de *Aphanocapsa*), mas não as de novembro (196.840 céls mL⁻¹ - aproximadamente 40% de *Pseudanabaena* e 20% da *Aphanocapsa*). No entanto, em ambas as amostragens o volume do reservatório esteve menor (64 e 67%, respectivamente) do que nas coletas de maio e julho, quando superava 90%. Em janeiro, as cianobactérias também podem ter sido favorecidas pelas elevadas temperaturas registradas na água (29,2°C), e em novembro pelo elevado valor de Fósforo Total (0,34 mg L⁻¹).

No ponto próximo da captação (GUAR 00900), as densidades celulares médias anuais de cianobactérias diminuíram de 67.329 em 2018 para 57.920 céls mL⁻¹ em 2019. O maior valor foi obtido em janeiro (74.914 céls mL⁻¹ – 65% pertencentes ao gênero *Aphanocapsa* gênero picoplanctônico e potencial produtor de microcistina). Nos demais meses amostrados as maiores densidades de células pertenceram aos gêneros *Merismopedia* (com registros esparsos na literatura de produção de cianotoxinas) e *Epiglosphaera/Lemmermaniella*.

As concentrações mensais de células de cianobactérias estiveram acima do preconizado pela Resolução CONAMA nº 357/2005 para 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 (15.174 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 (0,15 µg L⁻¹) e a saxitoxina foi quantificada em todas as amostragens, com o maior valor obtido em janeiro (0,14 µg L⁻¹). Apesar de não terem sido registrados gêneros potencialmente produtores dessa cianotoxina, é possível que cianobactérias pertencentes a esses gêneros estivessem presentes no corpo de água, mas não foram observados na amostra por estarem em camadas mais profundas, e desse modo não foram capturados nas coletas. 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 µg L⁻¹ (microcistina) e 3,0 µg L⁻¹ (saxitoxina).

Figura 7.27 – Média anual da Comunidade Fitoplânctônica e Contagem de Células de Cianobactérias no reservatório Guarapiranga - 2014 a 2019.

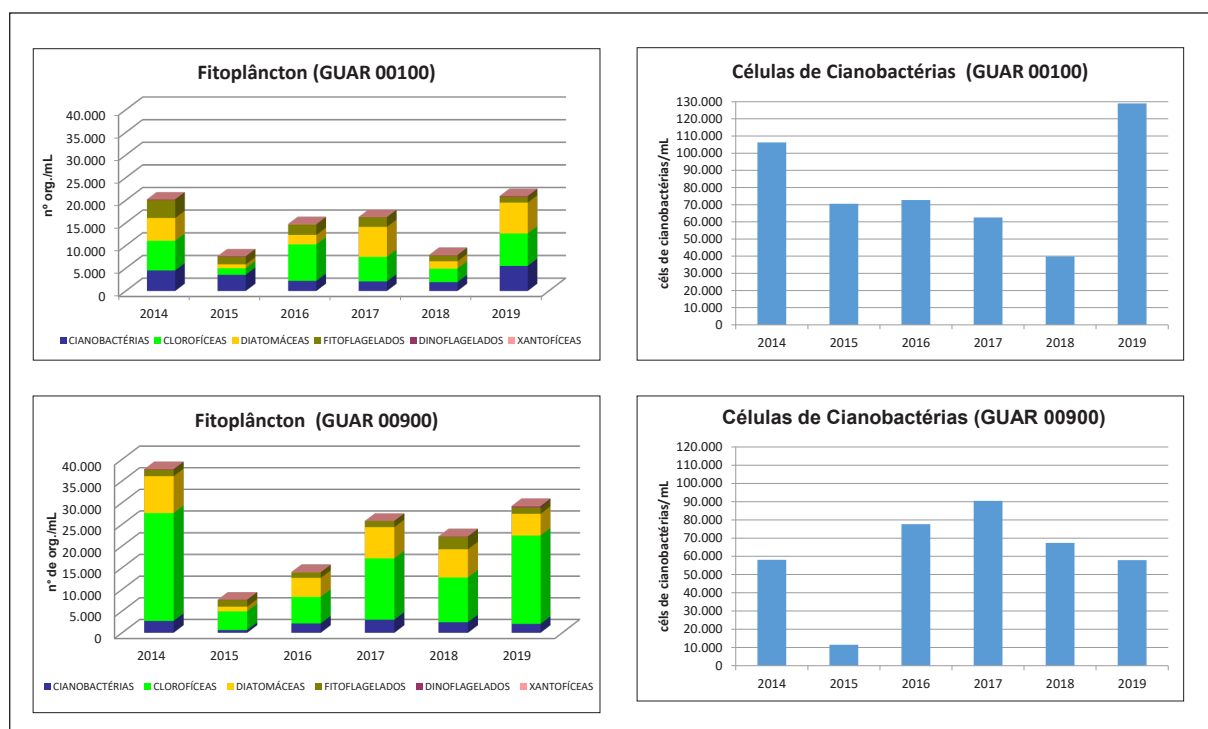
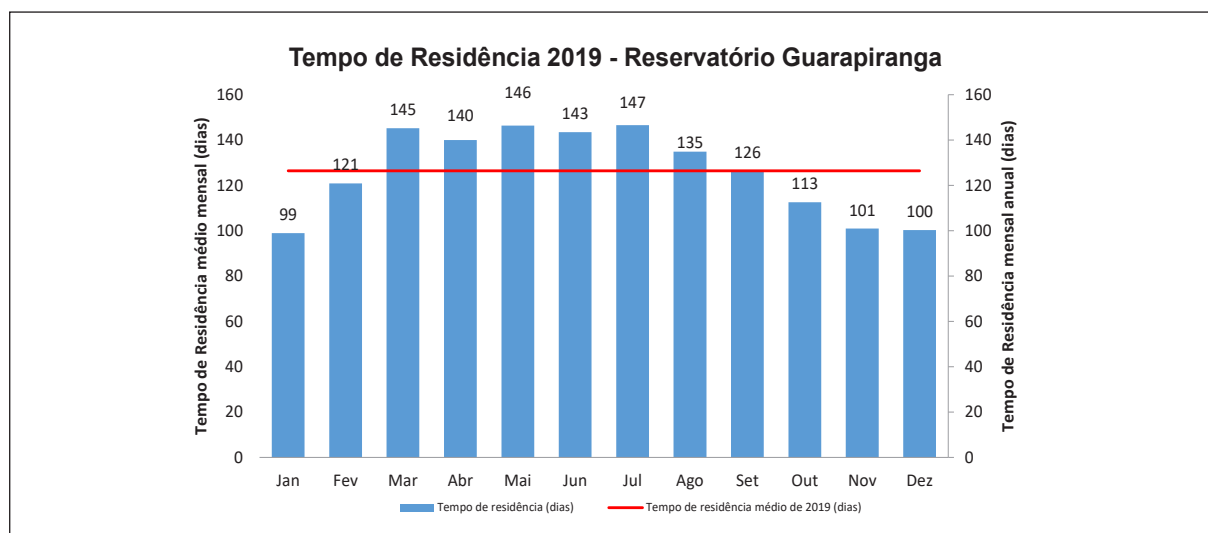
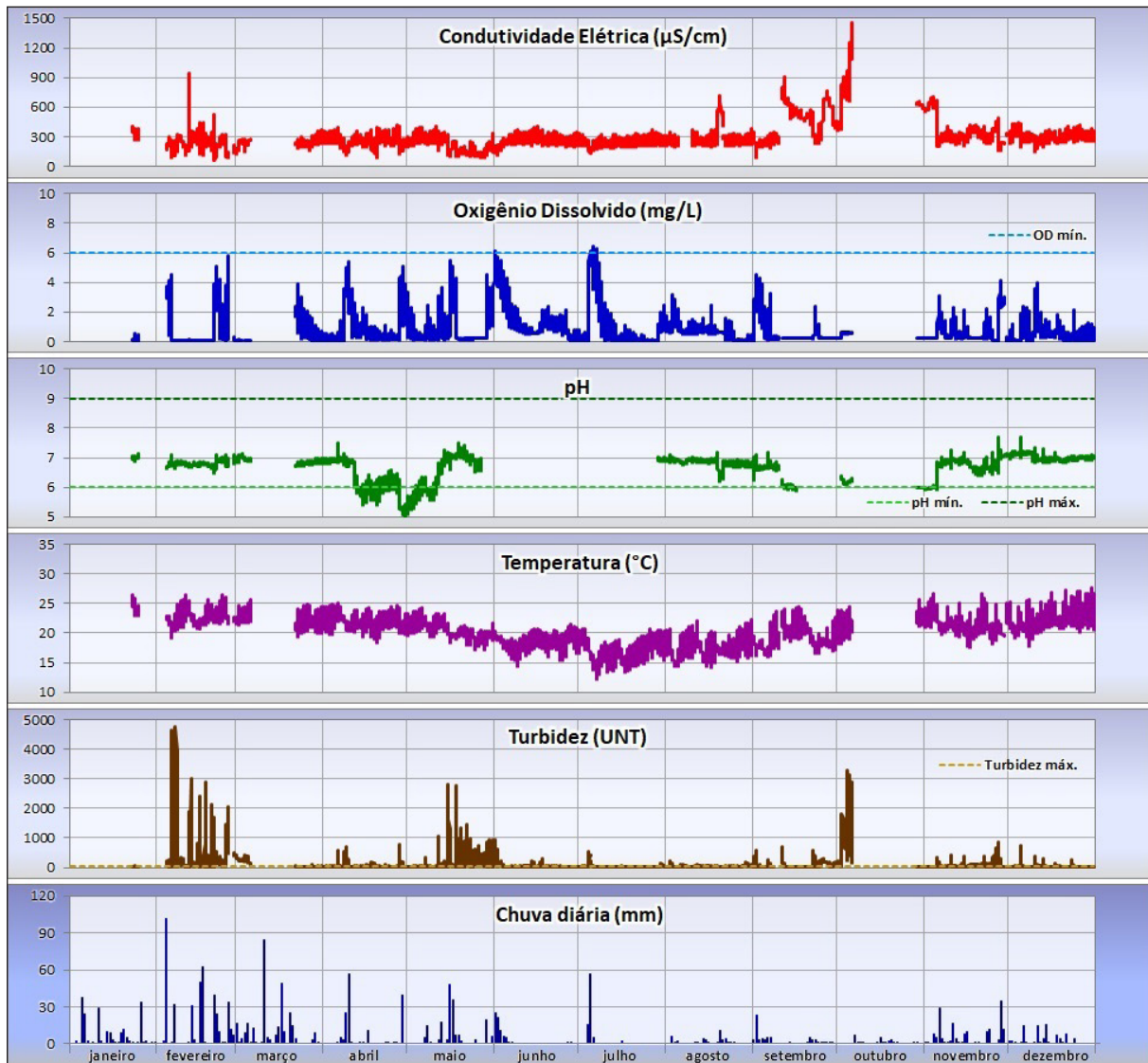


Gráfico 7.60 – Tempo de residência médio mensal e anual em dias do reservatório Guarapiranga - 2019.

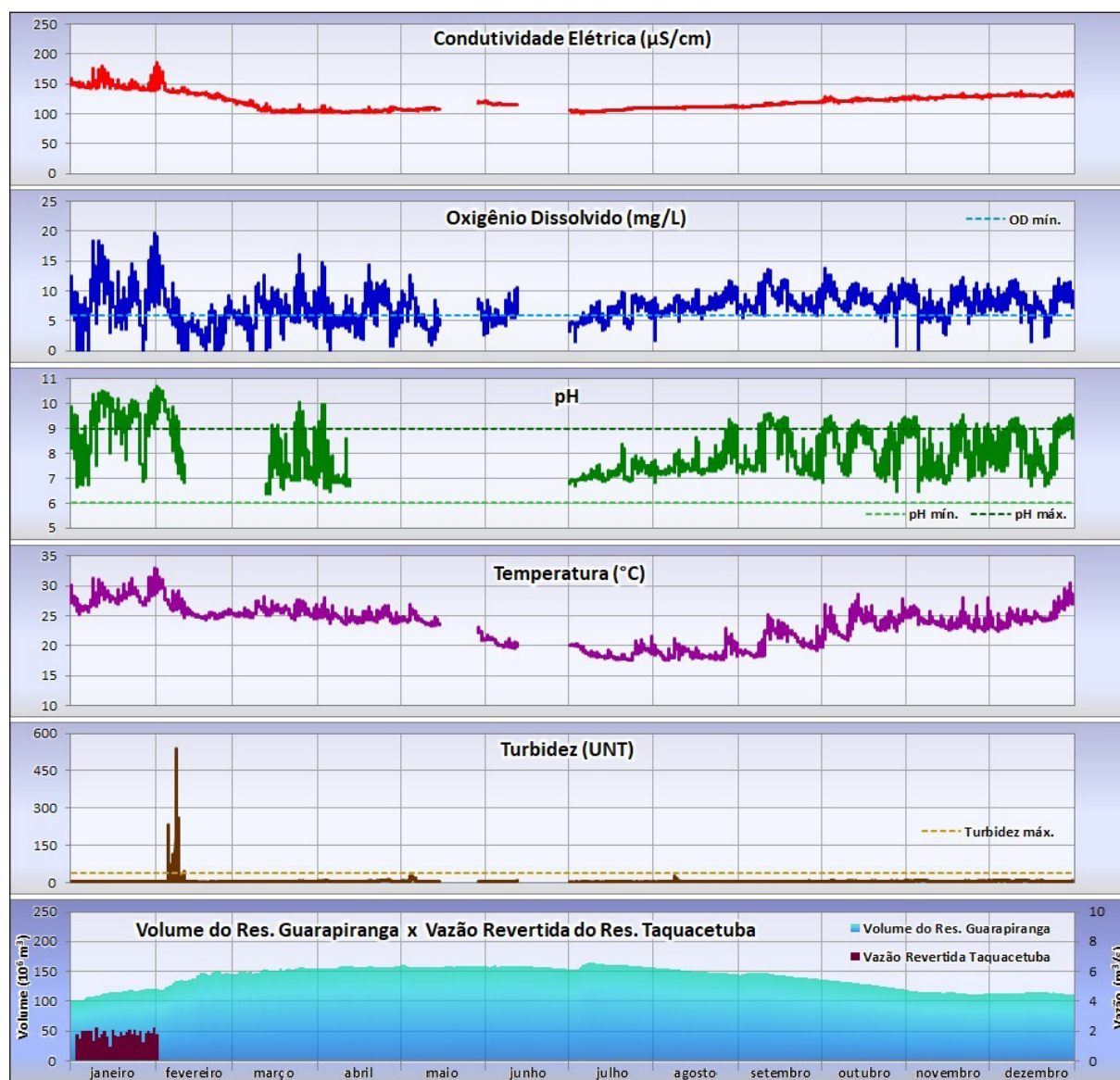


A Figura 7.28 apresenta a evolução dos parâmetros medidos pela Estação Automática Caulim em 2019.

Figura 7.28 – Evolução dos parâmetros medidos na Estação Automática Caulim de janeiro a dezembro de 2019.

A Estação Automática Caulim monitora a qualidade das águas do rio Caulim, importante contribuinte do reservatório Guarapiranga. A estação está localizada a montante do ponto de descarga das águas bombeadas do braço do Taquacetuba, no reservatório Billings. Os altos valores de condutividade elétrica demonstram tratar-se de um curso de água impactado por cargas poluidoras. O oxigênio dissolvido encontra-se abaixo do padrão de qualidade para rios Classe 1 durante praticamente todo o ano. Apesar de atender ao padrão de turbidez em 62% do tempo, houve picos superiores a 4000 UNT, geralmente coincidentes com eventos de chuva, o que indica que a lixiviação do solo da bacia contribui para o aporte de cargas difusas. O pH atendeu ao padrão de qualidade em 77% do ano de 2019.

A Figura 7.29 apresenta a evolução dos parâmetros medidos pela Estação Automática Guarapiranga em 2019.

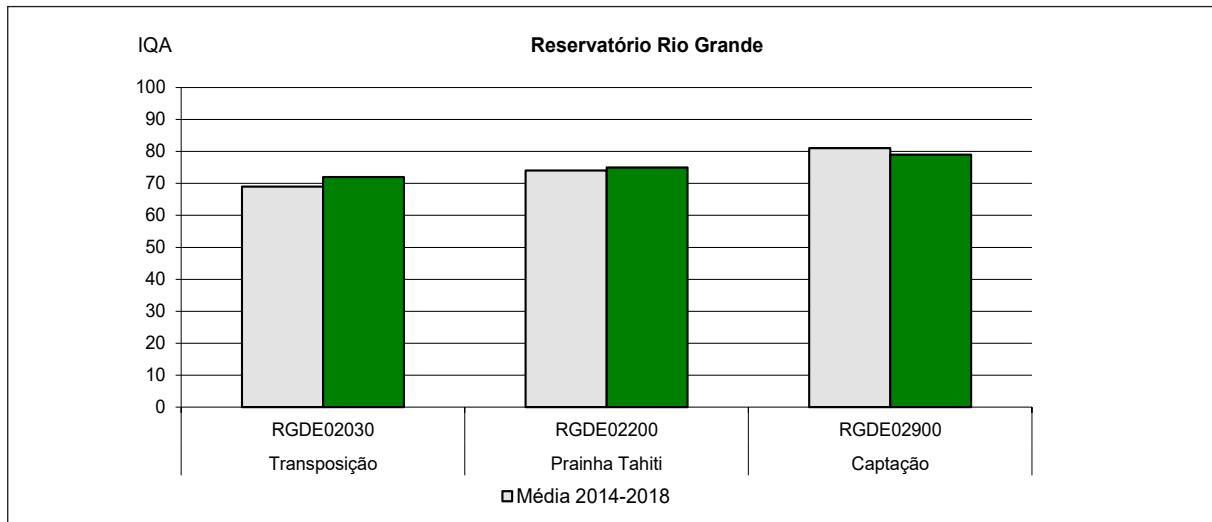
Figura 7.29 – Evolução dos parâmetros medidos pela Estação Automática Guarapiranga de janeiro a dezembro de 2019.

A Estação Automática Guarapiranga localiza-se junto à captação da SABESP para a ETA Alto da Boa Vista, que tratou a vazão média de $12,9 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ em 2019. O oxigênio dissolvido atendeu ao padrão de qualidade para corpos de água Classe 1 em 72% do tempo e apresentou grande variabilidade, com 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 de água, que causa inversão das camadas de água de fundo e de superfície. Os valores que extrapolam a saturação podem ser atribuídos ao *bloom* de algas decorrente da eutrofização. O pH acompanhou as variações observadas para o oxigênio dissolvido, encontrando-se acima do limite máximo estabelecido pela legislação em 23% do tempo. A reversão das águas do reservatório Taquacetuba para o Guarapiranga ocorreu apenas no mês de janeiro, com vazão média de $1,8 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$, período no qual a condutividade elétrica apresentou-se mais alta e com maior variabilidade.

7.7.3 Reservatório Rio Grande

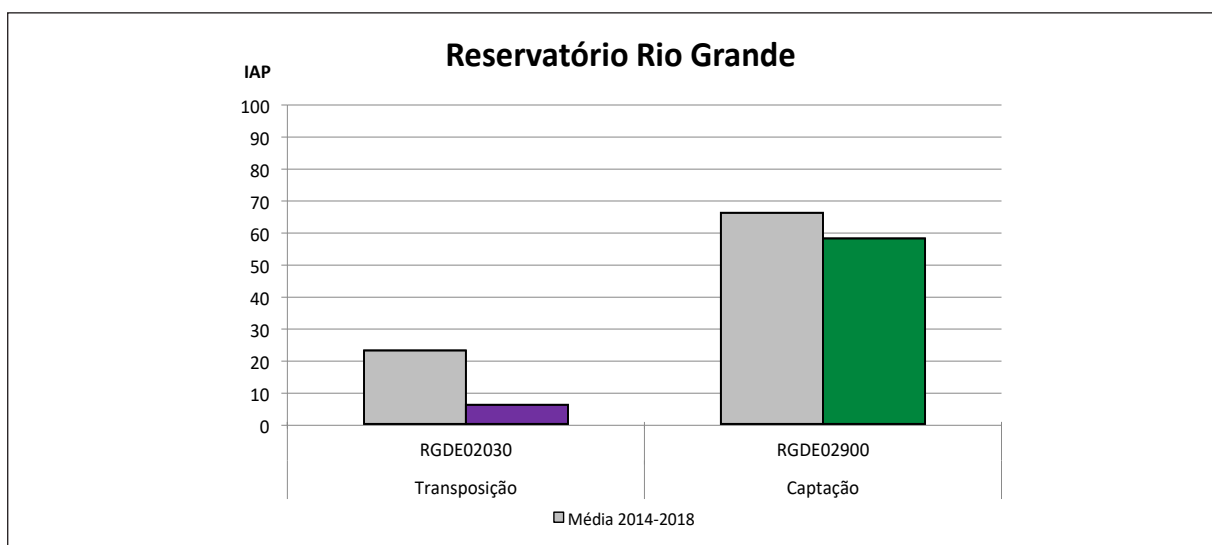
O reservatório Rio Grande foi monitorado em três pontos: RGDE02030 (Foz do rio Grande), RGDE02200 (Prainha Tahiti) e RGDE02900 (Captação). Salienta-se que o ponto RGDE 02030 foi incluído em 2015, em razão da transferência da água para o Sistema Produtor do Alto Tietê. Em 2019, a qualidade da água nesse reservatório, avaliada pelo IQA, manteve-se na categoria Boa, igualmente ao verificado em 2018 e próxima da média histórica. (Gráfico 7.61).

Gráfico 7.61 – Perfil do IQA no reservatório rio Grande em 2019 e nos últimos 5 anos.



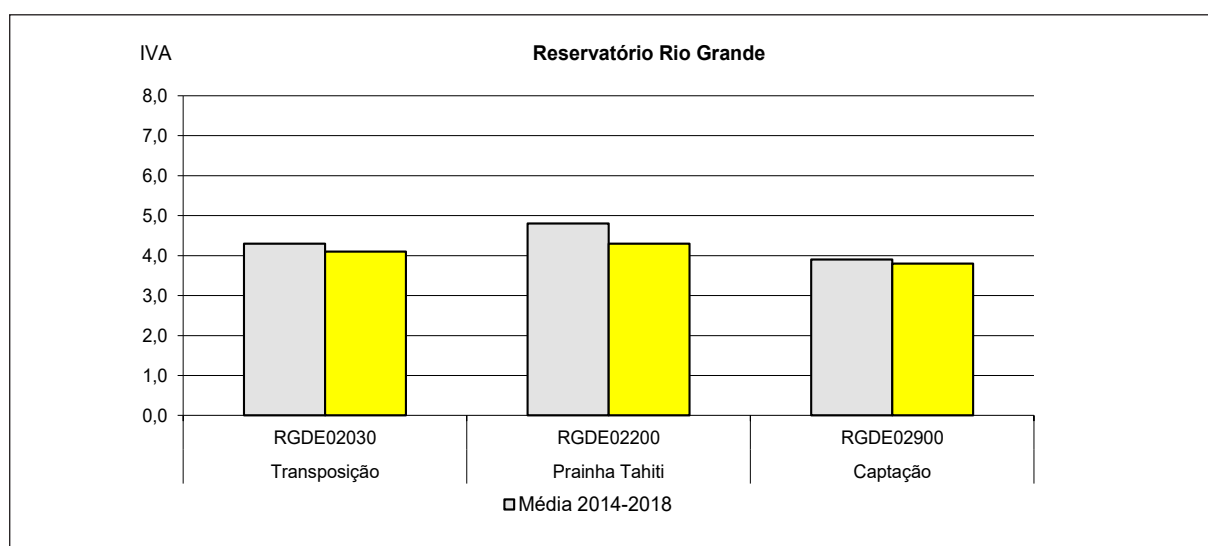
Em relação ao índice que avalia a qualidade da água bruta destinada ao abastecimento público (IAP), destaca-se a classificação Péssima no ponto de transferência para o reservatório Taiacupeba, situado junto à foz do rio Grande, bem abaixo da média dos últimos cinco anos, a qual foi influenciada pelos valores elevados de PFTHM na maior parte do ano e pelas densidades elevadas de cianobactérias nas campanhas de maio e junho. Já na captação da SABESP, o IAP manteve-se na classificação Boa (Gráfico 7.62), porém um abaixo da média histórica.

Gráfico 7.62 – Perfil do IAP no reservatório rio Grande em 2019 e nos últimos 5 anos.

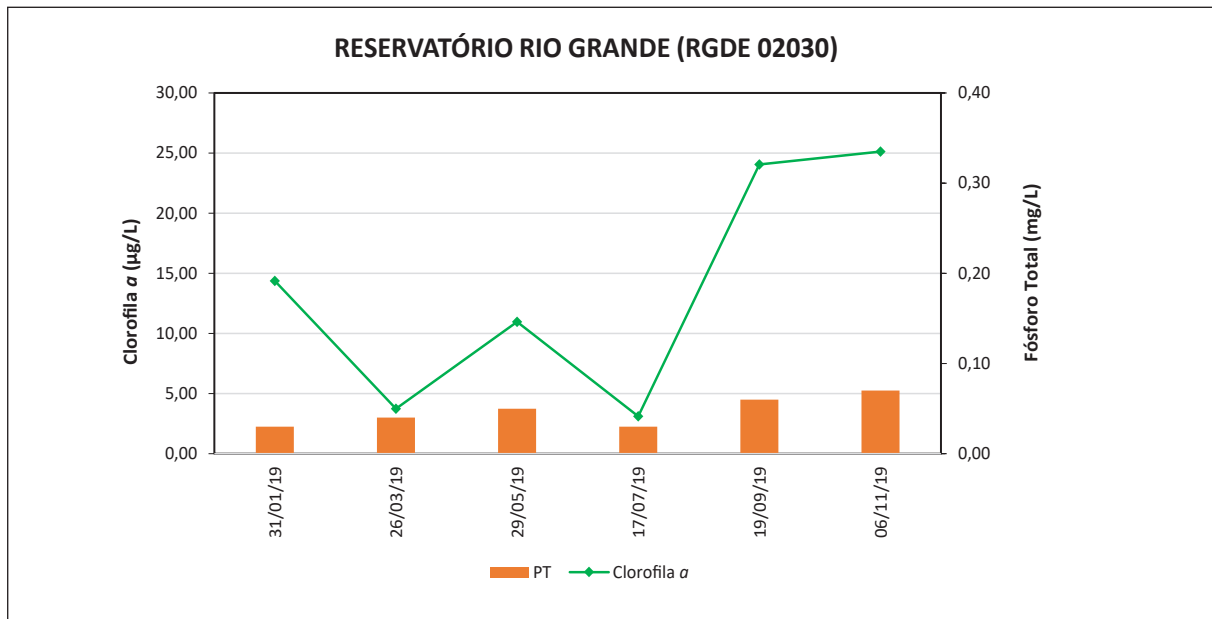


O Gráfico 7.63 apresenta os valores do IVA no reservatório do Rio Grande em 2019. Houve melhora da qualidade para fins de proteção da vida aquática no ponto de transferência para o reservatório Taiaçupeba (RGDE 02030) em relação à média histórica, que passou para a categoria Regular, influenciado pela redução no grau de trofia de Eutrófico para Mesotrófico. O ponto de captação (RGDE 02900) manteve o IVA Regular observado no ano anterior e semelhante à média dos últimos cinco anos, sendo essa classificação influenciada pelo estado Mesotrófico das águas. Embora a prainha do Tahiti (RGDE 02200) tenha mantido o mesmo estado trófico do ano anterior (Mesotrófico), houve melhora do IVA, que passou para a categoria Regular, e ficou abaixo da média histórica, devido ao pH, que se manteve na faixa de 6 a 9 ao longo do ano. O Cobre Dissolvido foi quantificado em, pelo menos, quatro a seis anos campanhas bimestrais, tanto na prainha do Tahiti como na captação com concentrações variando entre 0,006 a 0,02 mg L⁻¹. A presença do Cobre na coluna de água também influenciou a classificação do IVA nesses pontos em 2019, sendo decorrente da aplicação do algicida Sulfato de Cobre para controle de algas.

Gráfico 7.63 – Perfil do IVA no reservatório rio Grande em 2019 e nos últimos 5 anos.

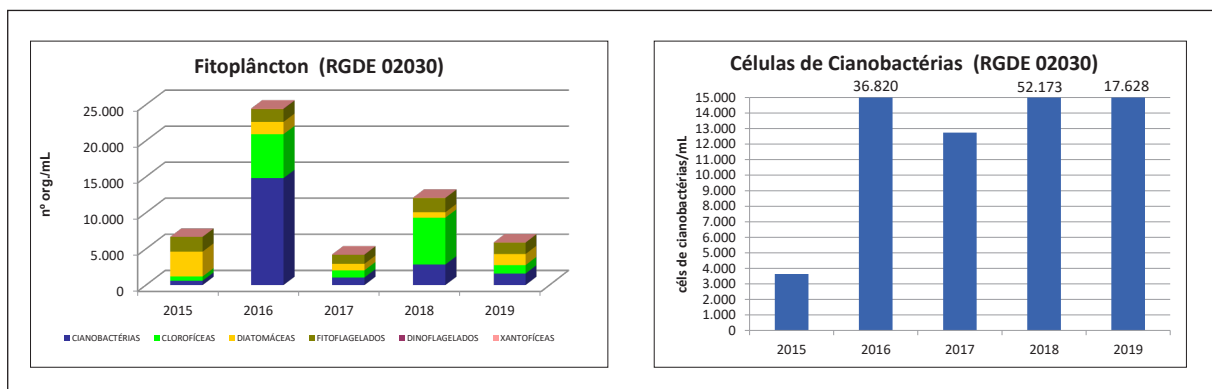


O Gráfico 7.64 apresenta as concentrações bimestrais de Clorofila *a* e Fósforo Total em 2019 no reservatório rio Grande, no ponto (RGDE 02030) localizado próximo a região de transposição das águas para o reservatório Taiaçupeba, a cerca de 1 km depois da desembocadura do rio Grande no município de Rio Grande da Serra.

Gráfico 7.64 – Concentrações de Clorofila *a* e Fósforo Total (PT) no reservatório rio Grande (RGDE 02030) em 2019

No ponto RGDE 02030 (Gráfico 7.64), as concentrações de Fósforo Total ultrapassaram o limite de 0,03 mg L⁻¹ estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357/2005 na maioria das amostragens, indicando um ambiente de Mesotrófico a Eutrófico. Já as concentrações de Clorofila *a* mantiveram em conformidade ao longo do ano, cujo limite é de 30 µg L⁻¹, indicando condições de Oligotrófica a Eutrófica. As concentrações de Clorofila *a* foram influenciadas, principalmente, pelas densidades dos grupos das Clorófitas, Diatomeas e Fitoflagelados. Ao longo do ano, pelo IET médio, nesse ponto, a condição trófica variou de Mesotrófica a Eutrófica sendo classificado pela média anual como Mesotrófica exibindo uma melhora em relação ao ano anterior.

Em relação à comunidade fitoplanctônica, no ponto próximo à desembocadura do rio Grande (RGDE 02030) constatou-se melhora em relação a 2018, com a diminuição da densidade média anual da comunidade fitoplanctônica de 12.089 org mL⁻¹ em 2018 para 5.892 org mL⁻¹ em 2019 (Figura 7.30). A composição dessa comunidade ficou equilibrada entre os principais grupos (Cianobactérias, Clorófitas, Fitoflagelados e Diatomeas), enquanto em 2018 a comunidade foi dominada por Clorófitas. A densidade média anual de células de cianobactérias também diminuiu, de 52.173 céls mL⁻¹ em 2018 para 17.628 céls mL⁻¹ em 2019. (Figura 7.30)

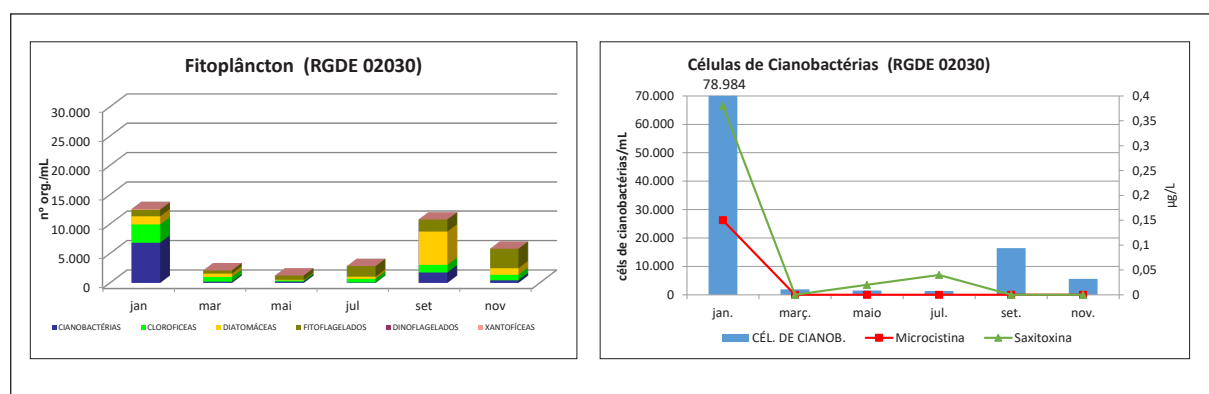
Figura 7.30 – Média Anual da comunidade fitoplanctônica e do número de Comunidade Fitoplanctônica e Células de Cianobactérias no ponto RGDE 02030, entre 2015 e 2019.

A maior densidade de organismos foi obtida em janeiro ($12.545 \text{ org mL}^{-1}$), com dominância de Cianobactérias. As concentrações mensais de Células de Cianobactérias ficaram abaixo do limite estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/2005 para água de Classe 2 ($50.000 \text{ céls mL}^{-1}$) em praticamente todas as amostragens, ultrapassando apenas em janeiro (Figura 7.31). O maior valor de células de cianobactérias obtido em 2018 foi de $174.428 \text{ céls mL}^{-1}$ (julho), inferior a 2019 ($78.984 \text{ céls mL}^{-1}$), indicando uma melhora da qualidade em relação a essa variável.

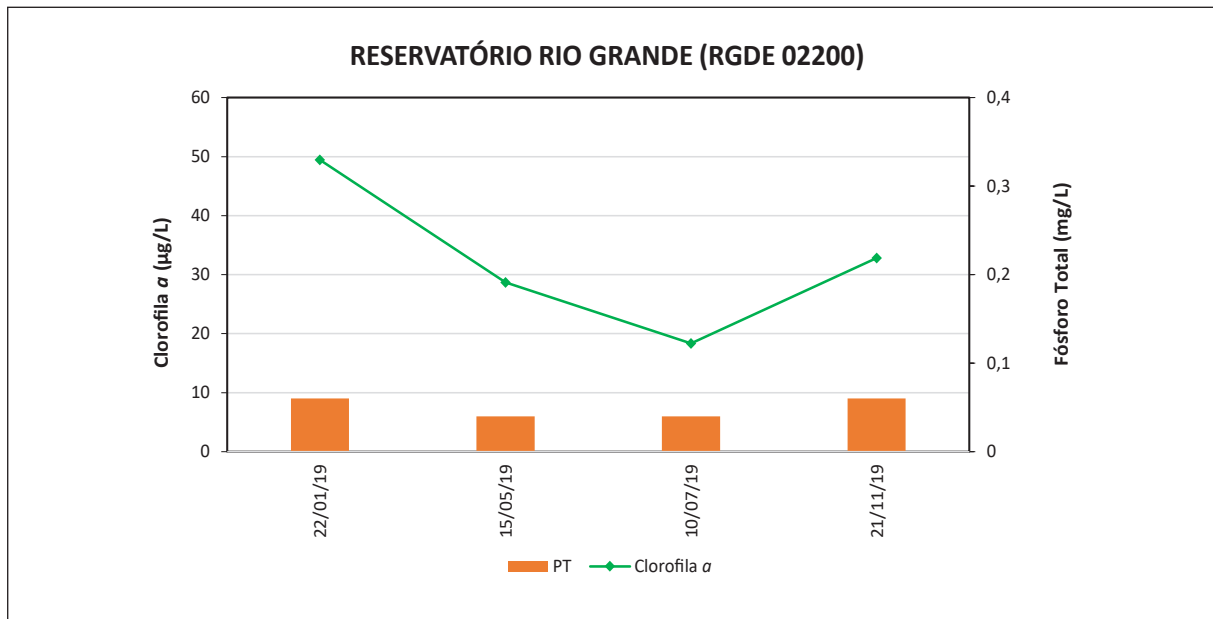
Em 2019, *Pseudanabaena* foi o gênero mais importante em termos de densidade celular, coincidente com 2017. Já em 2018, os gêneros mais importantes em termos de contribuição de densidade celular foram *Aphanocapsa* (picoplantônico e potencialmente produtor de microcistina) e *Cyanogranis* (picoplantônico e sem registro de produção de cianotoxina).

Em 2019, iniciaram-se as análises de cianotoxinas (microcistina e saxitoxina) nesse ponto e todos os valores 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). Os maiores valores foram obtidos em janeiro, coincidindo com o maior Número de Células de Cianobactérias e elevadas densidades de organismos do gênero *Cylindrospermopsis* (potencialmente produtor de saxitoxina).

Figura 7.31 – Média mensal da Comunidade Fitoplânctônica e Contagem de Células de Cianobactérias no reservatório rio Grande (RGDE 02030) em 2019.

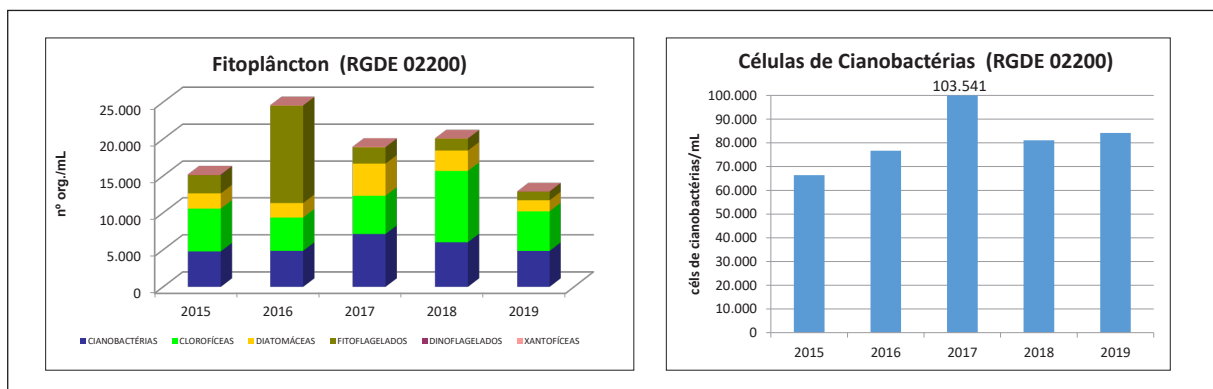


O Gráfico 7.65 apresenta as concentrações de Clorofila *a* e Fósforo Total, ao longo de 2019, no reservatório rio Grande (RGDE 02200), localizado no corpo central.

Gráfico 7.65 – Concentrações de Clorofila *a* e Fósforo Total (PT) no reservatório rio Grande (RGDE 02200) em 2019.

No ponto RGDE 02200 (Gráfico 7.65), as concentrações de Fósforo Total ultrapassaram os limites estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357/2005, em todas as campanhas, indicando um ambiente com condições tróficas variando de Mesotrófica a Eutrófica. Já as elevadas concentrações de Clorofila *a* variaram de forma similar com a densidade total de organismos fitoplanctônicos, influenciadas principalmente pelo Número de Células de Cianobactérias, tendo em janeiro e novembro superado o limite estabelecido indicando condição Supereutrófica. Ao longo do ano, pelo IET, nesse local, a condição trófica variou de Mesotrófica a Eutrófica sendo classificado pela média anual como Eutrófica. Esse ponto, monitorado em relação à eutrofização com ambas as variáveis desde 2011, vem mantendo a classificação Eutrófica, com exceção de 2013 quando foi classificado como Supereutrófico, sendo o mais eutrofizado desse reservatório.

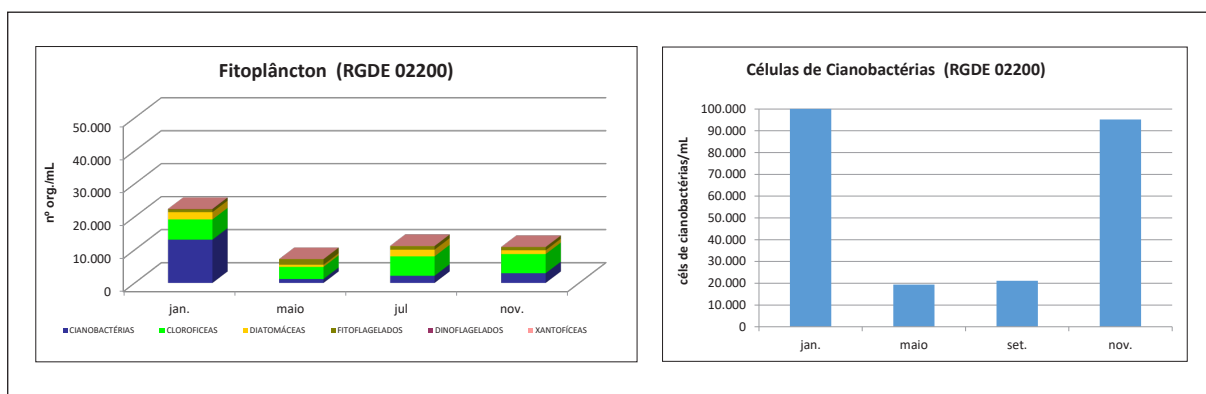
No ponto do Clube Prainha – Tahiti (RGDE 02200), a média anual da densidade fitoplanctônica diminuiu em relação a 2018, passando de 20.095 org mL⁻¹ em 2018 para 12.900 org mL⁻¹ em 2019. A média anual da densidade de células de cianobactérias teve um leve aumento, passando de 81.089 céls mL⁻¹ para 84.185 céls mL⁻¹. (Figura 7.32)

Figura 7.32 – Média anual da comunidade fitoplanctônica e do número de células de cianobactérias no ponto RGDE 02200, entre 2015 e 2019.

Os valores mensais de organismos permaneceram abaixo de 30.000 org mL⁻¹ em todas as amostragens, situação semelhante às de 2017 e 2018 (Figura 7.33).

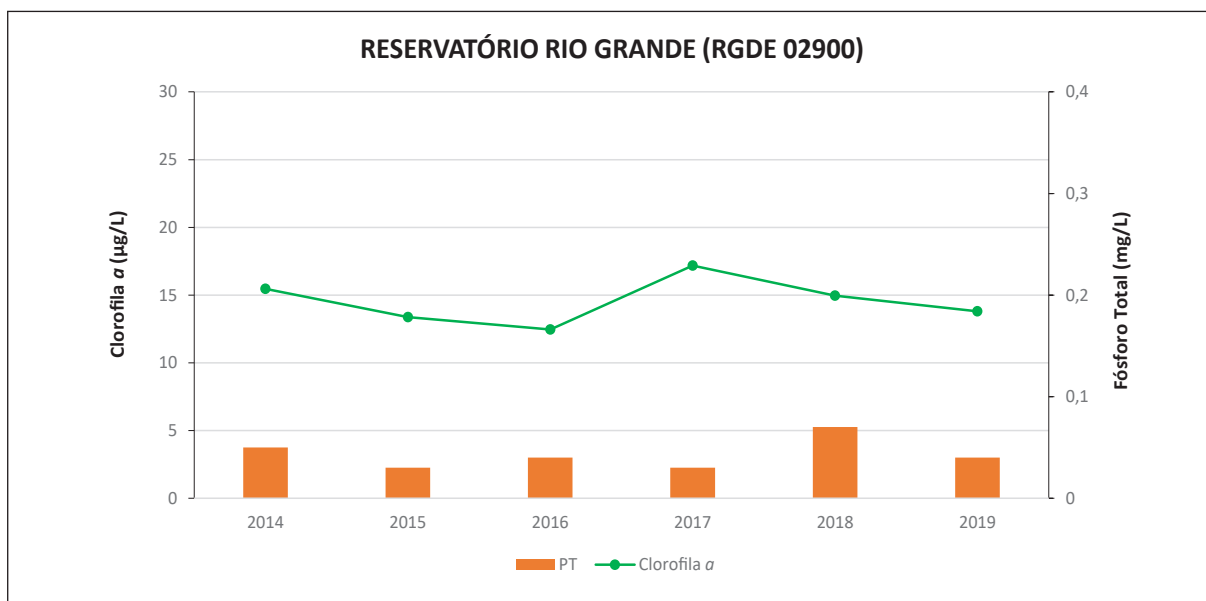
Foram obtidos valores mensais acima do recomendado pela Resolução CONAMA nº 357/2005 para Classe 2 (50.000 céls mL⁻¹) em janeiro e novembro, provavelmente favorecidas pelas elevadas temperaturas. Os gêneros que mais contribuíram para a densidade total de células de Cianobactérias foram *Cyanogranis*, sem registro de produção de cianotoxinas na literatura, (aproximadamente 40% da densidade total em janeiro), *Aphanocapsa*, potencialmente produtor de microcistina, *Pseudanabaena* e *Microcystis* potencialmente produtor de microcistina (aproximadamente 50% da densidade total em novembro).

Figura 7.33 – Média mensal da Comunidade Fitoplantônica e Contagem de Células de Cianobactérias no reservatório rio Grande - Clube Tainha (RGDE 02200). 2019



O Gráfico 7.66 apresenta as concentrações de Clorofila *a* e Fósforo Total no reservatório Rio Grande no ponto localizado junto à captação da SABESP (RGDE 02900), no período de 2014 a 2019.

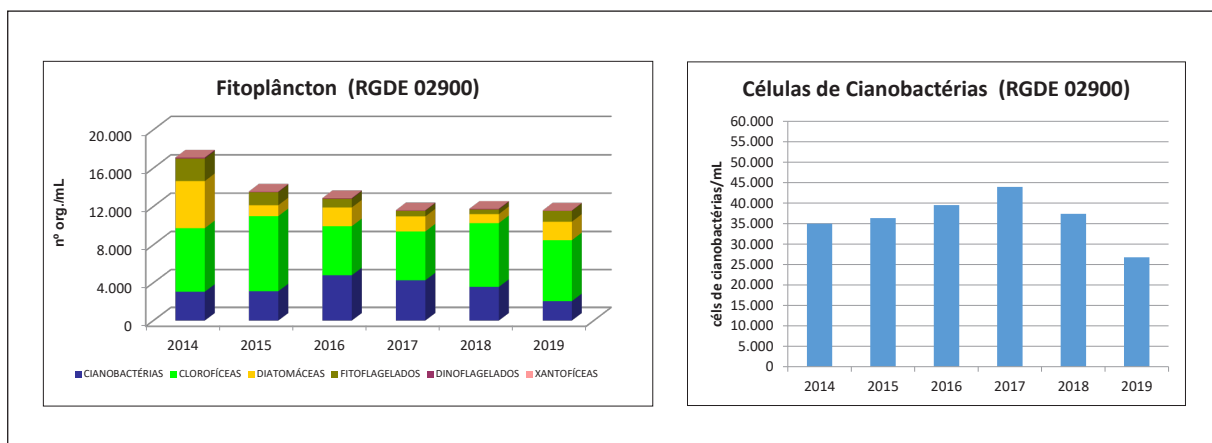
Gráfico 7.66 – Média Anual de Clorofila *a* e Fósforo Total (PT) no reservatório rio Grande (RGDE 02900) - 2014 a 2019



No ponto RGDE 02900 (Gráfico 7.66) a média anual da concentração de Fósforo Total foi maior em 2018 e de Clorofila *a* em 2017. As concentrações de Clorofila *a* variaram de forma similar aos valores da comunidade fitoplanctônica, influenciada principalmente pelo Número de Células de Cianobactérias. Esse ponto, segundo a média anual do IET, vem mantendo a condição Mesotrófica, observada desde 2011.

Em 2019, as concentrações de Fósforo Total superaram em março, maio e setembro o limite estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/2005 ($0,03 \text{ mg L}^{-1}$), porém mantendo ao longo do ano a condição Mesotrófica. As concentrações mensais de Clorofila *a*, estiveram em conformidade com o limite estabelecido, exceto em março quando atingiu a classificação Supereutrófica. Essas concentrações variaram, de forma similar, as densidades totais de organismos fitoplanctônicos influenciadas principalmente pelos grupos das Cianobactérias e Diatomáceas. As elevadas concentrações de Feofitina *a* observadas nos pontos RGDE 02200 e RGDE 02900, indicaram a utilização de algicidas nesse reservatório, o que é corroborado pelos valores de Cobre Dissolvido encontrados no ponto próximo a captação, superando sistematicamente o limite estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/2005 para água bruta. Segundo o IET, a condição trófica nesse ponto variou de Mesotrófica a Eutrófica sendo classificada pela média anual como Mesotrófica.

Figura 7.34 – Média anual da Comunidade Fitoplanctônica e Contagem de Células de Cianobactérias no reservatório rio Grande próximo da Captação da SABESP (RGDE 02900) - 2014 a 2019.



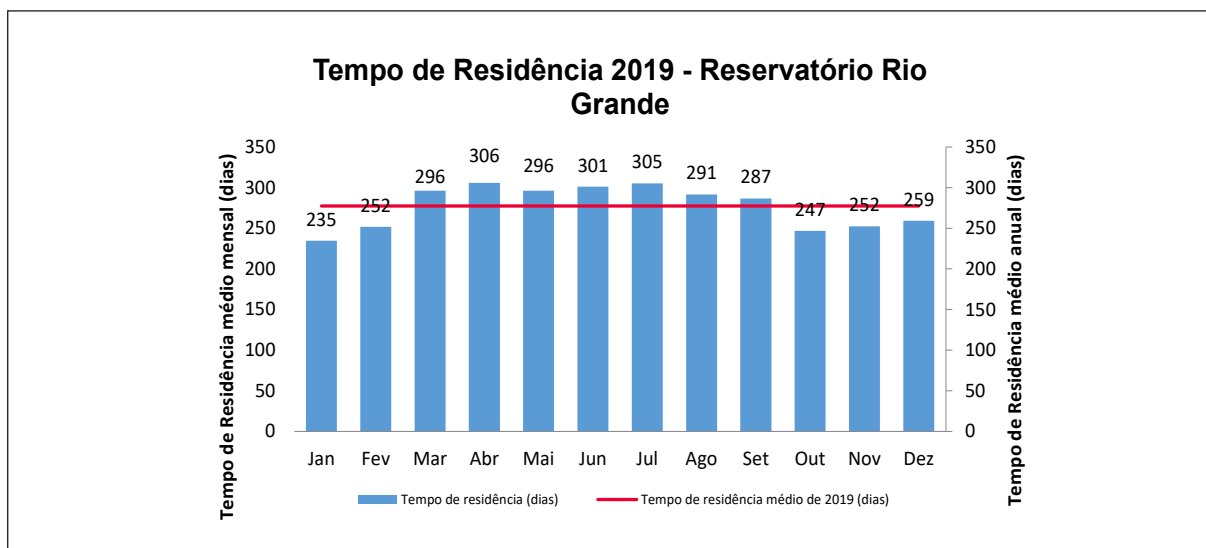
Desde 2017, vem ocorrendo diminuição das densidades médias anuais de células de Cianobactérias (Figura 7.34). Em 2019 os valores de células mensais estiveram superiores ao estipulado pela Resolução CONAMA nº 357/2005 para Classe 2 ($50.000 \text{ céls mL}^{-1}$) apenas em janeiro ($92.584 \text{ céls mL}^{-1}$), provavelmente influenciado pelas elevadas temperaturas. Essa situação é melhor que a encontrada em 2018 e 2017, quando essas densidades superaram a legislação em aproximadamente 30% das amostragens.

De modo geral, as densidades totais de células de Cianobactérias 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, 2017 e 2018. Também foram encontrados outros gêneros potencialmente produtores de cianotoxinas como *Microcystis*, *Cylindrospermopsis* e *Dolichospermum*.

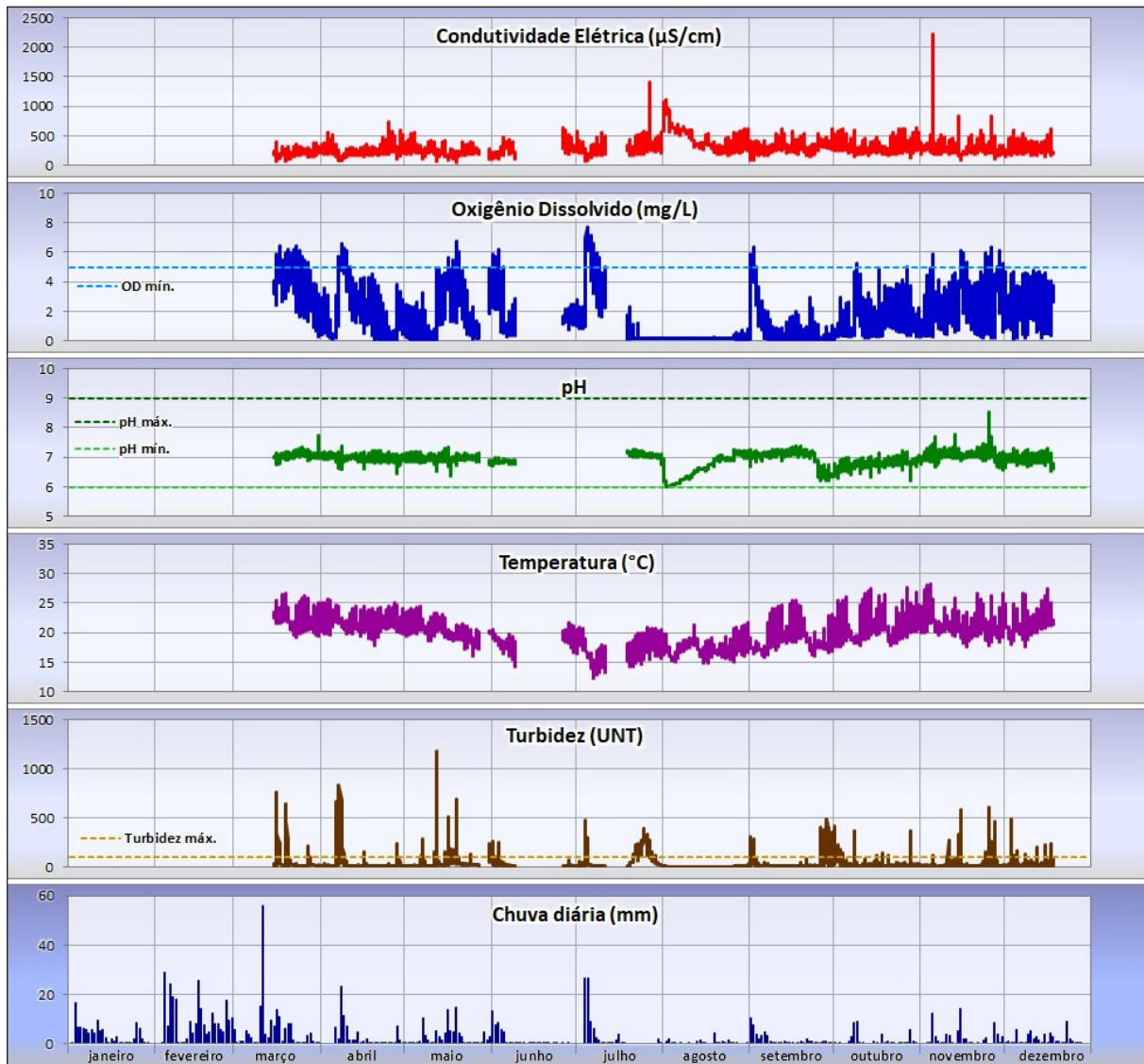
O tempo de residência médio para o ano de 2019 aumentou em relação aos dois últimos anos, passando de 246 dias em 2017 e 2018 para 277 dias (Gráfico 7.67). Assim, é possível inferir que o controle artificial da biomassa algal seja o responsável pela diminuição da densidade anual de células de cianobactérias.

As concentrações de microcistina ficaram abaixo do limite de quantificação em praticamente todas as amostragens de 2019, com exceção de janeiro ($0,29 \mu\text{g L}^{-1}$), coincidindo com o maior valor de células de Cianobactérias obtido no ano, sendo também o maior valor registrado nesse ponto desde 2016. A saxitoxina foi quantificada em 67% das amostragens, sendo que o maior valor foi obtido em janeiro ($0,16 \mu\text{g L}^{-1}$). Todos os valores de cianotoxinas estiveram abaixo do preconizado no Anexo XX da Portaria de Consolidação nº 5/2017 para água tratada, $1,0 \mu\text{g L}^{-1}$ (microcistina) e $3,0 \mu\text{g L}^{-1}$ (saxitoxina).

Gráfico 7.67 – Tempo de residência (dias) do reservatório Rio Grande, 2019

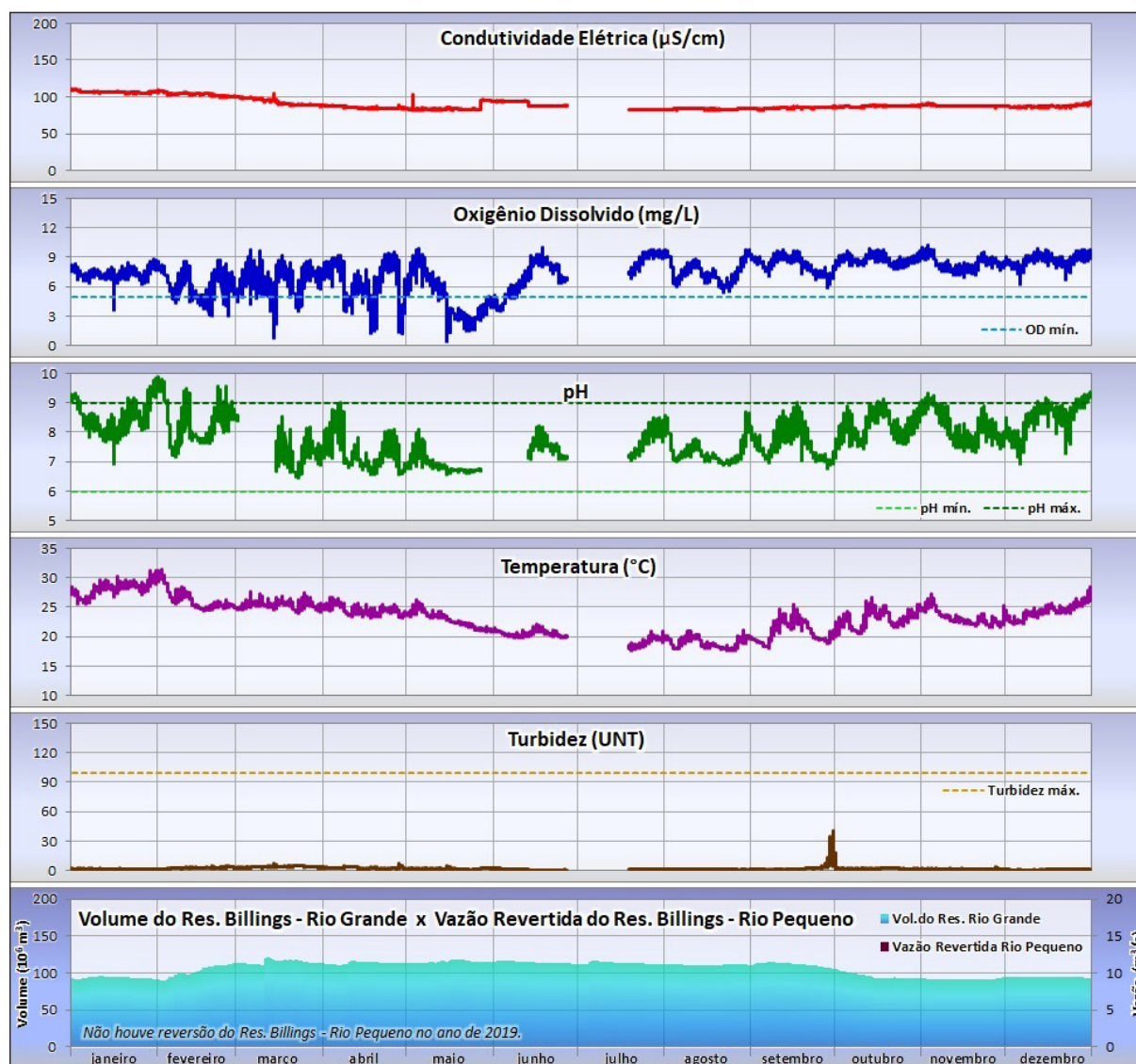


A Figura 7.35 apresenta a evolução dos parâmetros medidos pela Estação Automática Ribeirão Pires em 2019.

Figura 7.35 – Evolução dos parâmetros medidos pela Estação Automática Ribeirão Pires de janeiro a dezembro de 2019

Implantada em março de 2019, a Estação Automática Ribeirão Pires monitora a qualidade das águas do Ribeirão Pires praticamente em sua foz junto ao reservatório Billings – Rio Grande. Os altos valores de condutividade elétrica, com picos de mais de $1000 \mu\text{S cm}^{-1}$, demonstram tratar-se de um curso de água bastante impactado por cargas poluidoras. As chuvas promovem a diluição dessas cargas, pois implicam aumento nos níveis de oxigênio dissolvido, ainda que esse importante parâmetro de qualidade se apresente sistematicamente abaixo do padrão de qualidade para corpos de água Classe 2. Apesar dos picos acima de 500 UNT que coincidem com a ocorrência de chuvas e que, por sua vez, promovem o aporte de cargas difusas, a turbidez atende ao padrão de qualidade durante 91% do ano.

A Figura 7.36 apresenta a evolução dos parâmetros medidos pela Estação Automática Rio Grande em 2019.

Figura 7.36 – Evolução dos parâmetros medidos pela Estação Automática Rio Grande de janeiro a dezembro de 2019

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 ao padrão padrão de qualidade estabelecido na Resolução CONAMA nº 357/2005 para corpos de água Classe 2 em 89% e 93% do tempo, respectivamente. Valores muito altos de OD, que extrapolam a saturação, são indicativos do fenômeno de eutrofização do corpo de água, que causa crescimento desordenado (*bloom*) de algas. O pH acompanha a tendência de aumento do oxigênio dissolvido, ultrapassando, em alguns momentos, o limite máximo previsto na legislação. A condutividade elétrica esteve em torno de $100 \mu\text{S cm}^{-1}$ ao longo de todo o ano. Em 2019, não foi feita reversão das águas do reservatório Rio Pequeno para o reservatório Rio Grande.

7.7.4 Sistema Alto Tietê

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

O Gráfico 7.68 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 2019, a qualidade dos reservatórios manteve-se nas categorias Boa e Ótima, como no ano anterior e próximo da média dos últimos cinco anos.

Gráfico 7.68 – Perfil do IQA no Sistema Alto Tietê e rios afluentes em 2019 e nos últimos 5 anos

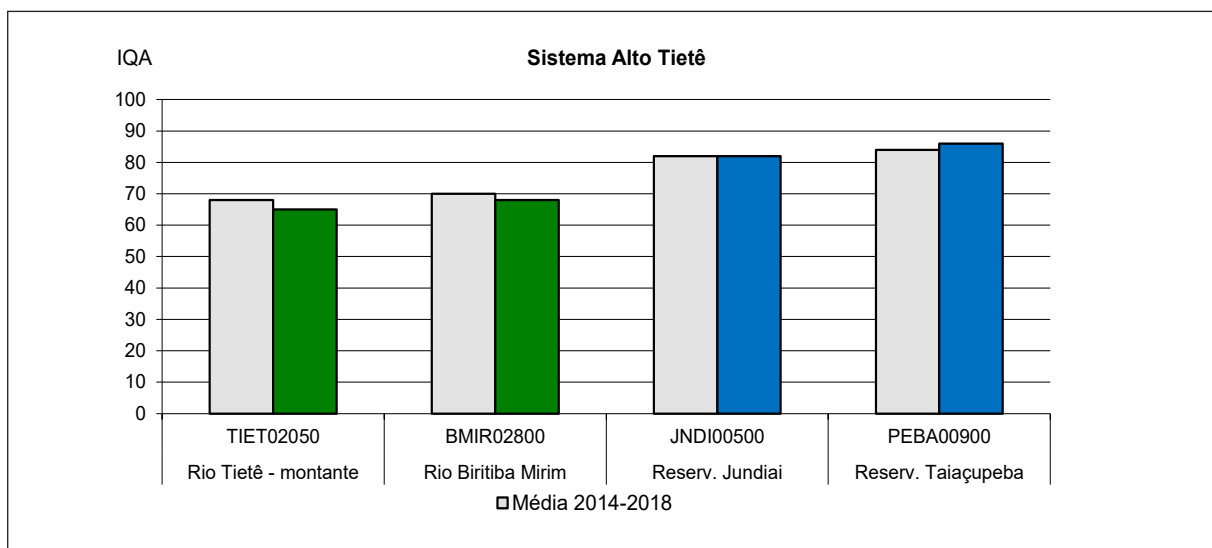
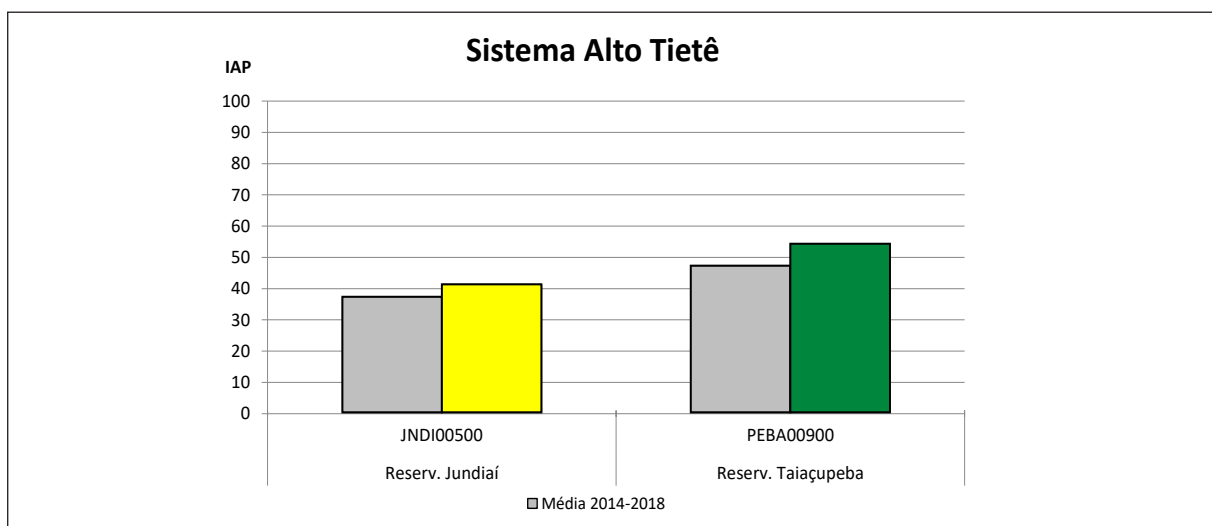


Gráfico 7.69 – Perfil do IAP no Sistema Alto Tietê em 2019 e nos últimos 5 anos.

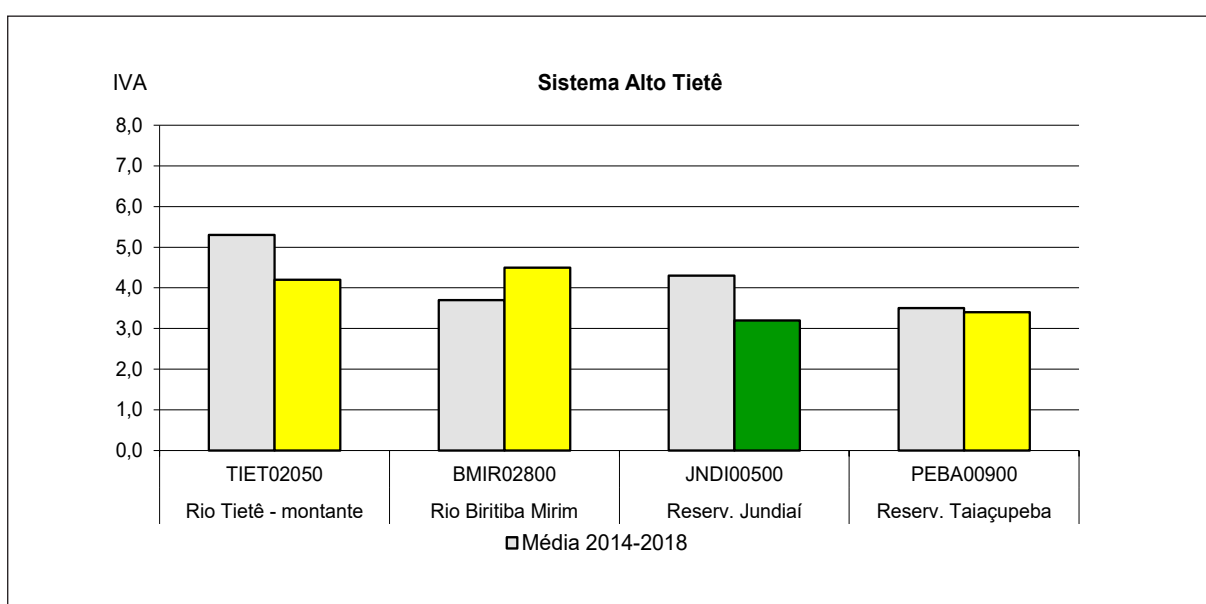


Em 2019, o IAP do reservatório Jundiaí manteve a qualidade Regular e muito próxima da média do período de 2014 a 2018. Contudo, é importante salientar que esse reservatório apresentou densidades elevadas de cianobactérias, principalmente, na campanha de novembro ($47.314 \text{ céls mL}^{-1}$). Já a qualidade da

água bruta para fins de abastecimento público no reservatório de Taiaçupeba melhorou em relação a 2019, passando da categoria Regular para Boa, e ficando acima da média histórica. Essa melhora foi influenciada tanto pela redução das densidades de cianobactérias como dos valores para o Potencial de Formação de Trihalometanos em relação ao ano passado. (Gráfico 7.69).

O IVA (Gráfico 7.70) do reservatório Taiaçupeba em 2019 manteve-se na categoria Regular, como nos últimos cinco anos. Houve melhora do IVA para a categoria Boa no reservatório Jundiaí (JNDI 00500) em relação à média dos últimos cinco anos, influenciada pela redução na frequência de efeitos tóxicos crônicos em relação ao ano passado. Embora se mantendo na categoria Regular, o IVA do rio Tietê ficou abaixo da média dos últimos cinco anos, indicando melhora na qualidade da água. Já no rio Biritiba-Mirim e no reservatório Taiaçupeba, o IVA manteve-se na categoria Regular, a mesma de 2018 e dos últimos cinco anos.

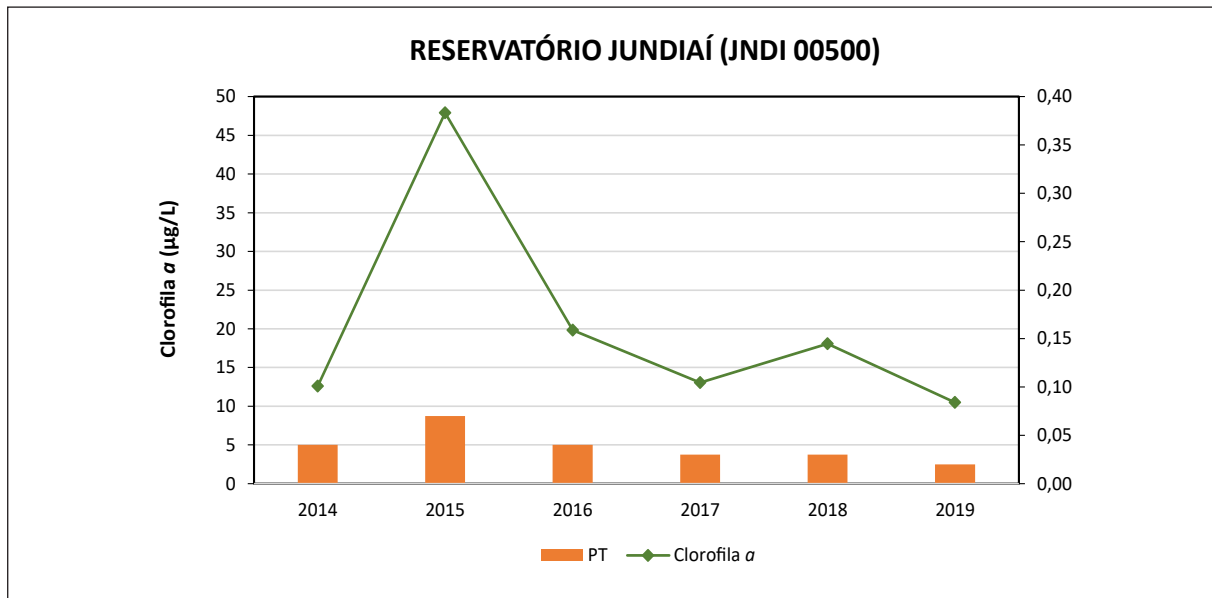
Gráfico 7.70 – Perfil do IVA no Sistema Alto Tietê e rios afluentes e efluentes em 2019 e nos últimos 5 anos



7.7.4.1 Reservatório Jundiáí

O Gráfico 7.71 apresenta o histórico, do período de 2014 a 2019, das médias anuais das concentrações de Clorofila *a* e Fósforo Total no reservatório Jundiáí.

Gráfico 7.71 – Média Anual de Clorofila *a* e Fósforo Total (PT) no reservatório Jundiáí – 2014 a 2019.

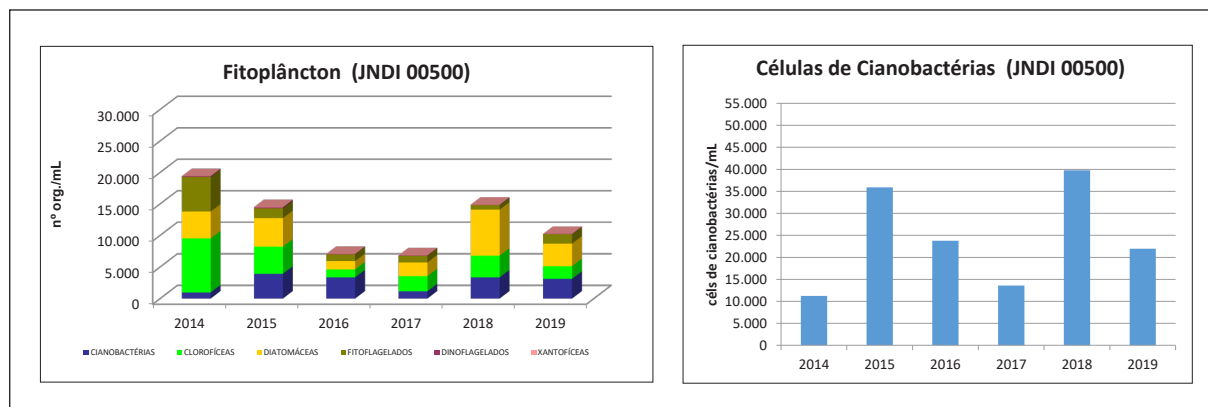


Na avaliação dos dados históricos do reservatório Jundiáí, pode-se observar que, as concentrações de Fósforo Total e Clorofila *a*, variaram de forma similar, ambas, exibindo as maiores concentrações em 2015. As concentrações de Fósforo Total vêm exibindo uma queda significativa ao longo desse período. As concentrações médias anuais de Clorofila *a* variaram nesse período, com estreita relação com as densidades dos grupos das Cianobactérias, Clorofíceas e Diatomáceas, e podem ser consideradas elevadas para um reservatório enquadrado na Classe Especial. A classificação Eutrófica, segundo o IET, observada em 2014 e 2015 esteve relacionada aos anos de menor volume no reservatório, mas a partir de 2016 retornou à classificação Mesotrófica observada desde 2007.

Em relação a 2019, esse reservatório exibiu concentrações mensais de Fósforo Total que superaram o limite de 0,02 mg L⁻¹, estabelecido pela CONAMA nº 357/2005, nos meses de maio e novembro. Já a concentração de Clorofila *a* superou apenas em novembro, o limite máximo de 10 µg L⁻¹ estabelecido, com indicativo de condição Eutrófica. Essas concentrações variaram, ao longo do ano, de forma similar às densidades totais de organismos fitoplanctônicos, influenciadas principalmente pelos grupos das Cianobactérias, Clorofíceas e Diatomáceas. O valor elevado na concentração de Feofitina *a* em janeiro indica o uso de algicida nesse reservatório. Pelo IET, esse reservatório manteve ao longo do ano, bem como na média anual, a classificação Mesotrófica, a mesma exibida no ano anterior.

No reservatório Jundiáí houve diminuição das densidades totais da comunidade fitoplanctônica e do número de células de cianobactérias em comparação ao ano anterior (Figura 7.37). A composição média anual da comunidade evidenciou elevados valores de organismos do grupo das Diatomáceas, com dominância em maio, situação semelhante à de 2018.

Figura 7.37 – Média anual da Comunidade Fitoplanctônica e Contagem de Células de Cianobactérias no reservatório Jundiá - 2014 a 2019.



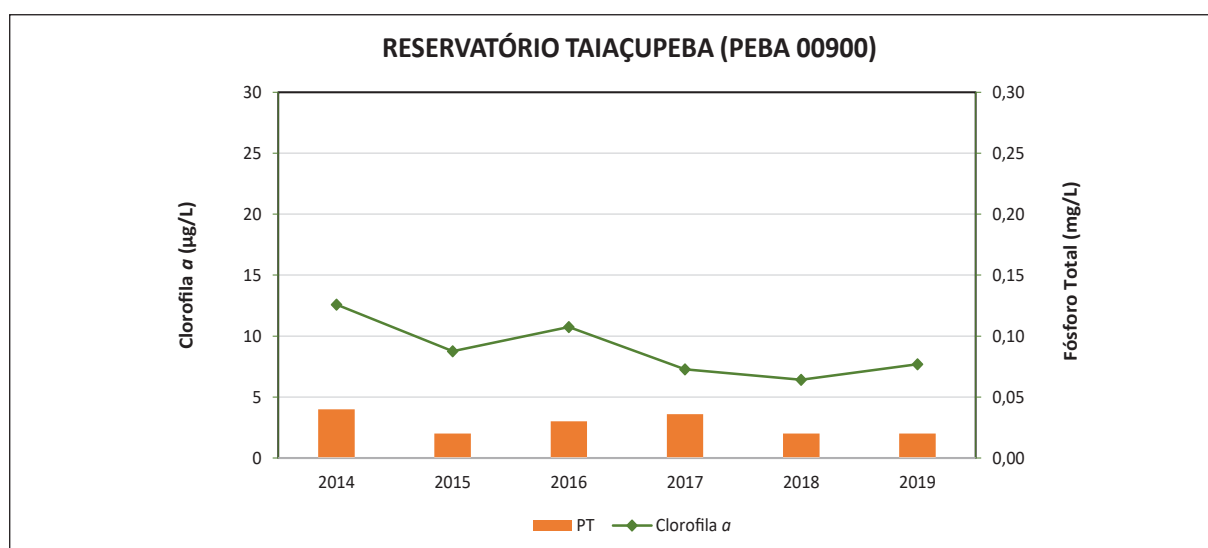
A média anual de Células de Cianobactérias, que vinha apresentando tendência de queda desde 2015, apresentou um aumento significativo em 2018, mas voltou a decrescer em 2019. Os valores mensais ultrapassaram o estipulado pela Resolução CONAMA nº 357/2005 para água de Classe Especial ($20.000 \text{ céls mL}^{-1}$) em janeiro e novembro. De modo geral, os gêneros picoplanctônicos, *Cyanogranis* (sem registro na literatura de produção de cianotoxinas) e *Aphanocapsa* (potencialmente produtores de microcistina) foram os mais abundantes durante o ano de 2019. A dominância desses gêneros pode estar relacionada à sua habilidade competitiva de adquirir nutrientes, considerando o tamanho muito pequeno das células (Edwards, 2011).

Para esse reservatório foi realizada apenas análise de microcistina, e todos os valores ficaram abaixo do limite de quantificação ($0,15 \mu\text{g L}^{-1}$).

7.7.4.2 Reservatório Taiaçupeba

O Gráfico 7.72 apresenta o histórico, no período de 2014 a 2019, das médias anuais das concentrações de Clorofila *a* e Fósforo Total no reservatório Taiaçupeba. Esse reservatório foi incluído no monitoramento bimestral em abril de 2015.

Gráfico 7.72 – Média Anual de Clorofila *a* e Fósforo Total (PT) no reservatório Taiaçupeba – 2014 a 2019.

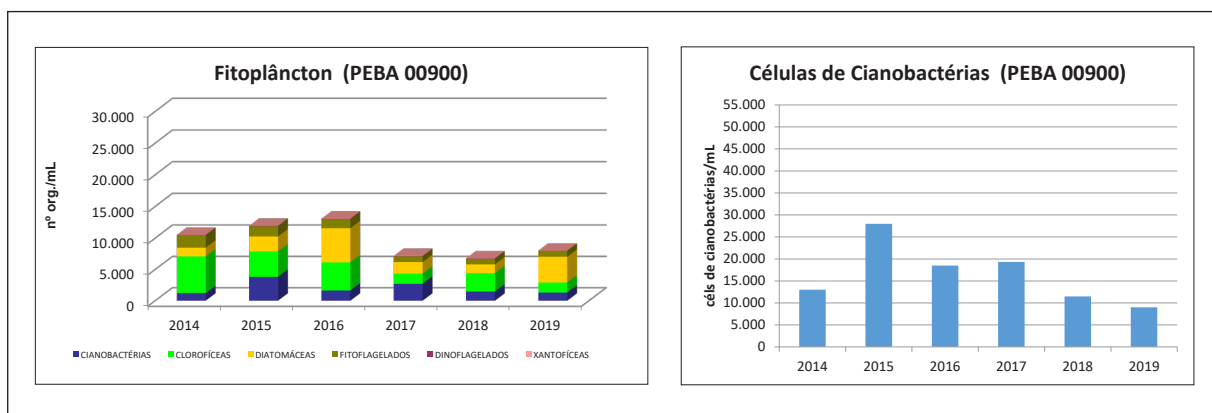


No reservatório Taiacupeba, observou-se pelos dados históricos (Gráfico 7.72) que a maior concentração média anual de Fósforo Total foi em 2014 e a partir de então exibiu uma discreta diminuição nos anos de 2015 e 2016, aumentando em 2017, indicando nesse período condição Mesotrófica. Já as concentrações médias de Clorofila *a*, exibem uma tendência significativa à diminuição, no entanto, esses valores ainda são considerados elevados para um manancial enquadrado na Classe Especial. As concentrações de Clorofila *a*, foram influenciadas, principalmente, pelas densidades dos grupos das Clorofíceas, Diatomáceas e Fitoflagelados.

Em 2019, as concentrações de Fósforo Total, estiveram em conformidade com o limite estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/2005 em todas as campanhas. Quanto às concentrações de Clorofila *a*, estiveram acima do limite estabelecido em março e julho, com concentrações que variaram de acordo com a densidade de organismos dos principais grupos presentes na estrutura da comunidade fitoplanctônica, em janeiro e março pelas Euglenofíceas e nos demais meses pelas Clorofíceas e Diatomáceas. A presença de Feofitina *a*, em concentrações relativamente altas, sugerem o uso de algicidas neste reservatório. Pelo IET esse reservatório vem mantendo desde 2005 a condição Mesotrófica, ou seja, em processo de eutrofização.

No reservatório Taiacupeba houve aumento sutil das densidades médias anuais de organismos fitoplanctônicos e diminuição do número de Células de Cianobactérias. A composição média da comunidade evidenciou dominância de Diatomáceas, valor esse influenciado pelo alto valor constatado em julho para esse grupo, diferente do que foi observado em 2018, quando houve dominância de Clorofíceas (Figura 7.38).

Figura 7.38 – Média anual da Comunidade Fitoplanctônica e Contagem de Células de Cianobactérias no reservatório Taiacupeba - 2014 a 2019.

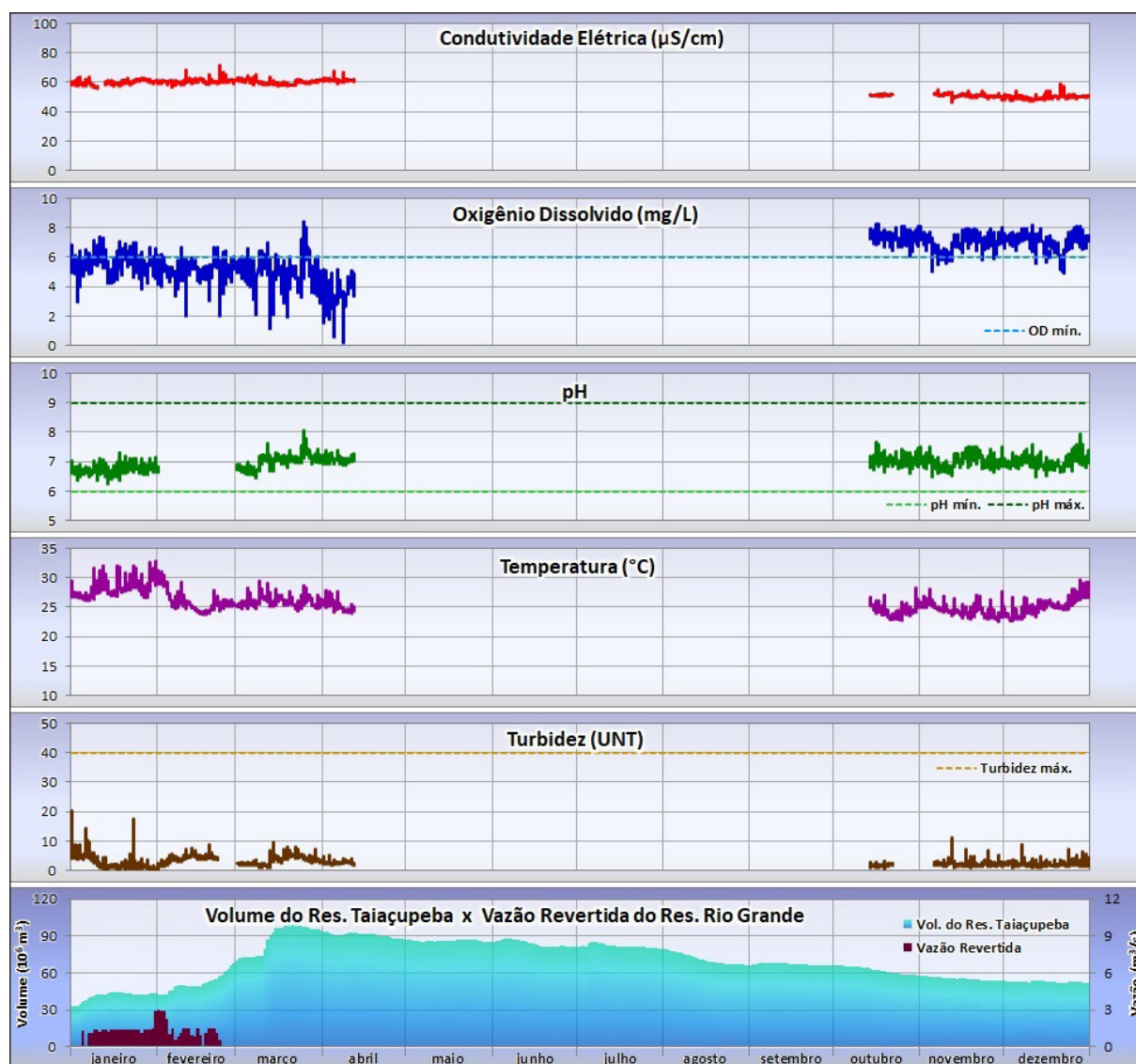


A média anual da concentração de Células de Cianobactérias permaneceu abaixo do valor estabelecido pela Resolução nº CONAMA 357/2005 para classe especial (20.000 células mL⁻¹), sendo que o maior valor mensal foi obtido em maio (14.353 células mL⁻¹). Verifica-se uma tendência de diminuição das médias anuais de células de cianobactérias, desde 2015. De modo geral, os valores mensais estiveram abaixo do observado em 2018. Os gêneros mais importantes em termos de densidades celulares foram os picoplanctônicos *Aphanocapsa* (potencialmente produtor de microcistina) e *Cyanogranis*. A dominância desses gêneros, considerando o tamanho muito pequeno das células, pode estar relacionada à sua habilidade competitiva de adquirir nutrientes (Edwards, 2011).

A microcistina permaneceu abaixo do limite de quantificação (0,15 µg L⁻¹) em todas as amostragens e a saxitoxina foi quantificada em janeiro (0,03 µg L⁻¹), com valor abaixo do estabelecido para a água potável conforme o Anexo XX da Portaria de Consolidação do Ministério da Saúde nº 5/2017.

A Figura 7.39 apresenta a evolução dos parâmetros medidos pela Estação Automática Taiapuêba em 2019.

Figura 7.39 – Evolução dos parâmetros medidos na Estação Automática Taiapuêba de janeiro a dezembro de 2019

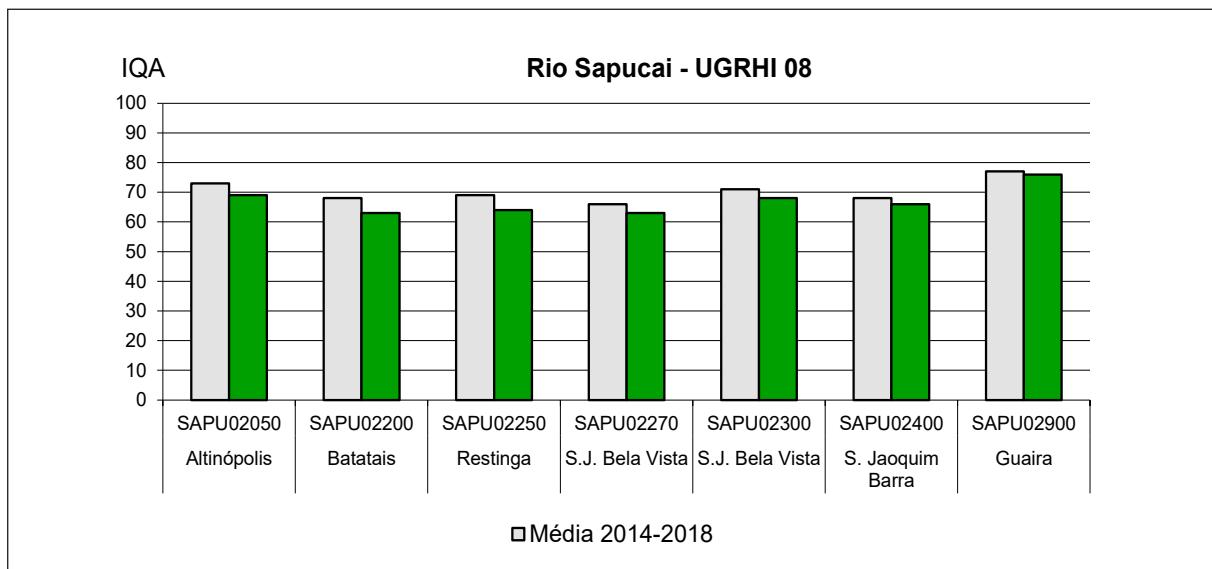


A Estação Automática Taiapuêba monitora a qualidade das águas do reservatório Taiapuêba, integrante do Sistema Produtor Alto Tietê – SPAT, onde a SABESP captou uma vazão média de $14,4 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ em 2019. Apesar de as águas do reservatório apresentarem valores baixos de condutividade, indicativo de águas pouco impactadas por cargas poluidoras, o oxigênio dissolvido atendeu ao padrão de qualidade para corpos de água Classe 1 apenas na metade do tempo. Além das águas provenientes do SPAT, o reservatório Taiapuêba recebe as águas revertidas do reservatório Billings – Rio Grande, manobra essa que ocorreu somente nos meses de janeiro e fevereiro, com uma vazão média de $1,3 \text{ m}^3/\text{s}$. Nesse período, em que o volume do reservatório Taiapuêba era menor, os valores de condutividade elétrica foram maiores e os de oxigênio dissolvido, menores, se comparados com os últimos meses do ano de 2019.

7.8 UGRHI 08 – SAPUCAÍ / GRANDE

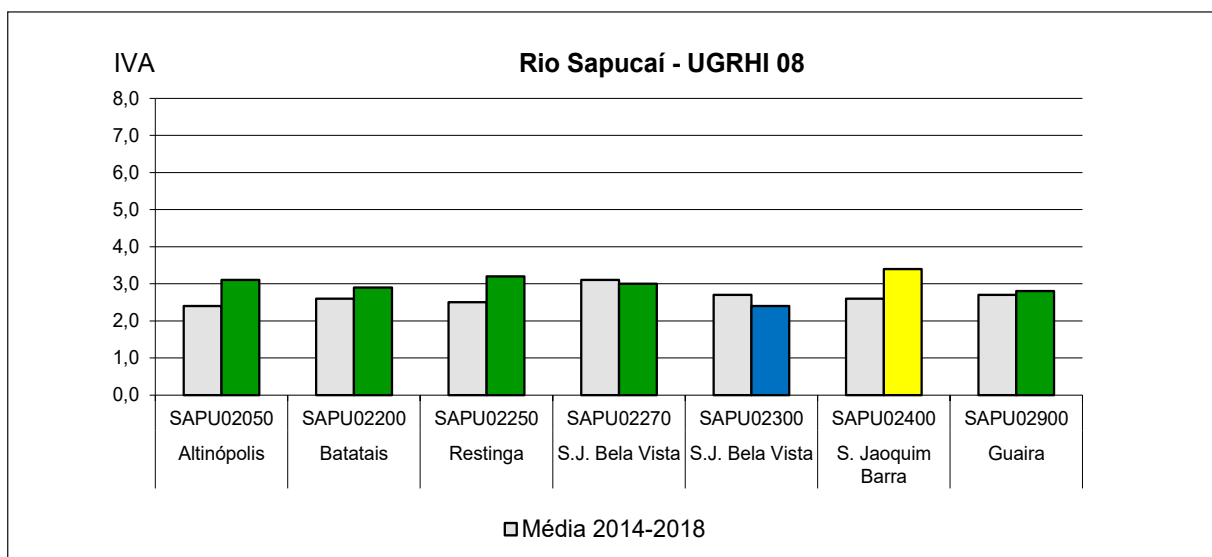
7.8.1 Rio Sapucaí – UGRHI 08

Gráfico 7.73 – Perfil do IQA no rio Sapucaí – UGRHI 08 em 2019 e nos últimos 5 anos



O perfil do IQA ao longo do rio Sapucaí em 2019 está mostrado no Gráfico 7.73. A qualidade da água de acordo com esse índice se manteve na categoria Boa e próxima da média histórica de cinco anos. Já para o IVA predominou as categorias Boa e Ótima, com piora no trecho em São Joaquim da Barra em relação à média histórica, devido ao estado Mesotrófico das suas águas (Gráfico 7.74).

Gráfico 7.74 – Perfil do IVA no rio Sapucaí – UGRHI 08 em 2019 e nos últimos 5 anos.



O perfil do IQA para o ribeirão dos Bagres pode ser visualizado no Gráfico 7.75. De forma semelhante a 2018 e aos últimos cinco anos, 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 7.75 – Perfil do IQA no ribeirão dos Bagres – UGHRI 08 em 2019 e nos últimos 5 anos.

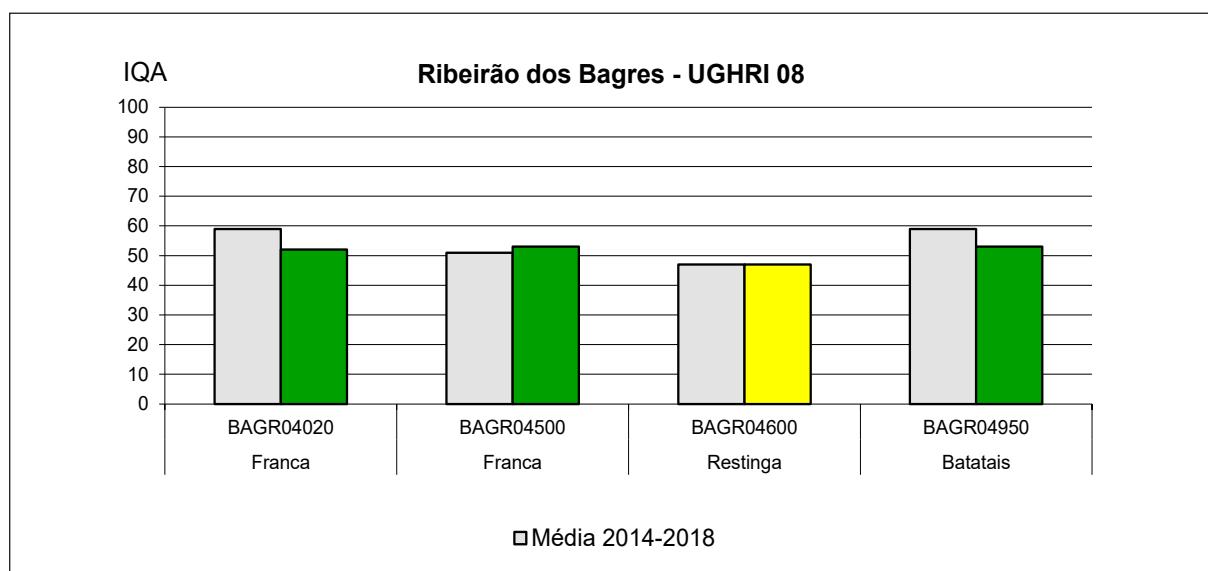
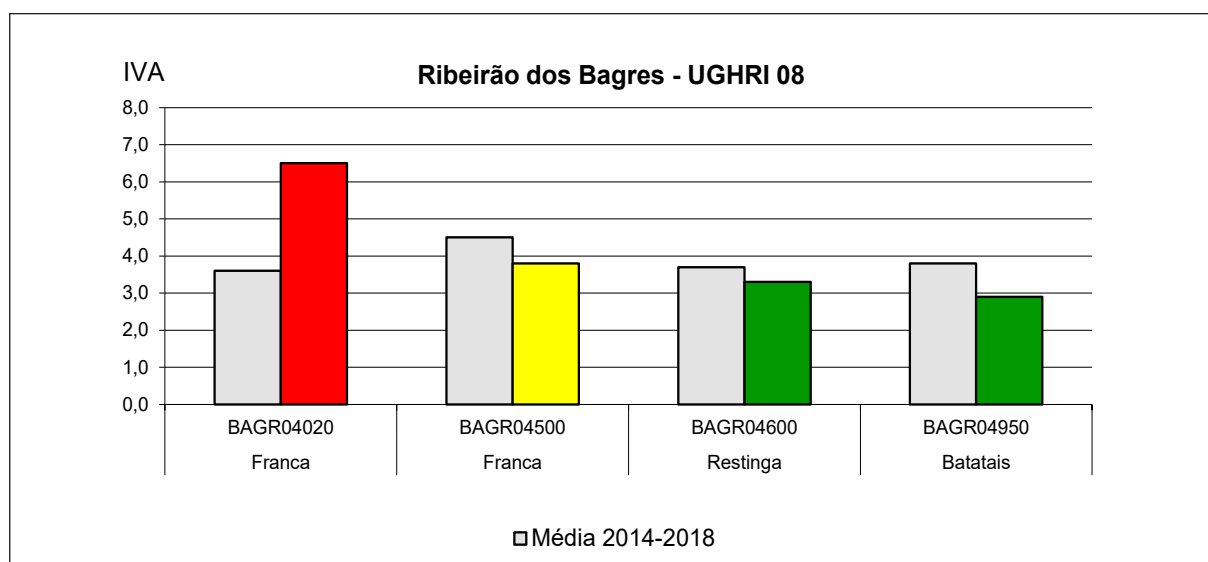


Gráfico 7.76 – Perfil do IVA no ribeirão dos Bagres – UGHRI 08 em 2019 e nos últimos 5 anos.

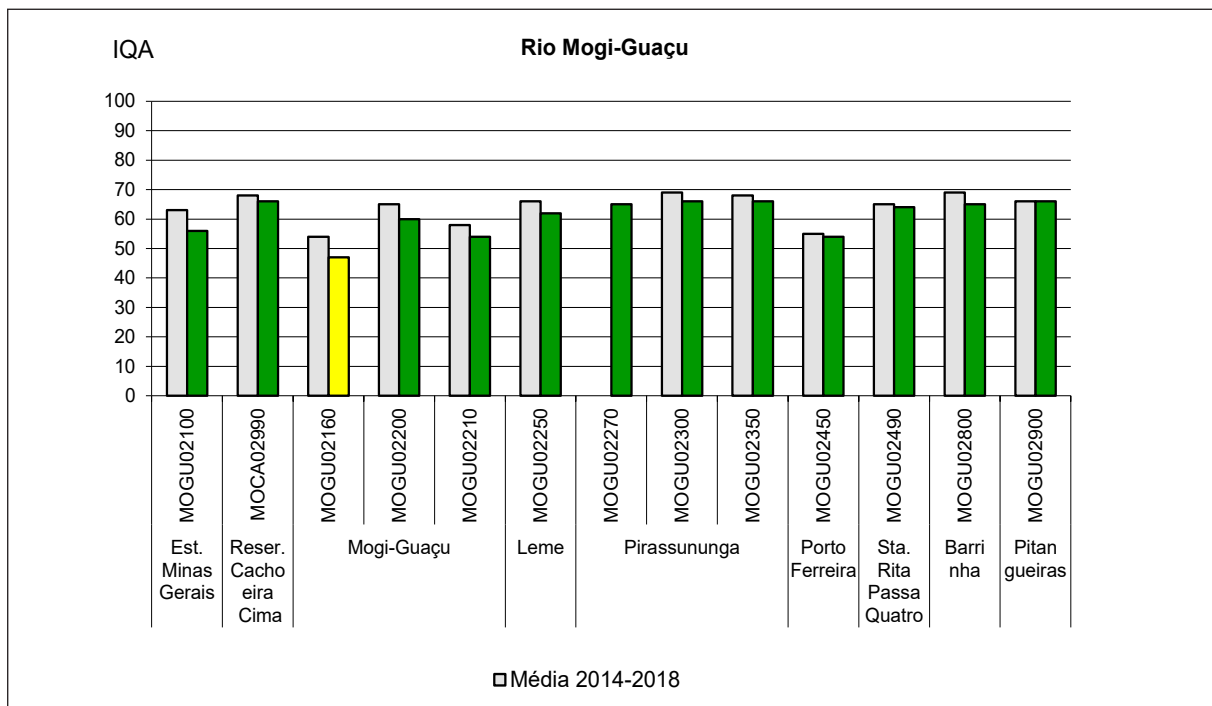


O perfil do IVA (Gráfico 7.76) ao longo do ribeirão dos Bagres mostrou classificação variando entre Ruim e Boa. No trecho de montante em Franca, o IVA ficou acima da média histórica, havendo piora para a categoria Ruim devido ao registro de efeito tóxico agudo e crônico em 75% do tempo. Houve melhora da qualidade em Restinga e Batatais em relação à média dos últimos cinco anos, que passaram para a categoria Boa, devido às menores concentrações de Crômio Total e ausência de quantificação de valores desconformes para o Mercúrio Total.

7.9 UGRHI 09 – MOGI-GUAÇU

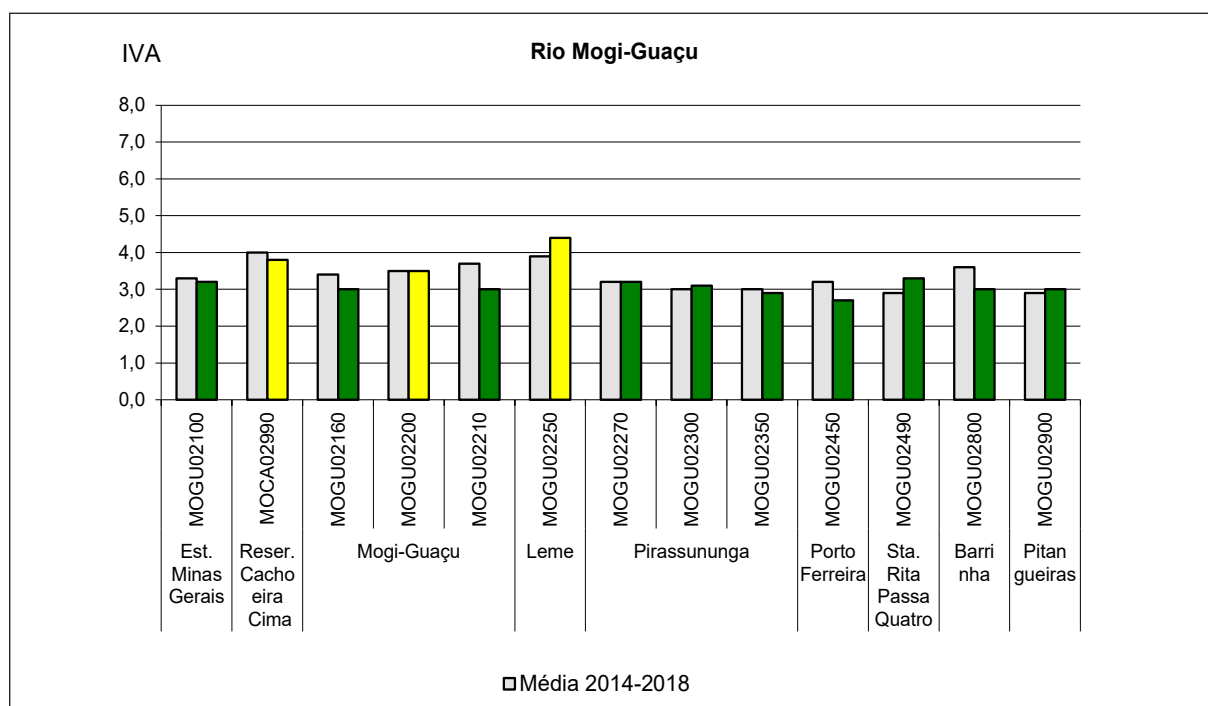
7.9.1 Rio Mogi-Guaçu

Gráfico 7.77 – Perfil do IQA no rio Mogi-Guaçu em 2019 e nos últimos 5 anos



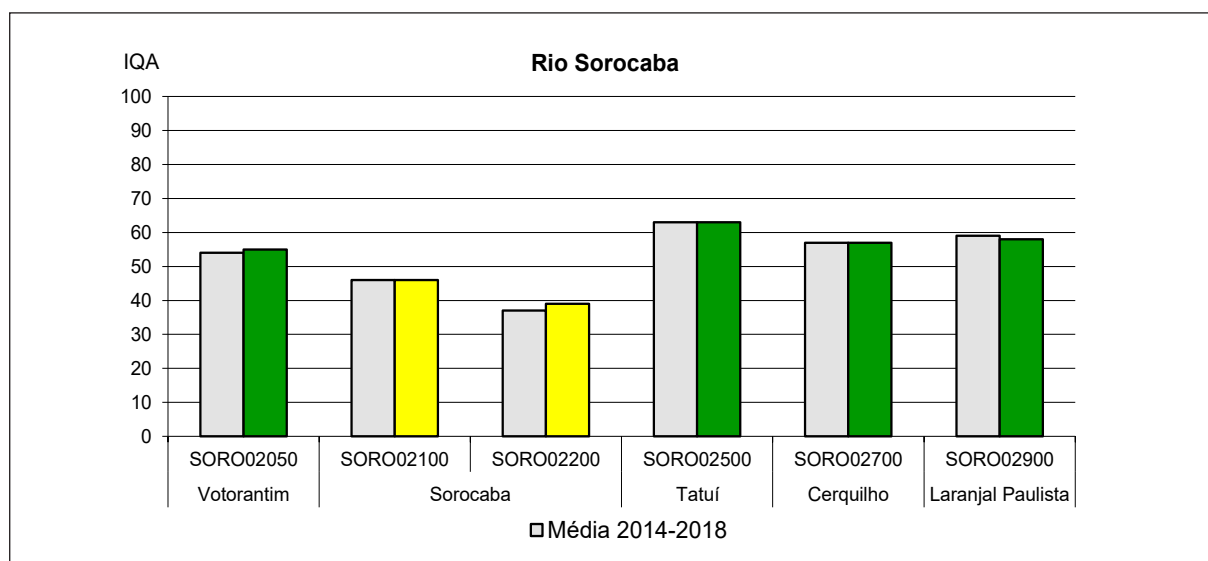
O perfil do IQA para o rio Mogi-Guaçu em 2019 pode ser visualizado no Gráfico 7.77. A qualidade da água de acordo com esse índice se manteve na categoria Boa e próxima da média histórica de cinco anos, com exceção do trecho de Mogi-Guaçu, que passou para a categoria Regular, devido ao elevado valor de DBO registrado na campanha de outubro.

Já o IVA manteve a classificação predominantemente Boa, com exceção da classificação Regular nos trechos em Mogi-Guaçu e Leme, que mantiveram o estado Mesotrófico para o grau de trofia. No reservatório Cachoeira de Cima, o grau de trofia passou de Eutrófico para Mesotrófico, porém manteve a categoria Regular do IVA devido aos baixos valores de OD registrados em algumas campanhas. No trecho em Leme (MOGU 02250), a qualidade foi classificada na categoria Regular, acima da média de cinco anos, principalmente devido ao registro de baixos níveis de OD em três campanhas ao longo do ano (Gráfico 7.78). No trecho em Mogi-Guaçu, foi registrado efeito tóxico crônico na campanha de dezembro, o que influenciou o IVA Regular, que se manteve igual à média histórica.

Gráfico 7.78 – Perfil do IVA no rio Mogi-Guaçu em 2019 e nos últimos 5 anos

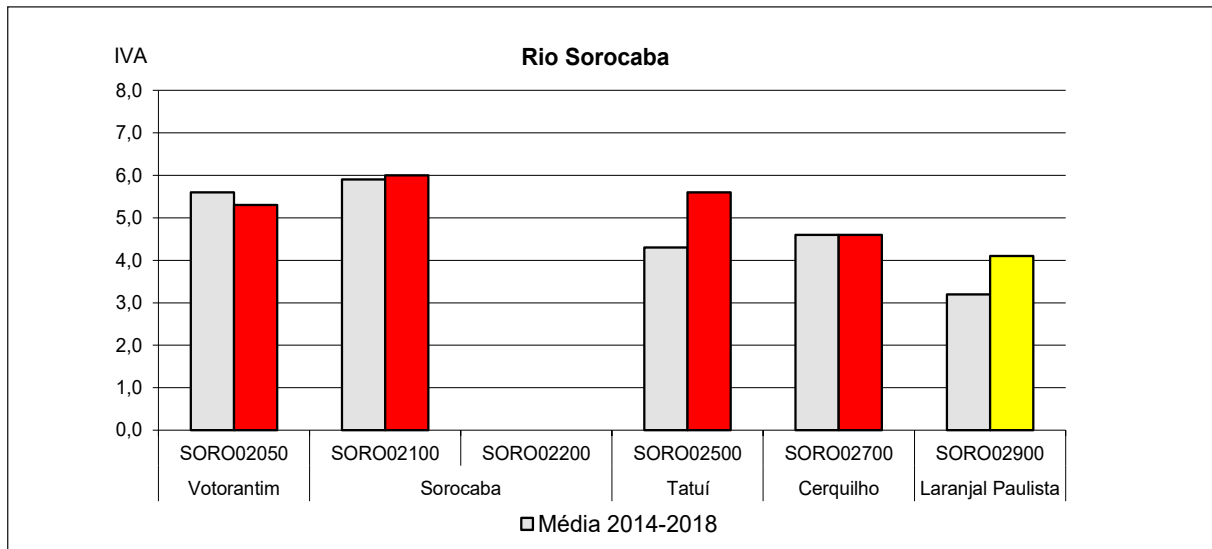
7.10 UGRHI 10 – SOROCABA / MÉDIO TIETÊ

7.10.1 Rio Sorocaba

Gráfico 7.79 – Perfil do IQA no rio Sorocaba em 2019 e nos últimos 5 anos.

O perfil do IQA e do IVA do rio Sorocaba em 2019 pode ser visualizado nos Gráfico 7.79 e Gráfico 7.80. A classificação do IQA foi predominantemente Boa, igualmente ao observado em 2018 e nos últimos cinco anos, com exceção do trecho em Sorocaba, que apresentou classificação Regular, devido à presença de *E. coli*, de concentrações desconformes de Fósforo Total e de DBO e baixos níveis de OD. Foram registradas concentrações desconformes de Fósforo Total, variando entre 0,18 e 0,66 mg L⁻¹, em todas as campanhas de 2019, em ambos os pontos.

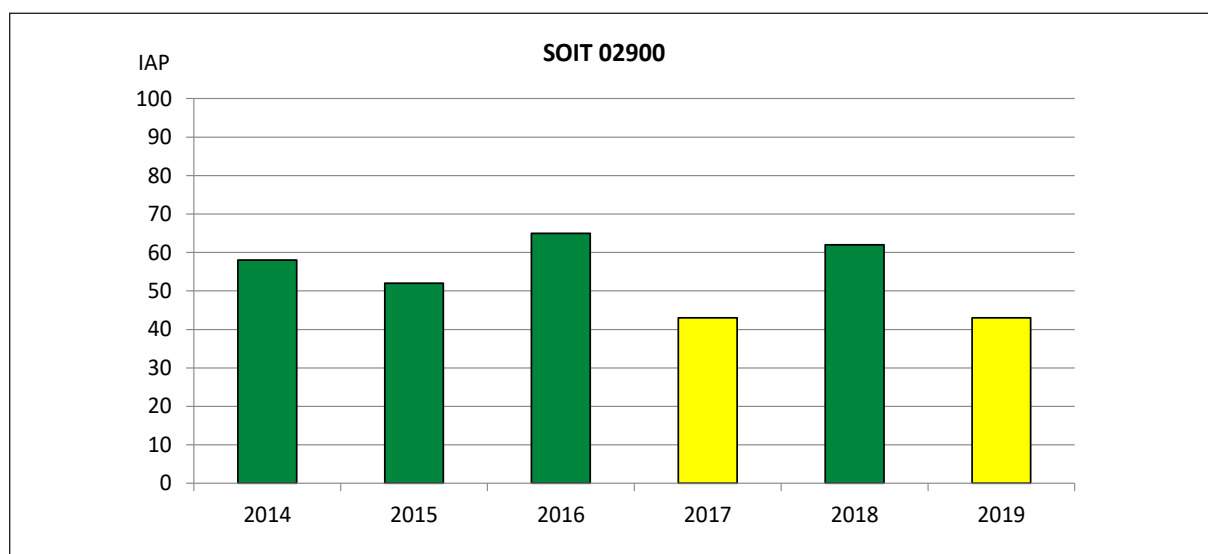
Gráfico 7.80 – Perfil do IVA no rio Sorocaba em 2019 e nos últimos 5 anos.



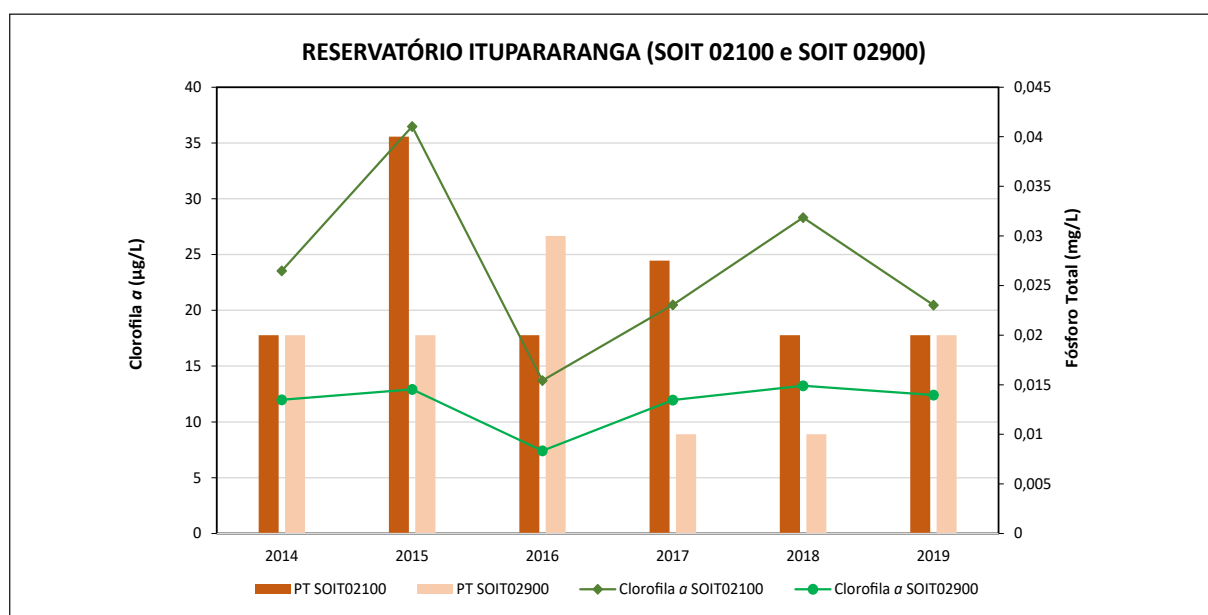
Em razão da presença de elevadas concentrações de Fósforo Total, o IVA em 2019 foi predominantemente classificado na categoria Ruim, influenciado sobretudo devido aos estados Supereutrófico e Hipereutrófico. Além disso, o efeito tóxico crônico influenciou a classificação do IVA nos trechos em Votorantim e Sorocaba, que ficou próximo da média dos cinco anos. Em Cerquilha, o IVA se manteve na categoria Ruim e igual à média histórica devido aos baixos níveis de Oxigênio Dissolvido registrados na maioria das campanhas realizadas em 2019. Houve piora do IVA no trecho em Tatuí, que aumentou em relação à média de cinco anos e passou da categoria Regular para a Ruim, devido ao registro de baixos níveis de OD nas campanhas de janeiro e novembro. 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 7.81 apresenta o histórico, do período de 2014 a 2019, 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 Bom em 2018, retornou para a categoria Regular em 2019, indicando piora da qualidade da água para fins de abastecimento público, a qual foi influenciada por resultados superiores a 100.000 céls mL⁻¹ para a densidade de cianobactérias nas campanhas de janeiro e novembro.

Gráfico 7.81 – Classificação do IAP no reservatório de Itupararanga entre 2014 e 2019.

O Gráfico 7.82 apresenta o histórico, do período de 2014 a 2019 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 7.82 – Média Anual de Clorofila *a* e Fósforo Total (PT) no reservatório Itupararanga (SOIT 02100 e SOIT 02900) - 2014 a 2019.

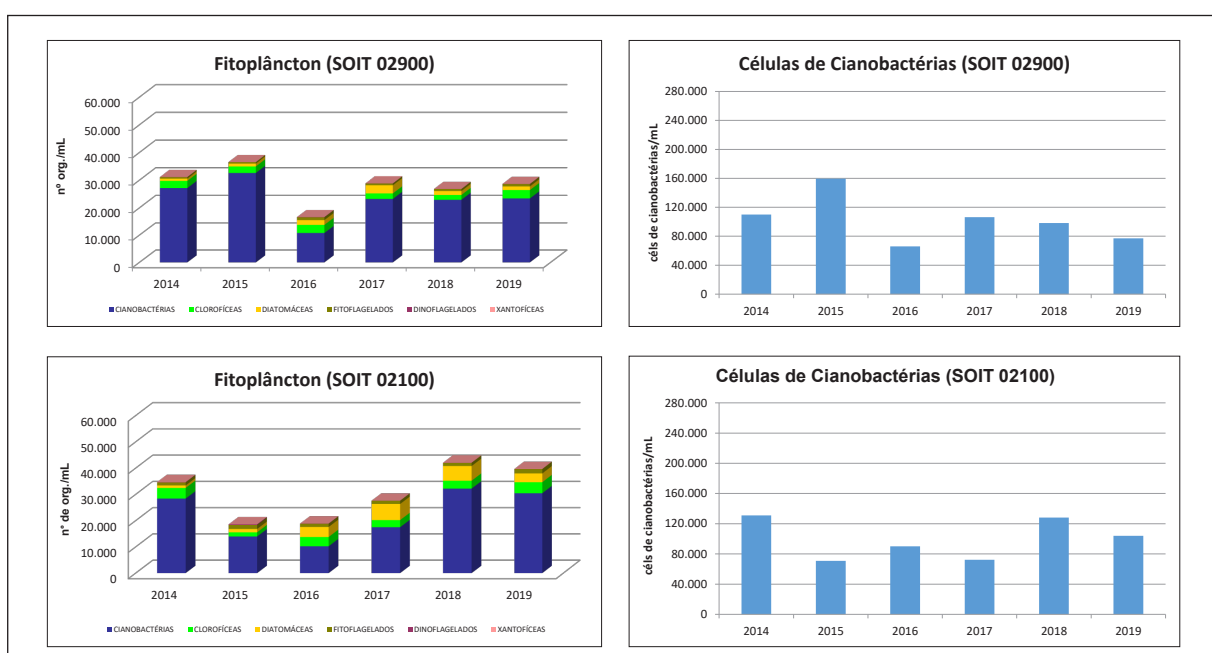
No histórico do reservatório Itupararanga (Gráfico 7.82), nos dois pontos monitorados (SOIT 02100 e SOIT 02900), as concentrações médias anuais de Fósforo Total variaram, indicando condições entre Oligotrófica e Mesotrófica. Em relação às concentrações de Clorofila *a*, os dois pontos variaram, ao longo dos anos, em concentrações indicativas de condição Mesotrófica a Eutrófica. O ponto SOIT 02100 exibiu, ao longo desse período, concentrações de Clorofila *a* ligeiramente maiores, tendo sido influenciadas em 2014 e 2015 pelo grupo dos Fitoflagelados e Dinoflagelados e nos demais anos pelos grupos das Cianobactérias, Clorofíceas

e Diatomáceas. Segundo o IET, esse ponto vem mantendo desde 2005 a condição Mesotrófica, com exceção a 2015 quando exibiu condição Eutrófica. Já o ponto SOIT 02900 exibiu nesse período concentrações de Clorofila *a* menores indicando condição Mesotrófica, apresentando variações similares às densidades totais de organismos fitoplanctônicos, sendo influenciadas principalmente pelos grupos das Cianobactérias, Clorofíceas e Diatomáceas. Pelo IET esse ponto vem mantendo a condição Mesotrófica desde 2007.

Ao longo de 2019, em ambos os pontos do reservatório Itupararanga, foram observadas que as concentrações de Fósforo Total e Clorofila *a* estiveram em conformidade com o limite estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/2005. As elevadas concentrações de Clorofila *a*, no ponto SOIT 02100, foram indicativas de condição Eutrófica que pode estar relacionada ao lançamento de efluentes domésticos em corpos de água formadores, como por exemplo, os rios Una e Sorocabaçu. As concentrações de Clorofila *a* variaram de forma similar as densidades totais de organismos fitoplanctônicos, influenciadas principalmente pelos grupos das Cianobactérias, Clorofíceas e Fitoflagelados. Segundo a classificação do IET, ao longo do ano e na sua média anual, esse ponto foi classificado como Mesotrófico. No ponto SOIT 02900, as concentrações de Clorofila *a* indicaram condições de Mesotrófica a Eutrófica, variando de forma similar às densidades totais de organismos fitoplanctônicos sendo que em janeiro e maio especialmente influenciadas pelo grupo das Diatomáceas e julho e novembro pelas Cianobactérias e Clorofíceas. Segundo o IET, esse ponto manteve ao longo do ano e na sua média anual, a classificação Mesotrófica.

A comunidade fitoplanctônica é monitorada em dois pontos SOIT 02100 e SOIT 02900, do reservatório Itupararanga, e, em ambos, foi dominada por organismos do grupo das cianobactérias (Figura 7.40). Em relação a 2018, observou-se que as médias anuais de organismos fitoplanctônicos, em ambos os pontos, não apresentaram diferenças significativas, e as médias anuais de células de cianobactérias apresentaram uma diminuição discreta, passando de 98.303 céls mL⁻¹ para 77.005 céls mL⁻¹ no ponto mais próximo à barragem (SOIT 02900) e de 128.147 céls mL⁻¹ para 103.892 céls mL⁻¹ no ponto mais próximo ao corpo central (SOIT 02100).

Figura 7.40 – Média anual da Comunidade Fitoplanctônica e Contagem de Células de Cianobactérias no reservatório Itupararanga - 2014 a 2019.



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 50% das amostragens no ponto SOIT 02900, sendo que o maior valor foi obtido em janeiro ($144.567 \text{ céls mL}^{-1}$), e em todas as amostragens no ponto SOIT 02100, com o maior valor obtido em novembro ($174.530 \text{ céls mL}^{-1}$), diferença pouco expressiva em relação aos maiores valores obtidos em 2018.

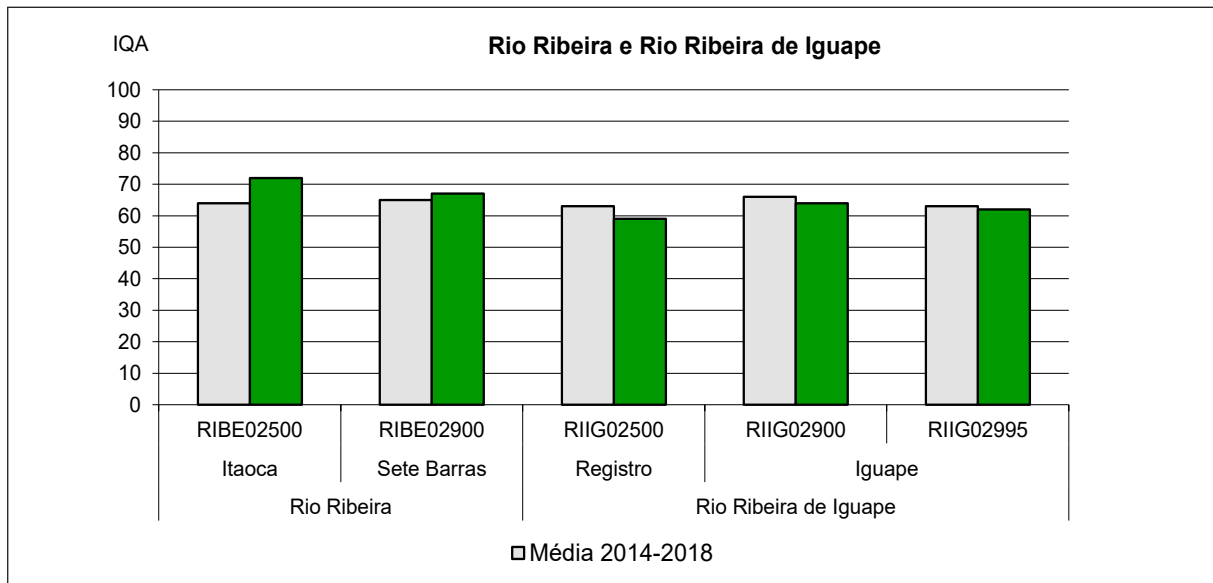
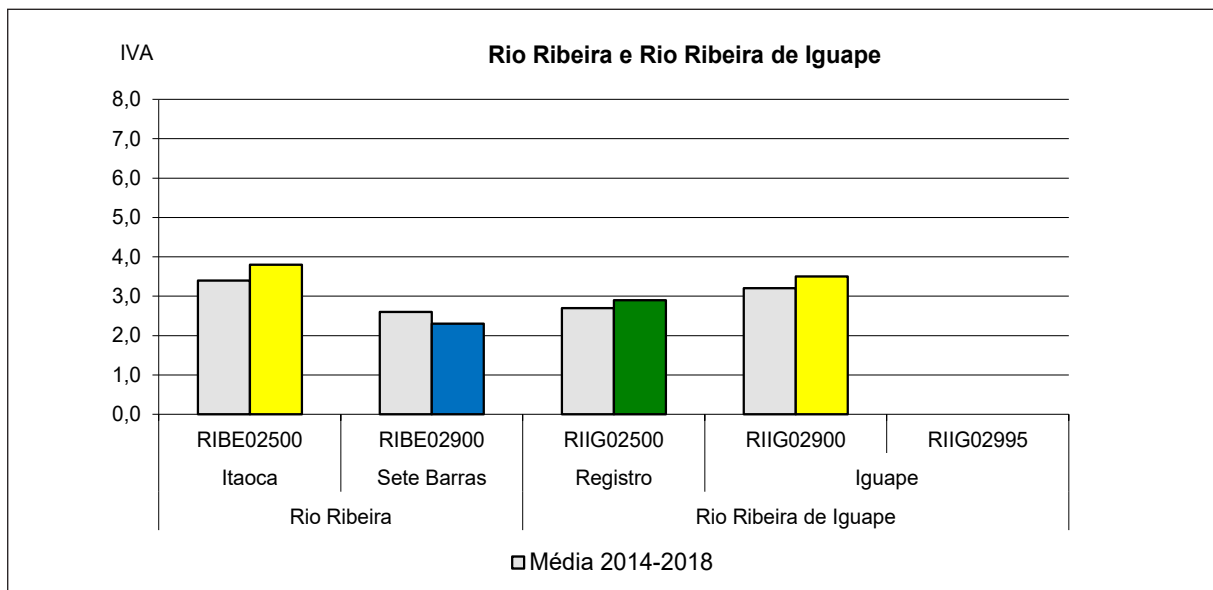
O gênero mais abundante em termos de porcentagem de células em ambos os pontos foi *Cylindrospermopsis* (potencialmente produtor de saxitoxina e cilindrospermopsina). A filamentosa não identificada registrada no “Atlas de Cianobactérias da Bacia do Alto Tietê” desenvolvido pela CETESB (Lamparelli *et al.*, 2014) também foi abundante, chegando a ser dominante em diversas ocasiões, em ambos os pontos.

Os valores de microcistina ficaram abaixo do limite de quantificação em todas as amostragens e em ambos os pontos. 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 do Ministério da Saúde nº 5/2017 para água tratada ($3,0 \mu\text{g L}^{-1}$), sendo o maior valor obtido em janeiro, $0,33 \mu\text{g L}^{-1}$. Apesar de organismos potencialmente produtores dessa cianotoxina 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, o que pode estar relacionado a fatores ambientais.

7.11 UGRHI 11 – RIBEIRA DE IGUAPE / LITORAL SUL

7.11.1 Rio Ribeira e Rio Ribeira do Iguaçu

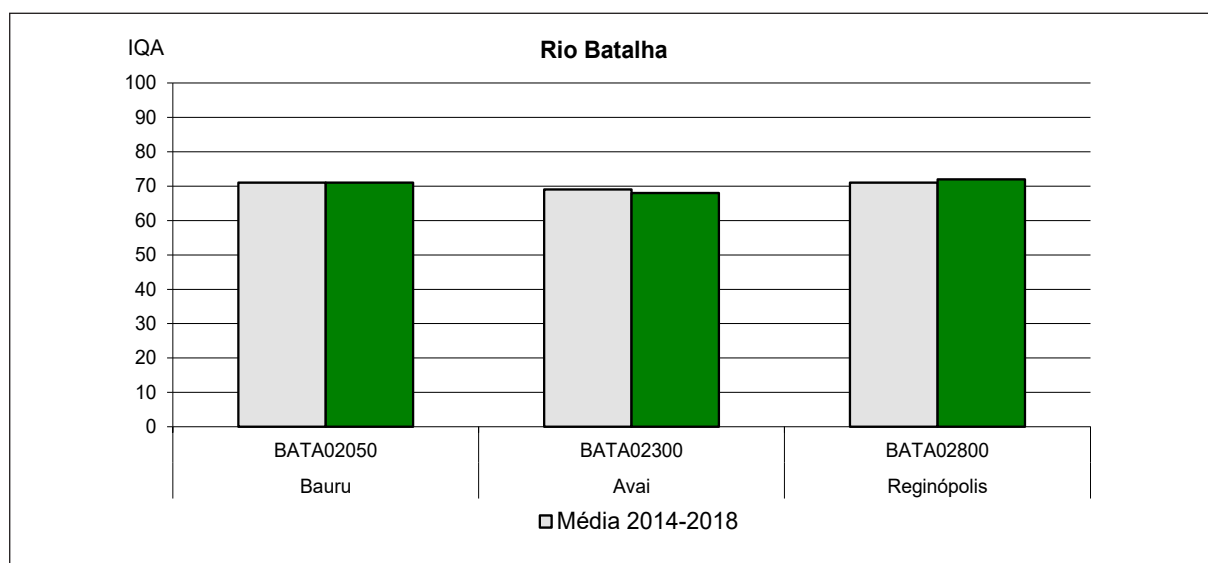
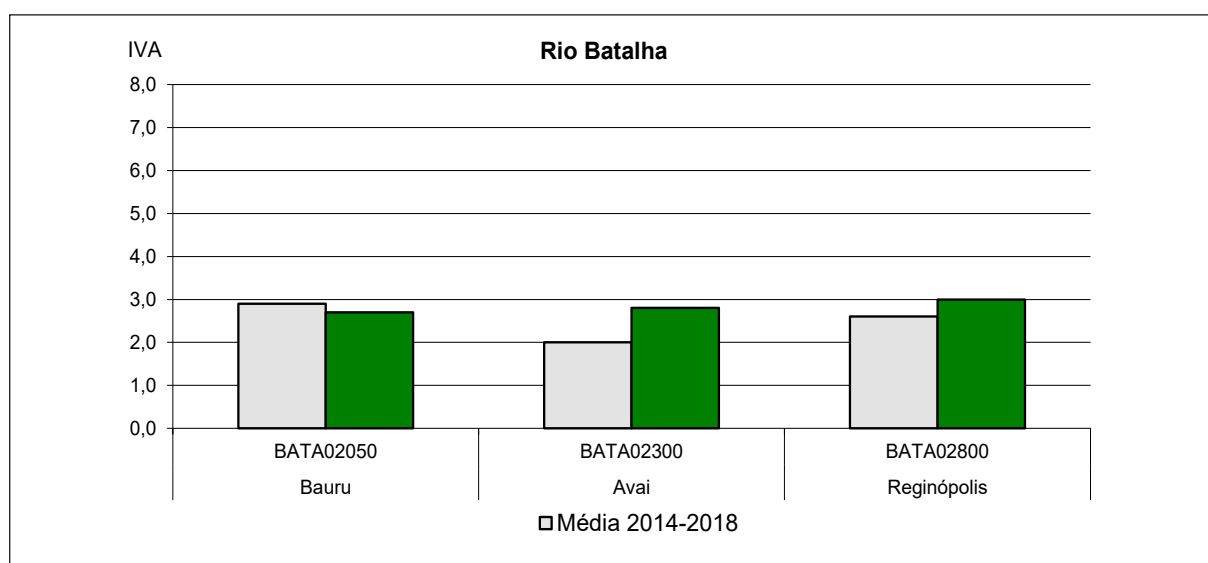
O perfil do IQA e do IVA nos rios Ribeira e Ribeira de Iguaçu em 2019 pode ser visualizado nos Gráfico 7.83 e Gráfico 7.84. A qualidade da água manteve a classificação Boa para ambos os corpos de água, com valores próximos da média histórica de cinco anos. Embora próximo da média histórica, houve melhora do IVA no rio Ribeira no trecho em Sete Barras, que passou para a categoria Ótima devido à melhora no grau de trofia, que passou de Meso para Oligotrófico. Já no rio Ribeira de Iguaçu no trecho em Iguaçu, o IVA passou da categoria Boa para Regular, devido à quantificação de Chumbo Total e ao baixo nível de OD na campanha de maio, o que influenciou na piora da qualidade em relação aos últimos cinco anos.

Gráfico 7.83 – Perfil do IQA nos rios Ribeira e Ribeira de Iguape em 2019 e nos últimos 5 anos.**Gráfico 7.84** – Perfil do IVA nos rios Ribeira e Ribeira de Iguape em 2019 e nos últimos 5 anos.

7.12 UGRHI 16 – TIETÊ / BATALHA

7.12.1 Rio Batalha

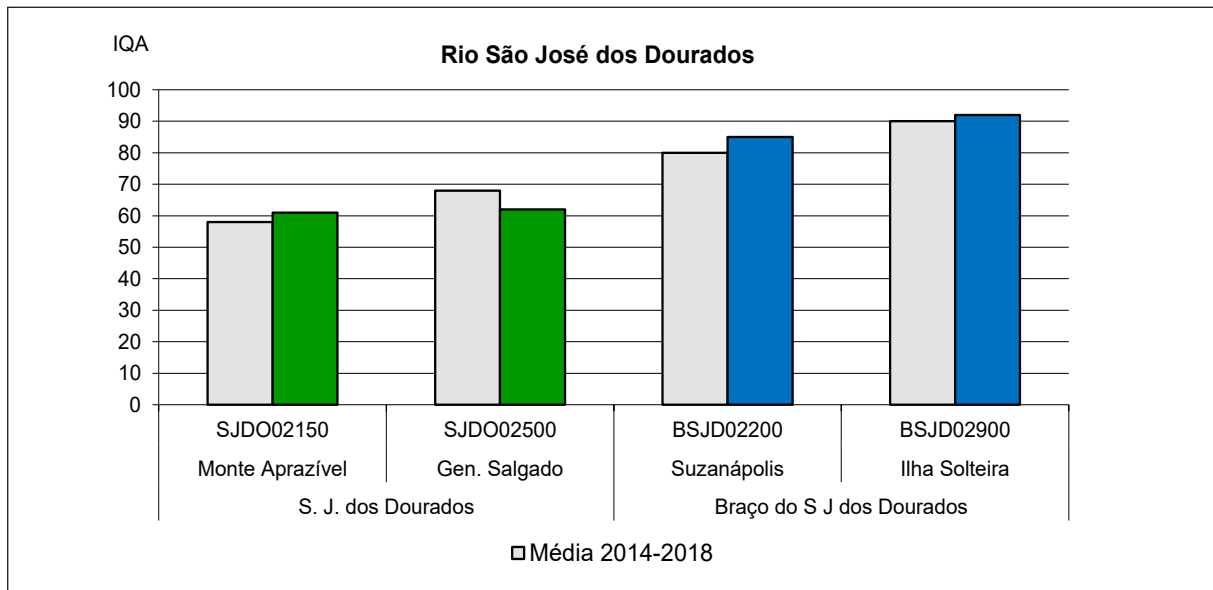
O perfil do IQA e do IVA em 2019 no rio Batalha pode ser visualizado nos Gráfico 7.85 e Gráfico 7.86. A qualidade da água ao longo da calha desse rio manteve-se dentro da categoria Boa e próxima da média histórica tanto para fins de diluição de efluentes como para a proteção da vida aquática,.

Gráfico 7.85 – Perfil do IQA no rio Batalha em 2019 e nos últimos 5 anos.**Gráfico 7.86** – Perfil do IVA no rio Batalha em 2019 e nos últimos 5 anos.

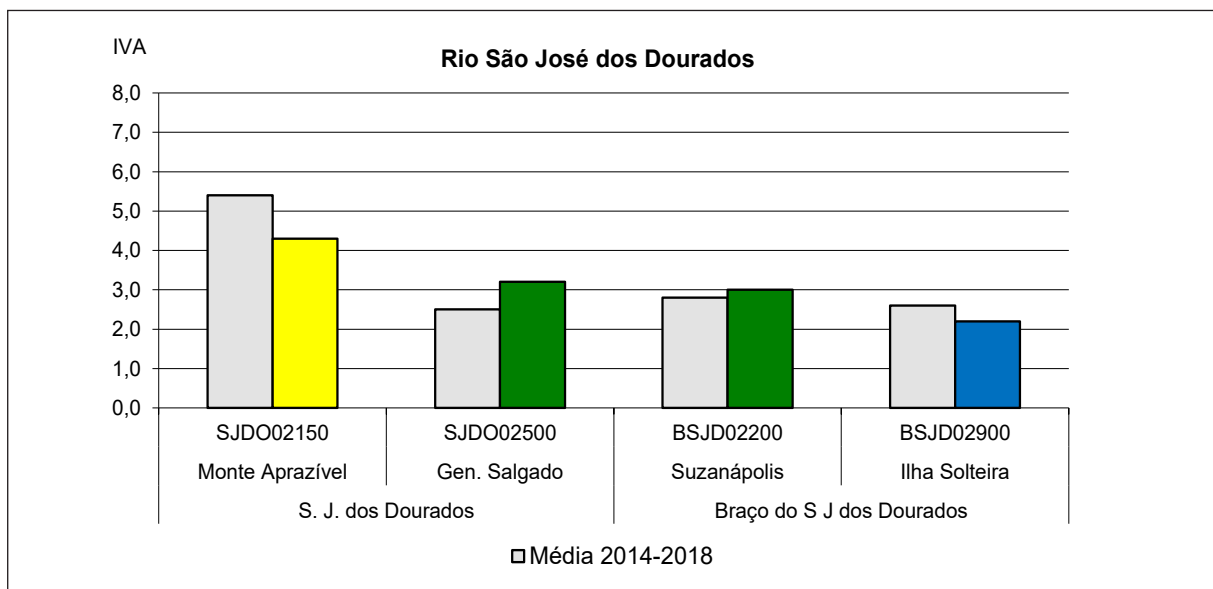
7.13 UGRHI 18 – SÃO JOSÉ DOS DOURADOS

7.13.1 Rio São José dos Dourados

O perfil do IQA no rio São José dos Dourados em 2019 pode ser visualizado no Gráfico 7.87. A qualidade ao longo da calha, assim como nos braços variou entre as categorias Boa e Ótima, mantendo-se próximo ou acima da média histórica de cinco anos.

Gráfico 7.87 – Perfil do IQA no rio São José dos Dourados em 2019 e nos últimos 5 anos.

O perfil do IVA é mostrado no Gráfico 7.88. No trecho de montante, em Monte Aprazível, a qualidade melhorou em relação à média dos últimos cinco anos, sendo classificada na categoria Regular. Essa classificação foi influenciada pela melhora no grau de trofia que passou de Supereutrófico para Eutrófico. No trecho em General Salgado e no braço em Suzanápolis a qualidade da água para fins de proteção da vida aquática variou entre Boa e Ótima, mantendo-se próxima da média histórica.

Gráfico 7.88 – Perfil do IVA no rio São José dos Dourados em 2019 e nos últimos 5 anos.

7.14 UGRHI 20 - AGUAPEÍ

7.14.1 Rio Aguapeí

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 cinco anos (Gráfico 7.89). Já em relação ao IVA, os trechos em Guarantã, Santópolis e Adamantina variaram entre as categorias Ótima e Boa. Já no trecho de Junqueirópolis, o IVA manteve a categoria Regular, que é acima da média histórica, devido ao registro de efeito tóxico crônico na campanha de agosto de 2019. (Gráfico 7.90)

Gráfico 7.89 – Perfil do IQA no rio Aguapeí em 2019 e nos últimos 5 anos.

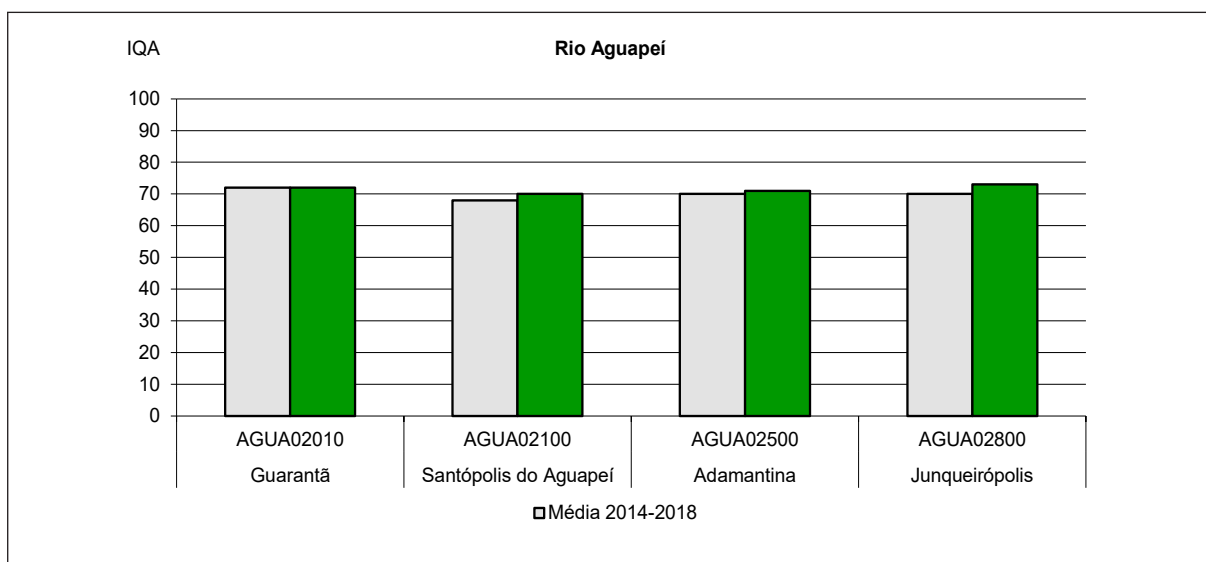
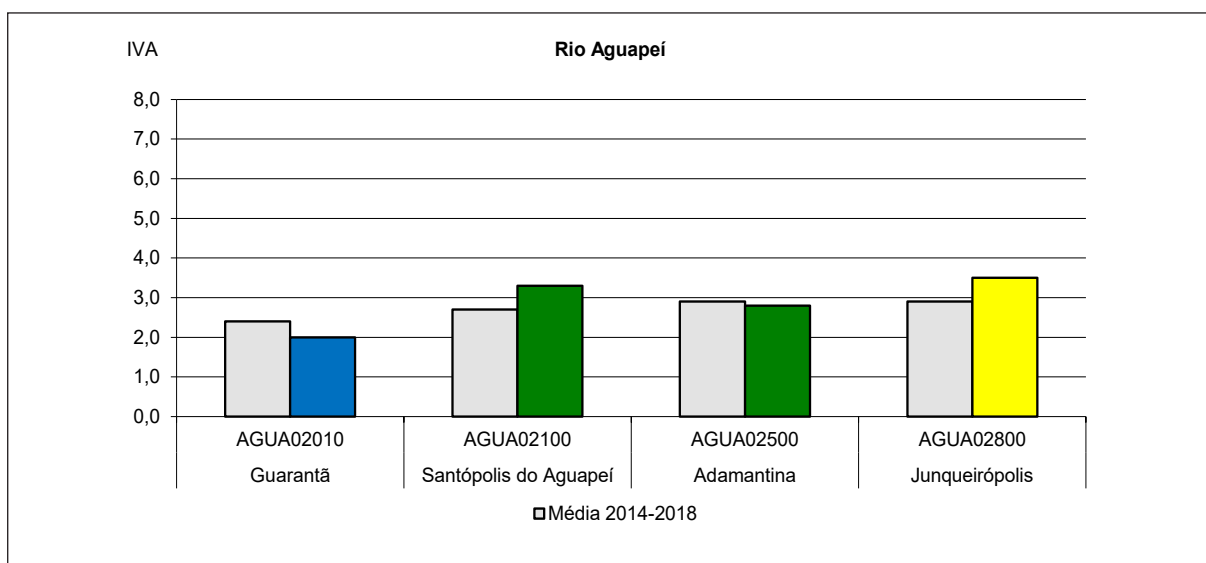


Gráfico 7.90 – Perfil do IVA no rio Aguapeí em 2019 e nos últimos 5 anos.



7.15 UGRHI 21 - PEIXE

7.15.1 Rio do Peixe – UGRHI 21

O perfil do IQA e do IVA no rio do Peixe em 2019 pode ser visualizado nos Gráfico 7.91 e Gráfico 7.92. A qualidade da água, de acordo com o IQA, ao longo da calha desse rio foi classificada na categoria Boa, com exceção no trecho em Marília, que piorou em relação à média histórica, devido aos valores elevados de *E. coli* registrados em todas as campanhas realizadas. No caso do IVA, houve piora no trecho em Dracena em relação à média dos últimos cinco anos, que passou para a categoria Ruim devido ao registro de efeitos tóxicos crônicos em duas campanhas e ao grau de trofia, que passou de Meso para Eutrófico. Os trechos em Marília e Caiabu mantiveram a classificação Regular do IVA, a mesma de 2018 e do período de 2014 a 2018.

Gráfico 7.91 – Perfil do IQA no rio do Peixe em 2019 e nos últimos 5 anos.

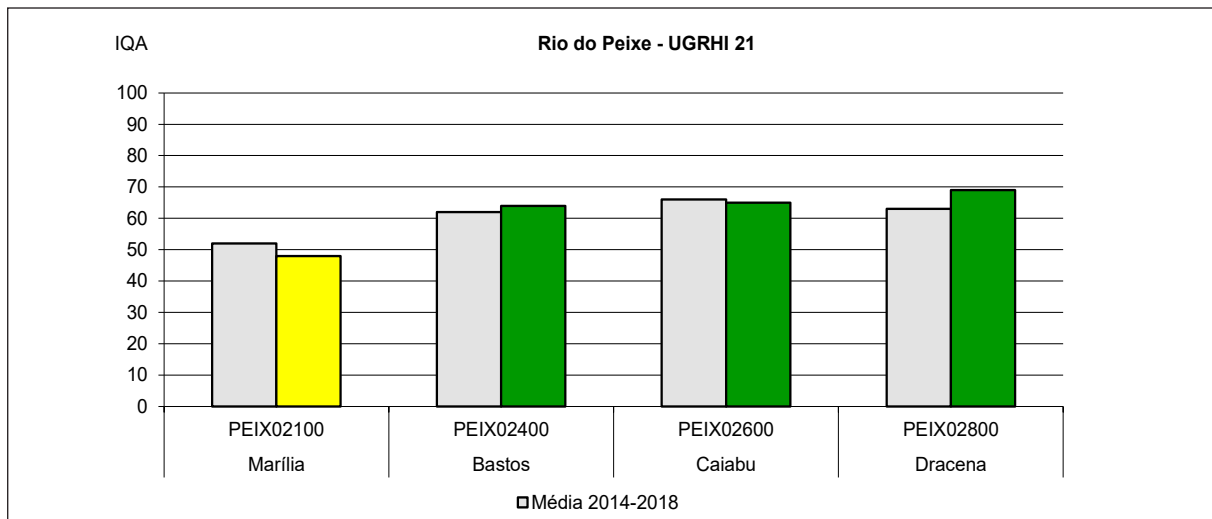
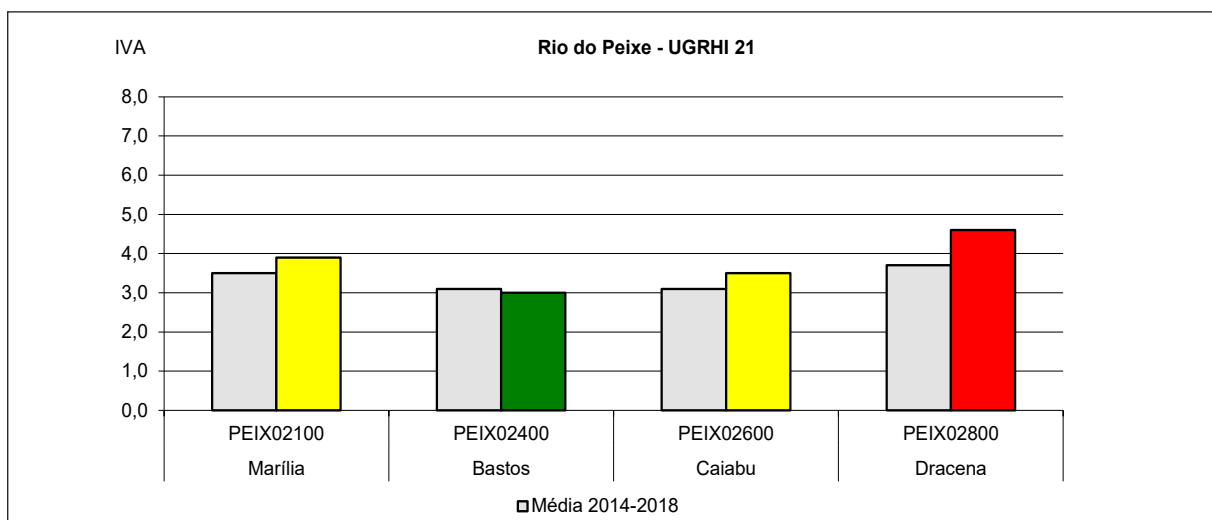


Gráfico 7.92 – Perfil do IVA no rio do Peixe em 2019 e nos últimos 5 anos.



7.16 DIVISAS DO ESTADO

7.16.1 Rio Grande – UGRHs 08, 12 e 15

O perfil do IQA e do IVA em 2019 no rio Grande, na divisa com o estado de Minas Gerais, pode ser visualizado nos Gráfico 7.93 e Gráfico 7.94. 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, com valores próximos da média histórica.

Gráfico 7.93 – Perfil do IQA no rio Grande em 2019 e nos últimos 5 anos.

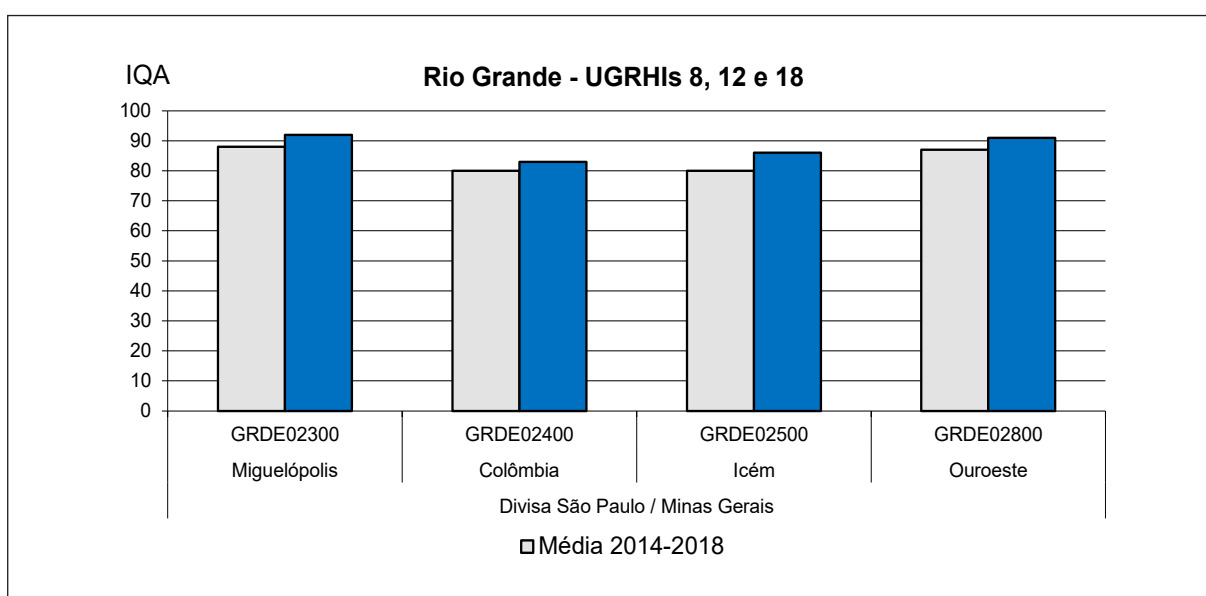
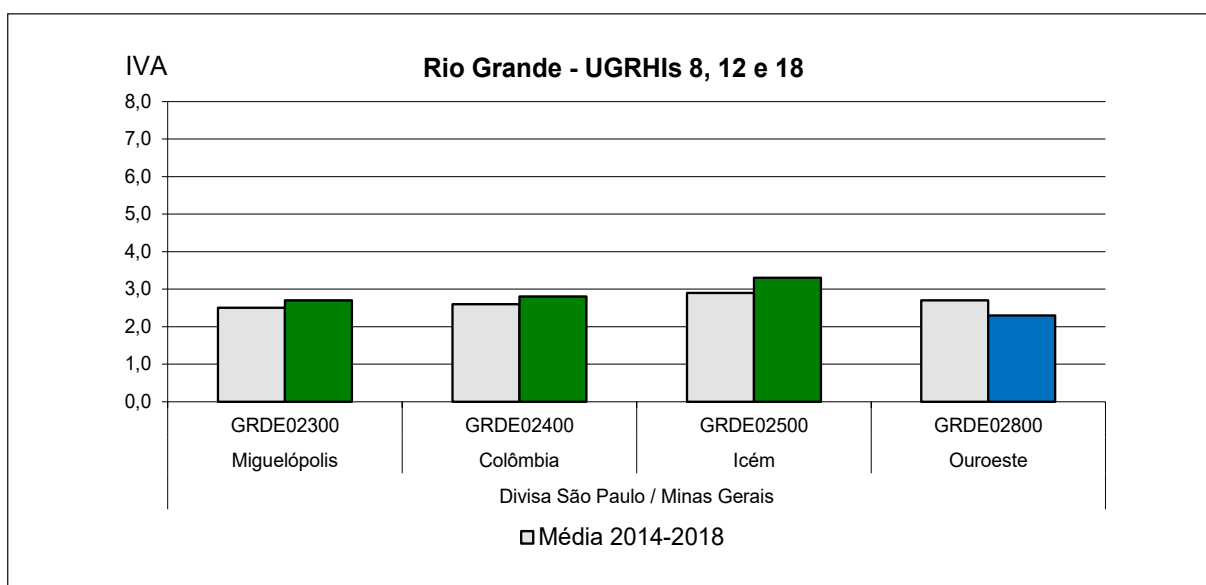


Gráfico 7.94 – Perfil do IVA no rio Grande em 2019 e nos últimos 5 anos.



7.16.2 Rio Paraná – UGRHs 18, 19, 20, 21 e 22

O perfil do IQA e do IVA em 2019 no rio Paraná, na divisa com o estado de Mato Grosso do Sul, pode ser visualizado nos Gráfico 7.95 e Gráfico 7.96. 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 e próximo da média histórica.

Gráfico 7.95 – Perfil do IQA no rio Paraná em 2019 e nos últimos 5 anos.

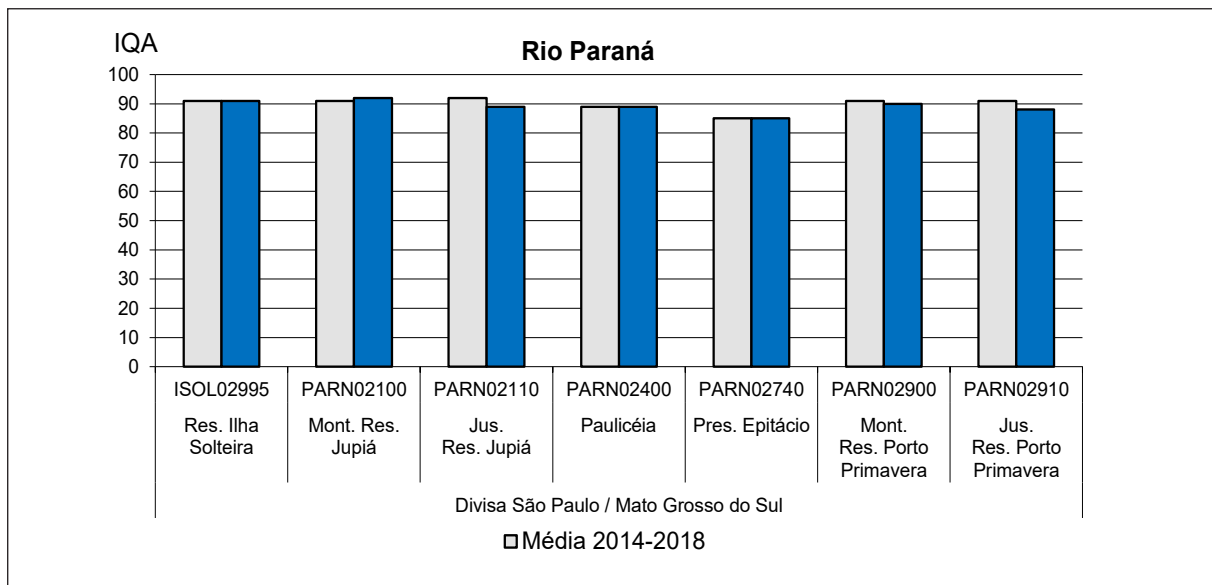
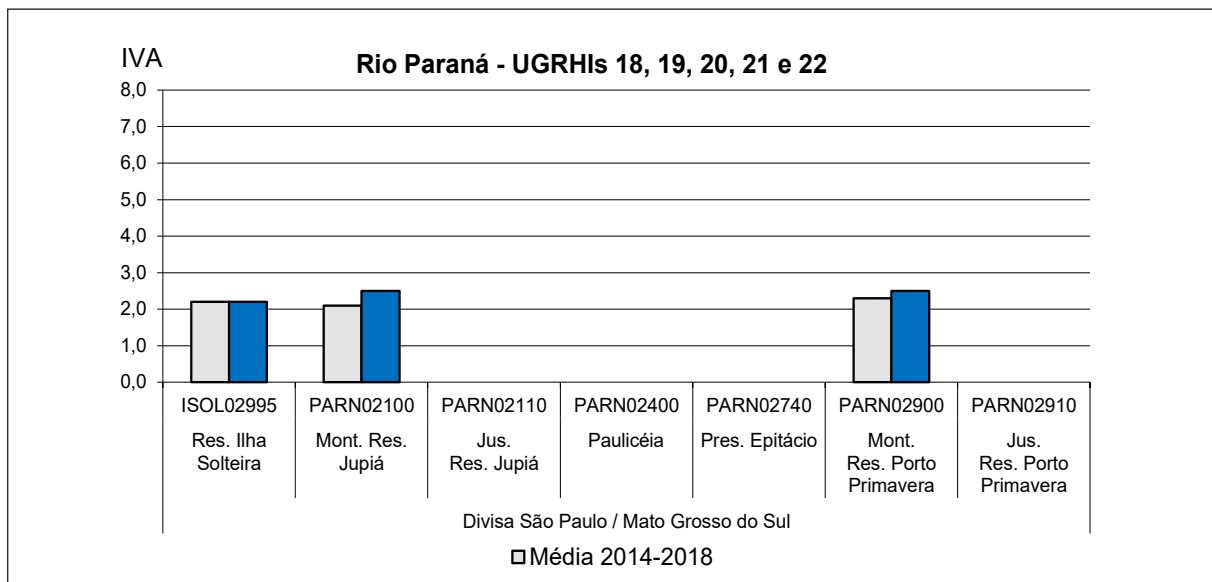


Gráfico 7.96 – Perfil do IVA no rio Paraná em 2019 e nos últimos 5 anos.



7.16.3 Rio Paranapanema – UGRHs 14, 17 e 22

O perfil do IQA e do IVA em 2019, no rio Paranapanema, na divisa com o estado do Paraná, pode ser visualizado nos Gráfico 7.97 e Gráfico 7.98. A qualidade da água de acordo com o IQA foi classificada nas categorias Boa e Ótima, se mantendo próxima da média dos últimos cinco anos. Embora o IVA tenha sido classificado predominantemente nas categorias Ótima e Boa, houve piora no trecho a jusante da Barragem de Rosana em relação à média histórica, que passou para a categoria Regular. Essa classificação foi influenciada pelo registro de efeitos tóxicos crônicos nas campanhas de junho e agosto.

Gráfico 7.97 – Perfil do IQA no rio Paranapanema em 2019 e nos últimos 5 anos.

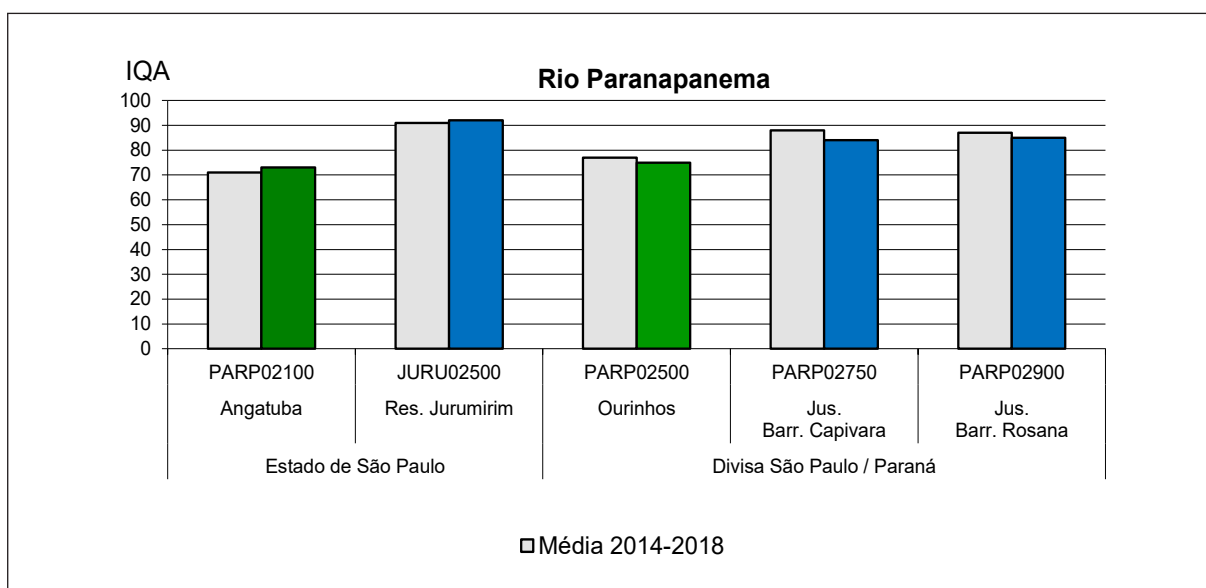
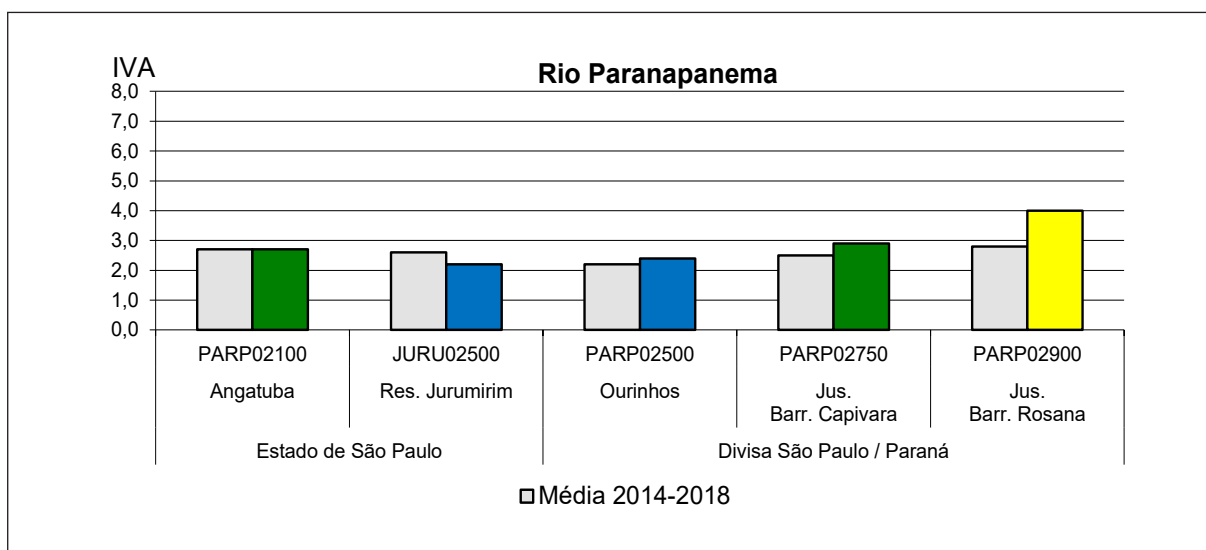


Gráfico 7.98 – Perfil do IVA no rio Paranapanema em 2019 e nos últimos 5 anos.



8 • Qualidade dos sedimentos

Em 2019, a avaliação da qualidade do sedimento foi realizada em 24 pontos, 13 em rios e 11 em reservatórios, distribuídos em 8 UGRHs com diferentes usos predominantes do solo (Mapa 8.1).

A análise dos resultados do monitoramento do sedimento é realizada com base em três linhas de evidência: química (concentração), ecológica (comunidade bentônica) e ecotoxicológica (*Hyalella azteca* e *Chironomus sancticarioli*), além de ensaios de mutagenicidade (Teste de Ames) e de toxicidade aguda com *Vibrio fischeri* (Microtox®). Para avaliar a carga interna de nutrientes e a condição de eutrofização dos corpos de água é realizada a análise de fósforo total. Variáveis microbiológicas (*Clostridium perfringens* e *Escherichia coli*) são medidas para identificar fontes de esgoto nas bacias.

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	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2019
									Comentários
2	UAMA 00600 Rio Piracuama	Substâncias químicas							Evidência de leve contaminação fecal que explica a sua mesotrofia. Embora o Índice da Comunidade Bentônica tenha mostrado condições ótimas, a elevada densidade de organismos semitolerantes indica possibilidade de alteração, tanto pela entrada de material orgânico, quanto pela má conservação da mata ciliar, observada no local.
		Fósforo total							
		Toxicidade <i>Vibrio fischeri</i>							
		Mutagenicidade							
		Microbiológico	<i>Escherichia coli</i>						
			<i>Clostridium perfringens</i>						
		Ecotoxicidade	<i>Hyalella azteca</i>						
			<i>Chironomus sancticarioli</i>						
		Bentos							
	JKUI 00250 Rio Jacuí	Substâncias químicas							Presença de contaminação fecal que pode explicar a alteração observada na fauna bentônica, juntamente com a má conservação da mata ciliar, observada no local.
		Fósforo total							
		Toxicidade <i>Vibrio fischeri</i>							
		Mutagenicidade							
		Microbiológico	<i>Escherichia coli</i>						
			<i>Clostridium perfringens</i>						
		Ecotoxicidade	<i>Hyalella azteca</i>						
			<i>Chironomus sancticarioli</i>						
		Bentos							

Tabela 8.1 – Avaliação dos sedimentos. (continua)

UGRHI	Ponto	Análise	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2019
									Comentários
2	PTIN 00500 Rio Paraitinga	Substâncias químicas							Ambiente oligotrófico, apesar da presença de contaminação fecal.
		Fósforo total							
		Toxicidade <i>Vibrio fischeri</i>							
		Microbiológico	<i>Escherichia coli</i>						
			<i>Clostridium perfringens</i>						
5	JUMI 00250 Rio Jundiá Mirim	Substâncias químicas							Ambiente oligotrófico, porém com presença de contaminação fecal. Presença de contaminantes não analisados que provocaram toxicidade crônica tanto em organismos de sedimento, quanto da coluna de água. A alteração na biota também pode ter sido influenciada pela operação de desassoreamento realizada antes da coleta.
		Fósforo total							
		Toxicidade <i>Vibrio fischeri</i>							
		Mutagenicidade							
		Microbiológico	<i>Escherichia coli</i>						
			<i>Clostridium perfringens</i>						
		Ecotoxicidade	<i>Hyalella azteca</i>						
			<i>Chironomus sancticarioli</i>						
		Bentos							
	CPIV 02160 Rio Capivari	Substâncias químicas							Ambiente supereutrófico, com presença de efluentes domésticos. Presença de contaminante não analisado que provocou toxicidade para organismo de 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>						
	ATSG 02800 Res. Salto Grande	Substâncias químicas							Ambiente eutrófico, com acúmulo de fósforo nos sedimentos. Cu, Cr e Ni ultrapassam TEL, sendo recorrentes neste corpo de água. Presença de contaminante que causou efeito mutagênico. Fauna bentônica alterada, respondendo ao grau de trofia.
		Fósforo total							
		Toxicidade <i>Vibrio fischeri</i>							
		Mutagenicidade							
		Microbiológico	<i>Escherichia coli</i>						
			<i>Clostridium perfringens</i>						
		Ecotoxicidade	<i>Hyalella azteca</i>						
			<i>Chironomus sancticarioli</i>						
		Bentos							
	ATIB 02900 Rio Atibaia	Substâncias químicas							Ambiente mesotrófico, influenciado pelas florações que ocorrem no reservatório a montante. Indicativo de presença de esgoto doméstico de fonte próxima. Concentração de Cu acima de TEL.
		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		2014	2015	2016	2017	2018	2019	2019
										Comentários
6	JNDI 00450 Res. Jundiá	Substâncias químicas								Ambiente mesotrófico com acúmulo de fósforo nos sedimentos. Concentração de DDE e Cu acima de TEL, ambos de origem antrópica. A aplicação de sulfato de Cobre (CuSO ₄) para controle das algas é a fonte desse metal. Presença de contaminante orgânico causador de efeito mutagênico. Fauna bentônica muito alterada, dominada por organismo tolerante e em baixa densidade.
		Fósforo total								
		Toxicidade <i>Vibrio fischeri</i>								
		Mutagenicidade								
		Microbiológico	<i>Escherichia coli</i>							
			<i>Clostridium perfringens</i>							
		Ecotoxicidade	<i>Hyalella azteca</i>							
			<i>Chironomus sancticarioli</i>							
		Bentos								
	RGDE 02400 Res. do Rio Grande	Substâncias químicas								Ambiente eutrófico com acúmulo de fósforo nos sedimentos. Concentrações de Pb, Cr, Cd, Ni e Zn iguais ou acima de TEL e Hg, Cu e Dioxinas e Furanos acima de PEL, diagnóstico muito semelhante ao obtido no ano anterior. Exceção ao crômio, todos os demais elementos químicos e compostos orgânicos são de origem antrópica. A sulfatação para controle das algas é a fonte de Cu. Efeito agudo sobre organismo bentônico refletido na biota, alterada e com baixa densidade.
		Fósforo total								
		Toxicidade <i>Vibrio fischeri</i>								
		Mutagenicidade								
		Microbiológico	<i>Escherichia coli</i>							
			<i>Clostridium perfringens</i>							
		Ecotoxicidade	<i>Hyalella azteca</i>							
			<i>Chironomus sancticarioli</i>							
		Bentos								
	BILL 02100 Res. Billings	Substâncias químicas								Ambiente hipereutrófico com acúmulo de fósforo nos sedimentos. Concentrações de Cd, HPA, PCB e Dioxinas e Furanos acima de TEL e de As, Pb, Cu, Cr, Hg, Ni, Zn e DDE acima de PEL, similares aos valores observados em 2014 e 2015, todos considerados de origem antrópica. Contaminantes provavelmente não biodisponíveis uma vez que não foi observado efeito tóxico em laboratório para organismos do sedimento, embora tenham causado em anos anteriores, demonstrando potencial para biodisponibilidade. Presença de contaminante orgânico mutagênico. A não colonização por populações bentônicas deve estar associada à anoxia de fundo.
		Fósforo total								
		Toxicidade <i>Vibrio fischeri</i>								
		Mutagenicidade								
		Microbiológico	<i>Escherichia coli</i>							
			<i>Clostridium perfringens</i>							
		Ecotoxicidade	<i>Hyalella azteca</i>							
			<i>Chironomus sancticarioli</i>							
		Bentos								
	BILL 02030 Res. Billings	Substâncias químicas								Ambiente hipereutrófico com acúmulo de fósforo nos sedimentos. Concentrações de As, Cd, HPA, PCB e Dioxinas e Furanos acima de TEL e de Pb, Cu, Cr, Hg, Ni e Zn acima de PEL, todos de origem antrópica, com exceção do As. Contaminantes não biodisponíveis, uma vez que não foi observado efeito tóxico em laboratório para organismo do 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 sancticarioli</i>							

Tabela 8.1 – Avaliação dos sedimentos. (continua)

UGRHI	Ponto	Análise	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2019
									Comentários
6	GUAR 00100 Res. Guarapiranga	Substâncias químicas							Ambiente supereutrófico com acúmulo de fósforo nos sedimentos. Concentrações de As, Cd, Cu, Cr, Ni, Zn, HPA, DDE e Dioxinas e Furanos acima de TEL e de Pb acima de PEL, sendo todos de origem antrópica, com exceção ao Cr e Ni. Contaminantes não biodisponíveis, uma vez que não foi observado efeito tóxico em laboratório para organismo do sedimento.
		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>						
	GUAR 00751 Res. Guarapiranga	Substâncias químicas							Ambiente com acúmulo de fósforo nos sedimentos. Concentrações de Cd, Pb, Cr, Hg, Ni, HPA, PCB e Dioxinas e Furanos acima de TEL e de Cu e Zn acima de PEL. Todos são de origem antrópica, com exceção ao Cr e Ni.
		Fósforo total							
		Toxicidade <i>Vibrio fischeri</i>							
		Microbiológico	<i>Escherichia coli</i>						
			<i>Clostridium perfringens</i>						
	GUAR 00900 Res. Guarapiranga	Substâncias químicas							Ambiente supereutrófico com acúmulo de fósforo nos sedimentos. Concentrações de As, Cd, Cr, Hg, Ni, Zn, HPA e dioxinas e furanos foram iguais ou acima de TEL e de Pb e Cu acima de PEL. Todos são de origem antrópica, com exceção ao Cr e Ni. Desde 2003 têm sido observadas concentrações de Cu superando PEL nessa região do reservatório, associadas a aplicação de algicida. Os contaminantes não devem estar biodisponíveis uma vez que não foi observado efeito tóxico em laboratório para organismo do sedimento. Comunidade bentônica alterada e com baixa densidade.
		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							
	COGR 00900 Res. das Graças	Substâncias químicas							Ambiente eutrófico, mas com sedimentos de qualidade ótima. Fauna bentônica levemente alterada.
		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							
	BQGU 03900 Rio Baquirivu-Guaçu	Substâncias químicas							Ambiente hipereutrófico, com acúmulo de fósforo nos sedimentos e presença de esgoto doméstico. Concentrações de Cr, Ni, HPA e Dioxinas e Furanos acima de TEL e de Cu e Zn acima de PEL que podem ter sido a causa do efeito tóxico agudo observado no laboratório, para organismos de sedimento. Dentre essas substâncias, apenas o Cr aparenta ter origem litológica.
		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>						

Tabela 8.1 – Avaliação dos sedimentos. (continua)

UGRHI	Ponto	Análise		2014	2015	2016	2017	2018	2019	2019
										Comentários
7	ANCO 02600 Rio Branco	Substâncias químicas								Ambiente eutrófico com presença de esgoto doméstico. O As em concentração acima de TEL pode ser litológico. Bentos alterado com características que apontam para enriquecimento orgânico.
		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								
9	MOGU 02125 Rio Mogi Guaçu	Substâncias químicas								Ambiente de boa qualidade, com leve alteração na biota bentônica que indica enriquecimento orgânico.
		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								
	MOCA 02900 Res. Cachoeira de Cima	Substâncias químicas								Ambiente mesotrófico com acúmulo de fósforo nos sedimentos e evidência de contaminação fecal. Presença de As, Cr e Ni acima de TEL, de origem litológica, provavelmente não biodisponíveis uma vez que não foram observados efeitos tóxicos em organismos bentônicos de laboratório. A biota bentônica exibiu leve alteração.
		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								
	MOMI 03950 Rio Mogi Mirim	Substâncias químicas								Ambiente mesotrófico, sob influência do esgoto doméstico do município de Mogi Mirim. A alteração observada na biota decorre desta poluição.
		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		2014	2015	2016	2017	2018	2019	2019
										Comentários
11	RIBE 02650 Rio Ribeira	Substâncias químicas								Ambiente mesotrófico com presença de Pb em concentração que superou TEL, diagnóstico recorrente nesse trecho do rio. O Pb detectado pode estar relacionado aos resíduos de antigas minas abandonadas. A fauna bentônica está levemente alterada.
		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>							
20	RECA 02900 Rib. das Marrecas	Substâncias químicas								Ambiente mesotrófico com pequeno acúmulo de fósforo nos sedimentos possivelmente relacionado com os efluentes das ETES. Presença de Cr e DDE em concentração superior a TEL. O Cr tem origem litológica. Comunidade bentônica levemente alterada com indicativo de enriquecimento orgânico.
		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>							
22	RLAN 02500 Represa Laranja Doce	Substâncias químicas								Ambiente oligotrófico mas com concentração elevada de Cr, que ultrapassa PEL. Ni e DDE ocorreram em concentrações superiores a TEL. Os elementos Cr e Ni apresentam concentrações aparentemente de origem litológica para a região. No entanto os contaminantes não devem estar biodisponíveis uma vez que não foram observados efeitos tóxicos em organismos bentônicos de laboratório. A fauna bentônica do local está levemente alterada.
		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>							
22	RLAN 02500 Represa Laranja Doce	Substâncias químicas								Ambiente oligotrófico mas com concentração elevada de Cr, que ultrapassa PEL. Ni e DDE ocorreram em concentrações superiores a TEL. Os elementos Cr e Ni apresentam concentrações aparentemente de origem litológica para a região. No entanto os contaminantes não devem estar biodisponíveis uma vez que não foram observados efeitos tóxicos em organismos bentônicos de laboratório. A fauna bentônica do local está levemente alterada.
		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>							

Tabela 8.1 – Avaliação dos sedimentos. (conclusão)

UGRHI	Ponto	Análise	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2019
									Comentários
22	KAIU 02950 Ribeirão Caiuá	Substâncias químicas							Ambiente oligotrófico mas com pequeno acúmulo de fósforo nos sedimentos, possivelmente originado de esgotos domésticos. Presença de As, Pb, Cu e Ni acima de TEL e Cr e DDE acima de PEL. Todos os elementos químicos, aparentemente, têm origem litológica. Esses contaminantes não devem estar biodisponíveis uma vez que não foram observados efeitos tóxicos em organismos bentônicos de laboratório. A comunidade bentônica está alterada e indica enriquecimento orgânico.
		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							

Qualidade	ÓTIMA	BOA	REGULAR	RUIM	PÉSSIMA
SUBSTÂNCIAS QUÍMICAS					
ICB					
ECOTOXICIDADE <i>H. azteca</i>		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 <i>V. Fischeri</i>	N.T.	N.A.	Moderada	Tóxica	Muito tóxica
<i>Escherichia coli</i> (NMP/100g)	até 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)	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, o que permite a classificação dos sedimentos em cinco categorias (Apêndice D). Alguns elementos em concentrações iguais ou acima de TEL ou PEL podem ser de origem natural, podendo mesmo assim causar efeito em ensaios de laboratório e na biota local.

Nenhum dos rios avaliados na UGRHI 2 apresentou concentrações químicas nos sedimentos com potencial de atuar de forma deletéria sobre a biota que, contudo, mostrou-se exposta aos impactos decorrentes do enriquecimento orgânico e da degradação das matas ciliares. Por outro lado, nas outras UGRHIs (5, 6, 7, 9, 11, 20 e 22) pelo menos um corpo de água mostrou contaminantes químicos em concentrações superiores aos limites TEL ou PEL.

Os elementos metálicos são constituintes naturais dos solos e sedimentos. Entretanto, é necessário distinguir as concentrações consideradas naturais, ou litológicas, das concentrações indicativas de interferência antrópica, que contribuem para o incremento não natural de um determinado metal no ambiente. Dessa forma, as concentrações naturais, ou litológicas, dos elementos, estão relacionadas às características geológicas da bacia de drenagem. Por outro lado, as concentrações antrópicas podem estar relacionadas a atividades industriais, agrícolas, de mineração e de intensificação da erosão do solo, provocada pela má conservação das matas ciliares.

A análise de perfis sedimentares é uma excelente ferramenta que pode auxiliar a identificar e diferenciar concentrações naturais e antrópicas. Pela análise do perfil sedimentar, em muitos casos, arsênio, níquel e cromo, em concentrações acima de TEL, ou PEL, foram considerados de origem litológica. As concentrações de cádmio, zinco e mercúrio iguais ou acima de TEL, por outro lado, são indicativas de contribuições por origem antrópica. Em todos os locais em que os metais ocorreram em concentrações acima de PEL, exceto para o cromo, suas origens foram consideradas antrópicas, assim como todos os compostos orgânicos.

Para os 24 pontos amostrados em 2019, a ordem decrescente do número de ocorrência dos metais de origem antrópica foi: Cu, Zn, Pb, Cd, Hg, Ni, As e Cr. A Tabela 8.2 apresenta o quantitativo de elementos em concentrações iguais ou acima dos critérios de TEL e PEL e em quantos pontos tais elementos foram considerados de origem antrópica.

Tabela 8.2 – Quantidade de pontos com elementos em concentrações iguais ou acima dos critérios de TEL e PEL e os considerados de origem antrópica.

	≥ TEL e < PEL	≥ PEL	Origem antrópica
Arsênio	6	1	3 (BILL02030; GUAR00900 e GUAR00100)
Cádmio	6	0	6 (BILL02030; BILL02100; RGDE02400; GUAR00100; GUAR00751; GUAR00900)
Chumbo	4	4	7 (BILL02030; BILL02100; RGDE02400; RIBE02650; GUAR00100; GUAR00751; GUAR00900)
Cobre	5	6	8 (BILL02030; BILL02100; RGDE02400; BQVU03800; JNDI00450; GUAR00100; GUAR00751; GUAR00900)
Crômio	8	4	2 (BILL02030; BILL02100)
Mercúrio	2	3	4 (BILL02030; BILL02100; GUAR00751; RGDE02400)
Níquel	9	2	4 (BILL02030; BILL02100; RGDE02400; BQVU03800)
Zinco	3	4	7 (BILL02030; BILL02100; RGDE02400; BQVU03800; GUAR00100; GUAR00751; GUAR00900)

O elemento cobre (Cu), cuja presença no meio ambiente é relacionada às atividades humanas, foi o mais frequentemente detectado em elevadas concentrações em sedimentos de reservatórios, como o reservatório Billings, além dos utilizados para abastecimento público (Guarapiranga e Rio Grande) devido ao seu uso como algicida, na forma de sulfato de cobre, no controle do crescimento de algas.

Já o metais Pb e Zn foram quantificados em sedimentos de rios e reservatórios urbanos da UGRHI 6, com exceção da quantificação do Pb no rio Ribeira (UGRHI 11), cuja origem está associada a mineração pretérita desse metal na bacia. Por outro lado, As, Ni e Cr foram os metais cujas ocorrências foram mais associadas às características naturais dos solos onde os corpos de água estão assentados, incluindo valores elevados de Cr, que superaram PEL, na UGRHI 22.

Em relação ao Hg e o Cd, todas as ocorrências iguais ou acima de TEL foram de origem antrópica. Esses elementos foram quantificados nos sedimentos dos reservatórios da Região Metropolitana de São Paulo (Billings, Guarapiranga e Rio Grande), onde existe histórico de contaminação. Cabe ressaltar que esses parâmetros são sistematicamente monitorados na coluna de água.

Os Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPAs) foram quantificados nas UGRHI 5, 6, 7 e 22, mas ultrapassaram os limites de TEL apenas na UGRHI 6, nos reservatórios Billings e Guarapiranga e no rio Baquirivú-Guaçu. Dentre os HPAs, o Fluoranteno e o Pireno foram os mais frequentemente quantificados, tendo sido possível determinar suas concentrações em mais da metade (54%) dos ambientes investigados. Esses HPAs normalmente

atingem os corpos de água por escoamento superficial, lançamento de efluentes líquidos ou deposição atmosférica. A razão entre Fluoranteno:Pireno, conforme proposto por Yunker *et al.* (2002), indica a possível origem dos HPAs para alguns locais. Os reservatórios Billings e Guarapiranga, por exemplo, apresentaram origens diversificadas, petrogênica, por combustão de petróleo e presença de derivados de petróleo, para o primeiro, e pirolítica, por queima de madeira e carvão, e petrogênica para o segundo. A presença de HPAs de baixo peso molecular (2-3 anéis na estrutura), como os Naftalenos, Acenafteno, Fenantreno e Fluoreno, nos reservatórios Billings e Guarapiranga e no rio Baquirivu-Guaçu pode estar relacionada também a possíveis fontes petrogênicas.

Os pesticidas DDD, DDE, Hexaclorobenzeno e Permetrina foram quantificados nos sedimentos de rios e reservatórios nas UGRHIs 5, 6, 20 e 22. O DDE foi o mais frequentemente quantificado (42% dos ambientes), tendo superado a concentração limite de PEL no reservatório Billings (UGRHI 6) e no ribeirão Caiuá (UGRHI 22) e a concentração de TEL, nos reservatórios Guarapiranga e Jundiaí, na represa Laranja Doce e no ribeirão das Marrecas. Produto de degradação do DDT, pesticida de uso proibido no Brasil desde 1985 para agropecuária e desde 1998 para campanhas de saúde pública, o DDE está associado a uma série de danos à saúde humana e animal (MMA, 2015; Flores *et al.*, 2004). A Permetrina é o ingrediente ativo de inseticidas da classe dos piretroides de uso doméstico para controle de ectoparasitas (piolhos, moscas, pulgas e carrapatos) e foi detectado em cinco amostras (38,5%) das UGRHIs 5 e 6. O Brasil estabeleceu padrão de qualidade para a Permetrina apenas na água destinada para o consumo humano. Os resultados obtidos foram comparados ao critério de 4 µg/kg, proposto para sedimentos de água doce pelo grupo técnico do Reino Unido para a diretiva da água (Sorokin *et al.*, 2012), sendo que quatro pontos (BILL 02030, GUAR 00100, GUAR 00751 e BQGU 03800) apresentaram valores acima do critério adotado para a proteção das comunidades aquáticas no estudo em questão.

Embora as Bifenilas Policloradas - PCBs tenham sido detectadas em todos os ambientes analisados, apenas nos reservatórios Billings e Guarapiranga, suas concentrações ocorreram acima de TEL.

As Dioxinas e Furanos, que foram quantificados em aproximadamente 92% dos ambientes analisados, ocorreram acima do limite PEL apenas no reservatório do Rio Grande, na UGRHI 6, repetindo o diagnóstico de 2018.

Em 2019, foi iniciado o monitoramento dos Éteres Difenílicos Polibromados - PBDE que, apesar de não possuírem padrões de qualidade de águas/sedimentos na legislação estadual ou federal, são substâncias banidas e consideradas como poluentes orgânicos persistentes - POPs pela Convenção de Estocolmo. Apesar de não serem produzidos no Brasil, os PBDEs são membros de uma grande classe de produtos químicos usados como retardantes de chama e são muitas vezes adicionados aos plásticos, tecidos de estofados, espumas, computadores, televisores, móveis, tapetes e almofadas, sendo o principal desafio para a sua eliminação a identificação dos estoques existentes e de artigos que contenham os POPs-PBDEs (MMA, 2015). Pelo menos um dos congêneres de PBDE foi quantificado em 95,8% das amostras analisadas: em duas amostras coletadas na UGRHI 6, nos pontos BILL 02030 e GUAR 00751, foi quantificado um congênere (BDE 209 e 99, respectivamente) em concentração, normalizada para 1% TOC, acima dos respectivos Valores Orientadores de Qualidade Ambiental, para PBDEs em sedimento estabelecidos pelo Environment Canada (2013). Foi também quantificado o PBB-153, uma Bifenila Polibromada, também banida pela Convenção de Estocolmo, cujas concentrações apresentaram um perfil muito semelhante aos PBDEs.

Em 11 pontos de coleta (45,8%), distribuídos nas UGRHI 5, 6, 9, 20 e 22, foi constatado enriquecimento orgânico pela elevada concentração de fósforo total nos sedimentos, proveniente principalmente de despejos

de efluentes domésticos e, eventualmente, devido ao uso agrícola do solo. Nove pontos estão localizados em reservatórios (Salto Grande – Americana, Billings, rio Grande, Guarapiranga, Jundiaí e Cachoeira de Cima) e os outros dois na desembocadura de rios em reservatórios (ribeirão das Marrecas e ribeirão Caiuá), mostrando que ambientes lênticos favorecem a deposição e acúmulo desse elemento.

Em rios, as concentrações de fósforo foram positivas e significativamente correlacionadas com as do indicador microbiológico *Clostridium perfringens*, sugerindo que as principais fontes desse nutriente seriam os esgotos. Por outro lado, foi outro indicador biológico (*Escherichia coli*) que obteve os valores mais elevados em rios das UGRHs 2, 5, 6 e 9. As elevadas concentrações de *Escherichia coli* indicam uma contaminação fecal recente, uma vez que esses microrganismos são suscetíveis às condições ambientais. *Clostridium perfringens*, por ser capaz de persistir por longos períodos no ambiente, possibilita a avaliação do impacto da deposição de material fecal em longo prazo, além de apresentar melhor correlação com a presença de protozoários e vírus patogênicos.

Do total de pontos monitorados, quatro ambientes apresentaram comprometimento, tanto com relação à presença de contaminantes potencialmente tóxicos de origem antrópica, como por enriquecimento orgânico, a saber: os reservatórios Billings, do rio Grande, Guarapiranga e o ribeirão Caiuá.

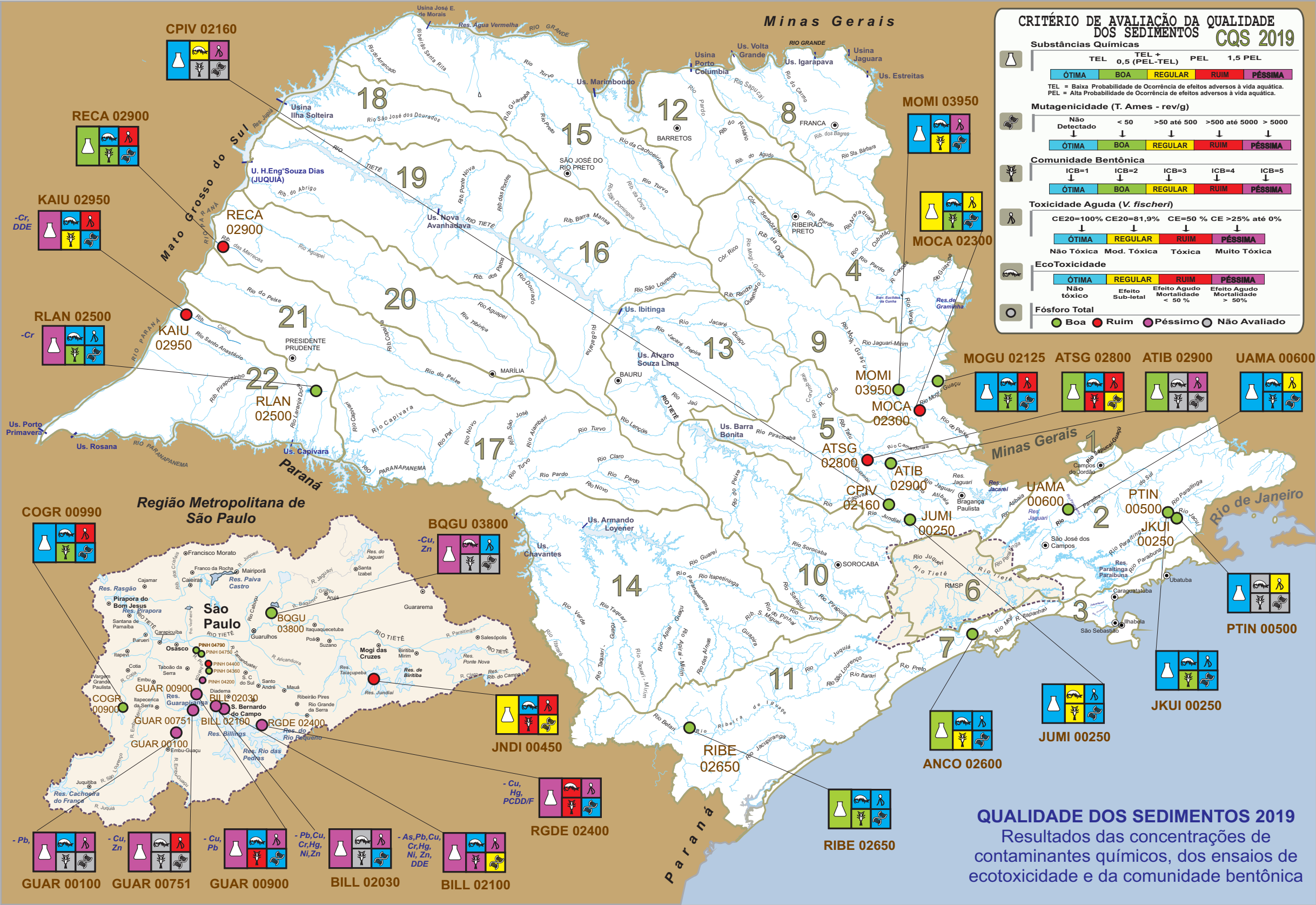
A avaliação ecotoxicológica mostrou efeito agudo em dois pontos na UGRHI 6 (RGDE 02400 e BQGU 03900) nos quais foram observadas concentrações de contaminantes superiores a PEL, e efeito crônico em dois pontos na UGRHI 5 (JUMI 00250 e CPIV 02160) que não apresentaram contaminantes superiores a TEL. Essa toxicidade observada provavelmente está relacionada a compostos não analisados.

Das 17 localidades em que foi realizado o diagnóstico pela comunidade bentônica, apenas uma (rio Piracuama) não apresentou alteração de sua biota. Na maioria dos ambientes (71% - ribeirões das Marrecas e Caiuá, rios Jacuí, Branco, Mogi-Guaçu, Mogi-Mirim e Ribeira e reservatórios Americana, Jundiaí, do Rio Grande, Billings e Guarapiranga), o fator de alteração mais importante foi o enriquecimento orgânico, promovido, principalmente, pela introdução de esgotos no ambiente. Nos reservatórios Americana, Jundiaí, Rio Grande, Billings-Bororé e Guarapiranga, as baixas densidades, inclusive de táxons tolerantes, indicam que os contaminantes presentes nos sedimentos desses ambientes também podem limitar as populações bentônicas, o que pode ser corroborado pela toxicidade observada em ensaio laboratorial com organismos de sedimento do reservatório do Rio Grande.

Dos 18 pontos analisados (Tabela 8.1), foi detectada atividade mutagênica, classificada como Regular, nas amostras de três localidades, (ATSG 02800, JNDI 00450, BILL 02100). No entanto, não é possível atribuir os resultados positivos encontrados a nenhum contaminante orgânico em particular, independentemente da classificação da qualidade química desses locais. Isso sugere a presença de compostos orgânicos que não foram determinados.

A análise de toxicidade com a bactéria *Vibrio fischeri* detectou efeito tóxico em 75% dos pontos de coleta. Desses, em seis (UAMA 00600, PTIN 00500, CPIV 02160, MOGU 02125, MOMI 03950 COGR 00900) não foram quantificados compostos químicos no sedimento em concentrações acima de TEL, indicando a presença de um ou mais contaminantes não analisados.

Mapa 8.1 – Localização dos pontos da rede de sedimento em 2019



(*) Valores > PEL: As, Cd, Cr, Cu, DDE, Hg, Ni, Pb, Zn, HAP, PCB, PCDD/F (Dioxinas e Furanos)

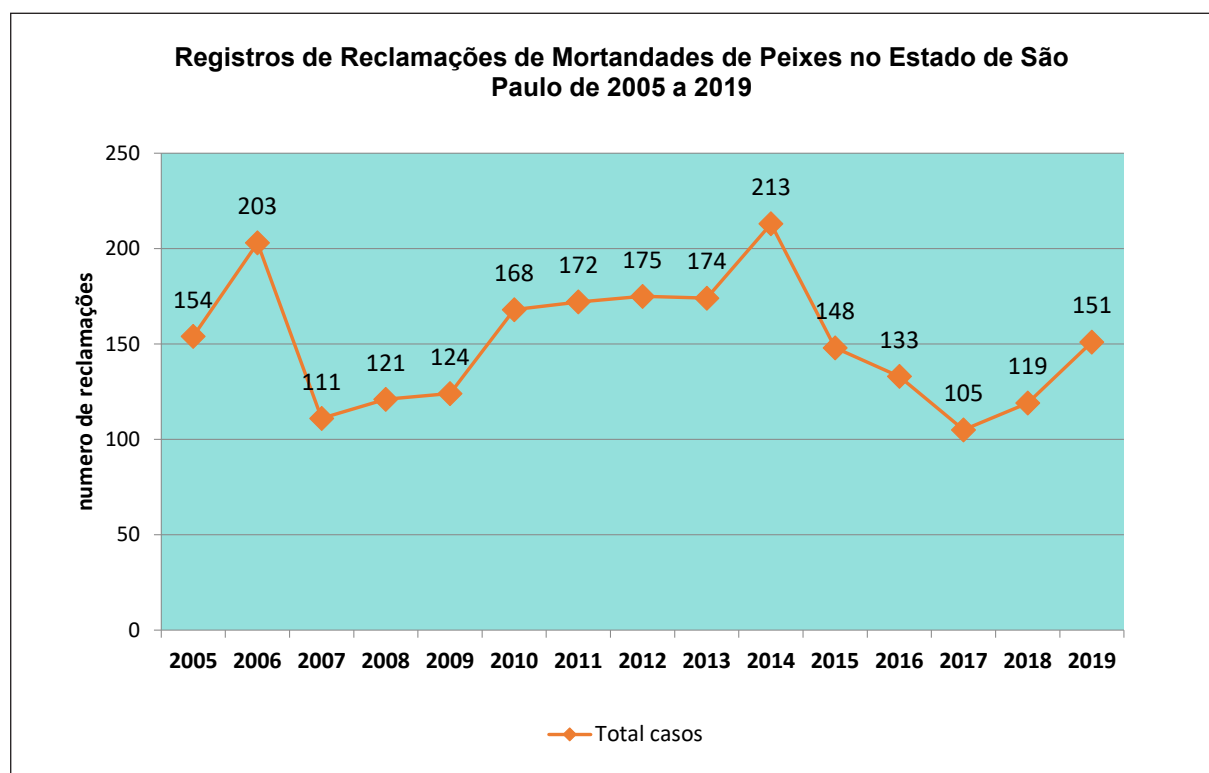
9 • Mortandades de Peixes

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, embora nem sempre seja possível identificar suas causas, e 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 apresentado 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 Emergências da CETESB, nos atendimentos realizados pelo ELHC, além de pesquisas, para identificação de reportagens, seja na mídia eletrônica ou tradicional.

Dentre os acidentes ambientais relacionados à qualidade dos corpos de água, foram registradas 151 ocorrências de mortandade de peixes e/ou outros organismos aquáticos em 2019 no estado de São Paulo, atendidas pela CETESB, Sede e Agências Ambientais. Houve um aumento de cerca de 44% em relação ao número de ocorrências de 2017, de quase 27% em relação a 2018 e uma queda de aproximadamente 29% em relação ao ano de 2014, quando ocorreu um pico no número de ocorrências associado à crise hídrica. A evolução no número de atendimentos às reclamações de ocorrências de mortandades de peixes no período de 2005 a 2019 pode ser vista no Gráfico 9.1.

Gráfico 9.1 – Evolução dos registros de Mortandades de Peixes de 2005 a 2019 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 atendidos pela CETESB em 2019 por UGRHI, segundo dados da própria empresa. Como algumas ocorrências geram mais de um registro, as reclamações foram revistas sendo excluídos, na medida do possível, os registros relativos ao mesmo evento.

Tabela 9.1 – Número de registros de reclamações de mortandade de peixes por UGRHI, no estado de São Paulo em 2019.

UGRHIs	Registros	UGRHIs	Registros
UGRHI 01 – Mantiqueira	0	UGRHI 12 – Baixo Pardo/Grande	5
UGRHI 02 – Paraíba do Sul	2	UGRHI 13 – Tietê/Jacaré	4
UGRHI 03 – Litoral Norte	2	UGRHI 14 – Alto Paranapanema	10
UGRHI 04 – Pardo	1	UGRHI 15 – Turvo/Grande	7
UGRHI 05 – Piracicaba, Capivari e Jundiaí	31	UGRHI 16 – Tietê/Batalha	15
UGRHI 06 – Alto Tietê	10	UGRHI 17 – Médio Paranapanema	4
UGRHI 07 – Baixada Santista	3	UGRHI 18 – São José dos Dourados	2
UGRHI 08 – Sapucaí/Grande	5	UGRHI 19 – Baixo Tietê	9
UGRHI 09 – Mogi-Guaçu	18	UGRHI 20 – Aguapeí	1
UGRHI 10 – Sorocaba/Médio Tietê	16	UGRHI 21 – Peixe	1
UGRHI 11 – Ribeira do Iguape/Litoral Sul	2	UGRHI 22 – Pontal do Paranapanema	3

O número de ocorrências por UGRHI ao longo do ano de 2019 está discriminado na Tabela 13 do Apêndice J, assim como o registro dos atendimentos feitos pelas Agências Ambientais e/ou Setor de Comunidades Aquáticas.

9.2 Ocorrências nas UGRHIs

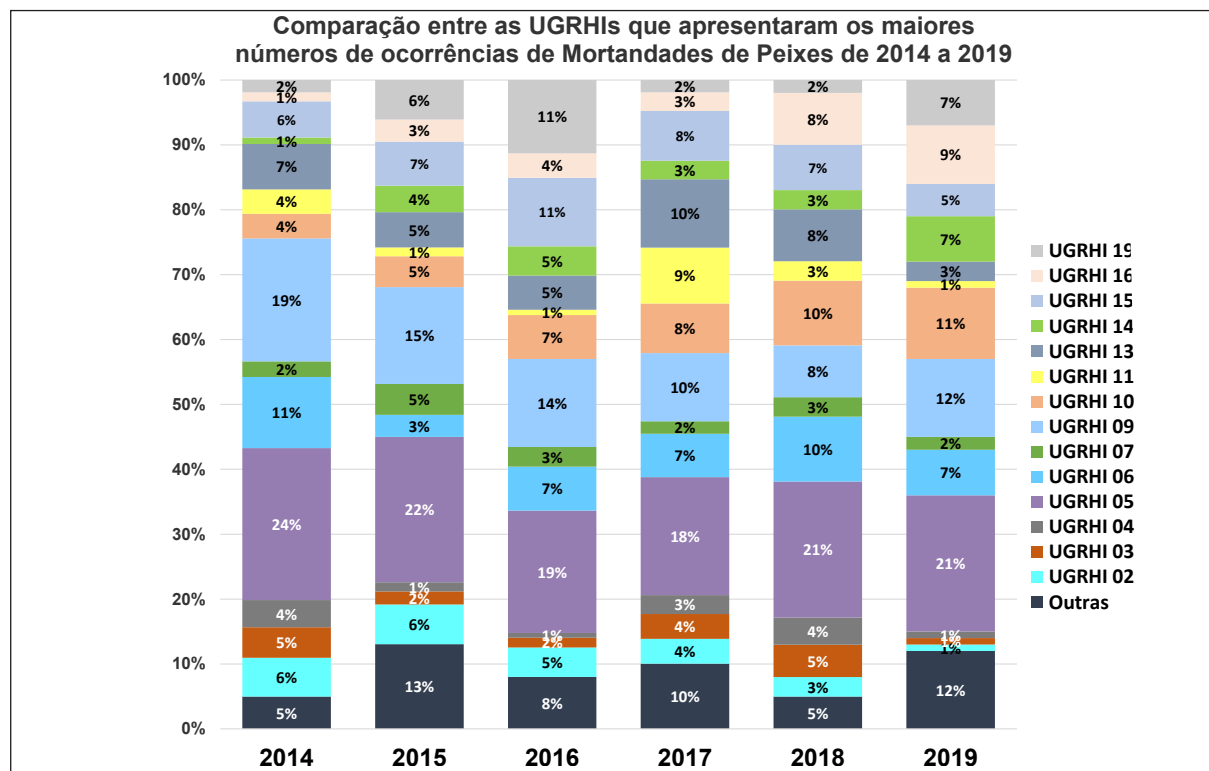
Entre os atendimentos realizados pela CETESB em 2019, quatorze UGRHIs concentraram 88% dos registros, enquanto as outras oito UGRHIs foram responsáveis pelos demais 12% das ocorrências reportadas. A única UGRHI que não apresentou registro de mortandade de peixes foi a UGRHI 1 – Mantiqueira.

Em 2019, assim como em anos anteriores, a UGRHI 5 – Piracicaba/Capivari/Jundiaí, teve a maior proporção de casos registrados (21%) no Estado, seguida pela UGRHI 09 – Mogi-Guaçu, que respondeu por 12% dos registros de mortandades em São Paulo. A UGRHI 10 – Sorocaba/ Médio Tietê, com 11% das ocorrências registradas no Estado foi a terceira maior taxa de registros de ocorrências em São Paulo.

Em quarto lugar, com 10% dos registros de ocorrências no Estado de São Paulo ficou a UGRHI 16 – Tietê/Batalha. As UGRHI 14 – Alto Paranapanema e a UGRHI 6 – Alto Tietê responderam cada uma por 7% dos registros ficando ambas em quinto lugar em número de ocorrências no Estado.

A distribuição espacial dessas ocorrências no Estado pode ser observada no Gráfico 9.2, o qual compara as UGRHIs que apresentaram as maiores parcelas relativas ao total de ocorrências de Mortandades de Peixes no estado de São Paulo no período de 2014 a 2019.

Gráfico 9.2 – Comparação entre as UGRHIs que apresentaram as maiores participações relativas (%) ao total de ocorrências de Mortandades de Peixes de 2014 a 2019.



9.3 Tendência nas UGRHIs

Considerando o número de ocorrências por UGRHI em relação ao número total de mortandades de peixes no estado, foi feita uma avaliação do comportamento de cada UGRHI entre 2014 e 2019 a fim de verificar a existência de tendência histórica de piora ou melhora ao longo desse período.

Algumas UGRHI apresentaram cenários de tendência de melhora nas condições após a análise dos registros de ocorrências. A UGRHI1 – Mantiqueira, que não apresentou registro de mortandade três anos consecutivamente, consolidou uma tendência de melhora.

A UGRHI 2 – Paraíba do Sul tem apresentado queda no número de registros de mortandades de peixes há alguns anos, diminuindo também a participação relativa dessa UGRHI no total de casos do estado, tendo sido registrados apenas dois casos em 2019.

A UGRHI 9 – Mogi-Guaçu apresentou queda no número de registros em relação a 2014 indicando uma tendência de melhora nas condições da UGRHI desde a crise hídrica.

Por fim, duas UGRHIs têm apresentado aumento tanto no número total de ocorrências como nas suas representações em relação ao número total de ocorrências do estado: UGRHI 10 – Sorocaba/Médio Tietê e UGRHI 16 – Tietê/Batalha. Devido a isso, essas UGRHIs apresentam cenário de tendência de piora na análise temporal. Os episódios de mortandades registrados na região da UGRHI 16, sobretudo no reservatório de Promissão entre janeiro e abril, contribuíram para esse cenário.

O Quadro 9.1 a seguir apresenta esquematicamente a tendência de melhora, piora, ou estabilidade por UGRHI.

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 2014 a 2019. (continua)

UGRHIs	Tendência
	2014 a 2019
UGRHI 01 – Mantiqueira	➡
UGRHI 02 - Paraíba do Sul	⬆
UGRHI 03 - Litoral Norte	➡
UGRHI 04 – Pardo	➡
UGRHI 05 - Piracicaba, Capivari e Jundiá	➡
UGRHI 06 - Alto Tietê	➡
UGRHI 07 - Baixada Santista	➡
UGRHI 08 – Sapucaí/Grande	➡
UGRHI 09 – Mogi-Guaçu	⬆
UGRHI 10 – Sorocaba/Médio Tietê	⬇
UGRHI 11 – Ribeira do Iguape/Litoral Sul	➡
UGRHI 12 – Baixo Pardo/Grande	➡
UGRHI 13 – Tietê/Jacaré	➡
UGRHI 14 – Alto Paranapanema	➡

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 2014 a 2019. (conclusão)

UGRHIs	Tendência
	2014 a 2019
UGRHI 15 – Turvo/Grande	➡
UGRHI 16 – Tietê/Batalha	⬇
UGRHI 17 – Médio Paranapanema	➡
UGRHI 18 – São José dos Dourados	➡
UGRHI 19 – Baixo Tietê	➡
UGRHI 20 – Aguapeí	➡
UGRHI 21 – Peixe	➡
UGRHI 22 – Pontal do Paranapanema	➡

- ⬇ - piora – tendência de aumento no número de ocorrências
 ⬆ - melhora – tendência de diminuição no número de ocorrências
 ➡ - estável – não há alteração sensível

9.4 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 2019. No apêndice Q podem ser consultados os eventos de 2019 que foram atendidos pelas Agências Ambientais da CETESB, Setor de Comunidades Aquáticas ou outros órgãos oficiais.

Quadro 9.2– Atendimentos de ocorrências de mortandade de peixes, realizados em 2019 pela CETESB (continua)

MORTANDADE DE PEIXES E/OU ORGANISMOS AQUÁTICOS - 2019– ATENDIMENTO REALIZADO PELAS AGÊNCIAS AMBIENTAIS E/OU SETOR DE COMUNIDADES AQUÁTICAS					
Data	UGRHI	Local	Organismo	Motivo	Município/Atendimento
3/1	9	Lagos do Parque Ecológico	Diversas variedades de peixes, identificação não foi possível	Queda na concentração de oxigênio dissolvido na água associada à floração de cianobactérias e eutrofização do lago	Araras. Atendimento realizado pela Secretaria do Meio Ambiente do Município de Araras
10/1	7	Baía de Santos	Diversas variedades de peixes, identificação não foi possível	Provável entupimento das brânquias por floração de algas (<i>Trichodesmium</i> sp)	Santos. Atendimento realizado pela Agência Ambiental de Santos - CMN, IBAMA e Setor de Comunidades Aquáticas - ELHC
12/2	16	Córrego do Sobrado	Carás, corvinas, lambaris, crustáceos e moluscos	Queda na concentração de oxigênio dissolvido na água associada à floração de cianobactérias e eutrofização do córrego	Adolfo. Atendimento realizado pela Agência Ambiental de São José do Rio Preto - CFR

Quadro 9.2– Atendimentos de ocorrências de mortandade de peixes, realizados em 2019 pela CETESB (continua)

MORTANDADE DE PEIXES E/OU ORGANISMOS AQUÁTICOS - 2019– ATENDIMENTO REALIZADO PELAS AGÊNCIAS AMBIENTAIS E/OU SETOR DE COMUNIDADES AQUÁTICAS					
Data	UGRHI	Local	Organismo	Motivo	Município/Atendimento
28/2	16	Córrego do Esgotão	Corvinas, tilápias	Queda na concentração de oxigênio dissolvido na água associada à floração de cianobactérias e eutrofização do córrego	Sabino Atendimento realizado pela Agência Ambiental de Marília - CFM
15/3	5	Lagoa do Jardim dos Ipês	Tilápias	Queda na concentração de oxigênio dissolvido em decorrência de contaminação devido a vazamento na rede de esgoto	Nova Odessa. Atendimento realizado pela Agência Ambiental de Americana - CJA
22/3	6	Represa Billings	Manjuba de água doce, bagres, traíras, lambaris do rabo vermelho, carpas, carás	Queda na concentração de oxigênio dissolvido em decorrência de desestratificação da coluna de água associada a floração de cianobactérias	São Paulo. Atendimento realizado pela Agência Ambiental do ABC II - CLD, pelo Setor de Comunidades Aquáticas - ELHC e pela Divisão de Amostragem - ELC
1/4	16	Córrego do Cervinho	Peixes-porquinho, patros, camarões de água doce	Queda na concentração de oxigênio dissolvido na água associada à floração de cianobactérias e eutrofização do córrego	Sales. Atendimento realizado pela Agência Ambiental de São José do Rio Preto (CFR) com suporte técnico telefônico do - ELHC
28/4	16	Ribeirão Barra Mansa, "prainha" de Mendonça	Diversas variedades de peixes, identificação não foi possível	Queda na concentração de oxigênio dissolvido em decorrência de desestratificação da coluna de água associada à floração de cianobactérias	Mendonça. Atendimento realizado pela Agência Ambiental de São José do Rio Preto - CFR
11/6	6	Córrego da bacia do Rio São Lourenço	Diversas variedades de peixes, identificação não foi possível	Contaminação por vazamento de óleo diesel em decorrência de acidente ferroviário	Itapeverica da Serra. Atendimento realizado pela Agência Ambiental de Embu das Artes - CLB e Setor de Atendimento a Emergências - CEEQ
9/7	5	Lagoa do João Aranha	Tilápias	Queda de concentração de oxigênio dissolvido na água do lago devido à contaminação por esgoto	Paulínia. Atendimento realizado pela Agência Ambiental de Paulínia - CJU
8/8	5	Lago do Parque Ecológico do Jardim do Lago	Tilápias	Queda na concentração de oxigênio dissolvido em decorrência de contaminação por esgoto devido a vazamento na rede	Limeira. Atendimento realizado pela Secretaria do Meio Ambiente de Limeira
15/8	5	Ribeirão dos Toledos	Traíras, tilápias, cascudos, bagres	Provável queda de oxigênio dissolvido na água em decorrência da vazão reduzida do córrego	Santa Bárbara D'Oeste. Atendimento realizado pela Defesa Civil e Secretaria do Meio Ambiente de Santa Bárbara D'Oeste
3/9	5	Rio Piracicaba	Dourados, corimbátas, piaparas, piracanjuba, cascudos, mandis, lambaris, piavas, taguaras, piaçus	Queda na concentração de oxigênio dissolvido na água em decorrência do baixo nível do rio associado ao revolvimento do sedimento do fundo causado por chuvas	Piracicaba. Atendimento realizado pela Agência Ambiental de Piracicaba - CJP)
3/9	9	Rio Mogi Guaçu	Mandis, tilápias, lambaris	Queda na concentração de oxigênio dissolvido na água em decorrência da contaminação por esgoto	Araras. Atendimento realizado pela Agência Ambiental de Mogi Guaçu - CGG
8/10	2	Córrego e pesqueiro	Diversas variedades de peixes, identificação não foi possível	Contaminação por óleo diesel e etanol devido a um acidente rodoviário com o caminhão tanque fracionado que os transportava	Guararema. Atendimento realizado pela Agência Ambiental de Mogi das Cruzes - CLM e Setor de Atendimento a Emergências - CEEQ
14/10	5	Pesqueiro Recanto da Garça	Tambaquis, tilápias	Obstrução da rede de esgoto provocou vazamento que levou à contaminação do corpo de água	Campinas. Atendimento realizado pela Agência Ambiental de Campinas - CJC
21/10	8	Rio Sapucaí	Dourados, pintados, mandis, cascudos, tilápias	Provável aumento na vazão do rio e ressuspensão do sedimento de fundo com consequente queda de oxigênio dissolvido na água	Guará. Atendimento realizado pela Agência Ambiental de Franca - CGF
8/11	9	Córrego afluente do Córrego da Alegria	Diversas variedades de peixes, identificação não foi possível	Contaminação por óleo diesel, gasolina e etanol devido a acidente rodoviário com o caminhão tanque que os transportava	Mogi Mirim. Atendimento realizado pela Agência Ambiental de Mogi Guaçu - CGG

Quadro 9.2– Atendimentos de ocorrências de mortandade de peixes, realizados em 2019 pela CETESB (conclusão)

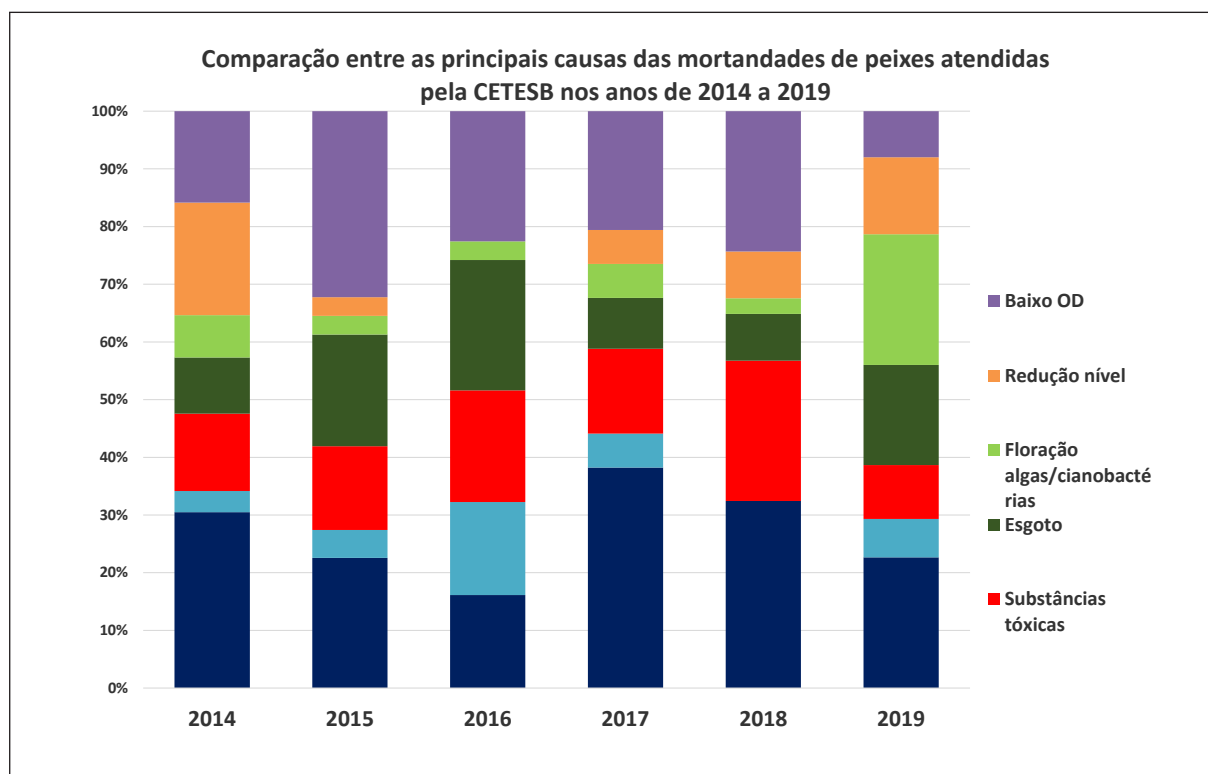
MORTANDADE DE PEIXES E/OU ORGANISMOS AQUÁTICOS - 2019– ATENDIMENTO REALIZADO PELAS AGÊNCIAS AMBIENTAIS E/OU SETOR DE COMUNIDADES AQUÁTICAS					
Data	UGRHI	Local	Organismo	Motivo	Município/Atendimento
11/11	9	Rio Mogi Guaçu	Diversas variedades de peixes, identificação não foi possível	Queda na concentração de oxigênio dissolvido na água em decorrência da contaminação por esgoto proveniente de montante	Leme. Atendimento realizado pela Agência Ambiental de Mogi Guaçu - CGG
16/12	8	Represa de Jaguará	Diversas variedades de peixes, identificação não foi possível	Manutenção na usina hidrelétrica de Salto Grande sob responsabilidade da concessionária da CPFL causou o rebaixamento do nível de água do reservatório e aprisionamento de peixes enquanto o nível da água abaixava	Rifaina. Atendimento realizado pela Polícia Ambiental
26/12	14	Rio Taquari	Bagres, mandis, tabaranas e traíras	Queda na concentração de oxigênio dissolvido na água devido ao baixo nível do rio e a alta temperatura	Taquarituba. Atendimento realizado pela Agência Ambiental de Avaré - CMA

9.5 Causas das Mortandades de Peixes

Aproximadamente 78% das ocorrências atendidas pela CETESB em 2019 puderam ser esclarecidas, porcentagem maior do que a registrada em 2018. As ocorrências resultantes de florações de algas ou cianobactérias potencialmente tóxicas foram constatadas com uma frequência bastante alta em 2019. Florações de cianobactérias foram a causa de 23% dos registros de atendimento a mortandades de peixes no estado de São Paulo. As mortandades decorrentes da contaminação por esgotos domésticos representaram aproximadamente 18% dos atendimentos, enquanto as ocorrências causadas pela contaminação por substâncias tóxicas representaram 9% dos casos atendidos. Os registros decorrentes de baixa concentração de oxigênio dissolvido (OD) na água (8%) e baixa concentração de OD na água devido à redução no nível do corpo de água (14%) representaram uma parcela menor dos atendimentos em 2019 do que no ano anterior. Foram chamadas de “outras”, causas de ocorrências de mortandade de peixes diferentes das que constam no gráfico, sendo que estas representaram 7% dos atendimentos realizados.

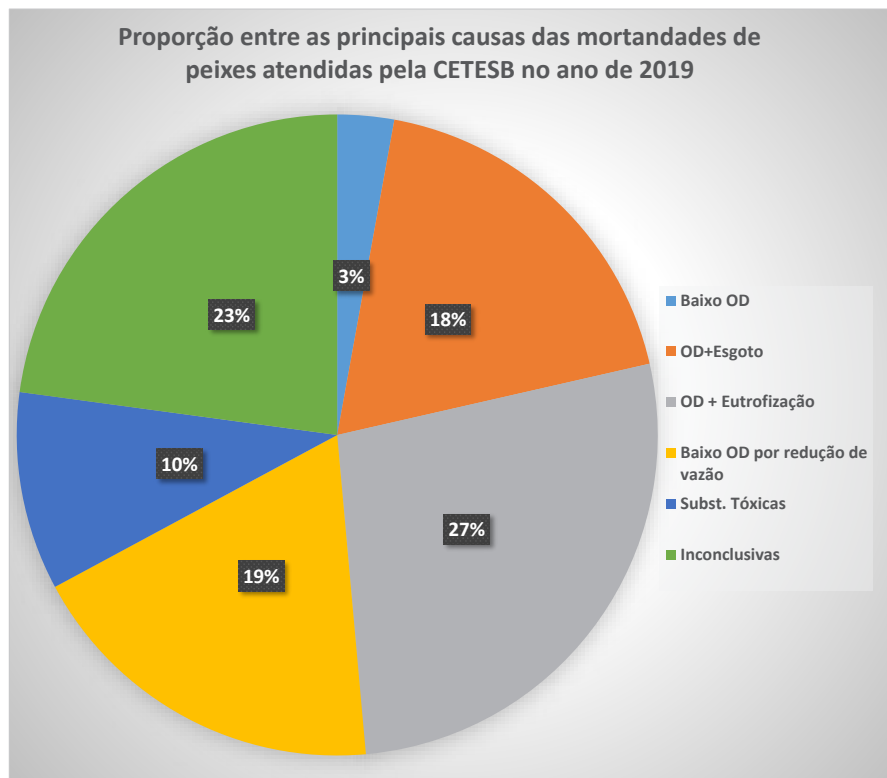
A proporção entre as principais causas de mortandades no período de 2014 a 2019 pode ser observada no Gráfico 9.3.

Gráfico 9.3 – Proporção entre as principais causas das ocorrências de mortandade de peixes atendidas pela CETESB no período de 2014 a 2019.



Alguns eventos de mortandade de peixes podem ser decorrentes de uma combinação de fatores, como baixo OD devido à contaminação pontual por esgotos ou por cargas difusas (escoamento urbano ou de origem agropecuária), de eutrofização do corpo de água com a ocorrência de floração de cianobactérias, ou de queda no nível da água por redução na vazão, fatos que aconteceram em 2019 em várias ocasiões.

Um detalhamento das causas das mortandades de peixes em 2019 pode ser visto no Gráfico 9.4.

Gráfico 9.4 – Detalhamento das causas das mortandades de peixes no Estado de São Paulo em 2019.

A eutrofização de corpos de água, com floração de cianobactérias, tóxicas ou não, foi a causa mais frequente de morte de peixes entre os atendimentos registrados. Nesses casos, a queda de OD é uma das causas da morte dos peixes, pois em um ambiente onde se constata grande quantidade de microalgas, geralmente, no período diurno são registrados valores elevados de oxigênio dissolvido e no período noturno o inverso, ou seja, queda na concentração de oxigênio dissolvido, que vai prejudicar a qualidade da água tanto para o abastecimento como também para a preservação da vida aquática, levando à morte de organismos no local.

Vale destacar que do início de janeiro até o final do mês de abril de 2019, as agências ambientais da CETESB realizaram dez atendimentos a ocorrências de mortandades de peixes nativos e em tanques-rede ligadas a intensas florações de cianobactérias na região do Médio Tietê (UGRHI 16 e 19). Muitos desses atendimentos se estenderam por vários dias, envolvendo diversos agentes devido à dimensão do problema e da área envolvida e estiveram associados, entre outros fatores, ao déficit de chuvas em 2018 e 2019, bem como altas temperaturas nesse período, para a região.

A queda de OD e a contaminação por esgoto também são indissociáveis já que esse tipo de contaminação tem alta carga orgânica e leva ao consumo do oxigênio disponível no local e também podem ter ação tóxica.

A redução de vazão foi também uma das causas de mortandade de peixes de grande frequência em 2019, mas com dois cenários diferentes. Em alguns casos, a redução de vazão foi decorrente de um ano mais seco já que em 2019 a intensidade das chuvas no estado foi 12% menor em relação à média histórica. Embora haja variações na ocorrência de chuvas, com relação às médias históricas ao longo dos meses nas diferentes UGRHIs, destacam-se, em 2019, os meses de janeiro e outubro, mais secos em todas elas. Em outros casos, a redução no nível do corpo de água foi devida a manobras de manutenção em usinas hidrelétricas.

A UGRHI 5, por exemplo, que no ano de 2019 teve intensidade de chuvas 7% inferior à média histórica, apresentou no mês de outubro, que já seria o início do período de chuvas, média mensal de 48 mm, bem abaixo dos 122 mm esperados, bem como o maior número de casos de mortandade de peixes (8) nos registros mensais de 2019. Nessa UGRHI cinco ocorrências de mortandade de peixes foram relacionadas à alteração de vazão.

A contaminação por substâncias tóxicas foi causada, em sua maioria, por acidentes rodoviários, mas também houve registro de acidente ferroviário e descarte irregular na margem de rodovias.

Os atendimentos realizados pela CETESB – Sede e Agências Ambientais ocorreram ao longo de todo o ano de 2019, com 40% dos atendimentos no período seco (de abril a setembro) e 60% no período chuvoso (de janeiro a março e de outubro a dezembro).

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 2019 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 2019, a Rede de Monitoramento para avaliação da qualidade das águas do estado de São Paulo, com um total de 477 pontos, passou a ter uma densidade de 1,92 pontos/1000 km², superando o critério de densidade de pontos recomendado pela Comunidade Econômica Europeia (CEE) de 1,0 ponto/1000 km².

A qualidade das águas, avaliada pelo IQA, praticamente não se alterou em 2019 em relação aos últimos três anos, 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 2019, em relação aos últimos três anos, esteve associada principalmente ao aumento da eutrofização em algumas regiões do estado.

Do ponto de vista hidrológico, as chuvas no estado, em 2019, atingiram um acumulado de 1.244 mm, ou seja, cerca de 12% inferior à média geral dos 24 anos anteriores. Das 22 UGRHs, 16 apresentaram volumes anuais de chuva inferiores às respectivas médias históricas, destacando-se os déficits de 36% na bacia do rio Paranapanema (UGRHI 14) e de 26% na bacia do rio São José dos Dourados (UGRHI 18). O período chuvoso registrou 15,8% menos precipitação que a média histórica, com destaque para os meses de janeiro e outubro, bem mais secos.

O percentual de tratamento de esgotos domésticos no estado de São Paulo, em 2019, manteve-se em um nível ao redor de 60%. Nesse ano, entraram em operação alguns sistemas de tratamento de esgotos nos municípios de Santa Isabel e Cruzeiro, ao passo que os municípios de Agudos, Lavrinhas, Barra Bonita e Itararé tiveram um aumento na porcentagem de tratamento de esgotos superior a 50% em relação a 2018. Contudo, a carga orgânica remanescente no estado permanece em torno de 1000 t DBO dia⁻¹. Salienta-se, portanto, que para atingir a universalização do tratamento de esgotos no estado é importante a continuidade nos investimentos.

Nas UGRHs 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 58% de toda a carga orgânica remanescente do estado. Em 2019, catorze UGRHs, que concentram uma população de cerca de 16 milhões de pessoas, mantiveram uma nota de ICTEM superior a 7, com destaque para as UGRHs 15 - Turvo Grande e 22 - Pontal do Paranapanema, que quase atingiram a nota máxima. A UGRHI 7 apresentou uma melhora da nota do ICTEM em 2019, decorrente da alteração da metodologia de cálculo do índice, que passou a considerar também os sistemas de disposição oceânica compostos por EPCs mais emissário submarino.

Embora a maioria dos rios no estado tenha apresentado qualidade Boa, existem rios com qualidade Ruim e Péssima, de acordo com o IQA. Nessas categorias foram classificados 16% dos pontos, sendo que metade desses estão enquadrados na Classe 4. Tal classificação foi influenciada pela baixa capacidade de diluição desses corpos hídricos e pela elevada carga orgânica remanescente decorrente principalmente da presença de esgotos domésticos.

No entanto, na bacia do Alto Tietê, no trecho que atravessa a Região Metropolitana de São Paulo até Laranjal Paulista, apesar da classificação predominantemente Ruim, houve sensível melhora da qualidade

da água, com IQA acima da média histórica. Essa melhora pode ser explicada pela queda nas concentrações médias de DBO, Nitrogênio Amônia, Fósforo Total e da Turbidez e aumentos nos níveis médios de OD em relação à média histórica em praticamente todo esse trecho.

O rio Pinheiros manteve classificação do IQA semelhante a 2018, entre Regular e Péssima, porém com aumento nos níveis de Oxigênio Dissolvido e queda nas concentrações de DBO nos pontos PINH 04100 e PINH 04250, localizados no seu trecho superior.

Outros corpos de 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: rio Ribeirão Vermelho (VEME 04250) em São Paulo, córrego Piedade (IADE 04500) em São José do Rio Preto, assim como em 2018. Nesse sentido, reforça-se a ideia de que os Comitês de Bacias Hidrográficas das UGRHs 6 e 15, 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, teve 75% dos pontos, onde são realizadas essas medições, nas categorias Ótima, Boa e Regular, que é um patamar abaixo daquele verificado nos anos anteriores, na faixa de 80%, uma vez que em 2019 foi realizada apenas uma campanha, ao invés de duas, no período de estiagem. Esses resultados confirmam 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, e que teve maior peso na média anual em 2019. 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 14 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 2019 houve aumento nas concentrações médias desse protozoário nas captações de Piracicaba, no rio Piracicaba (PCAB 02220) e Sumaré, no rio Atibaia (ATIB 02800). Já os resultados de 2019 de *Giardia* spp., em relação ao histórico, apresentaram aumento significativo no ribeirão dos Cristais, captação de Cajamar (CRIS 03400). No entanto, os resultados encontrados na maioria das captações requerem que os sistemas produtores garantam a eficiência na remoção desses patógenos. Esses resultados evidenciam a necessidade de uma política de gestão de risco, a ser efetivada pelo Centro de Vigilância Sanitária em conjunto com as empresas de saneamento.

O índice que avalia a proteção da vida aquática (IVA) foi afetado, principalmente, pelo grau de trofia, seguido das baixas concentrações de Oxigênio Dissolvido e dos efeitos tóxicos, que juntos representaram 87% dos fatores que resultaram em classificações Ruim e Péssima em 2019. Com relação à eutrofização, destacam-se as Regiões Metropolitanas de São Paulo, Campinas e Baixada Santista, além da Região de Sorocaba, que apresentaram corpos hídricos com classificação Super e Hipereutrófica, resultantes da presença de carga orgânica oriunda do lançamento de esgotos domésticos e industriais, bem como de fontes difusas. Na Bacia do Alto Tietê, os reservatórios Billings e Guarapiranga, utilizados para abastecimento público, apresentaram estado trófico elevado, assim como os reservatórios de Salto Grande e Barra Bonita, nas UGRHs 5

e 10, respectivamente. Na maioria dos pontos localizados no Médio e Baixo Tietê, houve piora nas condições tróficas, exibindo classificações indicativas de ambientes extremamente eutrofizados.

Com relação ao Índice da Comunidade Fitoplanctônica - ICF, 51% de pontos foram classificados nas categorias Boa e Ótima em 2019 e 38% foram classificados como Regular representando uma pequena piora em relação a 2018. Aproximadamente 60% dos pontos apresentaram, em ao menos uma amostragem, concentração de células de cianobactérias superior ao estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/2005. Alguns pontos localizados no Complexo Billings, reservatórios Guarapiranga e Promissão e no córrego Esgotão, também eutrofizados, apresentaram classificação anual Ruim para o ICF, principalmente, em razão da elevada densidade de organismos e dominância de cianobactérias.

No tocante aos metais tóxicos, associados ao lançamento de efluentes industriais, destaca-se a baixa porcentagem (inferior a 2%) de valores em desacordo com os padrões de qualidade de água da Classe 2, indicando efetividade nas ações de controle e fiscalização dessas fontes. Os metais Cádmio, Crômio, Chumbo, Níquel e Zinco ocorreram em maiores concentrações, principalmente, nos pontos da UGRHI 6, no rio Tietê e seus afluentes, seguida da UGRHI 5, no rio Capivari e no ribeirão Tatu, em cujas bacias se concentram atividades industriais. Ressaltam-se as desconformidades registradas para o Cobre Dissolvido nos reservatórios do Rio Grande e Guarapiranga, associadas, possivelmente, à aplicação do algicida Sulfato de Cobre para controle das florações de cianobactérias.

Em 2018 e 2019, os agrotóxicos foram monitorados na água superficial em 23 pontos, localizados nas UGRHIs com maior representatividade de uso agrícola, sendo quantificados com frequência superior a 30% o Fipronil, Diuron, Tebutiuron, Carbedazim e Imidacloprido. As maiores frequências de desconformidades em relação aos valores ecotoxicológicos da OPP-USEPA foram registradas para os inseticidas Fipronil (25 a 35%) e o Imidacloprido (34 a 43 %), em pontos localizados nas UGRHIs 4, 5, 9, 13, 18, 20 e 21.

Dentre os contaminantes emergentes do grupo dos fármacos, a CETESB iniciou, em 2018, o monitoramento da atividade de glicocorticoides em 11 pontos, sendo selecionados, em 2019, os quatro pontos que apresentaram maior potencial para presença dessas substâncias. Essa atividade foi detectada em 7% de todas as amostras analisadas, com destaque para o ribeirão Pires (PIRE 02900) e rio Capivari (CPIV 02130). Apesar de não existirem critérios legais, as concentrações detectadas não apresentam risco à saúde humana, de acordo com a literatura científica.

O principal problema apontado na avaliação da qualidade dos sedimentos é o enriquecimento orgânico, na maioria dos casos decorrente da descarga de efluentes domésticos e de fontes difusas, tais como a atividade agropecuária. Essa foi a principal causa de alteração observada na comunidade de organismos de fundo. Com relação aos contaminantes potencialmente tóxicos, em 11 dos 24 ambientes investigados em 2019, 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 do rio Grande, Billings e Guarapiranga e o rio Baquirivu na UGRHI 6 e o rio Caiuá, na UGRHI 22. Por outro lado, o rio Piracuama, na UGRHI 2 foi o que apresentou melhor qualidade.

Dentre os contaminantes orgânicos analisados nos sedimentos, os Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos - HPAs foram quantificados em diversas bacias, mas apenas na UGRHI 6, nos reservatórios Billings

e Guarapiranga e no rio Baquirivu, superaram os valores orientadores indicando potencial de causar efeito negativo à biota. Os pesticidas DDD, DDE, Hexaclorobenzeno e Permetrina foram quantificados nas UGRHIs 5, 6, 20 e 22, sendo o DDE quantificado em 42% dos ambientes analisados, superando a concentração limite de PEL no reservatório Billings (UGRHI 6) e no ribeirão Caiuá (UGRHI 22). A Permetrina inseticida de uso doméstico para controle de piolhos, moscas, pulgas e carrapatos foi detectada nos sedimentos dos reservatórios Billings e Guarapiranga, em concentrações acima de valores propostos na literatura científica para a proteção das comunidades aquáticas. Dioxinas e Furanos foram quantificados em mais de 90% dos ambientes analisados, superando PEL apenas no sedimento do reservatório do Rio Grande, na UGRHI 6, como em 2018. Em 2019 foi iniciado monitoramento dos Éteres Difenílicos Polibromados - PBDE que não possuem padrões de qualidade legais, mas são substâncias banidas e consideradas poluentes orgânicos persistentes - POPs pela Convenção de Estocolmo. Apesar de não serem produzidos no Brasil, os PBDEs são usados como retardantes de chama em muitos produtos. Em 96% das amostras de sedimento analisadas pelo menos um dos congêneres de PBDE foi quantificado, embora apenas em duas amostras dos reservatórios Billings e Guarapiranga tenham superado os valores orientadores propostos pelo Canadá, apresentando potencial para causar efeito negativo à biota.

Por meio das amostragens e análises realizadas no monitoramento de 2019, os seguintes organismos exóticos invasores, que prejudicam a biota natural, foram observados nos corpos de água: os moluscos bivalves *Limnoperna fortunei* (mexilhão-dourado) e *Corbicula fluminea*; o gastrópode *Melanoides tuberculatus* e a microalga fitoplanctônica *Ceratium*. A espécie *Corbicula fluminea* foi registrada pela primeira vez em algumas localidades, tais como o rio Jundiá-Mirim, o córrego das Marrecas (juntamente com *M. tuberculatus*) e o ribeirão Caiuá, sendo que neste último ocorreram também *M. tuberculatus* e *L. fortunei*.

Em 2019, verificou-se 151 registros de mortandades de peixes no estado de São Paulo. As bacias dos rios Piracicaba-Jundiá-Capivari – PCJ (UGRHI 5), UGRHI 9 – Mogi-Guaçu, Sorocaba – Médio Tietê (UGRHI 10) e UGRHI 16 – Tietê/Batalha, concentraram mais da metade (53%) das ocorrências registradas. Considerando os últimos seis anos, verificou-se tendência de melhora nas UGRHIs 2 (Paraíba do Sul) e 9 (Mogi-Guaçu) e de piora nas UGRHIs 10 (Sorocaba-Médio Tietê) e UGRHI 16 – Tietê/Batalha. As mortandades resultantes de florações de algas ou cianobactérias potencialmente tóxicas representaram 23% dos registros de atendimento no estado de São Paulo, com destaque para diversas ocorrências nas regiões do Médio e Baixo Tietê, no início do ano.

A avaliação da qualidade das águas dos corpos hídricos paulistas e das fontes poluidoras, em 2019, indicou 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 disso, ações integradas de prevenção e controle da poluição, planejamento urbano, combate às 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 na aprovação dos Planos de Bacia entre diversos atores da sociedade civil organizada, incluindo gestores de recursos hídricos, empresários, representantes do agronegócio, bem como empresas de saneamento, além de sugerir providências necessárias ao cumprimento de metas de qualidade, recomposição das matas ciliares, 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.
- AGOSTINHO, A. A.; VITORINO JUNIOR, O.B; PELICICE, F. Nota Técnica: Riscos ambientais do cultivo de tilápia em tanques redes. **Boletim Sociedade Brasileira de Ictiologia**, nº 124. 2017.
- 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, DC:2006. 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.
- BATISTA, B. D. Fitoplâncton da região central do lago Paranoá, DF; uma abordagem ecológica e sanitária. Dissertação de mestrado. Universidade Católica de Brasília. Brasília. 2011
- 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.

BRAND W., DE JONGH C. M., VAN DER LINDEN S. C., MENNES W., PUIJKER L. M., VAN LEEUWEN C. J., VAN WEZEL A. P., SCHRIKS M., HERINGA M. B., Trigger values for investigation of hormonal activity in drinking water and its sources using CALUX bioassays, **Environment International**, 55, p. 109-118, 2013.

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 Bertioxa.** 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 sancti-caroli* – sedimento. Versão 12. São Paulo, 2017. 7 p.

_____. **Valores da condição de qualidade dos solos da bacia hidrográfica do Alto Tietê – UGRHI 6 e da Região Metropolitana de São Paulo – RMSP.** São Paulo, 2008. 70 p.

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.

CÔRREA, A. C. G. Modelos qualitativos de simulação sobre a dinâmica do plâncton em diferentes estados de trofia no lagoa Paranoá, DF. Dissertação de mestrado. Universidade de Brasília. Brasília. 2011.

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.

GREEN, J. Geographical variation in rotifers associated with *Microcystis* blooms. **Hydrobiologia**, v.662, p. 197-204, 2011.

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).

IS. **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.
- P-BDS-085. Analyzing samples with U2-OS CALUX bioassays using sigmoidal dose response curves (with 0.1% or 1% DMSO). **BDS – BioDetection Systems**, versão D, 2013.
- 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.
- RENGEFORS, K. et al. Experimental investigation of taxon-specific response of alkaline phosphatase activity in natural freshwater phytoplankton. **Limnology and Oceanography**, v.48, n. 3, p. 1167–1175, 2003.
- 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.ª ed. 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

ISBN 978-65-5577-011-7

Acompanhe as redes sociais da CETESB:



Site: cetesb.sp.gov.br



Facebook: facebook.com/cetesbsp



Linkedin: linkedin.com/company/cetesb



Instagram: instagram.com/cetesbsp



SoundCloud: soundcloud.com/cetesbsp