

PLANO DE RECURSOS
HÍDRICOS DAS BACIAS
HIDROGRÁFICAS DOS
RIOS PIRACICABA,
CAPIVARI E JUNDIAÍ
2020-2035

CADERNO TEMÁTICO DE

Enquadramento dos corpos d'água superficiais

Realização



COMITÊS PCJ

TITULAR DA OBRA

COMITÊS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS PIRACICABA, CAPIVARI E JUNDIAÍ
FUNDAÇÃO AGÊNCIA DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS PIRACICABA, CAPIVARI E JUNDIAÍ
Rua Alfredo Guedes, 1949 - Sala 604
Higienópolis – CEP 13416-901
Piracicaba - SP
Fone/Fax: (19) 3437-2100
www.comitespcj.org.br
www.agencia.baciaspcj.org.br

TÍTULO DO DOCUMENTO ¹

Plano de Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí, 2020 a 2035 - Caderno Temático de Enquadramento dos Corpos d'Água Superficiais.

AUTOR-ENTIDADE DO PLANO DAS BACIAS PCJ 2020 A 2035

Consórcio Profill-Rhama - Profill Engenharia e Ambiente S.A. e Rhama Consultoria, Pesquisa e Treinamento.
Endereço:
Profill Engenharia e Ambiente S.A: Avenida Iguaçu, 451 6º andar – Petrópolis; Porto Alegre/RS;
CEP: 90470-430
Contato: profill@profill.com.br
Rhama Consultoria, Pesquisa e Treinamento:
Avenida Cristóvão Colombo, 3084/702 – Floresta; Porto Alegre/RS;
CEP: 90560-002
Contato: contato@rhama.com.br

LOCAL DA PUBLICAÇÃO

PIRACICABA - SÃO PAULO – BRASIL

MÊS E ANO DE PUBLICAÇÃO

dezembro/2020

Nota 1 O presente documento tem finalidade de comunicação e foi preparado pela Coordenação de Sistema de Informações da Agência das Bacias PCJ, com base no Relatório Final do Plano das Bacias PCJ 2020 a 2035, que por sua vez foi aprovado pela Deliberação dos Comitês PCJ nº 332/2020. O conteúdo deste caderno não sobreposição nem substitui o Relatório Final do Plano das Bacias PCJ 2020 a 2035.

**Dados de Catalogação na Publicação
DIVISÃO DE BIBLIOTECA - DIBD/ESALQ/USP**

Plano de recursos hídricos das bacias hidrográficas dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí, 2020 a 2035: caderno temático de enquadramento dos corpos d'água superficiais / executado por Consórcio Profill-Rhama; organizado por Comitês das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí e Fundação Agência das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí. - - Piracicaba : Consórcio Profill-Rhama, 2020.
158 p. : il.

Publicado originalmente no Relatório Final do Plano das Bacias PCJ 2020 a 2035

1. Águas superficiais 2. Bacias hidrográficas 3. Recursos hídricos - Planejamento 4. Rio Piracicaba 5. Rio Capivari 6. Rio Jundiaí I. Consórcio Profill-Rhama II. Comitês das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí. III. Fundação Agência das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí. IV. Título

CDD 551.483

Elaborada por Maria Angela de Toledo Leme - CRB-8/3359

**COMITÊS DE BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS
RIOS PIRACICABA, CAPIVARI E JUNDIAÍ**

CBH-PCJ

Barjas Negri – Presidente (afastado a pedido em abril/2020)
Marco Antônio dos Santos – Vice-presidente (Presidente em exercício desde abril/2020)
Luiz Roberto Moretti – Secretário Executivo
André Luiz Sanchez Navarro – Secretário Executivo Adjunto

PCJ FEDERAL

Barjas Negri – Presidente (afastado a pedido em abril/2020)
José Maria do Couto – 1ª Vice-presidente (afastado a pedido em abril/2020 e desligado em julho/2020)
Marco Antônio dos Santos – 2ª Vice-presidente e Presidente em exercício (de abril a agosto/2020)
Damião Aparecido do Couto – 1ª Vice-presidente e Presidente em exercício (de agosto a setembro/2020)
Sidney José da Rosa – 1ª Vice-presidente e Presidente em exercício (desde outubro/2020)
Luiz Roberto Moretti – Secretário Executivo

CBH-PJ 1

José Maria do Couto – Presidente (afastado a pedido em abril/2020 e desligado em junho/2020)
Damião Aparecido do Couto – Presidente em exercício (de abril a setembro/2020), Vice-presidente (até setembro/2020) e Secretário Executivo (desde outubro/2020)
Sidney José da Rosa – Presidente (desde outubro/2020) e Secretário Executivo (até setembro/2020)
Laene Fonseca Vilas Boas - Secretária Executiva Adjunta (até setembro de 2020) e Vice-presidente (desde outubro/2020)

Jeferson Benedito Rennó – Secretário Executivo Adjunto (de outubro até novembro/2020)

**COORDENAÇÃO DOS TRABALHOS DO PLANO DAS
BACIAS PCJ 2020 A 2035**

CÂMARA TÉCNICA DO PLANO DE BACIAS

Adriana A. R. Vahteric Isenburg (ASSEMAE)
André Luiz Sanchez Navarro (SIMA)
Raquel Eliana Metzner (IPSA-C)
Tarciani B. Baia Santos (ASSEMAE)
Viviane Maria Beduschi de Arantes (DAEE)
Harold Gordon Fowler (*in memoriam*) (IPSA/ UNESP-IB)

**GRUPO TÉCNICO DE ACOMPANHAMENTO DO
PLANO DAS BACIAS PCJ 2020 A 2035**

Amanda Alves de Lima (ASSEMAE)
Ana Paula Fernandes Abrahão (ABCON)
André Luiz Sanchez Navarro (SIMA)
Andréia Daniela Modenez Carvalho (DAEE)
Angelo César Bosqueiro (CATI)
Camila Barbosa (Instituto Agir Ambiental)
Carlos Alberto Miranda da Silva (AESABESP)
Carlos Henrique da Silva (IPSA-C)
Daniela Valerio Debbani (P.M. de Jaguariúna)
Danielle França Nery (P.M. de Indaiatuba)
Denis Herisson da Silva (CDRS)
Fábio Alexandre Massa (DAE Valinhos)
Fernando Henrique Capato (P.M. de Holambra)
Flávio Forti Stenico (Consórcio PCJ)
Francisco Antonio Moschini (Consórcio Piraí)
Gilson Camargo da Silva (UNICA)
Gladis Meiry Matteo (ASSEMAE)
Gustavo Arthur Mechlin Prado (ASSEMAE)
Gustavo Ferraz de Arruda Vieira (CDRS)
Hélio Rubens G. Figueiredo (SABESP)
Henrique Bellinaso (CDRS)
Hugo Marcos Piffer Leme (SEMAE)
José Antonio Ferreira (DAE Jundiaí)
Karoline Monaro (P.M. de Indaiatuba)
Lara Dias de Jesus e Sousa (SABESP)
Lilian Cristina de Moraes Guimarães Bozzi
(Consórcio PCJ)
Luciana Carla Ferreira de Souza (P.M. de
Jaguariúna)
Luiz Pannuti Carra (ABCON)
Marcelo Akira Mizutani (UNICA)
Márcio de Araújo Silva (ANA)
Maria das Graças Martini (DAE Jundiaí)
Mariana Vieira de Campos Kouichi (DAAE - Rio
Claro)

Martim de França Silveira Ribeiro (DAE Jundiaí)
Maurício Perissinotto (CDRS)
Maurício Polezi (SABESP)
Michele Consolmagno (CIESP - DR Bragança
Paulista)
Myrian Nolandí Costa (ASSEMAE)
Natália de Freitas Colesanti Perlette (ASSEMAE)
Natália Molina Franco (DAAE - Rio Claro)
Nilton de Santana (SABESP)
Osman Fernandes da Silva (ANA)
Paulo Roberto Iamarino (P.M. de Jaguariúna)
Paulo Roberto Szeligowski Tinel (ASSEMAE)
Petrus Bartholomeus Weel (P.M. de Holambra)
Rafael Jó Girão (Instituto Agir Ambiental)
Raquel Eliana Metzner (IPSA-C)
Ricardo Ferreira Abdo (P.M. de Jaguariúna)
Roberta Loureiro da Silva (DAE Valinhos)
Roberto Mario Polga (Consórcio Piraí)
Rosemeire Aparecida Moreira (DAE Jundiaí)
Sebastião Vainer Bosquilia (DAEE)
Silvana Turolla Broleze (P.M. de Jaguariúna)
Tarciani Benedita Baia Santos (ASSEMAE)
Thatiane Surian (DAAE - Rio Claro)
Vanessa Cristina do Carmo Kühl (Consórcio Piraí)
Vera Lúcia Rotger Aranha Gazal (SABESP)
Viviane Arana Sabadin Rosada (DAEE)

COLABORAÇÃO

CÂMARA TÉCNICA DE SANEAMENTO

Maria Aparecida Carvalho de Medeiros
(FT/UNICAMP)
Luís Eduardo Gregolin Grisotto (ABES-SP)
Ariella Machado de Oliveira Montebello (Prefeitura
de Saltinho)
Murilo Cesar Merloto (Prefeitura de Rio das Pedras)

CÂMARA TÉCNICA DE OUTORGAS E LICENÇAS

Cecília de Barros Aranha (DAEE)
Ednéa Aparecida Parada (CETESB)
Karine Alves Lima Ferrara (Associação
Hortifrutiflores de Jarinu)
Ariana Rosa Bueno Damiano (DAEE)

**CÂMARA TÉCNICA DE MONITORAMENTO
HIDROLÓGICO**

Alexandre Luis Almeida Vilella (FIESP)
Paulo Roberto Szeligowski Tinel
(ASSEMAE/SANASA)
Luís Filipe Rodrigues (ASSEMAE/SANASA)

**CÂMARA TÉCNICA DE USO E CONSERVAÇÃO DA
ÁGUA NA INDÚSTRIA**

Jorge Antonio Mercanti (CIESP - DR Campinas)
Jorge Marino Galgaro (CIESP - DR Campinas)
Anderson Munhos Bandeira (Miracema-Nuodex
Indústria Química Ltda.)

CÂMARA TÉCNICA DE SAÚDE AMBIENTAL

Adriana Fabiana Corrêa (IPSA-C)
Roseane Maria Garcia Lopes de Souza (ABES-SP)
Dilza Aparecida Nalin de Oliveira Leite (IPSA-C)
Lúcia Vidor de Sousa Reis (CETESB)
Luciana de Souza (IPSA-C/VISA - Rio Claro)

ORGANIZAÇÃO

**FUNDAÇÃO AGÊNCIA DAS BACIAS
HIDROGRÁFICAS DOS RIOS PIRACICABA,
CAPIVARI E JUNDIAÍ**

Sergio Razera – Diretor Presidente
Patrícia Gobet de Aguiar Barufaldi- Diretora Técnica
Ivens de Olivera – Diretor Administrativo e Financeiro

**EQUIPE TÉCNICA DE ACOMPANHAMENTO DO
PLANO DAS BACIAS PCJ 2020 A 2035**

**COORDENAÇÃO DE SISTEMAS DE INFORMAÇÕES DA
AGÊNCIA DAS BACIAS PCJ**

Eduardo Cuoco Léo
Aline Doria de Santi
Diogo Bernardo Pedrozo
Mayara Sakamoto Lopes

PARCERIA

Labsid – Laboratório de Sistemas de Suporte à
Decisões (Escola Politécnica da Universidade de São
Paulo – USP)

**EXECUÇÃO DO PLANO DAS BACIAS PCJ
2020 A 2035**

CONSÓRCIO PROFILL- RHAMA

COORDENAÇÃO GERAL

Eng. M.Sc. Mauro Jungblut

COORDENAÇÃO TÉCNICA

Eng. M.Sc. Sidnei Gusmão Agra

COORDENAÇÃO EXECUTIVA

Eng^a Paula Riediger
Eng^a Cíntia Sallet
Oceanólogo, M.Sc. Rodrigo Menezes

COORDENAÇÃO CADERNOS TEMÁTICOS

**ENQUADRAMENTO DOS CORPOS D' ÁGUA
SUPERFICIAIS:**

Eng M.Sc Sidnei Gusmão Agra

GARANTIA DE SUPRIMENTO HÍDRICO:

Eng. PhD. Carlos E.M. Tucci

**EDUCAÇÃO AMBIENTAL, INTEGRAÇÃO E DIFUSÃO
DE PESQUISAS E TECNOLOGIAS:**

Eng. M.Sc. Carlos Bortoli

ÁGUAS SUBTERRÂNEAS:

Geólogo, Dr. Antônio A. J. Krebs

**CONSERVAÇÃO E USO DA ÁGUA NO MEIO RURAL
E RECUPERAÇÃO FLORESTAL:**

Biólogo, Dr. Willi Bruschi Jr.

EQUIPE TÉCNICA CADERNOS TEMÁTICOS

**ENQUADRAMENTO DOS CORPOS D'ÁGUA
SUPERFICIAIS**

Eng. M.Sc. Sidnei Agra

Enga. Paula Riediger

Eng. M.Sc. Pedro Frediani Jardim

Enga. M.Sc. Ana Luiza Helfer

Estág Paola Marques Kuele

Geógrafa, M.Sc. Isabel Rekowsky

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
2	SÍNTESE DOS CONDICIONANTES DO PLANO DE AÇÕES	15
3	PRIORIDADES LOCACIONAIS PARA O TEMA ESGOTAMENTO SANITÁRIO	66
4	ESTRUTURA DO PLANO DE AÇÕES E FONTES DE FINANCIAMENTO	92
5	PROGRAMA PARA A EFETIVAÇÃO DO ENQUADRAMENTO	95
6	DEFINIÇÃO DE METAS PARA O SETOR DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO	146
7	SÍNTESE DA PRIORIZAÇÃO DAS AÇÕES.....	154
8	DIRETRIZES ESTRATÉGICAS PARA O TEMA ENQUADRAMENTOS DOS CORPOS D'ÁGUA SUPERFICIAIS	155

1 INTRODUÇÃO

O presente documento consiste no **Caderno Temático de Enquadramento dos Corpos d'Água Superficiais**, preparado pela equipe da Coordenação de Sistema de Informações da Agência das Bacias PCJ a partir do Relatório Final do Plano das Bacias PCJ 2020 a 2035, que foi, por sua vez, aprovado pela Deliberação dos Comitês PCJ nº 332/2020. Os Cadernos Temáticos possuem intuito exclusivo de disseminação e divulgação do Plano das Bacias PCJ 2020 a 2035, não substituindo nem tampouco sobrepondo as disposições do seu Relatório Final.

Os trabalhos do Relatório Final do Plano das Bacias PCJ 2020 a 2035 foram conduzidos pelo Consórcio PROFILL-RHAMA, formado pelas empresas Profill Engenharia e Ambiente e Rhama Consultoria, Pesquisa e Treinamento, com coordenação da Agência das Bacias PCJ, em articulação com os órgãos gestores de recursos hídricos com atuação nas bacias (ANA, IGAM e DAEE), e com o acompanhamento dos Comitês PCJ.

O processo de estruturação do Plano de Bacias, que iniciou em 2016, foi estruturado em cinco etapas, conforme descritivo apresentado a seguir:

- Etapa preliminar: planejamento e organização para os trabalhos;
- ETAPA 1 - Revisão e Atualização do Plano das Bacias PCJ 2010 a 2020, abrangendo o Diagnóstico, o Prognóstico e o Plano de

Ações e Metas. Etapa concluída em 27 de abril de 2018, data de aprovação do Relatório Final de Revisão do Plano 2010 a 2020;

- ETAPA 2 - Caderno de Garantia de Suprimento Hídrico abordando os seguintes temas: Renovação da Outorga do Cantareira; Barragens de grande porte; Sistema adutor das Barragens de Pedreira e Duas Pontes; Barramentos complementares; Estratégias de conservação do solo e recuperação florestal; Estudos para definição de plano diretor de reuso da água, entre outros;
- ETAPA 3 - Cadernos Temáticos sobre os seguintes temas: 1) Educação Ambiental; 2) Conservação e Uso da água no Meio Rural e Recuperação Florestal; 3) Água Subterrânea; e 4) Enquadramento dos Corpos d'água superficiais;

Etapa Final, relativa à consolidação dos estudos e edição dos produtos finais do Plano das Bacias PCJ 2020 a 2035

OS CADERNOS TEMÁTICOS

No contexto de elaboração das Etapas 2 e 3 do Plano das Bacias PCJ 2020 a 2035 foram elaborados 05 Cadernos Temáticos, contemplando temas notáveis e estratégicos para as Bacias PCJ, que necessitavam de um estudo direcionado, em conjunto com os Comitês PCJ, para a geração de subsídios para a gestão dos recursos hídricos. Os cinco cadernos temáticos, ilustrados na Figura 1.1, são os seguintes:

Os cinco cadernos temáticos, ilustrados na Figura 1.1, são os seguintes:

- Garantia de suprimento hídrico e Drenagem (GSH);
- Águas subterrâneas (AS);
- Conservação e uso da água no meio rural e recuperação florestal (CRF);
- Educação ambiental, Integração e Difusão de Pesquisas e Tecnologias (EAIDPT);
- Enquadramento dos corpos d'água superficiais (ECA).

Com a aprovação do Relatório Final do Plano das Bacias PCJ 2020 a 2035, pela Deliberação dos Comitês PCJ nº 332/2020, os cadernos temáticos foram atualizados pela Agência das Bacias PCJ, para fins de divulgação dos temas estratégicos do conteúdo constante no Plano de Bacias. Todos os conteúdos inseridos derivam do Relatório Final do Plano das Bacias PCJ 2020 a 2035 e encontram-se devidamente referenciados no presente documento. Destaca-se que, em havendo revisões do Plano de Bacias, os cadernos temáticos também deverão ser revisados.



Figura 1.1 – Cadernos Temáticos do Plano das Bacias PCJ 2020 a 2035.

Cada Caderno Temático é constituído por 5 produtos, listados abaixo, sendo o presente documento correspondente ao P5.

- P1. Relatório preliminar;
- P2. Relatório final;
- P3. Minuta do Caderno Temático;
- P4. Versão preliminar do Caderno Temático;
- **P5. Caderno Temático Final.**

O CADERNO DE ENQUADRAMENTO

Este documento apresenta a versão final do **Caderno Temático de Enquadramento dos Corpos d'água Superficiais**. O trabalho desenvolvido foi coordenado pela Agência PCJ, em articulação com os órgãos gestores de recursos hídricos e acompanhamento dos Comitês das Bacias PCJ, em especial, as Câmaras Técnicas de Monitoramento Hidrológico (CT-MH), Outorgas e Licenças (CT-OL), Saneamento (CT-AS), Saúde Ambiental (CT-SAM) e Indústria (CT-Industria), além do acompanhamento do GT- Acompanhamento (no âmbito da CT-PB).

O Caderno Temático de Enquadramento dos Corpos d'Água Superficiais resulta da revisão e do aprimoramento do P4 e do P3, que foram gerados através de um longo e frutuoso processo de construção coletiva da equipe técnica do Consórcio PROFILL-RHAMA conjuntamente com as Câmaras Técnicas, que iniciou em maio de 2018, visando construir bases sólidas para a definição deste Plano de Ações e definição do Programa para

Efetivação do Enquadramento. Os produtos desenvolvidos na Etapa 3 são simplificadamente descritos na Figura 1.2.

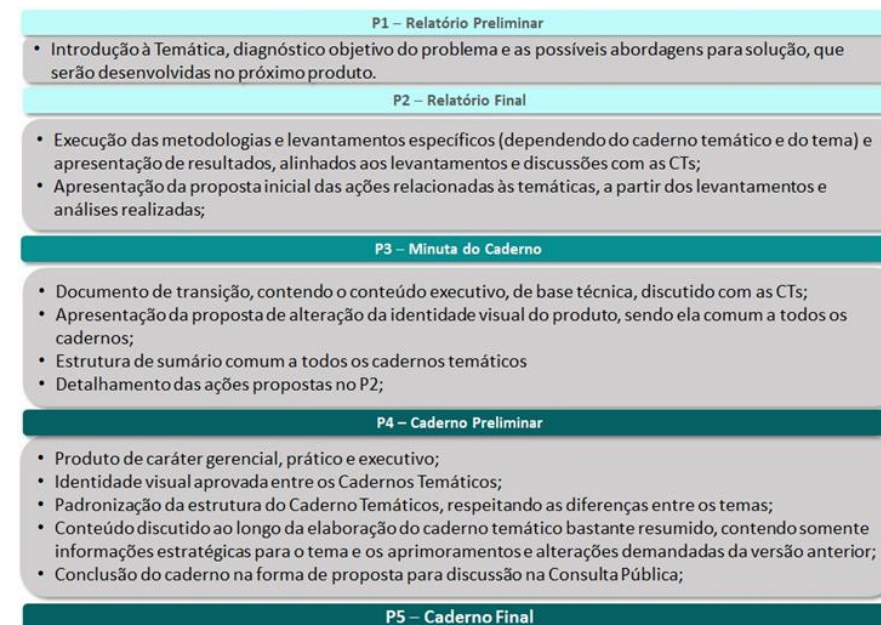


Figura 1.2 – Fluxo de cadernos elaborados na Etapa 3.

De acordo com o Termo de Referência que define o enfoque para o Plano das Bacias PCJ 2020 a 2035, a discussão sobre o Enquadramento e Reenquadramento dos corpos d'água superficiais já foi amplamente desenvolvida no âmbito dos Comitês PCJ. A proposta atual de enquadramento, que foi baseada nas referências legais e nos dados dos usos preponderantes nas bacias (articulados aos dados de monitoramento), estabeleceu com base em simulações para os parâmetros OD e DBO metas intermediárias e meta final para se alcançar os padrões de qualidade nos

copos hídricos. No Plano 2020 a 2035, a discussão foi ampliada para novos parâmetros: Nitrogênio, Fósforo e Coliformes Termotolerantes/*E.coli*.

Premissas

O Termo de Referência traz as premissas que foram seguidas, sendo elas listadas a seguir:

- Simulações: 2015 (como ano base), 2020, 2025, 2030 e 2035
- Cenário Socioeconômico Tendencial;
- Metas de gestão de demanda: em 2020, todos os municípios com perdas globais até 25%;
- Vazão de referência para verificação do atendimento às metas de enquadramento e análise de disponibilidade: $Q_{7,10}$ (vazão de referência para outorgas e licenças), e simulações para Q_{95} e Q_{mlp} (Resolução 146/2012);
- Cenário de investimentos possíveis: anuais, de 2015 a 2020;
- Cenário de investimentos necessários: anuais, de 2015 a 2035;
- Enquadramento dos corpos d'água: Metas Intermediárias e Meta Final aprovadas pelos Comitês PCJ para enquadramento dos corpos d'água até 2035;
- Simulações para os parâmetros: Oxigênio Dissolvido (OD), Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Nitrogênio (N), Fósforo (P), Coliformes Termotolerantes (ou *E. coli*), os anos 2015 (ano base), 2020, 2025, 2030 e 2035;

- Valores máximos para os indicadores de saneamento a serem considerados nas simulações com aplicação de recursos financeiros assegurados/projetados:
- Em 2020:
 - Índice de coleta: 95%;
 - Índice de tratamento dos esgotos coletados: 100%;
 - Eficiência (DBO): 85%;
- Em 2035:
 - Índice de coleta: 98%;
 - Índice de tratamento dos esgotos coletados: 100%;
 - Eficiência (DBO): 95%.

Ainda, além das premissas supracitadas, definidas pelo TR, as seguintes premissas serão utilizadas:

- Utilização das seguintes resoluções para as atividades de Enquadramento:
 - Resoluções CONAMA nos 357/2005: classificação dos corpos de água, diretrizes ambientais para o enquadramento, condições e padrões de lançamento de efluentes;

- Resolução CNRH nº 91/2008: procedimentos gerais para o enquadramento dos corpos de água superficiais e subterrâneos;
- Resolução CONAMA nº 430/2011: condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução CONAMA nº 357/ 2005;
- Utilização do SSD PCJ como ferramenta de simulação para confecção dos cenários futuros de qualidade das águas;

- Simulações e cenários com outras vazões de referências, como por exemplo, 50% da $Q_{7,10}$;
- Avaliação de cenários com séries históricas e para avaliar a permanência no tempo do Enquadramento;

A seguir, são descritas as principais atividades do Caderno de Enquadramento.

2 SÍNTESE DOS CONDICIONANTES DO PLANO DE AÇÕES

O ENQUADRAMENTO DOS CORPOS D'ÁGUA NAS BACIAS PCJ

O Enquadramento dos corpos d'água, segundo os usos preponderantes, é um dos instrumentos da Política Nacional dos Recursos Hídricos (Lei nº 9433/1997), que expressa metas finais ou os objetivos de qualidade da água (classe) a serem alcançados ou mantidos, em um segmento de corpo de água, de acordo com os usos preponderantes pretendidos, ao longo do tempo (Resolução Conama nº 357/2005).

De acordo com a Resolução Conama nº 357/2005, o Enquadramento deve estar baseado, não necessariamente no estado atual da qualidade da água, mas nos níveis de qualidade que o corpo hídrico deve possuir para atender às necessidades dos usuários. Desta forma, é um importante instrumento de planejamento e regulação dos usos das águas, aliado e coordenado aos outros instrumentos de gestão dos recursos hídricos e ambientais.

A Resolução CNRH nº 91/2008, que dispõe sobre procedimentos gerais para o enquadramento dos corpos de água superficiais e subterrâneos, no seu artigo 3º, estabelece que a proposta de Enquadramento deverá ser desenvolvida em conformidade com o Plano de Recursos Hídricos, devendo conter o diagnóstico e o prognóstico da bacia, propostas de metas relativas às alternativas de Enquadramento e um programa para efetivação.

Observa-se, desta forma, que o Enquadramento é um instrumento de planejamento que pode ser alterado ao longo do tempo, subsidiado pelo

monitoramento da qualidade das águas e pela revisão dos Planos de Bacias Hidrográficas. Alterações na qualidade da água podem levar os comitês à inclusão de novos parâmetros bem como alterações na classe de Enquadramento.

HISTÓRICO DO PROCESSO DE ENQUADRAMENTO DOS CORPOS D'ÁGUA

O Enquadramento dos corpos hídricos das Bacias PCJ foi estabelecido, pela primeira vez, no âmbito do Estado de São Paulo, através do Decreto Estadual nº 10.755, de 22 de novembro de 1977, estando de acordo com o Decreto Estadual nº 8.468, de 8 de setembro de 1976. Em âmbito federal, a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento foi disposta pela Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005. O primeiro enquadramento dos principais corpos d'água das Bacias PCJ apresenta as seguintes características:

- Na Bacia Hidrográfica do Rio Piracicaba identificam-se corpos d'água enquadrados nas classes 1, 2, 3 e 4;
- Na Bacia Hidrográfica do Rio Capivari identificam-se corpos d'água enquadrados nas classes 2 e 4;
- Na Bacia Hidrográfica do Rio Jundiá identificam-se corpos d'água enquadrados nas classes 1, 2 e 4; e
- Não há rios ou trechos de rio enquadrados como Classe Especial.

Segundo o Plano de Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá 2010 a 2020 (COBRAPE, 2010), após a aprovação e divulgação da proposta de enquadramento (Decreto Nº 10.755/1977) e anteriormente à elaboração do Plano das Bacias PCJ, foram realizadas duas propostas de reenquadramento de alguns corpos d'água das Bacias PCJ.

Em 1994, foram apresentadas alternativas de reenquadramento dos cursos d'água da Bacia do rio Piracicaba no estudo denominado *Bacia do rio Piracicaba: Estabelecimento de Metas Ambientais e Reenquadramento dos Corpos d'Água* elaborado pela Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo. Neste estudo, os corpos d'água foram agrupados de acordo com seus usos potenciais, presentes e futuros; características de suas localizações; e enquadramento vigente. Os corpos d'água de cada grupo foram, então, classificados de acordo com a classe de uso correspondente - Classes 1, 2, 3, 4 e Especial.

No ano de 1999, foi elaborado o Programa de Investimentos para Proteção e Aproveitamento dos Recursos Hídricos das Bacias dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiá. Este programa apresentou duas proposições para o enquadramento como sugestões iniciais para essa atividade a ser desenvolvida pelo CBH-PCJ. A primeira, propondo enquadramento dos rios apenas em classes 2 e 3 e a segunda em classes 2, 3 e 4. Para isso, foram utilizados os parâmetros DBO e OD, as vazões $Q_{7,10}$ e Q_{95} e o horizonte de planejamento para o ano de 2020. Além disso, foi considerada a implantação de sistemas de tratamento de esgotos sanitários e industriais.

No Estado de São Paulo, ainda na década de noventa, porém antes de serem realizadas estas duas propostas, a aprovação do enquadramento dos cursos d'água passou a ser atribuição dos Comitês das Bacias Hidrográficas, através da Lei Estadual nº 7.663, de 30 de dezembro de 1991. Esta Lei Estadual também instituiu a inclusão de uma proposta de enquadramento no Plano de Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas, contendo metas de curto médio e longo prazos para se atingir índices progressivos de recuperação, proteção e conservação de recursos hídricos.

Conforme o Plano das Bacias PCJ 2010-2020 (COBRAPE, 2010), para a proposição do reenquadramento dos cursos d'água das Bacias PCJ, de acordo com a legislação vigente na época de sua elaboração, buscou-se inicialmente determinar a classificação por **usos mais restritivos**, isto é, aqueles que exigem melhor qualidade da água, de acordo com a Resolução CONAMA 357/2005. No entanto, após encontros realizados com os usuários das Bacias PCJ foi elaborada uma nova proposta mais conservadora para alguns trechos e mais coerente com os usos preponderantes dos cursos d'água em outros trechos. Esta proposta foi comparada com o enquadramento realizado na década de setenta, culminando na proposta atualmente em vigência.

A proposta elaborada por COBRAPE (2010) considerou três cenários para o corpo d'água, a fim de se manter consistente e realista: **(i) a situação atual**, isto é, o rio que temos; **(ii) a situação futura desejável**, traduzindo a vontade dos usuários caso não haja limitações técnicas e de recursos financeiros; e, **(iii) a situação possível**, ou seja, o cenário que, uma vez pactuado com os usuários, servirá de norte para as ações e investimentos

na bacia sob análise. Seu desenvolvimento se deu em quatro etapas: diagnóstico, prognóstico, proposta de metas e programa para efetivação.

Destaca-se, ainda, que a proposta da COBRAPE (2010) foi elaborada com base em referências legais e em quatro principais premissas para balizar o pacto de enquadramento entre os usuários e gestores, são eles:

- **Os usos preponderantes na bacia:** definidos e identificados de acordo com a Resolução CNRH nº 91/2008 e as classes da Resolução CONAMA nº 357/ 2005;
- **Os parâmetros de qualidade de águas que serão priorizados:** dentre os parâmetros de água utilizados para a avaliação da qualidade de água na Resolução CONAMA 357/2005, foram utilizados somente o **oxigênio dissolvido (OD)** e a demanda **bioquímica de oxigênio (DBO)**
- **A vazão de referência que será considerada:** os órgãos responsáveis pela gestão ambiental dos recursos hídricos nas Bacias PCJ adotam a $Q_{7,10}$ como vazão de referência, sendo esta a vazão mínima de 7 dias de duração e 10 anos de tempo de retorno, tanto no Estado de São Paulo, como em Minas Gerais. Da mesma forma, $Q_{7,10}$ foi definida como vazão de referência na proposta de atualização do enquadramento;

- **As metas intermediárias e finais a serem atingidas:** foram utilizados os cenários de investimento desejável e possível e o cenário socioeconômico tendencial. Tais metas se referem tanto ao reenquadramento proposto pelo plano quanto à efetivação do enquadramento vigente no caso dos cursos d'água com qualidade aquém da necessária para atendimento de suas classes.

Por fim, é importante destacar os seguintes pontos definidos durante a elaboração do Plano das Bacias PCJ 2020 a 2035, quando em comparação com o enquadramento então vigente:

- Permanência do enquadramento anterior nas bacias dos rios Capivari e Piracicaba na porção paulista;
- Permanência da Classe 2 na bacia do rio Piracicaba na porção mineira; e
- Alteração da classificação em trechos da bacia do rio Jundiá (passando de Classe 4 para Classe 3).

O Enquadramento da porção mineira das Bacias PCJ, ainda não foi definido, sendo considerado o Art. 42 da Resolução Conama 357/2005, que estabelece que enquanto não aprovados os respectivos enquadramentos, as águas doces serão consideradas Classe 2. A meta final de enquadramento corresponde ao mostrado na Figura 2.1.



Figura 2.1 – Enquadramento atual das Bacias PCJ. (Fonte: COBRAPE, 2010)

USOS DA ÁGUA

O estabelecimento de um objetivo de qualidade de água a ser mantido ou alcançado depende dos **usos preponderantes** do corpo hídrico em questão. Cada uso de água exige um diferente **nível de qualidade**, e, portanto, a classe de enquadramento deve estar de acordo com o uso preponderante **mais exigente**. Os Comitês PCJ definiram o Enquadramento para os seus rios por meio de um processo participativo, que passou por diversas modificações desde o Enquadramento definido pelo Decreto Estadual nº 10.755, de 22 de novembro de 1977.

Levando-se em consideração os múltiplos usos da água nas Bacias PCJ e as classes de enquadramento estabelecidas na Resolução CONAMA 357/2005 para águas doces, realizou-se uma análise dos usos preponderantes em cada área de contribuição e as respectivas classes de enquadramento exigidas para atender aos mesmos.

Para definição do uso preponderante, foi utilizado um **critério quantitativo**, sendo considerada preponderante a demanda que representasse no mínimo 2/3 (ou 67%) da demanda consuntiva total (que envolve consumo de água) da área de contribuição (AC). Este critério foi definido em função da existência de **três usos consuntivos mais representativos** nas Bacias PCJ: abastecimento público, industrial e irrigação. No caso da ausência de uma demanda superior a 67%, foram selecionadas as duas maiores demandas da AC.

Os usos da água selecionados para análise foram: captações para abastecimento público, industrial, urbano privado (solução alternativa), rural, irrigação e dessedentação animal. Foram selecionados também os seguintes usos **não consuntivos**: recreação de contato primário e secundário, geração de energia, lançamentos de esgotos provenientes de estações de tratamento de esgotos e industriais. Ainda, foram identificadas as áreas de proteção integral e os reservatórios de abastecimento de água, localizados na rede de drenagem principal.

De modo a assegurar a compatibilização das informações das Etapas 1, 2 e 3 do Plano das Bacias PCJ 2020 a 2035, as informações das captações e dos lançamentos foram extraídas do banco de dados do SSD PCJ. A seguir, são listadas as fontes das informações utilizadas para o mapeamento dos usos preponderantes, sendo que o detalhamento e a metodologia utilizada para o cálculo das demandas podem ser consultadas no capítulo 14 do Relatório Final do Plano das Bacias PCJ 2020 a 2035.

- **Captações para abastecimento público e lançamentos de ETEs:** visitas aos municípios (Etapa 1);
- **Captações e lançamentos industriais:** cadastros da cobrança Paulista e Cadastro Nacional de Usuários de Recursos Hídricos (CNARH);
- **Captações de solução alternativa (urbano privado) e rurais:** cadastro Paulista;

- **Irrigação e dessedentação animal:** estimadas com base no Uso da Água na Agricultura Irrigada (ANA, 2017) e na Pesquisa Pecuária Municipal – PPM (2015);
- **Usos não consuntivos:** etapa de Diagnóstico da Revisão e Atualização do Plano das Bacias PCJ 2010 a 2020 e pontos de monitoramento da Cetesb de balneários e praias de reservatórios;
- **Geração de energia:** Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL);
- **Barramentos:** selecionados a partir do Caderno de Garantia de Suprimento Hídrico;
- **Unidades de conservação de proteção integral:** dados do Ministério do Meio Ambiente.

Observa-se que de modo geral, a classe definida pelos usos preponderantes mais restritivos está de acordo com o Enquadramento

vigente. Entretanto, a análise do Cenário Zero Consolidado 2020 do Caderno de Enquadramento, simulado com a vazão de referência $Q_{7,10}$, indicam dificuldades em compatibilizar o Enquadramento com a qualidade atual dos corpos hídricos, especialmente para os parâmetros OD, Coliformes e Fósforo. Essas diferenças de compatibilidade ocorrem, principalmente em trechos de rios em áreas urbanizadas, em ribeirões de menor vazão, e nos Rios Atibaia, Capivari e Jundiaí.

A Figura 2.2 apresenta a compatibilidade das classes de enquadramento para os múltiplos usos das águas doces, enquanto a Figura 2.3 apresenta os usos da água nas Bacias PCJ.

USOS DAS ÁGUAS DOCES		CLASSES DE ENQUADRAMENTO				
		ESPECIAL	1	2	3	4
Preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas		Classe mandatória em Unidades de Conservação de Proteção Integral				
Proteção das comunidades aquáticas			Classe mandatória em Terras Indígenas			
Recreação de contato primário						
Aquicultura						
Abastecimento para consumo humano		Após desinfecção	Após tratamento simplificado	Após tratamento convencional	Após tratamento convencional ou avançado	
Recreação de contato secundário						
Pesca						
Irrigação			Hortalças consumidas cruas e frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película	Hortalças, frutíferas, parques, jardins, campos de esporte e lazer,	Culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras	
Dessedentação de animais						
Navegação						
Harmonia paisagística						

Figura 2.2 – Classes de Enquadramento dos Corpos d'Água, para as águas doces, segundo a Resolução Conama 357/2005. (Fonte: ANA, 2013)

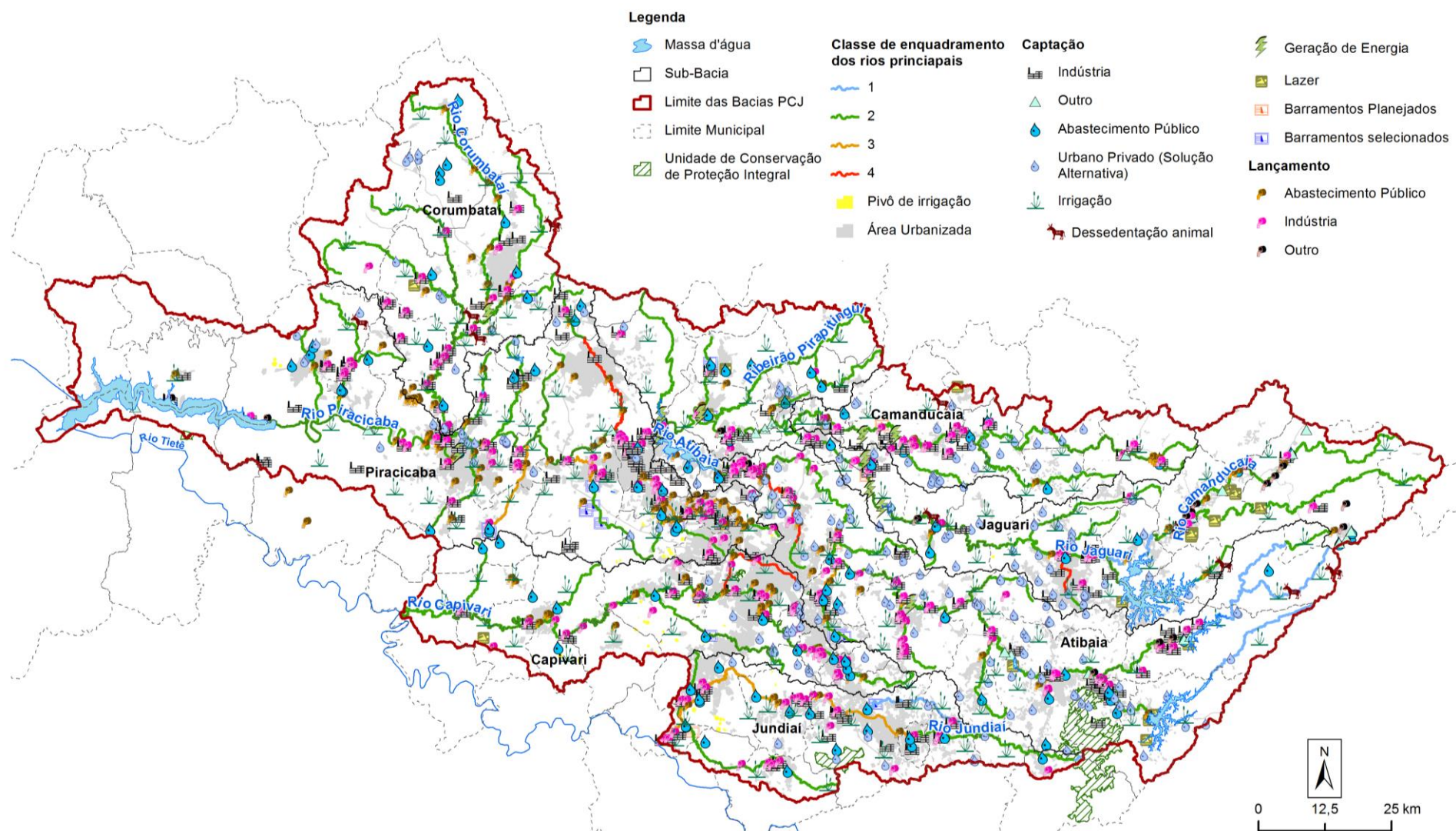


Figura 2.3 – Usos da água identificados nas Bacias PCJ.

DESPOLUIÇÃO E REENQUADRAMENTO DE CORPOS HÍDRICOS NAS BACIAS PCJ

O Rio Jundiaí, que já foi considerado um dos mais poluídos do Estado de São Paulo, foi um dos primeiros do país a ter sua classe de qualidade reenquadrada para melhor. Neste mesmo caminho de recuperação da qualidade ambiental, destacam-se outros processos de despoluição de corpos d'água nas Bacias PCJ, como o Ribeirão Quilombo, o Córrego da Servidão e o Ribeirão Anhumas, descritos a seguir.

O reenquadramento do Rio Jundiaí

Os problemas históricos relacionados à degradação do Rio Jundiaí são associados ao lançamento de efluentes industriais e domésticos. O processo de enquadramento realizado para o rio, na década de setenta, resultou no enquadramento em **Classe 4** no trecho do Rio Jundiaí, a partir da confluência com o Córrego Pinheirinho até a confluência com o Rio Tietê, no município de Salto. O Plano das Bacias PCJ 2010 a 2020, aprovado pela Deliberação dos Comitês PCJ nº 097/10, de 09/12/2010 propôs, por sua vez, a alteração de trechos do Rio Jundiaí de **Classe 4 para Classe 3**.

Os esforços coordenados entre o Governo do Estado de São Paulo, por meio da CETESB, indústrias e operadores de saneamento e mais de trinta anos de planejamento, ações e investimentos para a despoluição do Rio Jundiaí, resultaram no seu reenquadramento. No ano de 2014, com a publicação da Deliberação CRH/SP nº 162/2014, foi referendada a

proposta de alteração da classe do trecho do rio Jundiaí situado entre a foz do Ribeirão São José e a foz do Córrego Barnabé, aprovada pelos Comitês PCJ através da Deliberação dos Comitês PCJ nº 206/14, de 08/08/2014.

Apesar disso, até o ano de 2017, a maior parte do rio permanecia enquadrada em Classe 4, quando, através da Deliberação CRH/SP 202/2017, foi aprovado o reenquadramento do último trecho Enquadrado em Classe 4 para Classe 3, da foz do Córrego Pinheirinho, em Várzea Paulista, até a confluência do o Ribeirão São José, em Itupeva a jusante da cidade; e da foz do Córrego Barnabé, em Indaiatuba, até a foz do rio Jundiaí no rio Tietê, em Salto.

A Deliberação dos Comitês PCJ nº 261/16, de 16/12/2016, por sua vez, referenda a proposta de alteração de classe do Rio Jundiaí de Classe 4 para Classe 3 e indica a necessidade de efetivar o Enquadramento para DBO e OD até 2020, bem como efetivar o Enquadramento para Fosforo Total, Nitrogênio amoniacal e Coliformes Termotolerantes até 2035, com metas intermediárias para 2020, 2025, 2030 e 2035. Além disso, esta Deliberação indica que Fósforo e Coliformes Termotolerantes/*E.coli* deverão ser estudados e que deverá ser elaborado um **Programa para Efetivação do Enquadramento** para tais parâmetros, na Atualização do Plano das Bacias PCJ 2010 a 2020, em pauta neste Caderno Temático.

O reenquadramento **possibilitou a realização de captações para o abastecimento urbano** no Rio, fornecendo maior segurança hídrica para os seis municípios atravessados pelo Rio Jundiaí.

Outros processos de despoluição nas Bacias PCJ

Considerando-se a extensão das Bacias PCJ e as diversas ações que ocorrem paralelamente nos municípios e que possuem influência sobre os recursos hídricos, é de extrema importância a articulação destas com o Caderno de Enquadramento do Plano das Bacias PCJ 2020 a 2035. A seguir, são destacadas algumas ações e projetos relacionados à recuperação da qualidade de cursos d'água enquadrados em Classe 4, inseridos nas Bacias PCJ.

O **Ribeirão Quilombo** é um afluente do Rio Piracicaba e está, atualmente, em condições equivalentes aos padrões de Classe 4 (Resolução CONAMA 357/2005). Esse Ribeirão recebe efluentes predominantemente urbanos e industriais e possui vazões médias de 5,5 m³/s e extensão de 54,7 km, o que dificulta o seu poder de autodepuração (CONSÓRCIO PCJ, 2019).

Tendo em vista os problemas de qualidade da água associados ao Ribeirão Quilombo, foi criado, por iniciativa do Consórcio PCJ, o **Grupo de Revitalização Quilombo**, que inclui seis municípios: Americana, Campinas, Hortolândia, Nova Odessa, Paulínia e Sumaré. Segundo Consórcio PCJ (2018), o objetivo é realizar obras e iniciativas que permitam alcançar a efetivação do seu enquadramento em Classe 3 até 2035

O Grupo formado busca a recuperação do corpo hídrico por meio de ações estruturais e não estruturais voltadas as boas práticas de macrodrenagem, recuperação florestal e saneamento ambiental na sub-bacia do Quilombo,

contando com o apoio de parceiros regionais como CETESB, DAEE, GAEMA PCJ, Comitês PCJ, Prefeituras Municipais envolvidas, Secretaria de infraestrutura e Meio Ambiente do Estado de São Paulo, entre outros.

Em 2018, foi elaborado um documento com levantamento da situação atual e ações para a revitalização da sub-bacia do Ribeirão Quilombo. Algumas ações já estão sendo executadas nos municípios, como a pavimentação e drenagem de alguns bairros, obras de coleta e afastamento e recuperação de matas ciliares. (CONSÓRCIO PCJ, 2018).

As recomendações futuras indicadas pelo Grupo de Revitalização da sub-bacia do Ribeirão Quilombo visam a garantia da revitalização e o atingimento de metas favoráveis para macrodrenagem, recuperação florestal e qualidade ambiental. Tais ações vão ao encontro de ações propostas nos Cadernos Temáticos.

As ações do Caderno de Enquadramento dos Corpos d'Água se articulam com as ações em desenvolvimento pelo Grupo de Revitalização do Quilombo, notadamente para coleta, afastamento e tratamento de efluentes. Outros dois cadernos temáticos, o Caderno de Conservação e Uso da Água no Meio Rural e Recomposição Florestal e Garantia de Suprimento Hídrico, apresentam ações para recomposição florestal, drenagem urbana e reuso em que os municípios da sub-bacia do Ribeirão Quilombo apresentam elevada prioridade, somando esforços às ações empreendidas pelo Grupo.

Outro curso hídrico a ser destacado é o **Ribeirão Anhumas**, afluente do Rio Atibaia e com nascentes na cidade de Campinas. O Ribeirão Anhumas recebe grande quantidade de efluentes tratados de ETES localizadas no município de Campinas e Paulínia. Em 2019, foi anunciado pela SANASA (DAEV, 2019), que a ETE Anhumas, cujos efluentes são lançados no Ribeirão Anhumas, e a ETE Capuava, que lança seus efluentes no Ribeirão Pinheiro, ambos a montante do Reservatório de Salto Grande, passarão por intervenções, sendo substituídas por Estações de Produção de Água de Reúso (EPAR).

O início das obras está previsto para janeiro de 2020 e as ETES serão modernizadas, com a instalação de membranas de ultrafiltração que permitirão a produção de um efluente de melhor qualidade, possibilitando o reúso.

O estudo de Hossomi (2017) aponta que, entre o período de 2007 e 2016, o Ribeirão Anhumas apresentou um trecho com padrões equivalentes à Classe 3 da Resolução CONAMA 357/2005, indicando melhora na

qualidade da água. A partir dos resultados, o estudo sugeriu a elaboração da revisão do enquadramento deste ribeirão, atualmente enquadrado em Classe 4.

Por fim, pode-se mencionar o **Córrego da Servidão**, afluente do Rio Corumbataí, localizado no município de Rio Claro e atualmente enquadrado em Classe 4. Na rodada de reuniões realizada no âmbito do Plano das Bacias PCJ 2020 a 2035, a CETESB informou que o Córrego da Servidão vem apresentando sinais de melhora da qualidade da água. Este fato pode ser atribuído à elevação do índice de tratamento de esgotos em Rio Claro (BRK AMBIENTAL, 2018) e às tecnologias de tratamento empregadas nas ETES, principalmente na ETE Jardim Novo, onde o tratamento é feito através de uma tecnologia de alta eficiência (Nereda®). Segundo análises do monitoramento realizadas pela CETESB, a qualidade da água deste Córrego está compatível com os padrões de enquadramento Classe 2.

SITUAÇÃO ATUAL DE COLETA E TRATAMENTO E ATENDIMENTO ÀS METAS DO PLANO PCJ 2010 A 2020

As informações referentes aos índices de coleta e tratamento de esgotos nas Bacias PCJ foram obtidas a partir de informações do Atlas Esgotos - Despoluição (ANA, 2017a), sendo elas complementadas, corrigidas e validadas nas visitas aos municípios, durante a Etapa 1 em 2017. A fim de promover a consistência das informações, os dados foram confrontados com os indicadores do ICTEM, publicados no Relatório Anual de Qualidade das Águas Interiores do Estado de São Paulo referente ao ano de 2017 (CETESB, 2018), sendo adotados os valores de CETESB (2018), para indicadores com variações superiores a 15%. As informações dos municípios mineiros foram fornecidas pelos operadores dos sistemas, uma vez que o IGAM não possui a informação sobre a abrangência do atendimento de coleta e tratamento dos municípios. Estes dados foram

então utilizados para o desenvolvimento do Caderno de Enquadramento dos corpos d'água Superficiais, referindo-se às informações do Cenário Consolidado 2020.

Ressalta-se que diante das atualizações realizadas, as informações apresentadas, em grande parte, não correspondem às informações de origem dos dados, sendo resultado das consistências promovidas ao longo deste trabalho. A Figura 2.4 apresenta a proporção dos municípios que atenderam as metas de esgotamento sanitário definidas no Plano anterior, para o ano 2020. No Quadro 2.1 apresenta-se os indicadores utilizados no cenário consolidado 2020 e o atendimento das metas definidas para este ano no Plano de Bacias anterior, 2010 a 2020, por município.

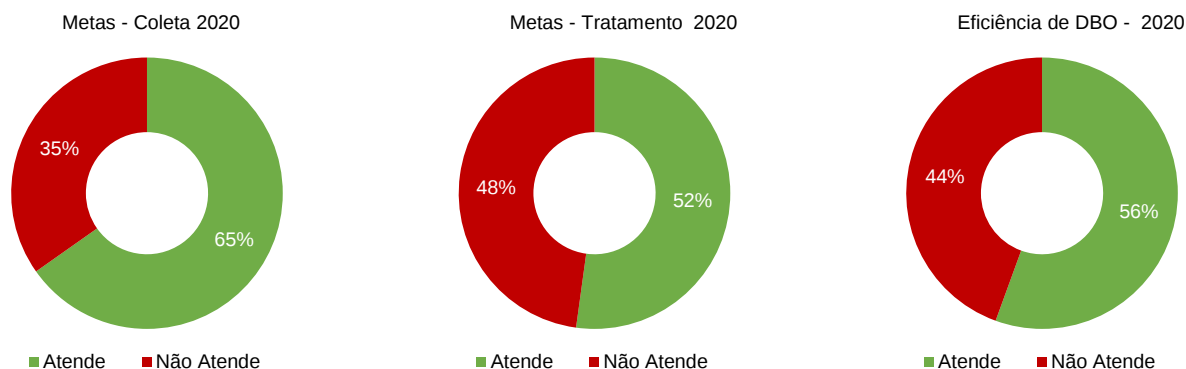


Figura 2.4 - Avaliação do alcance das metas de esgotamento sanitário definida no Plano das Bacias PCJ 2010 a 2020, para o ano 2020.

Quadro 2.1 – Indicadores de saneamento do Cenário Consolidado (2020), metas do Plano referente ao cenário desejável (COBRAPE, 2010) e avaliação do atendimento às metas.

Município	Indicadores Saneamento*				Metas Cenário Desejável 2020 (Cobrape, 2010)			Coleta	Trat. em relac. Ao gerado	Eficiência remoção de DBO
	Colet.	Trat. em relac. ao coletado	Trat. em relac. ao gerado	Eficiência DBO	Colet.	Trat. em relac. ao gerado	Eficiência DBO			
Águas de São Pedro	97%	100%	97%	85%	71%	68%	85%	Atende	Atende	Atende
Americana	98%	44%	43%	49%	95%	95%	85%	Atende	Não Atende	Não Atende
Amparo	95%	70%	67%	80%	95%	95%	85%	Atende	Não Atende	Não Atende
Analândia	93%	100%	93%	91%	66%	33%	85%	Atende	Atende	Atende
Artur Nogueira	97%	35%	34%	98%	95%	95%	85%	Atende	Não Atende	Atende
Atibaia	65%	65%	42%	88%	95%	95%	85%	Não Atende	Não Atende	Atende
Bom Jesus dos Perdões	84%	0%	0%	0%	82%	78%	85%	Atende	Não Atende	Não Atende
Bragança Paulista	87%	100%	87%	97%	95%	90%	85%	Não Atende	Não Atende	Atende
Cabreúva	80%	100%	80%	95%	95%	95%	85%	Não Atende	Não Atende	Atende
Camanducaia	78%	100%	78%	90%	87%	83%	85%	Não Atende	Não Atende	Atende
Campinas	93%	100%	93%	90%	95%	95%	85%	Não Atende	Não Atende	Atende
Campo Limpo Paulista	70%	96%	67%	95%	95%	95%	85%	Não Atende	Não Atende	Atende
Capivari	96%	25%	24%	90%	76%	25%	84%	Atende	Não Atende	Atende
Charqueada	87%	96%	84%	81%	68%	65%	85%	Atende	Atende	Não Atende
Cordeirópolis	99%	100%	99%	94%	67%	0%	0%	Atende	Atende	Atende
Corumbataí	97%	100%	97%	32%	76%	76%	80%	Atende	Atende	Não Atende
Cosmópolis	94%	100%	94%	90%	95%	95%	85%	Não Atende	Não Atende	Atende
Dois Córregos	98%	100%	98%	80%	95%	95%	85%	Atende	Atende	Não Atende
Elias Fausto	93%	100%	93%	95%	76%	76%	89%	Atende	Atende	Atende
Extrema	78%	46%	36%	80%	85%	8%	85%	Não Atende	Atende	Não Atende
Holambra	95%	100%	95%	80%	70%	70%	75%	Atende	Atende	Atende
Hortolândia	86%	100%	86%	94%	34%	34%	85%	Atende	Atende	Atende
Indaiatuba	96%	69%	66%	90%	95%	95%	85%	Atende	Não Atende	Atende
Ipeúna	94%	100%	94%	97%	95%	73%	58%	Não Atende	Atende	Atende
Iracemópolis	100%	100%	100%	79%	84%	84%	85%	Atende	Atende	Não Atende
Itapeva	96%	0%	0%	0%	40%	0%	0%	Atende	Atende	Atende
Itatiba	95%	100%	95%	97%	80%	80%	85%	Atende	Atende	Atende
Itirapina	95%	100%	95%	89%	95%	95%	85%	Atende	Atende	Atende
Itupeva	75%	97%	73%	94%	51%	49%	85%	Atende	Atende	Atende
Jaguariúna	90%	68%	61%	85%	95%	95%	85%	Não Atende	Não Atende	Atende
Jarinu	19%	100%	19%	94%	95%	95%	85%	Não Atende	Não Atende	Atende
Joanópolis	61%	100%	61%	87%	95%	95%	85%	Não Atende	Não Atende	Atende
Jundiá	98%	100%	98%	95%	95%	95%	85%	Atende	Atende	Atende
Limeira	100%	100%	100%	51%	95%	95%	85%	Atende	Atende	Não Atende

CADERNO TEMÁTICO DE ENQUADRAMENTO DOS CORPOS D'ÁGUA SUPERFICIAIS

Município	Indicadores Saneamento*				Metas Cenário Desejável 2020 (Cobrape, 2010)			Coleta	Trat. em relac. Ao gerado	Eficiência remoção de DBO
	Colet.	Trat. em relac. ao coletado	Trat. em relac. ao gerado	Eficiência DBO	Colet.	Trat. em relac. ao gerado	Eficiência DBO			
Louveira	70%	100%	70%	90%	70%	0%	0%	Atende	Atende	Atende
Mairiporã	26%	76%	20%	75%	95%	90%	85%	Não Atende	Não Atende	Não Atende
Mogi Mirim	99%	65%	64%	98%	95%	95%	85%	Atende	Não Atende	Atende
Mombuca	95%	100%	95%	78%	74%	74%	63%	Atende	Atende	Atende
Monte Alegre do Sul	77%	0%	0%	0%	75%	0%	0%	Atende	Atende	Atende
Monte Mor	75%	100%	75%	90%	95%	95%	85%	Não Atende	Não Atende	Atende
Morungaba	93%	100%	93%	93%	95%	90%	85%	Não Atende	Atende	Atende
Nazaré Paulista	14%	100%	14%	90%	95%	95%	85%	Não Atende	Não Atende	Atende
Nova Odessa	97%	100%	97%	90%	95%	95%	90%	Atende	Atende	Atende
Paulínia	96%	97%	93%	79%	64%	64%	85%	Atende	Atende	Não Atende
Pedra Bela	82%	0%	0%	0%	95%	90%	85%	Não Atende	Não Atende	Não Atende
Pedreira	98%	100%	98%	78%	95%	95%	85%	Atende	Atende	Não Atende
Pinhalzinho	87%	100%	87%	80%	95%	95%	85%	Não Atende	Não Atende	Não Atende
Piracaia	49%	100%	49%	84%	95%	95%	85%	Não Atende	Não Atende	Não Atende
Piracicaba	100%	100%	100%	94%	92%	92%	85%	Atende	Atende	Atende
Rafard	98%	0%	0%	0%	95%	33%	85%	Atende	Não Atende	Não Atende
Rio Claro	100%	55%	55%	88%	95%	95%	85%	Atende	Não Atende	Atende
Rio das Pedras	96%	0%	0%	0%	90%	0%	0%	Atende	Atende	Atende
Saltinho	99%	100%	99%	80%	73%	73%	90%	Atende	Atende	Não Atende
Salto	90%	96%	86%	96%	80%	56%	84%	Atende	Atende	Atende
Santa Bárbara d'Oeste	100%	54%	54%	91%	95%	95%	85%	Atende	Não Atende	Atende
Santa Gertrudes	100%	99%	99%	86%	81%	54%	85%	Atende	Atende	Atende
Santa Maria da Serra	100%	100%	100%	53%	71%	7%	80%	Atende	Atende	Não Atende
Santo Antônio de Posse	80%	43%	34%	50%	43%	43%	90%	Atende	Não Atende	Não Atende
São Pedro	97%	15%	15%	82%	75%	4%	85%	Atende	Atende	Não Atende
Sapucaí-Mirim	94%	0%	0%	0%	95%	95%	85%	Não Atende	Não Atende	Não Atende
Socorro	88%	99%	87%	95%	95%	95%	85%	Não Atende	Não Atende	Atende
Sumaré	95%	28%	27%	82%	95%	95%	85%	Atende	Não Atende	Não Atende
Toledo	96%	0%	0%	0%	62%	0%	0%	Atende	Atende	Atende
Torrinha	100%	100%	100%	67%	95%	95%	85%	Atende	Atende	Não Atende
Tuiuti	44%	0%	0%	0%	24%	0%	0%	Atende	Atende	Atende
Valinhos	90%	100%	90%	92%	86%	82%	85%	Atende	Atende	Atende
Vargem	51%	100%	51%	95%	95%	95%	85%	Não Atende	Não Atende	Atende
Várzea Paulista	91%	100%	91%	95%	95%	95%	85%	Não Atende	Não Atende	Atende
Vinhedo	85%	100%	85%	92%	95%	95%	85%	Não Atende	Não Atende	Atende

*Indicadores corrigidos após rodada de reuniões com CETESB.

SITUAÇÃO ATUAL DA QUALIDADE DAS ÁGUAS NAS BACIAS PCJ

A análise de qualidade das águas no período de 2009 a 2015 foi realizada com base nos dados dos pontos de monitoramento de qualidade da CETESB e do IGAM, sendo **84 estações localizadas na porção paulista e 9 na porção mineira** das Bacias PCJ. Os pontos de monitoramento da CETESB são codificados de acordo com a Figura 2.5.

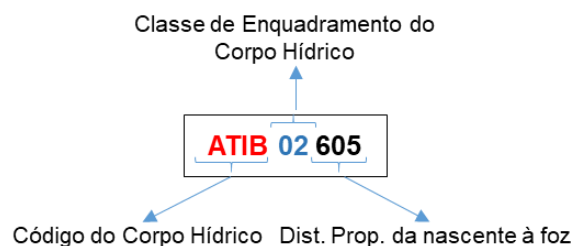


Figura 2.5 – Codificação dos pontos de amostragem da CETESB.

Para as análises relativas ao Enquadramento, foi utilizada a base cartográfica da CETESB, adaptada à base de ottotuchos da ANA, sendo complementada para o Estado de Minas Gerais. A base cartográfica da CETESB já contempla o novo Enquadramento (Classe 3) do rio Jundiá. Foram realizadas as seguintes análises, em relação aos parâmetros selecionados:

- Equivalência às classes estabelecidas na Resolução CONAMA nº 357/2005, considerando as abordagens da Figura 2.6;
- Curvas de permanência de qualidade da água;

- Percentual de violação ao Enquadramento;
- Indicadores de qualidade da água;

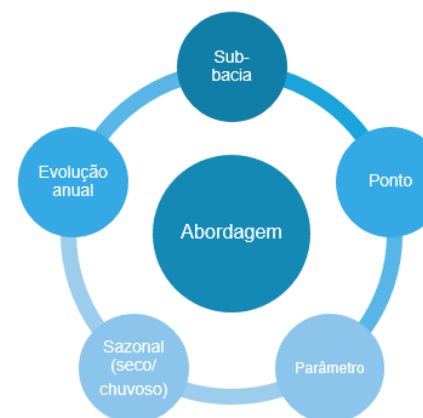


Figura 2.6 – Abordagens para a análise da qualidade da água atual

Os indicadores de qualidade da água analisados foram os seguintes:

- **IQA** – Índice de Qualidade das Águas: tem como determinante principal a utilização da água para abastecimento público, sendo calculado por métodos distintos pela CETESB e pelo IGAM;
- **IAP** – Índice de Qualidade das Águas Brutas para fins de Abastecimento Público: calculado apenas para a porção paulista, nos pontos de amostragem dos rios e reservatórios utilizados para o abastecimento público;
- **IET** – Índice de Estado Trófico: classifica os corpos d'água em diferentes graus de trofia;

- **IVA** – Índice de Qualidade das Águas para a Proteção da Vida Aquática: analisado apenas para a porção paulista, tem como objetivo avaliar a qualidade das águas para fins de proteção da fauna e flora em geral;
- **IB** – Índice de Balneabilidade: analisado apenas para a porção paulista, visa avaliar a qualidade da água para fins de recreação de contato primário;
- **ICT** – Índice de Contaminação por Tóxicos: analisado apenas na porção mineira, classifica os corpos d'água em função das concentrações de substâncias tóxicas;
- **ICE** – Índice de Conformidade ao Enquadramento: mede a distância entre a condição atual de um corpo d'água e a meta de qualidade estabelecida pelo Enquadramento.

A seguir, são apresentados os principais resultados relativos ao ICE. Em seguida, são apresentadas as principais conclusões quanto à qualidade da água na Bacias PCJ como um todo e por sub-bacia, com base na equivalência às Classes da Resolução CONAMA 357/2005 e nos demais indicadores de qualidade da água.

BACIAS PCJ

De maneira geral, como pode ser observado na Figura 2.7, os parâmetros **Nitrato e Nitrito** apresentam condição equivalente à **Classe 1** da Resolução CONAMA 357/2005 em praticamente todas as amostras das sub-bacias, para o período analisado. O **Nitrogênio Amoniacal** está em condição equivalente à **Classe 1** em mais da metade das amostras,

entretanto, apresenta amostras em Classes 3 e 4. **DBO e OD** apresentam amostras predominantemente em condições equivalentes às **Classes 1 e 2**, enquanto **Coliformes Termotolerantes/E.coli** e **Fósforo Total (PT)** possuem amostras prevalecendo em condição equivalente às **Classes 3 e 4**. Ressalta-se que praticamente todas as sub-bacias apresentam elevadas concentrações desses dois últimos parâmetros.

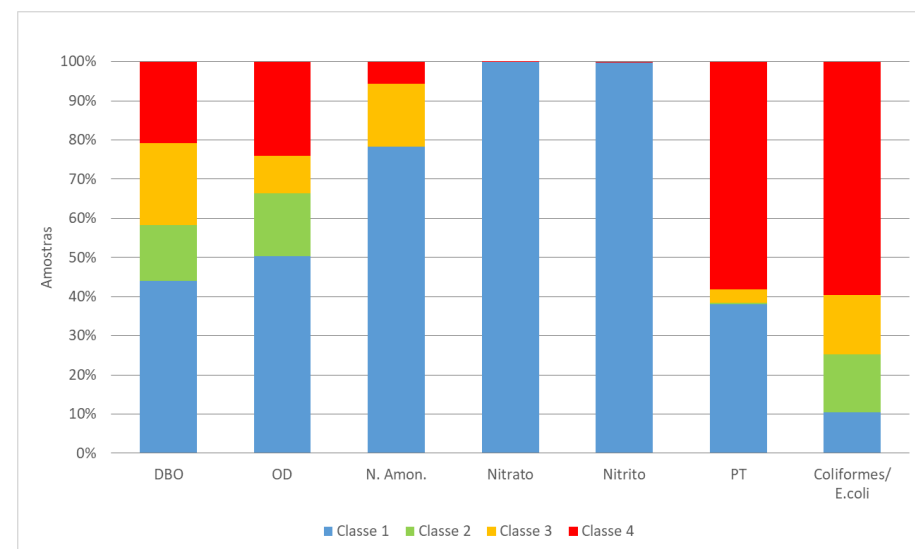


Figura 2.7 – Amostras de qualidade da água das Bacias PCJ em termos de classes equivalentes da Resolução CONAMA nº 357/2005

Analisando-se os indicadores apresentados na Figura 2.7, nota-se que as sub-bacias dos Rios Capivari e Piracicaba apresentam água com pior qualidade para abastecimento público e maior grau de trofia, além de baixa qualidade para fins de proteção da fauna e flora aquática.

Por outro lado, a sub-bacia do Rio Jaguari destaca-se em relação à qualidade de água para abastecimento público, proteção da fauna e flora aquática e estado de trofia predominantemente Oligotrófico.

A balneabilidade avaliada nas sub-bacias dos Rios Atibaia e Jaguari, apresenta resultados entre Bom e Ótimo. Na análise de contaminação por tóxicos, a classe de contaminação é **Baixa** para a maioria das substâncias tóxicas, porém, para **chumbo total**, cerca de 30% das amostras encontram-se na classe de contaminação **Alta**, em todos os pontos de monitoramento do IGAM na porção mineira.

SUB-BACIA DO RIO CAPIVARI

Na bacia do Rio Capivari, somente o Rio Capivari é monitorado pela CETESB, sendo que este rio drena diversos municípios da região metropolitana de Campinas. O Rio Capivari nasce em Louveira e atravessa as cidades de Campinas, Monte Mor, Capivari, e Rafard, com uma área densamente urbanizada, com diversos pontos de **lançamento de efluentes** de origem doméstica, que se concentram, especialmente, na região do município de **Capivari** e de origem **industrial**, na região de **Louveira**.

A partir da análise dos dados de qualidade da água dessa sub-bacia, entre 2009 e 2015 (Figura 2.8), observa-se que os parâmetros **Coliformes Termotolerantes/E.coli** e **Fósforo Total** apresentam maior parte das amostras em condição equivalente à **Classe 4**. Os parâmetros **DBO** e **OD** apresentam grande parte das amostras em condições equivalentes às Classe 3 e 4 da Resolução CONAMA 357/2005, enquanto **Nitrogênio**

Amoniacal, Nitrato e Nitrito apresentam condições predominantemente equivalentes à **Classe 1**.

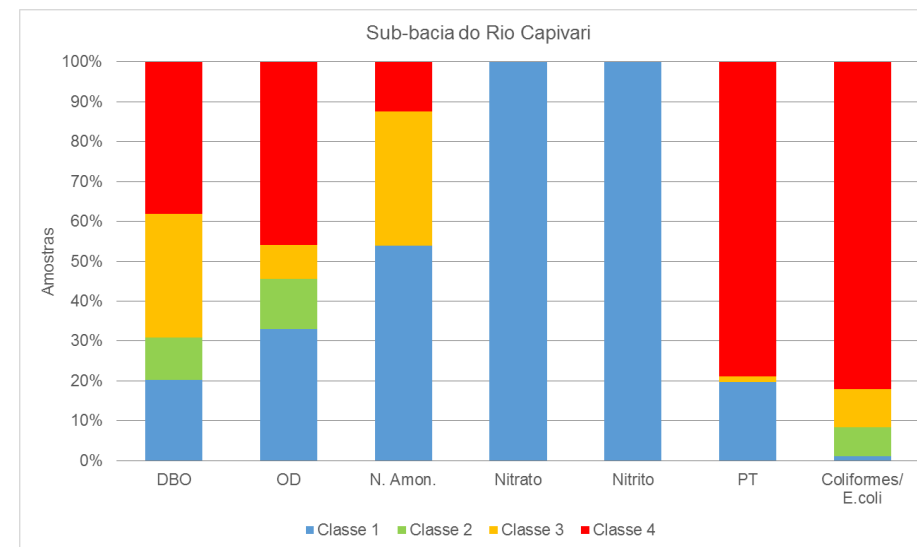


Figura 2.8 – Amostras da sub-bacia do Rio Capivari, em termos de classe equivalente da Resolução CONAMA nº 357/2005.

Pode-se dizer que o Rio Capivari possui **boa qualidade** na região das **nascentes**, à montante de Louveira (com exceção do parâmetro Coliformes Termotolerantes), sendo observada piora à medida que o rio passa por Louveira e Vinhedo, mas há uma **leve recuperação da qualidade** até o ponto de captação de água de Campinas, devido à boa oxigenação da água nesse trecho, analisando os parâmetros DBO e OD.

Considerando os parâmetros Coliformes Termotolerantes/E.coli e Fósforo Total, a situação é **ruim** em todo **Rio Capivari**, a exceção dos pontos a montante de Louveira. Ao longo do seu percurso, o Rio Capivari passa pelas

áreas urbanas de Campinas, Monte Mor, Capivari, e Rafard, e nesses três pontos qualidade da água é seriamente comprometida. Observa-se, no entanto, que no último ponto de monitoramento do Rio Capivari, quase na foz com o Rio Tietê, a qualidade da água melhora, sendo observada **maior concentração de oxigênio dissolvido** na água.

Em relação aos indicadores de qualidade da água médios anuais, entre 2009 e 2015, o **IQA** ficou na categoria **Regular** nessa sub-bacia. O **IAP** médio foi **Ruim** na maioria dos anos e, em especial no ano de 2014, apresentou-se **Péssimo**. O **IET** variou **Mesotrófico** a **Supereutrófico**. Em termos médios, o **IVA** ficou predominantemente da categoria **Ruim**.

De maneira geral, as condições de qualidade da água no Rio Capivari pioram significativamente da nascente até a foz, à medida que recebe contribuição de esgotos e cargas difusas de diversos municípios.

SUB-BACIA DO RIO JUNDIAÍ

Na sub-bacia do Rio Jundiaí, cinco rios são monitorados: Ribeirão do Caxambu, Rio Piraí, Rio Jundiaí, Rio Jundiaí-Mirim e Rio Jundiaizinho. Essa sub-bacia apresenta **grandes manchas urbanas**, sendo que os corpos hídricos da região drenam as áreas de municípios como Mairiporã (nas nascentes), Campo Limpo Paulista, Várzea Paulista, Jundiaí, Itupeva, Cabreúva, Indaiatuba e Salto, próximo a foz.

Tal sub-bacia concentra, aproximadamente, 922 mil habitantes, sendo os municípios de Jundiaí, Indaiatuba e Várzea Paulista os mais representativos, em termos de população. Ao longo dos corpos hídricos,

podem ser observados diversos pontos de **lançamentos de efluentes**, tanto urbanos, quanto, industriais.

A partir da análise dos dados de qualidade da água dessa sub-bacia, entre 2009 e 2015 (Figura 2.9), observa-se que os parâmetros **Coliformes Termotolerantes/E.coli** e **Fósforo Total** apresentam maior parte das amostras em condições equivalentes à **Classe 4**. As amostras de **DBO** estão majoritariamente em condições equivalentes às **Classes 3 e 4**, enquanto as de **OD** estão entre **Classes 1 e 2**. O **Nitrogênio amoniacal**, em grande parte das amostras, está em condição equivalente à **Classe 1**.

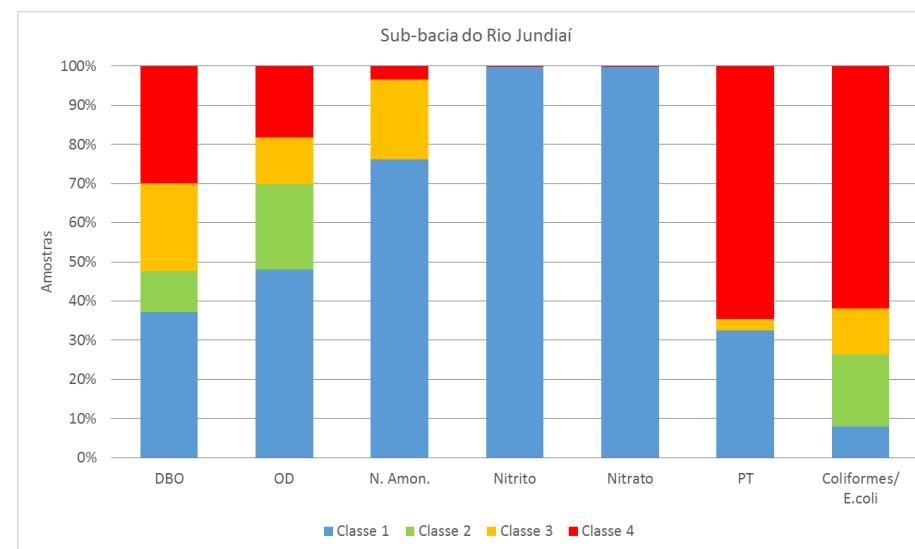


Figura 2.9 – Amostras da sub-bacia do Rio Jundiaí, em termos de classe equivalente da Resolução CONAMA nº 357/2005.

Os pontos **mais críticos** estão localizados no **Ribeirão Piraí** e no **Rio Jundiaí**. O Ribeirão Piraí é crítico principalmente a jusante do lançamento

de efluentes e da área urbana e industrial do Distrito de Jacaré, em Cabreúva. As amostras de Fósforo Total nessa sub-bacia estão predominantemente em Classe 4, com exceção do ponto a montante do lançamento da ETE em Cabreúva.

No Rio Jundiá, a situação é mais crítica após a captação de água de Campo Limpo Paulista e nas áreas urbanas de Jundiá e Itupeva. Há uma leve melhora no percurso restante, entretanto, a situação volta a piorar próxima a foz do Rio Tietê.

Em relação ao **IQA** médio anual, predomina a faixa **Regular**, entre 2009 e 2015. O **IAP** fica na categoria **Boa** na maioria dos anos. O **IET** variou de **Ultraoligotrófico a Eutrófico** ao longo do período de análise. O **IVA** piorou ao longo dos anos, partindo da categoria **Boa** em 2011 a **Ruim** em 2015.

SUB-BACIA DO RIO PIRACICABA

Na sub-bacia do Rio Piracicaba, há monitoramento no ribeirão Quilombo, ribeirão dos Toledos, ribeirão Tatu, ribeirão Piracicamirim, ribeirão Tijuco Preto, Rio Piracicaba e no braço do Rio Piracicaba. Nessa sub-bacia encontram-se os municípios de Piracicaba, Hortolândia, Sumaré, Nova Odessa, Americana, Santa Bárbara d'Oeste, Limeira, São Pedro e parte de Campinas, apresentando **a maior população dentre as 7 sub-bacias das Bacias PCJ**, com, aproximadamente, 1,8 milhões de habitantes.

Nota-se que nessa sub-bacia ocorrem muitos pontos de **lançamento de esgotos domésticos**, tratados e não tratados, nos corpos hídricos que drenam essa região. Grande parte da sub-bacia apresenta **índices de**

tratamento de esgotos na faixa regular, variando de 100% a 12% (Águas de São Pedro e São Pedro, respectivamente).

A partir da análise dos dados de qualidade da água dessa sub-bacia, entre 2009 e 2015 (Figura 2.10) observa-se que os parâmetros **Coliformes Termotolerantes/E.coli** e **Fósforo Total** estão na maior parte das amostras com padrão equivalente à **Classe 4**. **DBO** e **OD**, estão predominantemente em condições equivalentes às **Classes 3 ou 4**, e o **Nitrogênio amoniacal** à **Classe 1**, embora algumas amostras estejam em com padrões de Classes 3 ou 4 da Resolução CONAMA 357/2005.

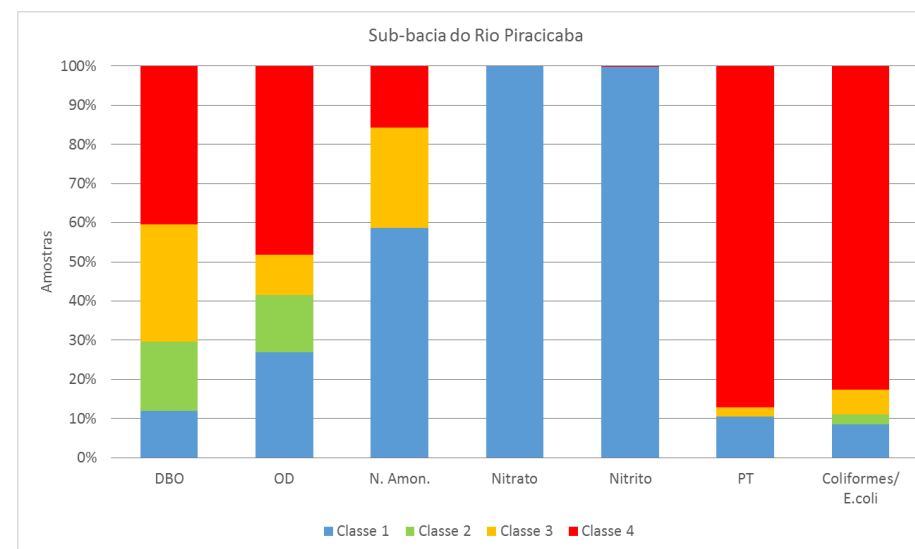


Figura 2.10 – Amostras da sub-bacia do Rio Piracicaba, em termos de classe equivalente da Resolução CONAMA nº 357/2005.

De modo geral, considerando os parâmetros DBO e OD, alguns pontos do Rio Piracicaba apresentam **melhor qualidade da água**, com baixos

percentuais nas Classes 3 e 4, especialmente no Reservatório de Barra Bonita e no Ribeirão Piracicamirim. Entretanto, os pontos localizados nos Ribeirões Quilombo e Tijuco, regiões próximas ao lançamento de efluentes domésticos e na área urbana de Sumaré, a qualidade é mais comprometida, provavelmente devido ao baixo índice de tratamento em relação aos esgotos gerados. Mais a jusante no Rio Piracicaba, a partir do ponto PCAB02300, nota-se **melhora da qualidade da água**.

O **IQA** médio anual nessa sub-bacia predomina na faixa Regular, sendo Ruim em 2014. O **IAP** é bastante crítico, apresentando-se majoritariamente na categoria **Ruim**. O **IET** médio anual varia de **Mesotrófico a Hipereutrófico**. O **IVA** médio anual também apresenta situações de qualidade crítica, ficando entre a faixa Péssima e Ruim.

Os resultados observados evidenciam o **impacto do lançamento de efluentes domésticos** nos corpos hídricos. Os pontos críticos estão localizados, na sua maior parte, nos **corpos hídricos menores**, que passam por áreas urbanas e possuem menor capacidade de diluição e auto-depuração.

SUB-BACIA DO RIO ATIBAIA

Na sub-bacia do Rio Atibaia, há monitoramento do Rio Atibaia, do Rio Atibainha, do Rio Cachoeira, do Ribeirão Pinheiros e do Ribeirão Anhumas. Essa sub-bacia concentra em torno de 947 mil habitantes, sendo que os municípios mais populosos que fazem parte desta sub-bacia são Campinas, Atibaia, Valinhos e Itatiba. Analisando os **índices de tratamento de**

esgotos, nota-se que os **piores resultados se encontram na região das cabeceiras**, onde estão municípios menores e o município de Atibaia, região que concentra grande número de lançamentos de **efluentes domésticos**. No restante da sub-bacia, os índices de tratamento dos esgotos gerados são maiores, no entanto, classificados como índices regulares.

A partir da análise dos dados de qualidade da água dessa sub-bacia, entre 2009 e 2015 (Figura 2.11) observa-se que os parâmetros **Coliformes Termotolerantes/E.coli e Fósforo Total** apresentam mais da metade das amostras com padrão equivalente à **Classe 4**. As amostras de **DBO e OD** estão majoritariamente em condições equivalentes às **Classes 1 e 2**, enquanto o **Nitrogênio Amoniacal** apresenta grande parte das amostras em padrões de **Classe 1**.

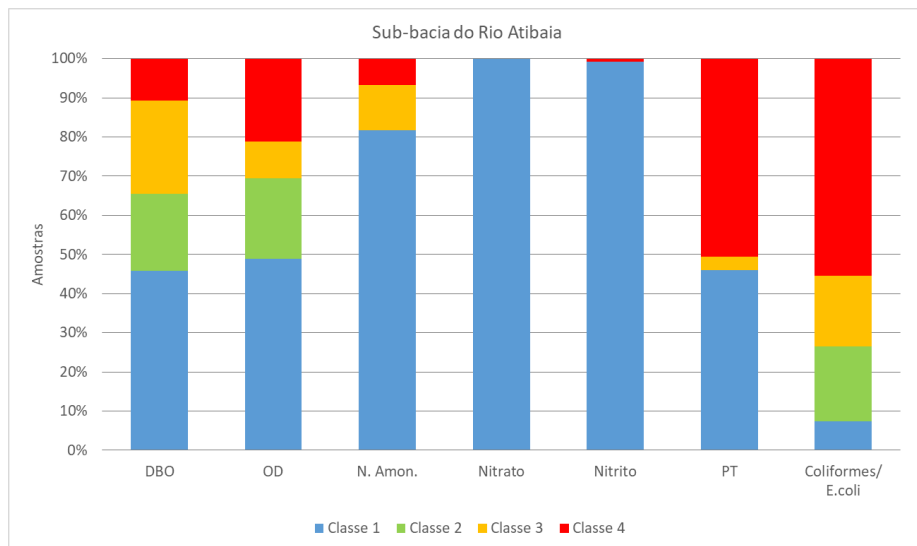


Figura 2.11 – Amostras da sub-bacia do Rio Atibaia, em termos de classe equivalente da Resolução CONAMA nº 357/2005.

Os trechos mais críticos estão localizados próximos a **municípios** e de pontos de **lançamentos de efluentes**, como no Rio Atibainha, a jusante do município de Bom Jesus dos Perdões (que não trata seus efluentes), no Ribeirão dos Pinheiros e próximo ao reservatório de Salto Grande. No item *Barramentos de Destaque* do presente relatório são apresentados maiores detalhes relativos ao Reservatório de Salto Grande.

O **IQA** médio anual é predominantemente **Bom**. O **IAP** médio anual apresenta-se como **Regular** na maior parte do período considerado. O **IET** prevalece como **Oligotrófico**, com exceção de 2014 que chega a **Eutrófico**. O **IVA** mostra piora ao longo dos anos, passando da classe **Boa** em 2009 a **Ruim** em 2015.

Os Índices de Balneabilidade dos reservatórios no Rio Atibainha variam bastante, apresentando faixas de Regular a Ótima ao longo dos anos, com destaque para o Reservatório do Rio Cachoeira que apresentou **IB Ótima** em todos os anos.

SUB-BACIA DO RIO JAGUARI

Na sub-bacia do Rio Jaguari, há monitoramento no Rio Camanducaia (pertencente à sub-bacia do Rio Jaguari, na porção mineira das Bacias PCJ, com nascente no município de Camanducaia); no Reservatório Jaguari; no Ribeirão Lavapés (na foz com o Rio Jaguari, em Bragança Paulista); no Ribeirão Três Barras (em Cosmópolis, próximo da confluência com o Rio Jaguari); e no Ribeirão Pinhal (próximo a foz do Rio Jaguari).

Nessa sub-bacia, encontram-se as cabeceiras dos Rio Jaguari, localizadas na porção mineira das Bacias PCJ. Os municípios mais representativos em termos de população são Bragança Paulista, Cosmópolis, Arthur Nogueira, Extrema e Pedreira. Os índices **de tratamento de esgotos**, em relação ao esgoto gerado, são **piores na porção mineira** e na sub-bacia do rio Pirapitingui, onde encontram-se os municípios de Arthur Nogueira, Cosmópolis, Holambra e Santo Antônio de Posse. Ressalta-se que a série de pontos da porção mineira das Bacias PCJ, monitorados pelo IGAM, compreende o período entre **2011 a 2015**.

A partir da análise dos dados de qualidade da água dessa sub-bacia (Figura 2.12), observa-se que o parâmetro **Coliformes Termotolerantes/E.coli** apresenta mais da metade das amostras em condições equivalentes às

Classes 3 e 4. O **Fósforo Total**, a **DBO**, o **OD** e o **Nitrogênio Amoniacal** apresentam maior parte de amostras em padrões equivalentes à **Classe 1** da Resolução CONAMA 357/2005.

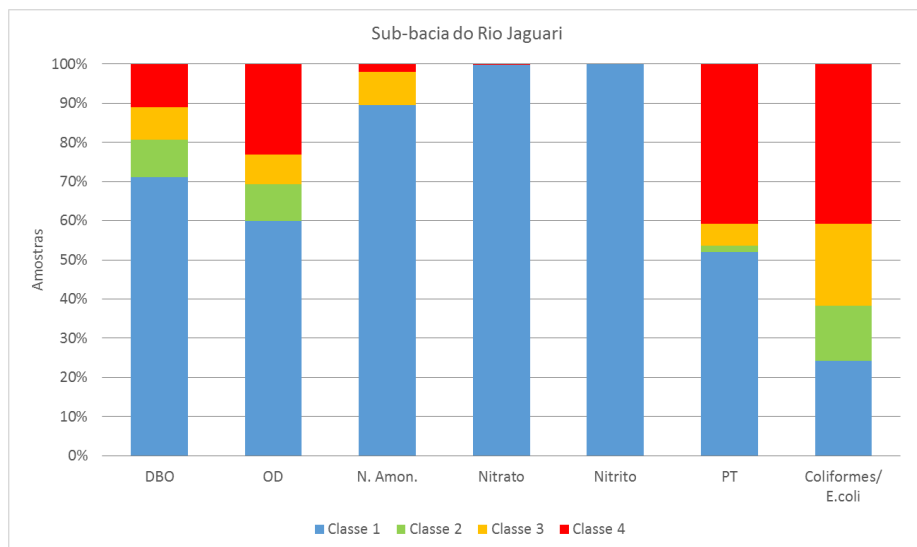


Figura 2.12 – Amostras da sub-bacia do Rio Jaguari, em termos de classe equivalente da Resolução CONAMA nº 357/2005.

Os melhores resultados, em relação a **DBO** e **OD**, são observados nas **cabeceiras do Rio Jaguari**, na porção mineira das Bacias PCJ. Entretanto, nas imediações do município de Bragança Paulista, e nos seus ribeirões afluentes, nota-se **baixas concentrações de OD** e altas concentrações de **Coliformes Termotolerantes/E.coli** e de **Fósforo Total**. Tanto na região das cabeceiras, quanto ao longo de todo o Rio Jaguari, concentrações de **Coliformes Termotolerantes/E.coli** são elevadas.

Destaca-se os trechos localizados na porção mineira do Rio Camanducaia, a jusante de Camanducaia e Itapeva, com a maior parte das amostras de **Coliformes Termotolerantes/E.coli** em condições equivalentes à Classe 4. As únicas exceções ocorrem no Reservatório Jaguari-Jacareí e a jusante dele, e na nascente do Rio Camanducaia e no Ribeirão Pinhal, onde as amostras encontram-se predominantemente em padrões de Classe 1.

O **IQA** é calculado com metodologias diferentes pela CETESB e pelo IGAM, sendo que, para a **porção paulista**, as médias anuais apresentaram-se predominantemente na faixa **Boa**, entre 2009 e 2015. Já na **porção mineira**, a média anual ficou predominantemente da faixa **Média**, entre 2011 e 2015.

O **IAP**, analisado apenas na porção paulista das Bacias PCJ, ficou entre as categorias **Regular e Boa**, entre 2009 e 2015. O **IET** variou de **Oligotrófico, a Mesotrófico**. O **IVA** fica predominantemente na categoria **Boa**, sendo que em 2014 passou a ser **Regular**.

O **IB** é classificado como **Ótimo**, entre 2009 e 2015, no Reservatório do Rio Jaguari/Jacareí. O **ICT**, calculado apenas na **porção mineira**, entre 2012 e 2015, apresentou classe de contaminação **Baixa** para a maioria das substâncias tóxicas analisadas. Entretanto, para **chumbo total**, nota-se que pelo menos 30% das amostras encontram-se na classe de contaminação **Alta**, em todos os pontos do IGAM analisados.

A sub-bacia do Rio Jaguari apresenta diversos municípios que possuem coleta de esgoto, porém com tratamento zero, sendo uma sub-bacia bastante impactada pelo lançamento de efluentes domésticos e industriais.

SUB-BACIA DO RIO CAMANDUCAIA

Na sub-bacia do Rio Camanducaia, somente o Rio Camanducaia é monitorado, pela CETESB e pelo IGAM, sendo este rio inserido nos estados de São Paulo e Minas Gerais. Ressalta-se que a série de pontos da porção mineira das Bacias PCJ, monitorados pelo IGAM, compreende o período entre **2011 a 2015**. Essa sub-bacia **não concentra grandes manchas urbanas**, sendo a população total inserida nela de, aproximadamente, 134 mil habitantes. Os municípios com maior população inserida nesta sub-bacia são Amparo, Jaguariúna e Pinhalzinho. Em termos dos índices de tratamento de esgoto, nota-se que na região das cabeceiras, **os índices de tratamento são bastante baixos**, variando de 31%, na faixa Ruim, de acordo com os critérios de CRHi (2016), a 57%, sendo considerado Regular.

A partir da análise dos dados de qualidade da água dessa sub-bacia (Figura 2.13), observa-se que o parâmetro **Coliformes Termotolerantes/E.coli** apresenta os piores resultados, com mais da metade das amostras em condições equivalentes à **Classes 4**. **Fósforo total, DBO, OD e Nitrogênio Amoniacal** estão em maior parte em padrões equivalentes à **Classe 1**.

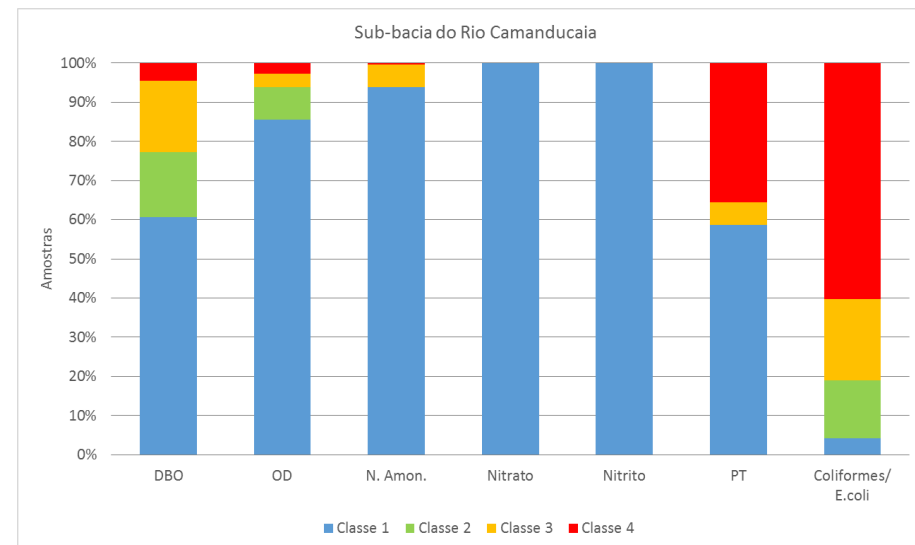


Figura 2.13 – Amostras da sub-bacia do Rio Camanducaia, em termos de classe equivalente da Resolução CONAMA nº 357/2005.

Os **melhores resultados** de qualidade são observados na **cabeceira do Rio Camanducaia**, até a jusante do município de Monte Alegre do Sul. Dentre os pontos localizados na porção mineira das Bacias PCJ, nota-se que a jusante da área urbanizada do município de Toledo, há **pior qualidade da água**, sendo refletido no parâmetro **DBO**. Considerando o parâmetro **Coliformes Termotolerantes/E.coli**, verifica-se que este é o ponto com **piores resultados**, na sub-bacia do Camanducaia, estando em mais de 90% das amostras em condições equivalentes à **Classe 4**.

O **IQA na porção paulista predomina na faixa Ótima**, entre 2009 e 2015, enquanto na **porção mineira**, prevalece a categoria **Ruim**, com exceção da nascente do Rio Camanducaia, onde a categoria é Ótima entre 2011 e

2015. Destaca-se que a faixa de classificação do IQA na porção mineira segue os critérios do IGAM, sendo distintas faixas de classificação utilizadas pela CETESB.

O **IAP**, calculado para a porção paulista, fica principalmente nas faixas **Regular e Ruim**. O **IET** varia de Ultraoligotrófico a Mesotrófico.

O **IVA** da porção paulista predomina na categoria **Boa**, piorando para **Ruim**, em 2014. O **ICT**, calculado apenas para a **porção mineira**, entre 2012 e 2015, apresentou classe de contaminação **Baixa** para a maioria das substâncias tóxicas analisadas. Entretanto, para **chumbo total**, nota-se que pelo menos 30% das amostras encontram-se na classe de contaminação **Alta**, em todos os pontos do IGAM analisados.

Destaca-se que os municípios desta sub-bacia possuem **índices de coleta bastante elevados**, no entanto, os **índices de tratamento são baixos**, variando de zero a 57%.

SUB-BACIA DO RIO CORUMBATAÍ

Na sub-bacia do Rio Corumbataí, são monitorados o Rio Corumbataí, o Córrego Santa Gertrudes e o Rio Claro. Esses corpos hídricos atravessam os municípios de Analândia, localizado na região das cabeceiras, Corumbataí, Rio Claro e Santa Gertrudes. O município de Ipeúna localiza-se na margem direita do Rio Corumbataí, sendo drenada pelo Rio Passa Cinco, que não é monitorado.

Nesta sub-bacia estão concentradas 281 mil habitantes, sendo que o município mais populoso é Rio Claro, que representa 70% da população total da sub-bacia. Nela, ainda se encontra parte da população de Piracicaba e Charqueada. Nota-se que a maior parte dos lançamentos de efluentes domésticos, tratados ou não, está concentrada nas imediações do município de Rio Claro.

Os **índices de tratamento de efluentes** estão na classe **Regular**, a montante, sendo que a jusante, próximo a foz, o índice de tratamento é classificado como **Bom**, de acordo com os critérios de CRHi (2016).

A partir da análise dos dados de qualidade da água dessa sub-bacia, entre 2009 e 2015 (Figura 2.14), observa-se que o parâmetro **Coliformes Termotolerantes/E.coli** apresenta amostras predominantemente em condições equivalentes às **Classes 3 e 4**. **Fósforo Total, DBO e OD**, têm mais da metade das amostras em padrões de **Classe 1**. O **Nitrogênio Amoniacal** apresenta bons resultados, com amostras majoritariamente Em condições equivalentes à **Classe 1** da Resolução CONAMA 357/2005.

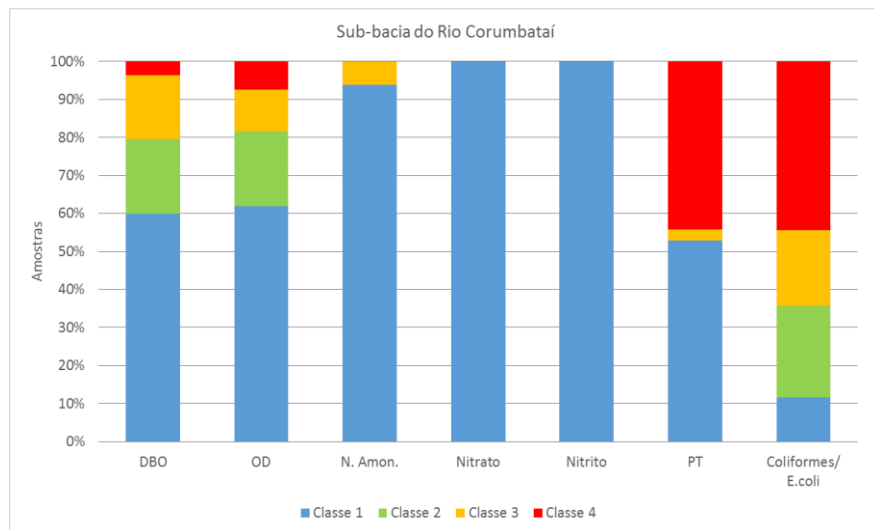


Figura 2.14 – Amostras da sub-bacia do Rio Corumbataí, em termos de classe equivalente da Resolução CONAMA nº 357/2005.

Considerando os parâmetros OD e DBO, os melhores resultados são observados na cabeceira do Rio Corumbataí, próximo a Analândia e a montante dos lançamentos de Rio Claro. A partir desse ponto, observa-se piora da qualidade de OD, sendo o pior ponto localizado a jusante do município de Rio Claro e da confluência com o Rio Claro e com o Córrego Santa Gertrudes. Em relação a **Coliformes Termotolerantes/E.coli** e **Fósforo Total**, grande parte dos pontos apresenta elevados percentuais de amostras na condição equivalente à **Classe 4**, sendo a foz do Rio Corumbataí com resultados bastante críticos. O **IQA** médio anual nessa sub-bacia predomina na categoria **Boa**, enquanto o IAP fica mais próximo da faixa Regular. O **IET** predomina na categoria **Ultraoligotrófico**, mas passa a **Mesotrófico** em 2014. O **IVA** varia bastante, entre **Bom** e **Ruim**.

ÍNDICE DE CONFORMIDADE AO ENQUADRAMENTO - ICE

A análise do ICE tem como objetivo complementar as análises de qualidade da água, avaliando a aderência das condições de qualidade ao Enquadramento vigente. O ICE mede a distância entre a condição atual de um corpo d'água e a meta de qualidade estabelecida pelo Enquadramento, podendo auxiliar na avaliação do quanto o corpo hídrico está se aproximando ou distanciando dos objetivos de qualidade de água almejados. O ICE foi calculado por meio de três abordagens diferentes:

- Dois parâmetros: DBO e OD;
- Cinco parâmetros: DBO, OD, Nitrogênio Amoniacal, Fósforo Total e Coliformes Termotolerantes/E.coli;
- Sete parâmetros: DBO, OD, Nitrogênio Amoniacal, Nitrito, Nitrato, Fósforo Total e Coliformes Termotolerantes/E.coli.

A classificação do ICE varia de Péssima a Ótima, sendo as diferenças entre as abordagens distintas representadas pela Figura 2.15. Nota-se que, considerando somente os parâmetros DBO e OD, a situação de aderência ao Enquadramento vigente é a maior, com 26% dos pontos com qualidade da água muito próxima das condições estabelecidas pelo Enquadramento (ICE na faixa Ótima). Considerando cinco parâmetros, somente 4% das amostras está em condição Boa e 62% em Péssima. Por fim, na abordagem considerando sete parâmetros, 6% dos pontos estão em condição Boa e 49% em Péssima, apresentando melhora em relação à abordagem com cinco parâmetros.

Ressalta-se que índices de ICE na faixa Ótima, não significam, necessariamente, que a qualidade da água está em boas condições, mas sim, que estão próximos da classe de Enquadramento do rio.

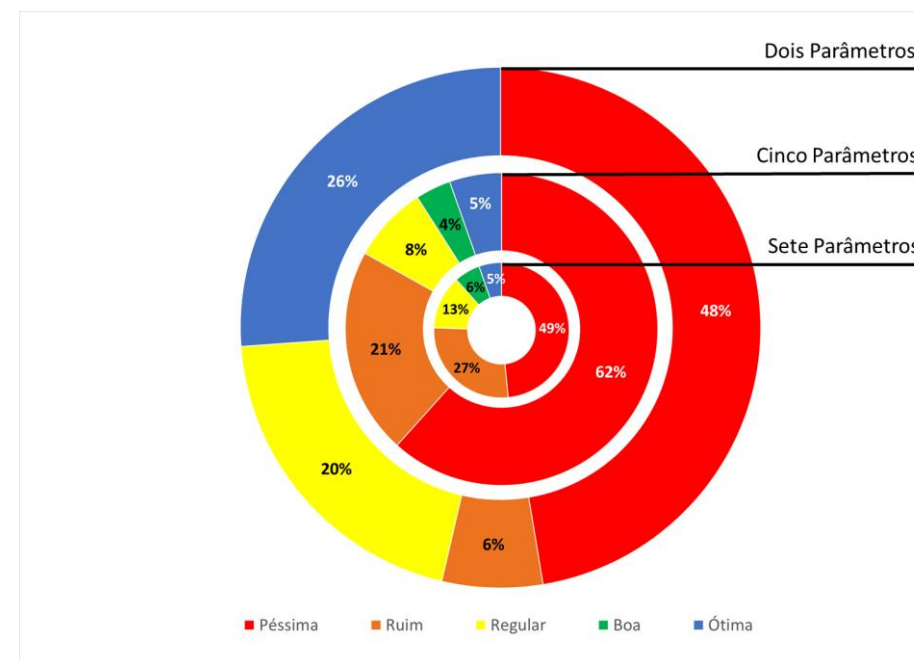


Figura 2.15 – Percentual de pontos nas classes do ICE, considerando dois, cinco e sete parâmetros.

A figura a seguir ilustra os resultados espacializados para cinco parâmetros (Figura 2.16). Os resultados a seguir, por sub-bacia, serão analisados também para cinco parâmetros.

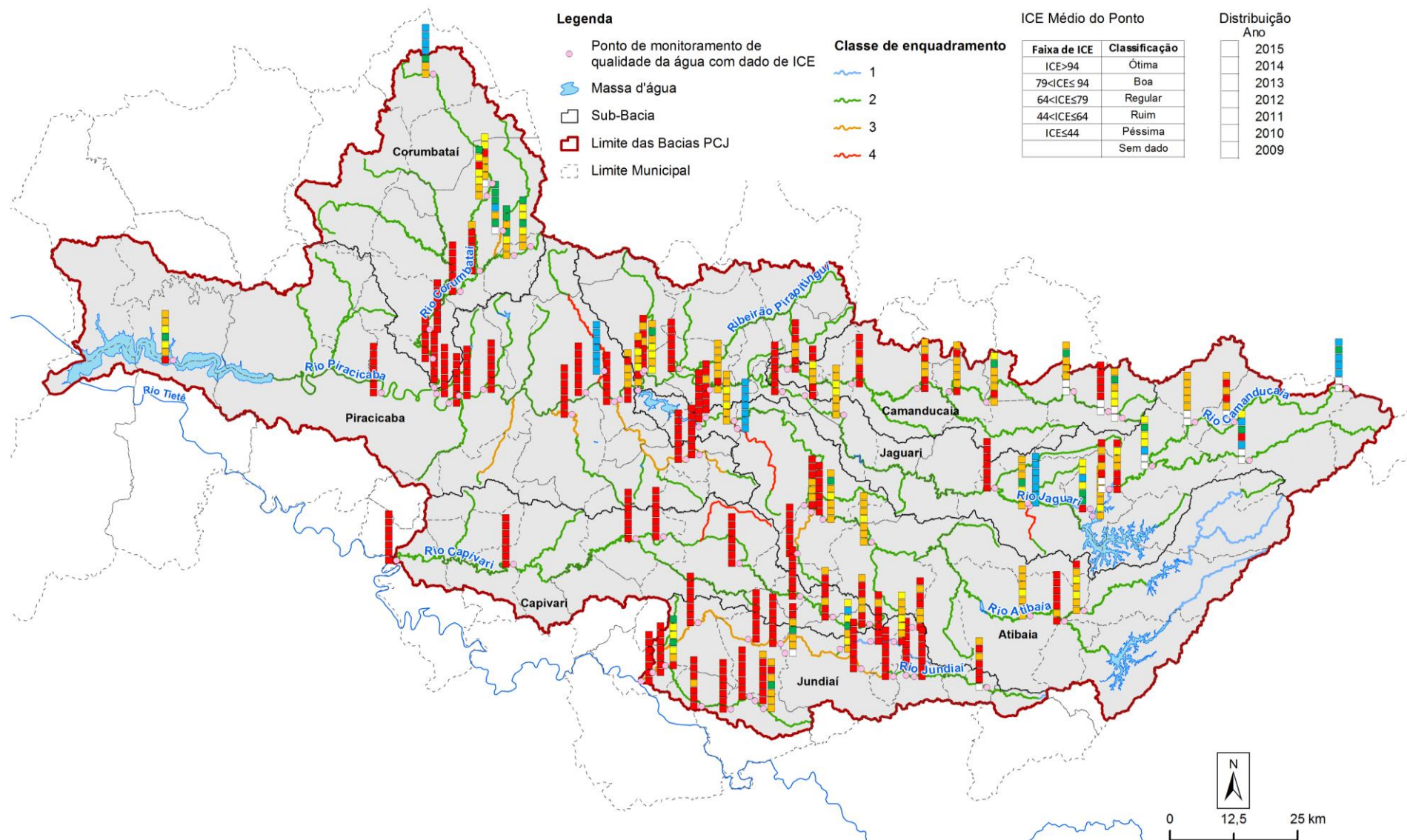


Figura 2.16 – ICE para 5 parâmetros nas sub-bacias, considerando o período de 2009 a 2015

Os resultados apresentados na Figura 2.17 evidenciam grande distância entre a qualidade atual das águas e o Enquadramento vigente, em especial na sub-bacia do **Rio Capivari**, que apresenta ICE apenas nas categorias **Ruim e Péssima**.

As sub-bacias dos **Rios Corumbataí e Jaguari**, são as que apresentam maior proximidade ao enquadramento, com aproximadamente 20% das amostras com ICE entre as categorias **Ótima e Boa**.

As sub-bacias dos **Rios Jundiá e Piracicaba** apresentam menos de 10% de amostras com ICE nas faixas **Boa e Ótima**, respectivamente, e mais de 60% das amostras com ICE na categoria **Péssima**, em ambas as sub-bacias.

A sub-bacia do **Rio Camanducaia** apresenta maior parte de suas amostras com ICE **Ruim e Péssimo**, sendo que essa sub-bacia possui todos seus corpos hídricos enquadrados em Classe 2. Cerca de 5% das amostras estão na faixa **Boa**.

Por fim, a sub-bacia do Rio Atibaia apresenta cerca de 20% das amostras com ICE entre as categorias **Ótima e Regular**, sendo que essa sub-bacia apresenta diversos trechos com contribuições de efluentes domésticos e industriais.

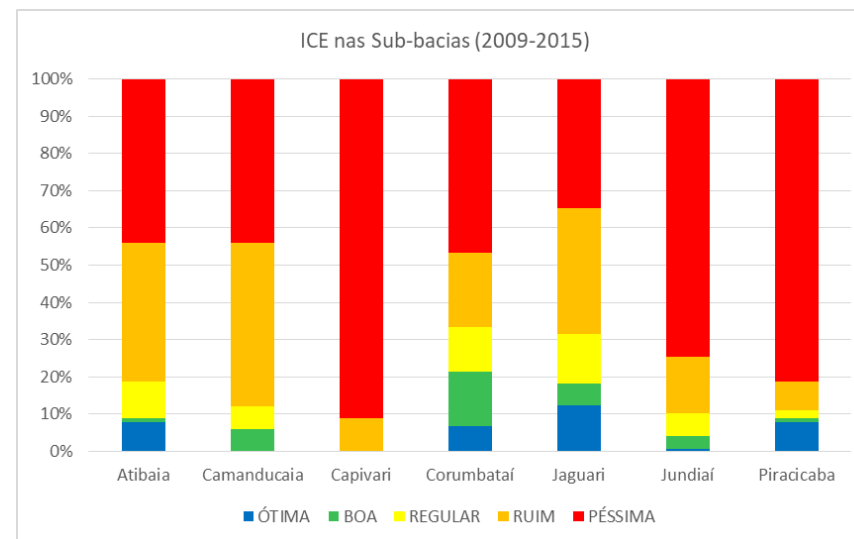


Figura 2.17 - ICE para 5 parâmetros nas sub-bacias, considerando o período de 2009 a 2015

BARRAMENTOS DE DESTAQUE PARA O CADERNO DE ENQUADRAMENTO

Os reservatórios de água, formados a partir de barramentos nos corpos d'água, são corpos hídricos lânticos, isto é, que possuem movimento de água lento. Devido ao lançamento de efluentes domésticos e industriais e dos nutrientes carreados pela ação das chuvas, pode ocorrer o incremento de nutrientes nesses corpos hídricos, gerando o processo de eutrofização. A eutrofização pode acarretar proliferação excessiva de plantas aquáticas e algas, podendo gerar toxicidade na água, mortandade de peixes, cor, odor e sabor na água, entre outras consequências.

A Represa de Salto Grande, no município de Americana, São Paulo, é um caso bastante conhecido, devido à grande quantidade de plantas aquáticas que se proliferam sobre o lago do reservatório.

A construção de barragens nas Bacias PCJ é de interesse do Caderno de Enquadramento, uma vez que os reservatórios formados, além de trazer benefícios de regularização de vazão, melhorando a diluição de efluentes em períodos de escassez, podem vir a impactar os usos múltiplos dos reservatórios bem como dos usos a jusante, caso não sejam realizadas medidas que reduzam o incremento de nutrientes de montante.

Tendo em vista as possíveis influências de barramentos existentes e futuros na qualidade da água, este caderno propõe diversos programas voltados ao aumento do conhecimento acerca do tema, envolvendo o abatimento de nutrientes e a redução de cargas de origem pontual difusa.

Os itens que seguem apresentam uma breve descrição da situação na Represa de Salto Grande e um panorama de algumas das futuras barragens de destaque, atualmente em projeto ou construção nas Bacias PCJ.

Represa de Salto Grande

A Pequena Central Hidrelétrica (PCH) de Americana foi inaugurada em 1949, com reservatório localizado no Rio Atibaia, a montante da confluência com o Rio Jaguari, que dá origem ao Rio Piracicaba. A área alagada a partir do barramento da UHE permitia o uso da água para irrigação, piscicultura e também deu origem à Praia Azul e à Praia dos Namorados, utilizadas para recreação.

As mudanças de ocupação do solo e o aumento da urbanização das áreas no entorno da represa e da bacia que a alimenta, causaram a degradação da qualidade da água ao longo dos anos. Atualmente, conforme apresentado na Figura 2.18, observa-se um elevado nível de eutrofização na Represa de Salto Grande, com destaque para o crescimento excessivo de plantas aquáticas na superfície, como aguapés.



Figura 2.18 – Represa de Salto Grande tomada por aguapés. (Fonte: G1 Campinas e Região, 2018)

A água da Represa encontra-se imprópria para banho e, desde 2006, busca-se uma solução para a recuperação da qualidade da água. Em 2014, foi aberto um inquérito, pelo ministério Público, para acompanhar a situação da qualidade da água no reservatório e propor medidas voltadas à redução da poluição.

A Companhia Paulista de Força e Luz (CPFL), responsável pela administração da UHE Americana, vem fazendo a retirada mecânica dos aguapés. Entretanto, ainda se buscam outras alternativas e tecnologias para a recuperação da qualidade do reservatório.

Articulação do Programa para Efetivação ao Enquadramento com a Represa de Salto Grande

Considerando-se a situação particular de qualidade da água do Reservatório de Salto Grande, são apresentadas ações para aprofundamento do conhecimento referente ao impacto das cargas difusas nas Bacias PCJ, bem como abatimento de cargas pontuais e difusas, considerando a hierarquização dos municípios a montante do reservatório de Salto Grande.

BARRAGEM DO RIBEIRÃO PIRAÍ

Em 2003 surgiu o Consórcio do Ribeirão Piraí (CONIRPI), devido às dificuldades dos municípios de Indaiatuba, Itu, Salto e Cabreúva em fornecer água em quantidade e qualidade à população. De acordo com o CONIRPI, tal órgão tem finalidade de planejar, adotar e executar planos, programas e projetos destinados a acelerar o desenvolvimento socioeconômico e ambiental da região. Além disso, o Consórcio busca promover programas e medidas destinadas à recuperação do meio ambiente, com atenção especial ao Ribeirão Piraí.

O Ribeirão Piraí está inserido na sub-bacia do Rio Jundiaí, sendo a barragem e o reservatório propostos inseridos fisicamente nos municípios de Salto e Itu. O objetivo deste barramento é aumentar a oferta de água nos períodos de estiagem e regularizar as vazões da bacia hidrográfica do Ribeirão Piraí.

De acordo com o EIA/RIMA da Barragem do Ribeirão Piraí (BIOSFERA, 2011), a qualidade da água no ponto de monitoramento no local da futura barragem apresenta IAP classificado como Regular e IET variando de Mesotrófico a Supereutrófico.

Para mitigar os possíveis impactos na qualidade da água, o estudo indica a necessidade da compatibilização dos cronogramas de implantação da nova ETE Jacaré, que será implantada no município de Cabreúva e lançará seus efluente tratados no Ribeirão Piraí, a montante da futura Barragem. Além disso, devem ser realizadas ações coordenadas entre os municípios consorciados e os Comitês PCJ, visando o abatimento de nutrientes de cargas pontuais e difusas na bacia de contribuição da Barragem do Ribeirão Piraí.

Articulação do Programa para Efetivação do Enquadramento e do Programa de Recuperação da Qualidade das Águas do Ribeirão Piraí

A continuidade do licenciamento da Barragem do Ribeirão Piraí para a obtenção da Licença Ambiental de Instalação (LI) depende do atendimento por parte do CONIRPI de exigências estabelecidas na Licença Prévia (LP), sendo que algumas destas possuem articulação com o Plano de Bacias PCJ 2020 a 2035. Dentre as condicionantes da LP, destacam-se os itens 1.8 e 1.9 da licença. O primeiro item diz respeito ao termo de compromisso entre o CONIPRI e a prefeitura de Cabreúva e a Sabesp, visando a compatibilização entre os cronogramas de implantação da nova ETE Jacaré (a ser provida com sistema terciário) e do enchimento do reservatório, visando a redução do aporte de nutrientes das áreas de montante. Ressalta-

se que, em função da restrição orçamentária, o enchimento do reservatório será realizado em duas etapas.

Já o item 1.9 preconiza a realização de tratativas entre a CONIPRI, o município de Cabreúva e os Comitês PCJ, para a definição de ações e diretrizes voltadas para o abatimento de nutrientes de cargas pontuais e difusas na bacia de contribuição da barragem do Piraí, no âmbito de um programa de Recuperação da Qualidade da Água. O referido Programa deverá levantar as principais fontes de aporte de nutrientes para o Ribeirão Piraí, na bacia de contribuição e realizar a modelagem com simulação dos níveis de trofia esperados no reservatório, considerando as cargas atuais e metas de abatimento.

No que tange o item 1.9, é importante mencionar que as tratativas entre a CONIRPI e os Comitês PCJ, bem como a Agência das Bacias PCJ estão sendo realizadas. O Plano de Bacias PCJ 2020 a 2035, na presente elaboração do Caderno de Enquadramento, contempla ações e faz um ranqueamento dos municípios, incluindo análises para o ribeirão Piraí e o município de Cabreúva. Nas simulações dos cenários futuros, a Barragem do Ribeirão Piraí está sendo considerada, a partir de 2025, bem como a nova ETE Jacaré, estão carregadas no SSD PCJ a partir do cenário 2020. Conforme a análise do capítulo 3, a futura Barragem do Ribeirão Piraí faz com que lançamentos a montante necessitem atenção quanto a remoção de nutrientes, o que já está previsto na nova ETE.

BARRAGENS DE PEDREIRA E DUAS PONTES

O EIA/RIMA das Barragens de Pedreira e Duas Pontes foi elaborado junto, pelo Consórcio Hidrostudio Engenharia e Themag Engenharia (2015). A criação desses reservatórios tem como objetivo incrementar e aprimorar a oferta hídrica da região.

A Barragem de Pedreira será construída no Rio Jaguari, abrangendo os municípios de Pedreira e Campinas. O EIA/RIMA (2015) indica que na Barragem de Pedreira as principais fontes de poluição são provenientes das atividades agropecuárias desenvolvidas nas zonas rurais dos municípios de Pedreira e Campinas.

A Barragem de Duas Pontes será construída no Rio Camanducaia e será totalmente inserida no município de Amparo. Os efluentes domésticos e industriais gerados no município de Amparo representam a principal fonte poluidora, de acordo com o EIA/RIMA (2015). Além disso, as águas do rio Camanducaia também recebem cargas difusas provenientes das zonas rurais, nas quais predominam atividades agropecuárias e cultivos agrícolas. Para evitar os possíveis impactos na qualidade da água do reservatório, o estudo indica a necessidade de ampliação do sistema de coleta e tratamento de esgotos da cidade de Amparo.

Articulação do Programa para Efetivação do Enquadramento com as Barragens de Pedreira e Duas Pontes

Conforme evidenciado pelo EIA/RIMA das barragens Pedreira e Duas Pontes, as cargas de nutrientes aportadas ao reservatório podem impactar

a qualidade das águas dos reservatórios, sendo evidenciada a necessidade de controle das cargas pontuais e das cargas difusas dos municípios de montante. O estudo aponta necessidade de ampliação dos sistemas de coleta e tratamento de esgotos domésticos no município de Amparo, situado a montante da Barragem Duas Pontes, sendo necessária a verificação da eficiência da ETE, incluindo a adoção de tratamento terciário para a redução da carga de fósforo no ambiente aquático, além do controle das fontes poluidoras de origem industrial.

Nesse sentido, é importante mencionar que este documento aponta ações de tratamento de esgotos para todos os municípios, incluindo aqueles a montante dos reservatórios, bem como são feitas propostas de mitigação das cargas difusas.

RESERVATÓRIO DE ÁGUA BRUTA – CAMPINAS

Em 2014, ano da grave crise hídrica enfrentada no estado de São Paulo, iniciaram-se estudos de alternativas para garantia de suprimento hídrico no município de Campinas, sendo definida como melhor alternativa o barramento no Rio Atibaia, para reservação de água bruta. De acordo com Sociedade de Abastecimento de Água e Saneamento S/A (SANASA, 2017), empresa responsável pelo abastecimento de água e esgotamento sanitário de Campinas, o reservatório terá uma autonomia de abastecimento para o município de 70 dias, com um incremento na vazão de 2 m³.

SIMULAÇÕES DE CENÁRIOS FUTUROS

Este item apresenta os resultados das simulações da qualidade da água realizadas para diferentes cenários futuros, elaborados na Etapa 3 do Plano das Bacias PCJ 2020 a 2035, especificamente para o Caderno de Enquadramento dos Corpos d'Água Superficiais. Os cenários futuros foram simulados através do Sistema de Suporte a Decisão para Análise Quantitativa e Qualitativa de Corpos d'Água das Bacias PCJ (SSD PCJ). O Capítulo 15 do Relatório Final do Plano das Bacias PCJ 2020 a 2035 apresentam o detalhamento do SSD.

Os cenários propostos visam avaliar a qualidade da água das Bacias PCJ frente à ampliação da coleta e tratamento de esgoto dos municípios e aumento na eficiência de remoção de DBO, nutrientes (Nitrogênio e Fósforo) e Coliformes das ETEs, para então subsidiar a definição de metas para o alcance do Enquadramento, bem como identificar possíveis locais onde a incorporação de tratamento terciário pode trazer ganhos significativos de qualidade da água. Destaca-se que os cenários apresentados neste capítulo são diferentes daqueles apresentados no capítulo 17 do Relatório Final, pois estes possuem o viés de avaliar o nível de intervenções necessárias para alcançar o enquadramento nos corpos hídricos das Bacias PCJ, apresentado no Figura 2.1.

A simulação dos cenários foi precedida por uma rodada de reuniões com as Agências da CETESB presentes nas Bacias PCJ, para promover a consistência e validação dos dados de entrada do SSD PCJ levantados na Etapa 1. A partir dos dados consistidos foi criado o Cenário Consistido 2020

(considerado cenário de base do planejamento), que serviu como referência de comparação entre os resultados dos demais cenários.

Ainda, cabe destacar a interface que o SSD PCJ possui com a Garantia de Suprimento Hídrico, pois o modelo tem capacidade de simular o efeito de reservatórios e transposições nas bacias. Desta forma, o SSD PCJ foi utilizado para averiguar o quanto as obras previstas ou propostas podem contribuir para a disponibilidade de água e redução de déficits nas Bacias PCJ, bem como, para a análise do impacto dessas obras na qualidade da água e enquadramento.

DESCRIÇÃO DOS CENÁRIOS SIMULADOS

As simulações de qualidade da água foram realizadas através do Sistema de Suporte à Decisão SSD PCJ, considerando-se diferentes cenários futuros, definidos na Etapa 3 do Plano das Bacias PCJ 2020 a 2035. Esses cenários têm como objetivo analisar a qualidade da água nas Bacias PCJ frente à ampliação da coleta e tratamento de esgotos dos municípios e aumento na eficiência de remoção de DBO, nitrogênio, fósforo e coliformes das ETEs. Foram simulados sete cenários, descritos de forma simplificada na Figura 2.19, para os anos de 2016, 2020 e 2035.

Cenários	Descrição simplificada	Eficiências de DBO, N, P e Coliformes*
Cenário Zero (2016)	Cenário com a população de 2016 - ETEs ativas na ETAPA 1 (Cenário de Calibração)	Eficiência DBO: Atual Eficiência de N: 35% Eficiência de P: 20% Eficiência Colif.: 99%
Cenário Consolidado (2020)	Cenário de base de comparação População 2020 Inseridas ETEs em ampliação/ construção.	Eficiência DBO: Atual Eficiência de N: 35% Eficiência de P: 20% Eficiência Colif.: 99%
Cenário Meta - Padrão de Lançamento	Avaliação da situação para eficiência máxima de 80% nas ETEs População 2035	Eficiência DBO: 80% Eficiência de N: 35% Eficiência de P: 20% Eficiência Colif.: 99%
Cenário Meta - Com restrição (2035)	Avaliação das Metas do Plano 2010 a 2020 População 2035 Eficiência DBO é restringida pelo teto (95%).	Ef. Máxima DBO: 95% Eficiência de N: 60% Eficiência de P: 35% Eficiência Colif.: 99,9%
Cenário Meta - Sem restrição (2035)	Avaliação das Metas do Plano 2010 a 2020 População 2035 Eficiência DBO: não é restringida pelo teto (95%)	Ef. Máxima DBO: >95% Eficiência de N: 60% Eficiência de P: 35% Eficiência Colif.: 99,9%
Cenário Teto (2035)	Avaliação dos tetos (premissas TR) População 2035 Coleta: 98%; Trat. 100%; ef. 95% Eficiência DBO: restringida pelo teto (95%).	Ef. Máxima DBO: 95% Eficiência de N: 75% Eficiência de P: 75% Eficiência Colif.: 99,99%
Cenário Teto - Sem restrição (2035)	Avaliação dos tetos (premissas TR) População 2035 Coleta: 98%; Trat. 100% Eficiência DBO: não é restringida pelo teto (95%).	Ef. Máxima DBO: >95% Eficiência de N: 95% Eficiência de P: 99% Eficiência Colif.: 99,999%

*Eficiências estabelecidas para ETEs novas ou sem informação. Para ETEs com eficiências iguais ou superiores àquelas estabelecidas pelo cenário, são mantidas as eficiências atuais, com exceção do cenário Cenário Meta/ Padrão de emissão

Figura 2.19 – Descrição simplificada dos cenários elaborados para a Etapa 3

Foram realizadas simulações com vazões de referência ($Q_{7,10}$, Q_{95} e Q_{mlp}), e com séries históricas mensais de vazão, para o período de 1940 a 1970. Tais resultados possibilitaram a análise do atendimento ao enquadramento nos diferentes cenários e a permanência nas classes de enquadramento. A Figura 2.20 sintetiza os parâmetros simulados, as vazões e a forma de apresentação dos resultados.

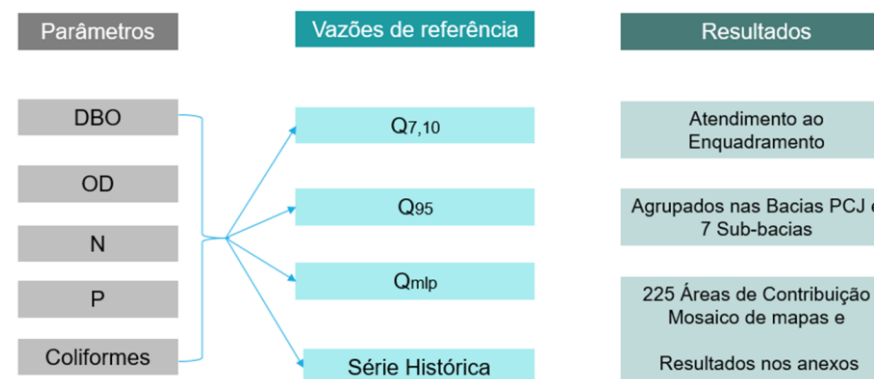


Figura 2.20 – Apresentação dos resultados no P2 – Relatório Final do Caderno de Enquadramento, para cada cenário.

DETALHAMENTO DOS CENÁRIOS

O **Cenário Zero (2016)** foi simulado com a população de 2016 e índices de coleta, tratamento e eficiências de remoção de DBO das ETEs consolidados após as reuniões da CETESB (ocorridas em agosto de 2018). Destaca-se que para as ETEs cujas eficiências de remoção de N, P e Coliformes não foram informadas nas visitas, foram atribuídas eficiências abaixo das eficiências máximas observadas nos tratamentos biológicos, com base em

Von Sperling (2014), sendo 35% para N, 20%, para P e 99% para coliformes termotolerantes. Este cenário serviu de base para calibração do SSD PCJ.

O **Cenário Consolidado (2020)** apresenta os mesmos índices de coleta, tratamento e eficiência do Cenário Zero (2016), no entanto, foi simulado com a população de 2020. Ressalta-se que o Cenário Consolidado (2020) representa o **cenário base** para comparação com os demais cenários.

Para o cenário Consolidado do ano de 2020 as estações de tratamento que se encontram em fase final de construção ou até mesmo prontas para operação, foram consideradas no cadastro do SSD PCJ como ETEs de projeto. As informações referentes a grande parte das ETEs recebidas nas visitas aos municípios foram bastante deficitárias, possivelmente em função do estágio do projeto da ETE. Por isso, informações referentes ao tipo de tratamento, eficiências, vazão de projeto e localização, que estavam faltando foram obtidas do Atlas Esgotos (ANA, 2017a) ou de informações recebidas diretamente da Agência das Bacias PCJ, a partir de novo contato com os prestadores de serviços de saneamento dos municípios no início de 2019. Ao todo, foram inseridas mais dez estações de tratamento de esgoto no cenário Consolidado 2020, conforme apresentado no Quadro 2.2.

No cenário Consolidado 2020, além das novas ETEs indicadas no Quadro 2.2, outras ETEs já existentes, que estavam passando por processo de modernização ou ampliação, durante a Etapa 1, foram inseridas com as características atualizadas, como ETE Mário Araldo Candello (Indaiatuba), ETE Tatu (Limeira), ETE Jardim Novo (Rio Claro).

Quadro 2.2 - ETEs inseridas no cenário consolidado 2020.

Município	Nome da ETE
Artur Nogueira	ETE Artur Nogueira – Stocco
Atibaia	ETE Atibaia – Caetetuba
Cabreúva	ETE Jacaré (Nova)
Camanducaia	ETE Camanducaia
Camanducaia	ETE Camanducaia (MG) – Monte Verde
Campinas	ETE Campinas – Boa Vista
Cordeirópolis	ETE Cordeirópolis
Cosmópolis	ETE Cosmópolis
Jaguariúna	ETE Jardim Primavera - Jaguariúna
Santa Bárbara d'Oeste	ETE Santa Bárbara d'Oeste – Toledos 02
São Pedro	ETE São Pedro – Samambaia
Valinhos	ETE Valinhos – São Bento do Recreio

Os outros cinco cenários foram simulados considerando a população projetada para 2035. Nos **Cenários Meta – Com restrição (2035)**, foram avaliadas se as metas de coleta, tratamento do esgoto coletado e eficiência na remoção de DBO definidas no Cenário Desejável do Plano PCJ 2010 a 2020 seriam suficientes para atendimento ao enquadramento em 2035. Foram mantidos os índices do Cenário Consolidado para aqueles municípios que já ultrapassaram as metas de coleta e tratamento do Plano PCJ 2010 a 2020, mas restringiu-se o índice de coleta (98%) e a eficiência máxima de remoção de DBO (95%). No **Cenário Meta – Sem restrição (2035)** não se restringiu a eficiência máxima de remoção de DBO, mas o limite de coleta permaneceu 98%.

Destaca-se que nos Cenários Meta, com e sem restrição (2035), para os casos de ETEs, cujas eficiências de remoção de N, P e *Coliformes Termotolerantes* não foram informadas, foram admitidas eficiências de remoção de 60% para N, 35%, para P, e 99,9% para coliformes termotolerantes. Estas são eficiências máximas, de acordo com Von

Sperling (2014), para a maior parte dos tipos de tratamento de efluentes convencionais observados nas Bacias PCJ. Todavia, apesar dos tipos de tratamento admitirem eficiências máximas dessa magnitude, as condições operacionais das ETEs podem resultar em eficiências inferiores às estabelecidas pela literatura especializada.

Ainda, destaca-se que nos cenários de 2035 foram inseridas ETEs para os municípios que possuem metas de tratamento estabelecidas pelo Cenário Desejável do Plano PCJ 2010 a 2020 e que possuem estações de tratamento que estão em fase de projeto, estudo de concepção ou até mesmo construção, porém sem previsão de conclusão da obra para o ano de 2020. Novamente, as informações foram obtidas, inicialmente, das atividades de visitas aos municípios, e complementadas com informações do Atlas Esgotos (ANA, 2017a) ou de projetos básicos e executivos das ETEs, recebidos através da Agência das Bacias PCJ. Ao todo, doze estações foram inseridas nos cenários Meta/Consolidado (2035), para os casos com e sem restrição de remoção da DBO, conforme apresentado no Quadro 2.3 a seguir.

Quadro 2.3 - ETEs inseridas no cenário Meta/Consolidado (2035) do SSD PCJ

Município	Nome da ETE
Atibaia	ETE Atibaia – Portão
	ETE Atibaia – Tanque
	ETE Atibaia – Usina
	ETE Atibaia – Maracanã
Bom Jesus dos Perdões*	ETE Bom Jesus dos Perdões
Ipeúna	ETE Ipeúna – Núcleo Urbano Lajeado Portal dos Nobres
Monte Alegre do Sul**	ETE Monte Alegre do Sul
Pedra Bela	ETE Pedra Bela

Município	Nome da ETE
Rafard***	ETE Rafard
Sumaré	ETE Sumaré – Tijuco Preto
	ETE Sumaré - Quilombo

Fonte: Elaborado pelo Consórcio Profill-Rhama.

* Segundo informações recebidas da Agência, a ETE Bom Jesus dos Perdões está finalizada, porém o município não possui recursos para conectar a estação de tratamento à rede coletora de esgoto, não sendo provável que inicie as operações até o ano de 2020. Dessa forma, decidiu-se por inserir a ETE apenas nos cenários de 2035.

** No município de Monte Alegre do Sul existem projetos para três estações de tratamento de efluentes. No entanto, o município informou que não possui recursos para execução. Como não há informações acerca da vazão de projeto da ETE, considerou-se um valor fictício, que representa que a estação tem capacidade de tratar 100% do esgoto gerado.

*** A ETE Rafard teve sua obra aprovada, porém ainda se encontra em fase de ajustes do contrato, sendo o início da construção previsto para final de 2019 ou início de 2020. Dessa forma, decidiu-se por inserir a ETE apenas nos cenários de 2035.

Foi simulado, também, um cenário denominado **Cenário Meta - Padrão de Lançamento 2035** o qual limita em 80% eficiência de remoção de DBO, respeitando os padrões de emissão paulista (Decreto Estadual 8468/76) e mineiros (Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG nº 01/2008). Para os parâmetros de N, P e Coliformes, que não possuem eficiências mínimas estabelecidas pela legislação, foram consideradas eficiências inferiores às máximas eficiências observadas na maior parte dos tratamentos de efluentes em nível secundário. Sendo assim, foram admitidas eficiências de remoção de 35% para Nitrogênio, 20% para Fósforo e 99% para coliformes.

Foram elaborados os outros dois cenários, denominados **Cenário Teto (2035)** e **Teto sem restrição (2035)**. Para a elaboração destes cenários foram utilizados indicadores de coleta, tratamento e eficiência na remoção

de DBO, estabelecidos pelo Termo de Referência. Os índices estabelecidos são:

- Índice de coleta: 98%;
- Índice de tratamento dos esgotos coletados: 100%;
- Eficiência (DBO): 95%.

Para os parâmetros de N, P e *Coliformes Termotolerantes*, no **Cenário Teto (2035)**, foram estabelecidos tetos de eficiência de 75% para Nitrogênio e Fósforo e 99,99% para coliformes, visando utilizar tratamentos com magnitude compatível ao teto de 95% para DBO, sendo estas eficiências obtidas em tratamentos de efluentes biológicos, no padrão de Lodos Ativados com remoção biológica de N e P.

Já para o **Cenário Teto - sem restrição (2035)**, foram adotadas eficiências de remoção mais elevadas, considerando tratamentos químicos e físico-químicos com remoção de 95% para Nitrogênio, 99% para Fósforo e 99,999% para coliformes termotolerantes.

ASPECTOS METODOLÓGICOS SOBRE A SIMULAÇÃO DO FÓSFORO NOS CENÁRIOS

Durante as simulações dos cenários descritos acima, houve dificuldade em reduzir as concentrações de Fósforo Total, mesmo no caso dos cenários com alta remoção deste nutriente, como nos cenários Teto e Teto sem restrição, onde os percentuais de remoção Fósforo são de 75% e 99%, respectivamente. Assim, os resultados demonstravam, para o Fósforo, o não atendimento aos padrões de Enquadramento da Resolução CONAMA nº 357/05, mesmo após

Nos cenários Teto foram inseridas quatro ETEs em municípios que não possuem estações de tratamento, ainda que a execução de tais obras não esteja prevista pelos municípios, ou que não haja metas estabelecidas por Cobrape (2010), para aumentar o índice de tratamento nestes municípios. Tais estações foram inseridas no SSD PCJ como ETEs Fictícias, de forma a serem diferenciadas das ETEs de Projeto, que já estão em fase de concepção ou mesmo execução(Quadro 2.4). O objetivo deste cenário é evidenciar uma situação em que a coleta e o tratamento de esgotos estejam universalizados e com eficiências de remoção bastante elevadas.

Quadro 2.4 - Estações de tratamento de esgoto fictícias inseridas no cenário Teto (2035) do SSD PCJ.

Município	Nome da ETE
Itapeva	ETE Fictícia – Itapeva
Rio das Pedras	ETE Fictícia – Rio das Pedras
Toledo	ETE Fictícia – Toledo
Tuiuti	ETE Fictícia – Tuiuti

Fonte: Elaborado pelo Consórcio Profill-Rhama.

a simulação de intensos investimentos no tratamento de efluentes, gerando resultados desanimadores para o Plano de Recursos Hídricos.

Ressalta-se que os demais parâmetros, incluindo os Coliformes termotolerantes, responderam aos incrementos de tratamento (remoção) de maneira satisfatória, com resultados que demonstravam a adequação ao Enquadramento após os investimentos em esgotamento sanitário.

A fim de entender o porquê de o parâmetro Fósforo não ter respondido da mesma maneira aos aumentos das eficiências de tratamento como os demais parâmetros, foi analisada mais a fundo a modelagem deste parâmetro no SSD PCJ. Foram analisados os seguintes contribuintes de carga: concentração natural de fósforo e ressuspensão do fósforo.

A concentração natural representa o conjunto de concentrações intrínsecas dos trechos da rede de drenagem, sendo uma variável que afeta todos os cenários. O valor inicialmente inserido no modelo (na etapa de calibração) foi de 0,02 mg/L, dividido entre 0,013 para fósforo orgânico e 0,007 para inorgânico, condizente ao observado na estação PJ021, na cabaceira do Rio Jaguari (porção Mineira), onde há baixa antropização. Um cenário hipotético, apenas com a carga proveniente da concentração natural, foi testado e resultou em um grande comprometimento dos padrões de Enquadramento, levando a decisão de não trabalhar com esta variável nos Cenários do Caderno de Enquadramento.

A ressuspensão é uma variável que diz respeito à remobilização da parcela de fósforo estabilizada no fundo dos cursos d'água, em função da profundidade dos rios. Os valores usualmente adotados (literatura) para a taxa de ressuspensão variam de 0,00 a 0,20 mg/L (Von Sperling, 2007). Simulações com valores da ordem de 0,1 mg/L resultaram em grande número de trechos de rios fora dos padrões de Enquadramento, mesmo sem nenhuma outra fonte de fósforo atuando neste cenário hipotético.

Assim, considerando referências na literatura que permitem valores iguais a zero na taxa de ressuspensão de fósforo, optou-se por desconsiderar este efeito nas simulações dos Cenários do Plano das Bacias PCJ.

Após estas definições, o modelo (SSD PCJ) foi recalibrado, desconsiderando estas duas variáveis, conforme exposto acima, ajustando-se os demais parâmetros de entrada. Tal procedimento foi validado numa oficina com a presença da CETESB, do DAEE, da SE dos Comitês PCJ e da Agência das Bacias PCJ, realizada em 10 de maio de 2019.

Ainda, quanto a complementação de informações no SSD PCJ em relação às informações da Etapa 1, foram feitas estimativas a fim de complementar informações referentes às cargas industriais de N, P e Coliformes.

Conforme definido na Etapa 1, a estimativa das demandas e dos lançamentos industriais foi realizada com base nos cadastros da Cobrança Paulistas e o CNARH, ano base 2015, sendo estas informações inseridos no SSD PCJ. A CETESB fornece anualmente as informações das cargas de DBO indústrias à Agência das Bacias PCJ, no entanto, não se tem informações referentes aos demais parâmetros que estão sendo estudados nesta revisão do Plano. Por isso, a fim de caracterizar melhor os lançamentos para todos os parâmetros, foram buscadas informações complementares referentes às cargas de N, P e Coliformes, com base na tipologia das indústrias.

Foram analisados os lançamentos mais representativos (em termos de vazão e carga orgânica), pelo princípio de Pareto, para completar as informações de N, P e Coliformes das indústrias. Foram identificadas 23 indústrias, cuja soma

dos lançamentos e das cargas correspondem a aproximadamente 85% da carga total de DBO lançada nas Bacias PCJ, sendo que estas indústrias lançam cargas de DBO superiores à 100 kg/dia de DBO.

Dentre as 23 indústrias selecionadas, foram identificadas as seguintes tipologias: química (3), papel (5), alimentos (7), têxtil (2), sucroalcooleira (3), metal (1), bebidas (1) e utilidade pública (1). As concentrações médias dos efluentes para Nitrogênio total, Fósforo total e coliformes, foi obtida de Lima (1998) apud Larentis (2004). Somente para o caso da indústria sucroalcooleira, as concentrações foram obtidas de Elia Neto & Zotelli (2008) apud ANA (2009). Ainda no caso da indústria sucroalcooleira, as referências encontradas não possuem informação para coliformes, sendo, então, adotada a concentração mais baixa de coliformes referentes às tipologias industriais, compatível à concentração para a indústria química. Foi adotada uma concentração conservadora pois os efluentes da indústria sucroalcooleira podem variar muito conforme o estágio do processo produtivo, passando desde água de lavagem, condensadores, até vinhaça. Em função da carga de DBO lançada observada no cadastro da Cobrança, observou-se que o efluente tende a ser de baixo potencial poluidor.

Como não são conhecidos os tipos de tratamento empregados e, por conseguinte, as eficiências para remoção, foi adotado um coeficiente de abatimento compatível à maior parte dos tratamentos biológicos, sendo 60% para Nitrogênio Amoniacal e 35% para Fósforo total. Destaca-se para um maior aprofundamento do conhecimento das cargas industriais nas Bacias PCJ, deverão ser realizados estudos específicos a fim de caracterizar as

efluentes industriais, que variam sobremaneira com o tipo de insumo produtivo e com o tipo de tratamento empregado.

Ainda, cabe destacar que na avaliação da condição equivalente às classes da Resolução CONAMA nº 357/2005 referentes ao parâmetro Fósforo total, que possui limites mais restritivos para os ambientes lênticos, foram analisadas as ACs onde estão localizados os grandes reservatórios das Bacias PCJ, que configuram áreas de contribuição em ambientes lênticos. Desta forma, as áreas de contribuição e os barramentos nela inseridos são: ATIB044: Salto Grande; ATIB099: Atibainha; ATIB101: Cachoeira; ATIB148: Bairro da Usina; JAGR080, JAGR081 e JAGR111: Jaguari-Jacareí; JAGR135: UHE Jaguari; PCBA001 - Barra Bonita.

Por fim destaca-se que, considerando o caráter sintético do presente Relatório Final, são apresentados os resultados dos cenários considerando as vazões de referência ($Q_{7,10}$ e Q_{mlp}), por serem as vazões com maiores diferenças, e as séries históricas mensais de vazão para o período de 1940 a 1970, visando apenas a comparação entre os cenários, e os resultados para as Bacias PCJ como todo. Os resultados para Q_{95} encontram-se detalhados nos materiais de suporte elaborados para o Caderno de Enquadramento.

RESULTADOS DOS CENÁRIOS COM VAZÃO DE REFERÊNCIA

Nas figuras a seguir (Figura 2.21 a Figura 2.24) são apresentados os percentuais de atendimento ao enquadramento vigente nas áreas de contribuição das Bacias PCJ, para cada parâmetro analisado e considerando as vazões de referência $Q_{7,10}$ e Q_{mlp} nos sete cenários propostos.



Figura 2.21 – Comparação entre os cenários de enquadramento para os parâmetros OD e DBO.



Figura 2.22 – Comparação entre os cenários de enquadramento para os parâmetros Nitrogênio Amoniaca e Nitrito.



Figura 2.23 – Comparação entre os cenários de enquadramento para os parâmetros Nitrato e Fósforo Total.



Figura 2.24 – Comparação entre os cenários de enquadramento para o parâmetro Coliformes Termotolerantes.

A partir dos resultados ilustrados da Figura 2.21 a Figura 2.24, nota-se que os cenários que apresentam menor atendimento ao enquadramento vigente, tanto para $Q_{7,10}$, quanto para a Q_{mlp} , são: Cenário Zero (2016), Cenário Zero Consolidado (2020) e Cenário Meta - Padrão de Lançamento Paulista (2035). Os cenários que apresentam melhores resultados são: Cenário Meta com Restrição (2035), Cenário Meta sem Restrição (2035), Cenário Teto com Restrição (2035) e Cenário Teto sem Restrição (2035). Ainda, observa-se que o atendimento dos parâmetros é, de maneira geral, mais satisfatório nos cenários com a vazão de referência Q_{mlp} , uma vez que essa vazão é numericamente superior à $Q_{7,10}$, resultando em maior capacidade de diluição.

Entretanto, em relação a parâmetros influenciados por cargas difusas, como Fósforo Total e Coliformes Termotolerantes, nota-se o contrário, pois nos cenários de $Q_{7,10}$, as cargas difusas foram consideradas como ausentes, enquanto na Q_{mlp} , considerou-se 50% das contribuições difusas.

O parâmetro OD é bem atendido para as duas vazões de referência, apresentando melhores resultados no cenário Teto sem Restrição (2035). Para a $Q_{7,10}$, o atendimento varia de 70% no Cenário Zero Consolidado (2020) a 79% no cenário Teto sem restrição (2035), enquanto para Q_{mlp} , varia de 88% a 92%, nos mesmos cenários

A DBO apresenta resultados mais críticos para $Q_{7,10}$, chegando ao maior atendimento igual a 74%, no cenário Teto sem Restrição (2035) e menor atendimento no Cenário Zero Consolidado (2020), com 50%. Por outro lado, para a Q_{mip} , o atendimento máximo é de 89%, enquanto o mínimo é de 70%. O parâmetro Nitrogênio Amoniacal é melhor atendido nos cenários quando considerada a vazão Q_{mip} , observando-se variação de atendimento de 91% a 100%, enquanto para $Q_{7,10}$, tem-se variação de 64% a 90%. Os parâmetros Nitrato e Nitrito são satisfatoriamente atendidos em praticamente todos os cenários de enquadramento.

Em relação ao Fósforo Total, nota-se que são obtidos resultados ligeiramente melhores para os Cenários Zero (2020) e Teto sem Restrição (2035) para $Q_{7,10}$. O atendimento a esse parâmetro é crítico para ambas as vazões de referência, com mínimo em torno de 25% e máximo de 75%. Para o parâmetro Coliformes Termotolerantes, o mesmo ocorre, com resultados bastante superiores na $Q_{7,10}$. O atendimento varia de 34% no Cenário Zero Consolidado (2020) a 96% no Cenário Teto sem Restrição (2035). Por outro lado, para Q_{mip} , varia de 12% a 52%, nesses mesmos cenários.

RESULTADOS DOS CENÁRIOS COM SÉRIE HISTÓRICA

A fim de verificar permanência do enquadramento nos trechos, considerando uma série de vazões das Bacias PCJ, são apresentados os resultados das simulações com séries históricas mensais de vazão, para o período de 1940 a 1970. Os resultados provenientes das simulações foram organizados em planilha eletrônicas de cálculo, sendo as concentrações classificadas conforme as classes equivalentes ao enquadramento, sendo então verificado o atendimento do enquadramento vigente. O detalhamento dos resultados destes cenários encontra-se no Relatório Final (P2).

Na Figura 2.25 e na Figura 2.26 são apresentados os resultados por parâmetro, para os sete cenários simulados com série histórica de vazão, de 1940 a 1970.



Figura 2.25 – Comparação da permanência no enquadramento entre os cenários simulados, para os parâmetros OD, DBO, Nitrogênio Amoniacal e Nitrito.



Figura 2.26 – Comparação da permanência no enquadramento entre os cenários simulados, para os parâmetros Nitrato, Fósforo Total e Coliformes Termotolerantes.

Em relação ao OD, a permanência no enquadramento apresenta bons resultados, variando de 87%, no Cenário Meta – Padrão de Lançamento (2035), a 91%, no Cenário Teto sem Restrição (2035). Já o parâmetro DBO, apresenta maiores variações, partindo de 69% no Cenário Zero Consolidado (2020) a 88% no Cenário Teto sem Restrição (2035).

Os parâmetros Fósforo Total e Coliformes Termotolerantes apresentam grandes variações nos diferentes cenários. A permanência no enquadramento para Fósforo Total varia de 33% no Cenário Meta – Padrão de Lançamento (2035) a 80% no Cenário Teto sem Restrição (2035). Para Coliformes Termotolerantes, a diferença é ainda mais brusca, de 18% no Cenário Zero Consolidado (2020) a 89% no Cenário Teto sem Restrição (2035).

As figuras seguintes (Figura 2.27 a Figura 2.29) apresentam a permanência no enquadramento para cada parâmetro nos trechos das Bacias PCJ, para o Cenário Zero Consolidado (2020), o Cenário Meta com Restrição (2035) e o Cenário Teto sem Restrição (2035).

No Cenário Zero Consolidado (2020), nota-se que a maior parte dos trechos fica entre 90,1% e 100% de tempo de permanência no enquadramento para os parâmetros OD, Nitrogênio Amoniacal, Nitrato e Nitrito. Em contraste, os parâmetros Fósforo Total e Coliformes Termotolerantes estão na maior parte do tempo em desacordo com o enquadramento. Em relação à DBO, observa-se alguns trechos com menor tempo de permanência no enquadramento. A soma final do tempo de permanência para o Cenário Zero Consolidado (2020), conforme a Figura 2.27 resulta na maior parte dos trechos entre 0% e 25% de tempo de permanência no enquadramento.

No Cenário Meta com Restrição (2035), a situação é parecida em relação a OD, Nitrogênio Amoniacal, Nitrato e Nitrito, entretanto, nota-se que há mais trechos com maior tempo de permanência no enquadramento, quando comparado ao Cenário Zero Consolidado (2020). O mesmo ocorre para o parâmetro DBO, de acordo com a Figura 2.28.

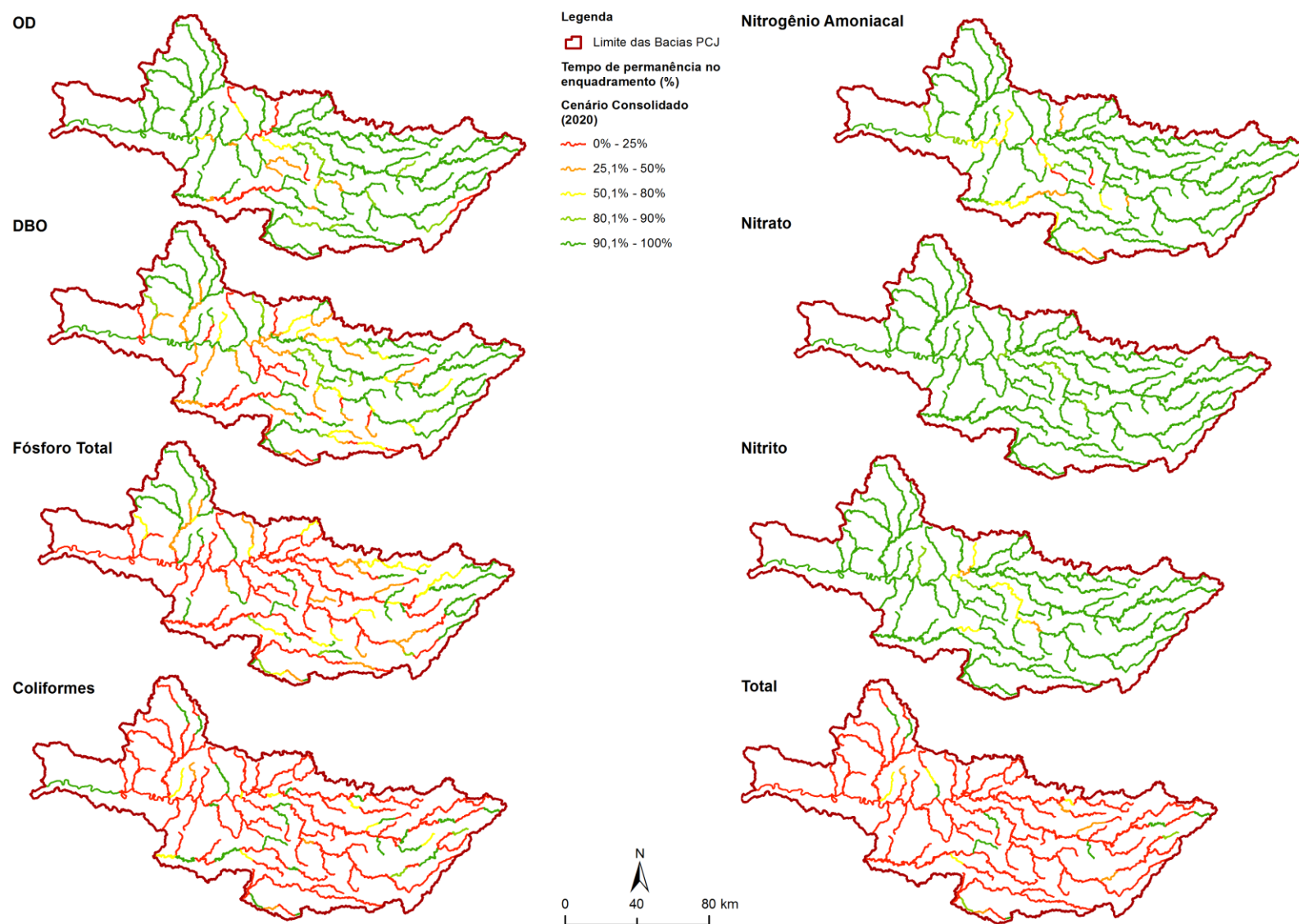


Figura 2.27 – Permanência do Enquadramento para cada parâmetro no Cenário Zero Consolidado (2020).

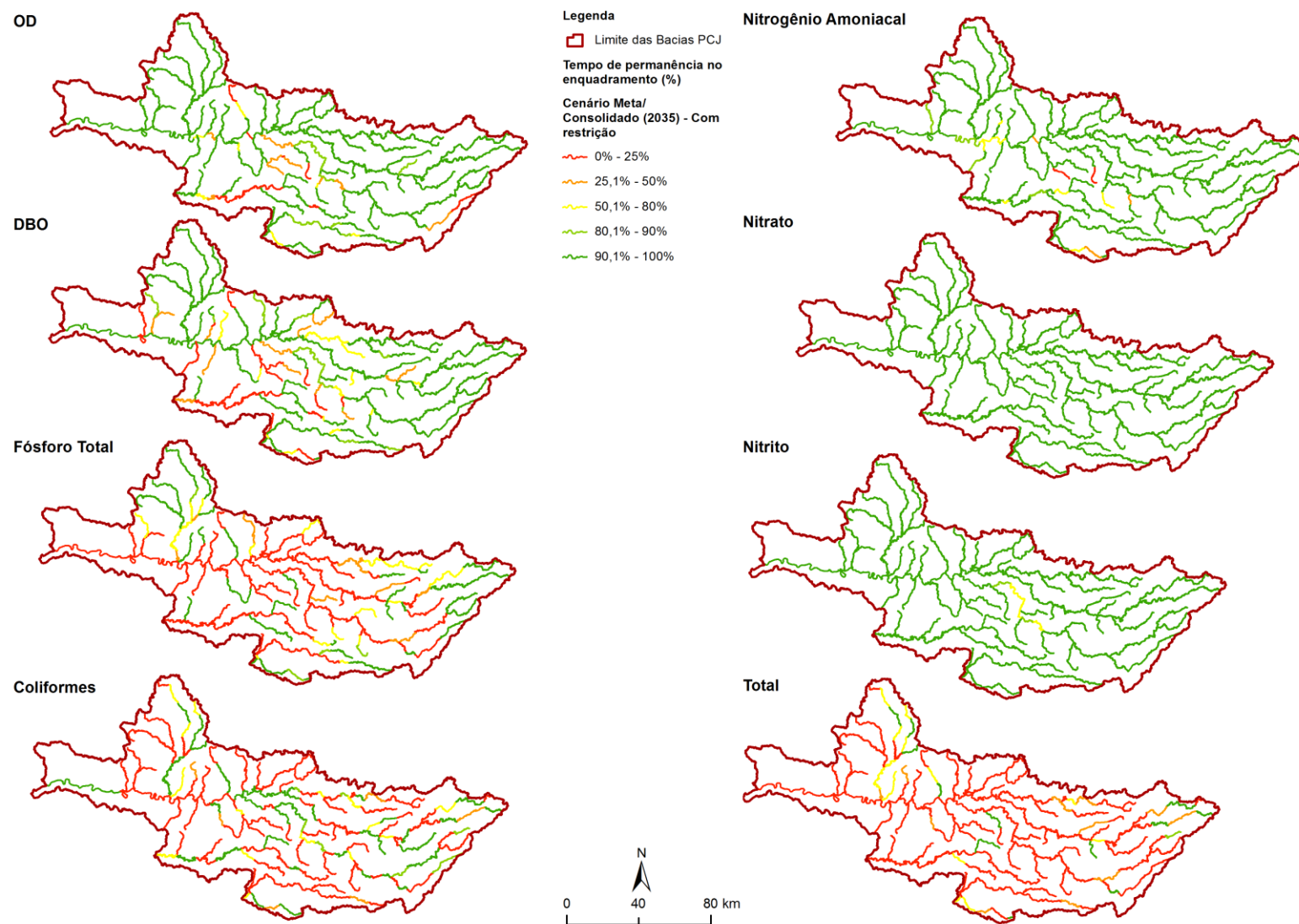


Figura 2.28 – Permanência do Enquadramento para cada parâmetro no Cenário Meta com Restrição (2035).

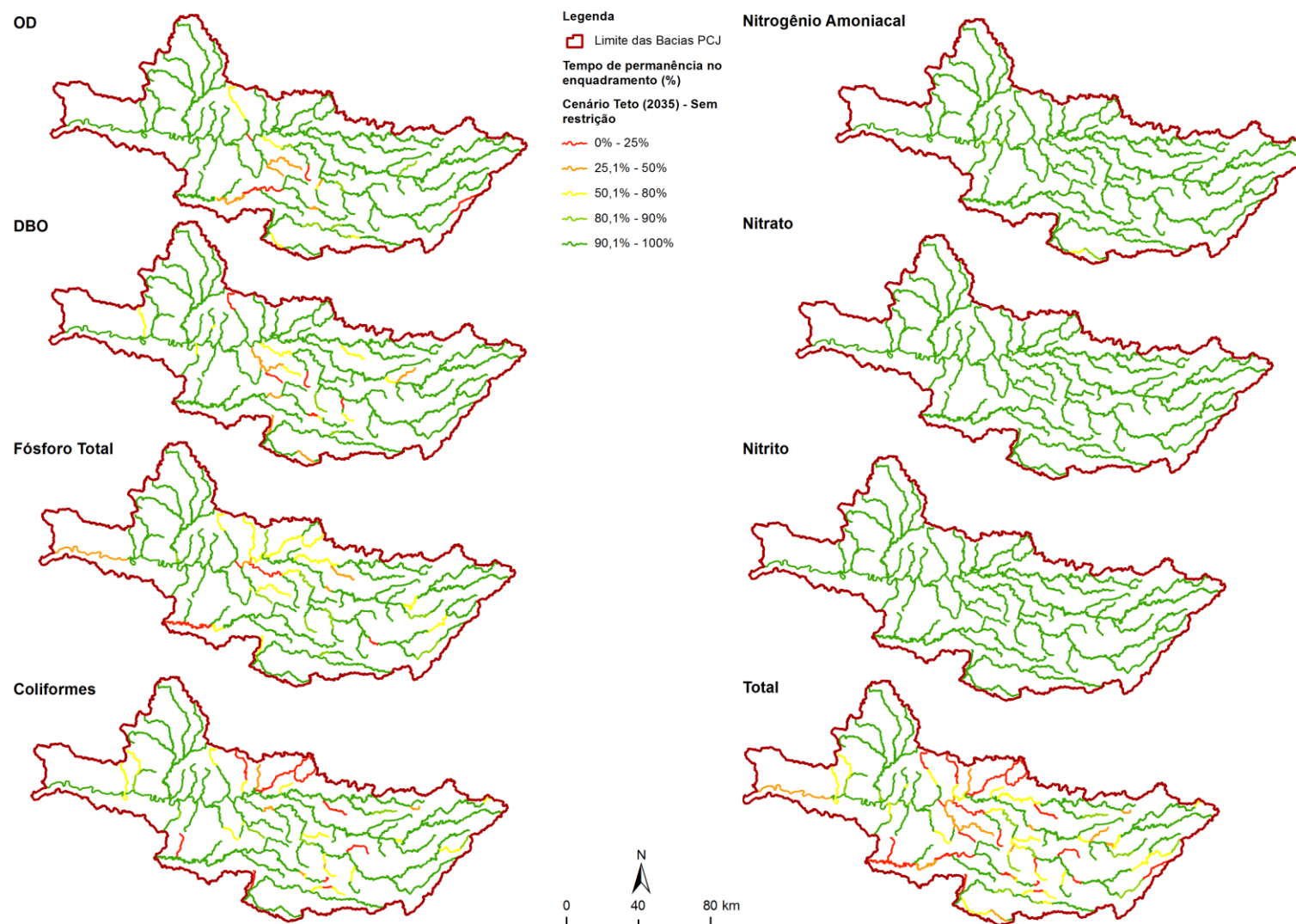


Figura 2.29 – Permanência do Enquadramento para cada parâmetro no Cenário Teto sem restrição (2035)

No Cenário Meta com Restrição (2035) (Figura 2.28) a população foi projetada para 2035 e restringiu-se o índice de coleta de esgoto a 98% e a eficiência máxima de remoção de DBO a 95%. Os parâmetros Fósforo Total e Coliformes Termotolerantes apresentam maior criticidade em relação aos demais parâmetros, mas também se observa maior número de trechos com permanência no enquadramento superior ao Cenário Zero Consolidado (2020) (Figura 2.27). O resultado final de tempo de permanência no enquadramento é um pouco mais satisfatório, sendo que a predominância de trechos em vermelho está relacionada à criticidade da permanência no enquadramento principalmente para Fósforo Total e Coliformes Termotolerantes.

O Cenário Teto sem Restrição (2035) (Figura 2.29) adota eficiências de remoção mais elevadas, sendo de 95% para Nitrogênio, 99% para Fósforo

Total e 99,999% para Coliformes Termotolerantes. Dessa forma, a maior parte dos trechos fica acima de 80% do tempo de acordo com o enquadramento, para todos os parâmetros, inclusive Fósforo Total e Coliformes Termotolerantes. O resultado final é o mais satisfatório entre todos os cenários, com poucos trechos com menos de 25% de tempo de permanência no enquadramento e com a maioria dos trechos acima de 80% do tempo de acordo com o enquadramento vigente.

Os resultados dos cenários simulados auxiliaram na tomada de decisão quanto ao alcance do Enquadramento nas Bacias PCJ, sendo os seus desdobramentos com a proposição do cenário de referência para o planejamento e a definição das metas do presente plano, apresentados na sequência.

3 PRIORIDADES LOCACIONAIS PARA O TEMA ESGOTAMENTO SANITÁRIO

Os resultados do monitoramento da qualidade da água e das simulações, sintetizados no Capítulo 2, evidenciaram que na condição atual, especialmente para os parâmetros fósforo e coliformes termotolerantes, grande parte das áreas de contribuição estão em condições equivalentes à classe 4, para as vazões de referência, $Q_{7,10}$, Q_{95} e Q_{mlp} . É sabido que tratamentos terciários podem **onerar sobremaneira os custos de tratamento dos esgotos**, conforme evidencia o capítulo 3, e também **dificultar a operação das ETEs**, sendo esta uma realidade já presente em municípios com sistemas de tratamento em nível secundário das Bacias PCJ. Por isso, se faz necessária a busca por estratégias que possibilitem melhorar as condições de qualidade da água dos corpos d'água, no horizonte de planejamento (2035).

A fim de estabelecer critérios de priorização das ações previstas neste caderno temático (descritas no capítulo 7), foi adotada uma abordagem que consistiu na espacialização de informações levantadas ao longo das Etapas 1, 2 e 3, associadas a temas deste caderno temático, notadamente, a **universalização da coleta e tratamento e o tratamento terciário**.

Conforme discutido ao longo da construção do caderno de Enquadramento, o lançamento de efluentes sem o devido tratamento e as cargas difusas podem impactar no funcionamento dos ecossistemas aquáticos. Uma das consequências do incremento de nutrientes, principalmente do fósforo, em corpos hídricos lânticos, é a **eutrofização**. Por isso, a abordagem para priorização dos municípios quanto à **remoção de Fósforo passa pela**

mitigação dos impactos associados à eutrofização. Por isso, para a análise foram considerados como **usos prioritários corpos hídricos lânticos**, configurados por reservatórios de abastecimento e PCHs e CGHs.

Concentrações elevadas de **Nitrogênio amoniacal** em mananciais de abastecimento acarretam dificuldades operacionais e aumento nos custos de tratamento da água (di Bernardo Dantas, 2018), que requer tratamentos avançados e elevados **consumos de cloro no tratamento da água**. Estes problemas foram relatados por alguns municípios nas atividades das visitas aos municípios, bem como a CETESB relatou tal dificuldade no Rio Jundiá. Por isso, foram selecionados mananciais de abastecimento com elevadas concentrações de Nitrogênio Amoniacal, cujos municípios relataram dificuldades operacionais associadas a este parâmetro.

Já para os coliformes termotolerantes/*E.coli*, que são indicadores de contaminação fecal e podem causar doenças quando em contato com a pele e quando ingeridos, foram analisados locais para recreação e contato primário identificados na área de estudo.

A Figura 3.1 apresenta o resumo dos parâmetros de interesse, as consequências associadas ao incremento destes elementos nos corpos d'água, bem como os usos selecionados para a análise. Por fim, a Figura 3.2 apresenta o Fluxograma seguido para a elaboração da priorização dos municípios.

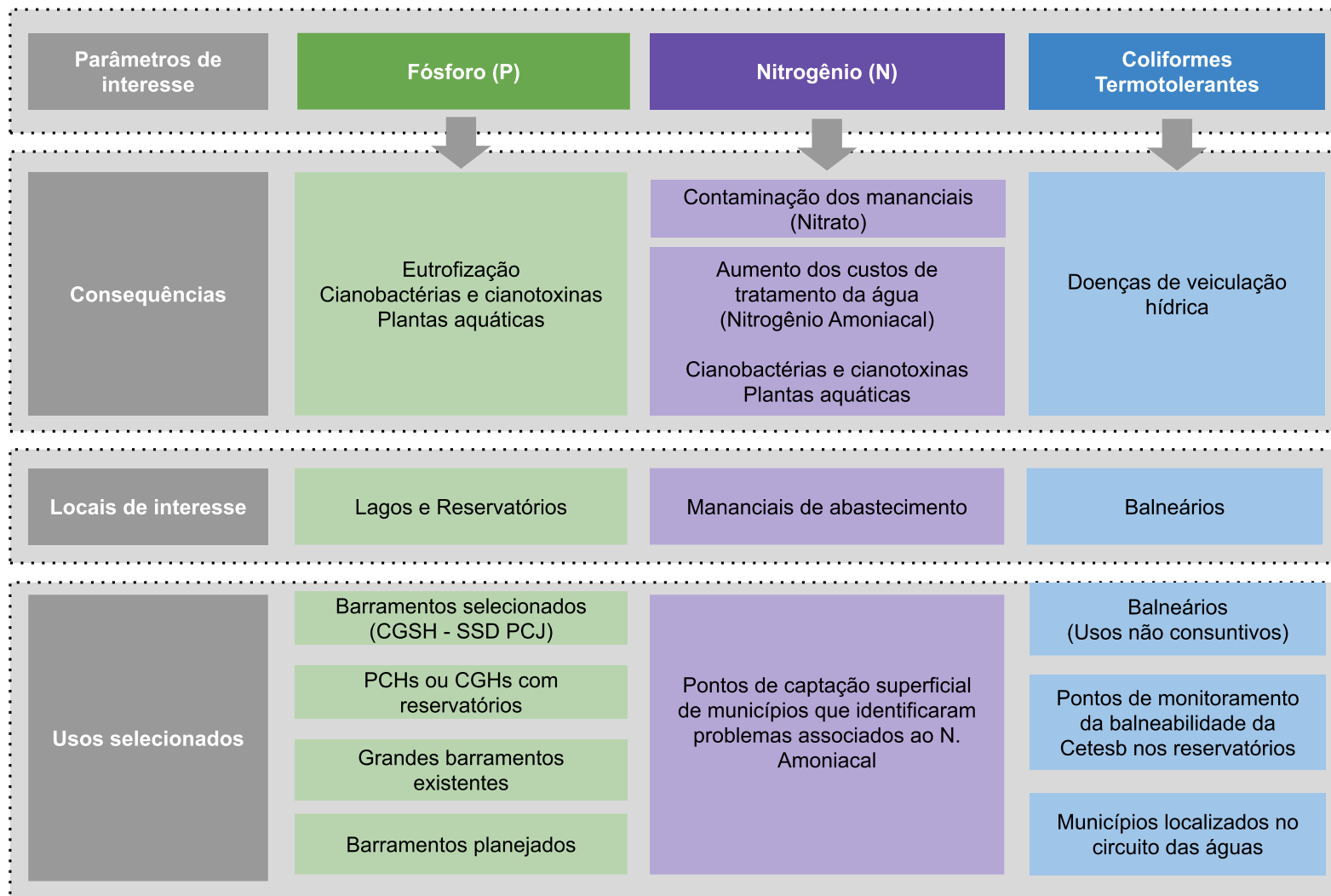


Figura 3.1 – Seleção dos usos impactados pelo incremento de nutrientes e coliformes termotolerantes nos corpos d'água.

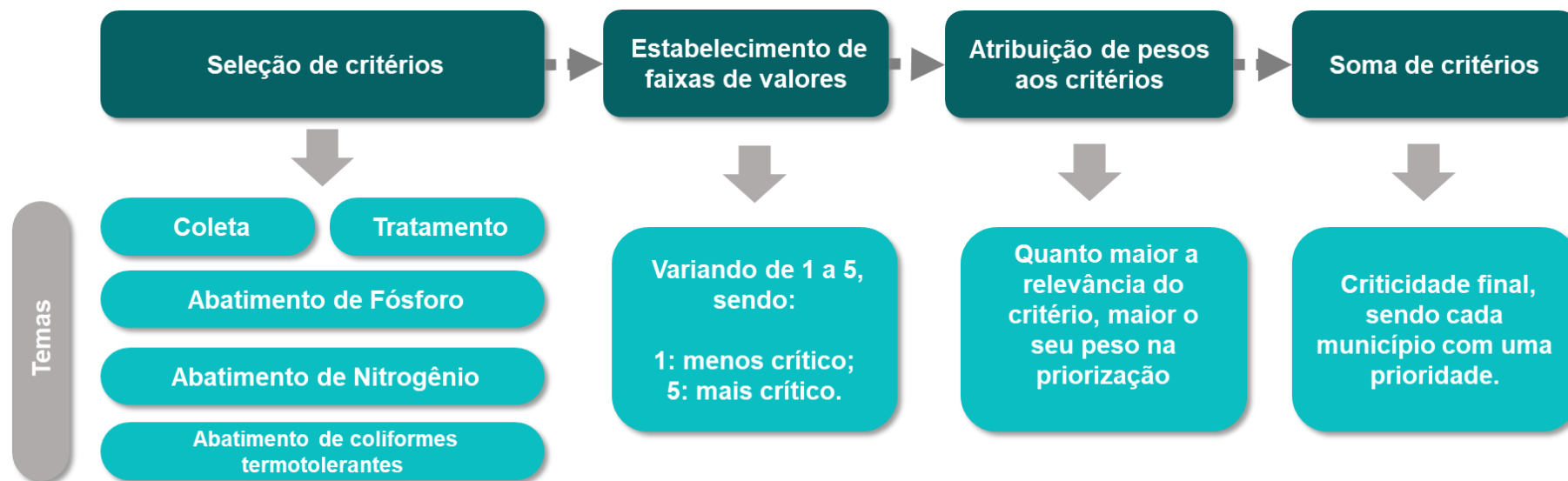


Figura 3.2 – Fluxograma de elaboração da priorização dos municípios.

Foram selecionados critérios, para cada um dos temas, (**coleta, tratamento, abatimento de fósforo, abatimento de nitrogênio, abatimento de coliformes**), para cada critério foram selecionadas **faixas de valores**, que possibilitaram ranquear os municípios para **5 níveis de criticidade, variando de 1, menos crítico, até 5, mais crítico**. Devido a existência de critérios mais ou menos significativos, a estes foram atribuídos **pesos**, que resultaram em um **ranqueamento para os municípios**.

De modo geral, o ranqueamento dos municípios para coleta, tratamento, remoção de fósforo, nitrogênio e coliformes, passou pela análise de cargas

remanescentes (**critério associado ao porte dos municípios**), necessidade incremental de aumento de eficiência associada ao **atendimento ao enquadramento**, e análise dos **usos da água a jusante**. Para critérios que representam problemas atuais, a exemplo de lançamentos existentes que impactam os usos, foram atribuídos pesos maiores do que em relação a problemas “potencias”, de cargas remanescentes a montante de usos impactados. Ainda, alguns critérios são excludentes, por isso, foram multiplicados por outro critério de interesse. A seguir são detalhados os critérios utilizados para cada um dos temas.

UNIVERSALIZAÇÃO DA COLETA E DO TRATAMENTO DE ESGOTOS

UNIVERSALIZAÇÃO DA COLETA DE ESGOTOS SANITÁRIOS

A priorização dos municípios para a universalização da coleta de esgotos sanitários foi realizada com base nos seguintes critérios:

- **A – Diferença entre o Índice de Coleta de esgotos domésticos atual (Etapa 3) e o Índice de Coleta estabelecido como meta no Plano das Bacias PCJ 2010 a 2020 (para 2035):** esse critério reflete o quão longe da meta estão os municípios, indicando onde é necessário maior investimento para o alcance da meta de 98% de coleta dos esgotos sanitários;
- **B – Carga de DBO remanescente não coletada (diária):** considera o porte dos municípios e o esgoto bruto, que não é coletado. Para este critério, considerou-se peso 3, em função da maior importância das cargas remanescentes para este tema.

Esses critérios foram separados em faixas de valores, de acordo com a variação observada para os municípios que compõem as Bacias PCJ. O Quadro 3.1 apresenta os pesos atribuídos a cada critério, a faixa de valores e a divisão em classes e a Figura 3.3 a espacialização dos resultados.

Quadro 3.1 – Critérios selecionados para a priorização dos municípios em relação à universalização da coleta de esgotos sanitários.

Critério		Peso	Faixa de Valores	Classificação
A	Diferença entre o Índice de Coleta atual e a meta do Plano das Bacias PCJ (%)	1	$A < 10$	1
			$10 \leq A < 30$	2
			$30 \leq A < 50$	3
			$50 \leq A < 70$	4
			$A \geq 70$	5
B	Carga de DBO remanescente não coletada (kg/dia)	3	$B < 100$	1
			$50 \leq B < 100$	2
			$100 \leq B < 200$	3
			$200 \leq B < 300$	4
			$B \geq 300$	5

Quadro 3.2 – Critérios e resultados da classificação e priorização para coleta.

Município	Critério		Classificação		Valor Final	Priorização Final
	A (%)	B (kg/dia)	A	B	P	
Águas de São Pedro	1%	2,54	1	1	3	1
Americana	0%	126,82	1	3	7	2
Amparo	3%	93,36	1	2	5	1
Analândia	5%	8,13	1	1	3	1
Artur Nogueira	1%	43,46	1	1	3	1
Atibaia	33%	1317,88	4	5	14	5
Bom Jesus dos Perdões	14%	106,76	2	3	8	5
Bragança Paulista	11%	578,40	2	5	12	5
Cabreúva	18%	218,93	2	4	10	5
Camanducaia	20%	128,91	3	3	9	5
Campinas	5%	2230,62	1	5	11	3
Campo Limpo Paulista	28%	671,56	3	5	13	5
Capivari	2%	58,11	1	2	5	1
Charqueada	11%	59,80	2	2	6	2
Cordeirópolis	0%	6,62	1	1	3	1
Corumbataí	1%	3,07	1	1	3	1
Cosmópolis	4%	116,53	1	3	7	2
Dois Córregos	0%	0,29	1	1	3	1
Elias Fausto	5%	27,69	1	1	3	1
Extrema	20%	223,84	3	4	11	5
Holambra	3%	20,11	1	1	3	1
Hortolândia	12%	858,45	2	5	12	4
Indaiatuba	2%	251,36	1	4	9	2
Ipeúna	4%	12,31	1	1	3	1
Iracemápolis	0%	0,00	1	1	3	1
Itapeva	2%	10,97	1	1	3	1
Itatiba	3%	161,00	1	3	7	2
Itirapina	3%	4,71	1	1	3	1
Itupeva	23%	407,99	3	5	13	5
Jaguariúna	8%	152,51	1	3	7	2
Jarinu	79%	662,95	5	5	15	5
Joanópolis	37%	133,01	4	3	10	5
Jundiaí	0%	220,93	1	4	9	2
Limeira	0%	0,00	1	1	3	1

Município	Critério		Classificação		Valor Final	Priorização Final
	A (%)	B (kg/dia)	A	B	P	
Louveira	28%	403,65	3	5	13	5
Mairiporã	72%	428,33	5	5	15	5
Mogi Mirim	0%	1,24	1	1	3	1
Mombuca	3%	4,50	1	1	3	1
Monte Alegre do Sul	21%	48,39	3	1	5	5
Monte Mor	23%	405,36	3	5	13	5
Morungaba	5%	25,15	1	1	3	1
Nazaré Paulista	84%	382,87	5	5	15	5
Nova Odessa	1%	47,33	1	1	3	1
Paulínia	2%	116,96	1	3	7	2
Pedra Bela	16%	28,90	2	1	4	5
Pedreira	0%	25,32	1	1	3	1
Pinhalzinho	11%	51,93	2	2	6	5
Piracaia	49%	360,95	5	5	15	5
Piracicaba	0%	0,00	1	1	3	1
Rafard	0%	4,57	1	1	3	1
Rio Claro	0%	0,00	1	1	3	1
Rio das Pedras	2%	37,58	1	1	3	1
Saltinho	0%	1,93	1	1	3	1
Salto	8%	99,22	1	2	5	1
Santa Bárbara d'Oeste	0%	0,00	1	1	3	1
Santa Gertrudes	0%	0,00	1	1	3	1
Santa Maria da Serra	0%	0,00	1	1	3	1
Santo Antônio de Posse	18%	123,85	2	3	8	2
São Pedro	1%	27,37	1	1	3	1
Sapucaí-Mirim	4%	0,67	1	1	3	1
Socorro	10%	11,83	2	1	4	1
Sumaré	3%	386,49	1	5	11	3
Toledo	2%	7,03	1	1	3	1
Torrinha	0%	0,00	1	1	3	1
Tuiuti	54%	99,46	5	2	9	5
Valinhos	8%	344,77	1	5	11	3
Vargem	47%	133,16	5	3	11	5
Várzea Paulista	7%	295,26	1	4	9	2
Vinhedo	13%	318,41	2	5	12	5

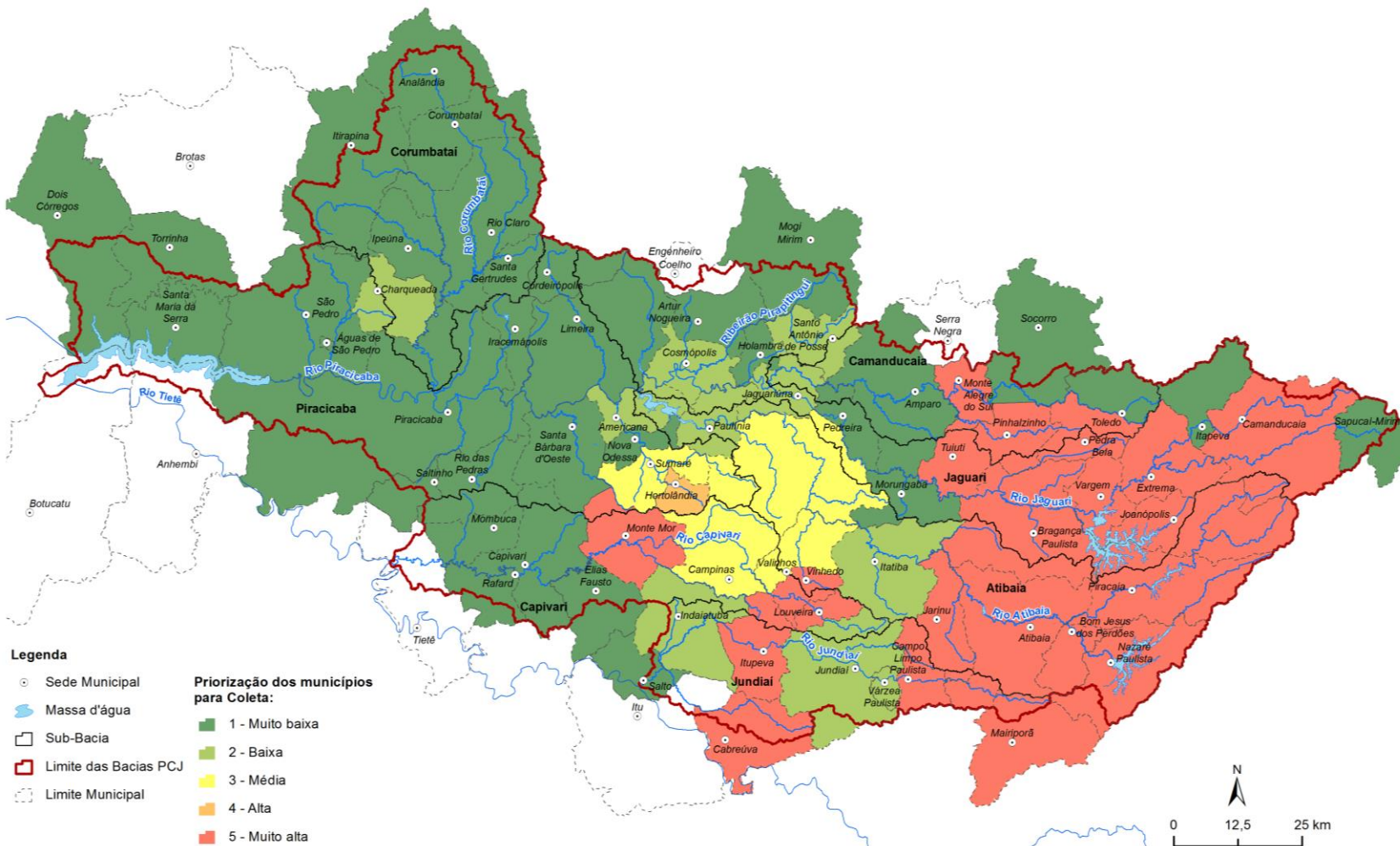


Figura 3.3– Resultados da priorização final para universalização da coleta de esgotos sanitários.

UNIVERSALIZAÇÃO DO TRATAMENTO DE ESGOTOS SANITÁRIOS EM NÍVEL SECUNDÁRIO

A priorização dos municípios para a universalização do tratamento de esgotos sanitários foi realizada com base nos seguintes critérios:

- **A – Diferença entre o Índice de Tratamento em relação ao esgoto coletado (Etapa 3) e o Índice de Tratamento estabelecido como meta no Plano das Bacias PCJ 2010 a 2020:** esse critério reflete o quão longe da meta de tratamento de esgotos coletados estão os municípios, indicando os municípios que necessitam de maiores investimentos para o alcance da meta de 100% de tratamento;
- **B – Carga de DBO remanescente (diária) total:** considera o porte dos municípios (população), índices de coleta e tratamento, a eficiência média de remoção de DBO das ETEs, e a parcela de esgoto que não é tratada;
- **C – Eficiência incremental necessária para efetivação do enquadramento, conforme o Cenário para Efetivação (capítulo 0):** indica o quanto é necessário que os municípios avancem na eficiência de remoção de DBO das ETEs para que seja alcançado ou mantido o enquadramento dos corpos hídricos.

Esses critérios foram separados em faixas de valores, de acordo com a variação observada para os municípios que compõem as Bacias PCJ. O Quadro 3.3 apresenta os pesos atribuídos a cada critério, a faixa de valores e a divisão em classes.

Quadro 3.3 – Critérios selecionados para a priorização dos municípios em relação à universalização do tratamento de esgotos sanitários.

Critério		Peso	Faixa de Valores	Classificação
A	Diferença entre o Índice de Tratamento atual (em relação ao esgoto coletado) e a meta do Plano das Bacias PCJ (%)	1	$A < 20$	1
			$20 \leq A < 40$	2
			$40 \leq A < 60$	3
			$60 \leq A < 80$	4
			$A \geq 80$	5
B	Carga de DBO Remanescente (kg/dia)	1	$B < 300$	1
			$300 \leq B < 600$	2
			$600 \leq B < 900$	3
			$900 \leq B < 1200$	4
			$B \geq 1200$	5
C	Eficiência incremental necessária para efetivação do enquadramento (%)	3	$C < 0,3$	1
			$0,3 \leq C < 0,5$	2
			$0,5 \leq C < 0,8$	3
			$0,8 \leq C < 0,95$	4
			$C > 0,95$	5

O Quadro 3.4 apresenta os critérios e os resultados da classificação e da priorização para tratamento de esgotos (em nível secundário), enquanto a Figura 3.4 mostra a espacialização desses resultados.

Quadro 3.4 – Critérios e resultados da classificação e priorização para tratamento secundário.

Município	Critério			Classificação			Valor Final	Priorização Final
	A (%)	B (kg/dia)	C (%)	A	B	C	P	
Águas de São Pedro	0%	27,22	0%	1	1	1	4	1
Americana	56%	8.130,40	46%	3	5	2	21	4
Amparo	30%	1.388,27	15%	2	5	1	13	2
Analândia	0%	62,10	0%	1	1	1	4	1
Artur Nogueira	65%	1.433,25	0%	4	5	1	23	4
Atibaia	35%	2.973,78	0%	2	5	1	13	2
Bom Jesus dos Perdões	100%	947,53	85%	5	4	4	32	5
Bragança Paulista	0%	810,65	0%	1	3	1	6	1
Cabreúva	0%	306,50	0%	1	2	1	5	1
Camanducaia	0%	311,73	0%	1	2	1	5	1
Campinas	0%	8.014,84	5%	1	5	1	8	1
Campo Limpo Paulista ¹	4%	916,01	0%	1	4	1	7	1
Capivari	75%	1.696,43	5%	4	5	1	23	4
Charqueada	4%	230,59	4%	1	1	1	4	1
Cordeirópolis	0%	268,67	5%	1	1	1	4	1
Corumbataí	0%	32,87	0%	1	1	1	4	1
Cosmópolis	0%	846,76	0%	1	3	1	6	1
Dois Córregos*	0%	5,96	-	1	1	1	4	1
Elias Fausto	0%	64,47	0%	1	1	1	4	1
Extrema	54%	1.011,39	0%	3	4	1	15	2
Holambra	0%	172,92	10%	1	1	1	4	1
Hortolândia	0%	1.491,25	1%	1	5	1	8	1
Indaiatuba	31%	3.306,25	0%	2	5	1	13	2
Ipeúna	0%	89,43	0%	1	1	1	4	1
Iracemápolis	0%	414,46	27%	1	2	1	5	1
Itapeva	100%	405,79	85%	5	2	4	22	4
Itatiba	0%	1.201,07	12%	1	5	1	8	1
Itirapina*	0%	40,54	-	1	1	1	4	1
Itupeva	3%	617,41	1%	1	3	1	6	1
Jaguariúna	32%	998,04	5%	2	4	1	11	2
Jarinu	0%	681,61	1%	1	3	1	6	1
Joanópolis	0%	187,11	3%	1	1	1	4	1
Jundiaí	0%	1.283,32	0%	1	5	1	8	1
Limeira	0%	898,93	1%	1	3	1	6	1
Louveira	0%	592,02	5%	1	2	1	5	1
Mairiporã*	24%	528,26	-	2	2	1	7	1
Mogi Mirim*	35%	97,76	-	2	1	1	5	1
Mombuca	0%	60,82	28%	1	1	1	4	1
Monte Alegre do Sul	100%	291,42	80%	5	1	4	17	3
Monte Mor	0%	641,28	5%	1	3	1	6	1
Morungaba	0%	71,94	2%	1	1	1	4	1
Nazaré Paulista	0%	395,34	0%	1	2	1	5	1
Nova Odessa	0%	353,39	5%	1	2	1	5	1

Município	Critério			Classificação			Valor Final	Priorização Final
	A (%)	B (kg/dia)	C (%)	A	B	C	P	
Paulínia	3%	769,66	5%	1	3	1	6	1
Pedra Bela	100%	226,36	80%	5	1	4	17	3
Pedreira	0%	521,57	0%	1	2	1	5	1
Pinhalzinho	0%	190,93	15%	1	1	1	4	1
Piracaia	0%	610,65	21%	1	3	1	6	1
Piracicaba	0%	1.324,42	1%	1	5	1	8	1
Rafard	100%	340,43	95%	5	2	5	25	4
Rio Claro	45%	3.937,39	0%	3	5	1	18	3
Rio das Pedras	100%	1.390,57	80%	5	5	4	37	5
Saltinho	0%	78,42	15%	1	1	1	4	1
Salto*	4%	495,70	-	1	2	1	5	1
Santa Bárbara d'Oeste	46%	4.030,99	4%	3	5	1	18	3
Santa Gertrudes	1%	214,07	9%	1	1	1	4	1
Santa Maria da Serra	0%	199,62	40%	1	1	2	7	1
Santo Antônio de Posse	57%	632,62	15%	3	3	1	12	2
São Pedro	85%	1.203,41	13%	5	5	1	28	5
Sapucaí-Mirim*	100%	16,47	-	5	1	1	8	1
Socorro*	1%	47,50	0%	1	1	1	4	1
Sumaré	72%	9.061,85	13%	4	5	1	23	4
Toledo	100%	260,10	80%	5	1	4	17	3
Torrinha*	0%	4,95	-	1	1	1	4	1
Tuiuti	100%	216,68	80%	5	1	4	17	3
Valinhos	0%	841,23	3%	1	3	1	6	1
Vargem	0%	147,02	0%	1	1	1	4	1
Várzea Paulista ¹	0%	593,80	0%	1	2	1	5	1
Vinhedo	0%	621,18	3%	1	3	1	6	1

Fonte: Elaborado pelo Consórcio Profill-Rhama.

* Municípios com lançamentos de ETes fora da área das Bacias PCJ.

1: Campo Limpo Paulista e Várzea Paulista são atendidos pela ETE Várzea Paulista, por isso, em critérios que se referem à eficiência da ETes, foram consideradas informações da ETE Várzea Paulista nos dois municípios.

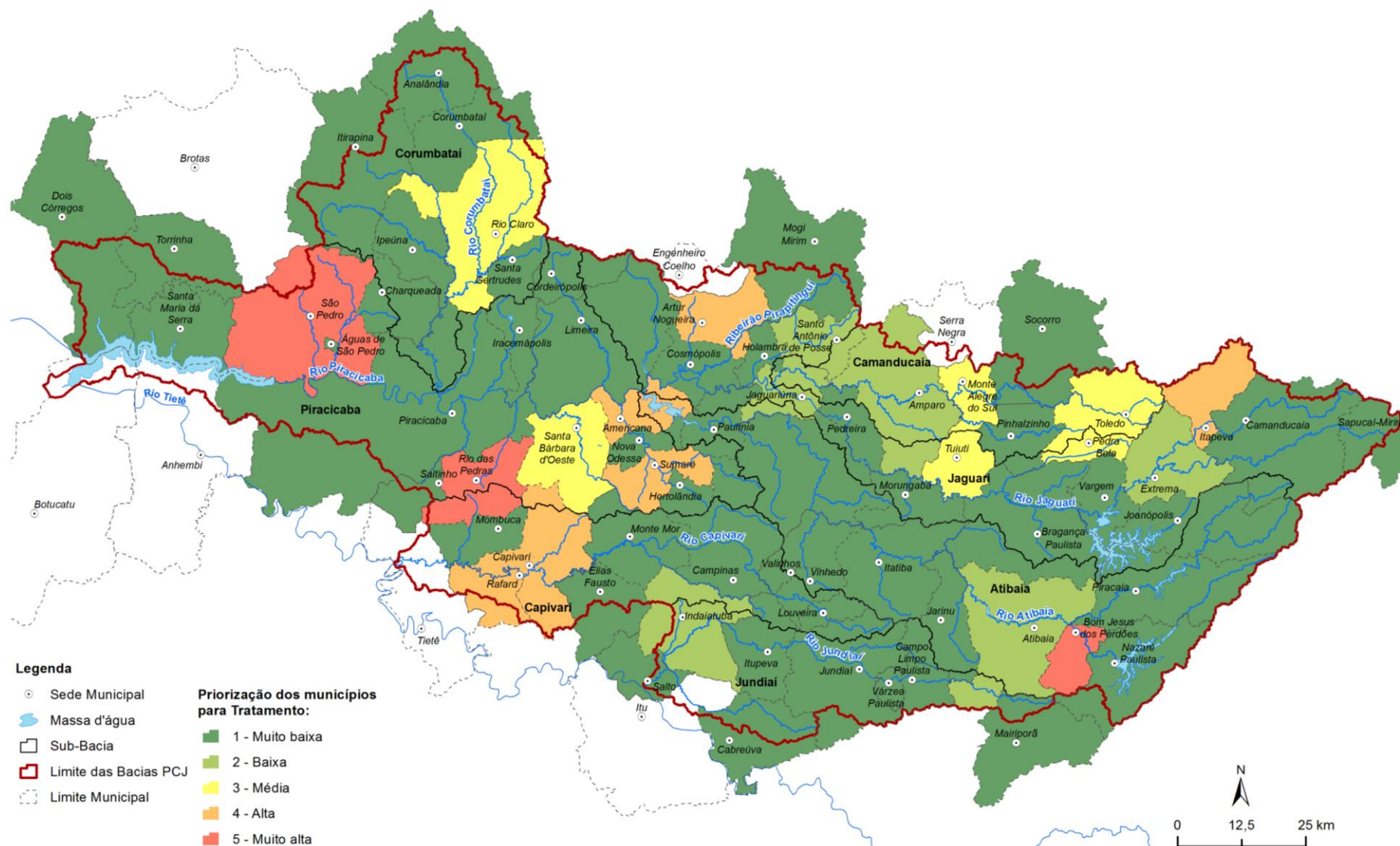


Figura 3.4– Resultados da priorização para universalização do tratamento de esgotos em nível secundário.

TRATAMENTO TERCIÁRIO

IMPLEMENTAÇÃO DE TRATAMENTO TERCIÁRIO PARA REMOÇÃO DE FÓSFORO

A priorização dos municípios para o tratamento terciário com vistas à redução da carga de fósforo total que é lançada nos mananciais foi realizada com base nos seguintes critérios:

- **A – Carga de fósforo remanescente de ETEs a montante de reservatórios (existentes, em construção ou projetados) dividida pela distância do lançamento ao reservatório mais próximo:** representa a criticidade de lançamentos muito próximos a reservatórios, assim como lançamentos que não estão tão próximos, mas que possuem altas cargas de fósforo.
 - Dentre os reservatórios de abastecimento levantados na Etapa 1, e consistidos na Etapa 2, foram selecionados somente aqueles que estão na rede de drenagem principal das Áreas de Contribuição e que possuem vazão regularizada calculada superior a vazão $Q_{7,10}$. Estes reservatórios foram inseridos no SSD PCJ, sendo eles considerados nos estudos do Caderno de Enquadramento e de Garantia de Suprimento Hídrico (Figura 3.5);
- **B – Município a montante de reservatório:** prioriza aqueles municípios que representam “potenciais” fontes de cargas de fósforo para os reservatórios a jusante. É importante destacar que este critério é excludente (municípios que não estão localizados a

montante de reservatórios, são desconsiderados). Este critério está diretamente relacionado à a carga remanescente do município, que é o próximo critério (C), conforme a fórmula apresentada no **Erro!**
Fonte de referência não encontrada.;

- **C – Carga difusa remanescente de fósforo total (kg/dia):** Este é um critério que leva em consideração o porte do município e a carga que não é coletada, nem tratada (difusa). A carga difusa remanescente de fósforo só é considerada se houver áreas urbanas a montante de reservatórios;
- **D – Eficiência incremental de remoção de fósforo necessária para o alcance ou manutenção do enquadramento vigente:** indica o quanto é necessário que os municípios avancem na eficiência das ETEs para que seja alcançado ou mantido o enquadramento dos corpos hídricos;
- **E – Prioridade no Atlas Esgotos da ANA:** municípios definidos como prioritários pela análise realizada no Atlas Esgotos da ANA (2017).

O Quadro 3.5 apresenta os pesos atribuídos a cada critério, a faixa de valores atribuída conforme a distribuição dos valores observados, e a divisão em classes.

Quadro 3.5 – Critérios selecionados para a priorização dos municípios em relação à abatimento de fósforo

Critério		Peso	Faixa de Valores	Classificação
A	Carga de fósforo remanescente da ETE/ distância reservatório (kg/km.dia)	5	$A < 2,5$	1
			$2,5 \leq A < 5$	2
			$5 \leq A < 7,5$	3
			$7,5 \leq A < 100$	4
			≥ 10	5
B	Município a montante de reservatório	3	Não	0
			Sim	1
C	Carga difusa remanescente de fósforo (kg/dia)	1	$C < 10$	1
			$10 \leq C < 20$	2
			$20 \leq C < 30$	3
			$30 \leq C < 70$	4
			$C > 70$	5
D	Eficiência incremental de remoção de fósforo necessária para manutenção ou alcance enquadramento (%)	2	$D < 30$	1
			$30 \leq D < 50$	2
			$50 \leq D < 70$	3
			$70 \leq D < 90$	4
			$D \geq 0,90$	5
E	Prioridade no Atlas Esgoto	1	Não	0
			Sim	5

É importante destacar que em **função dos licenciamentos atuais dos barramentos de Pedreira, Duas Pontes e Barragem do Piraí, e da necessidade de prevenir a eutrofização destes reservatórios**, bem como da importância dos reservatórios do **Sistema Cantareira**, todos os **municípios a montante destes reservatórios foram automaticamente considerados na classe 5 de prioridade**. Foram considerados prioritários também os municípios de Vinhedo e Itatiba, conforme priorização elaborada por Cetesb na Informação Técnica n.º 009/19/EQ/CJ.

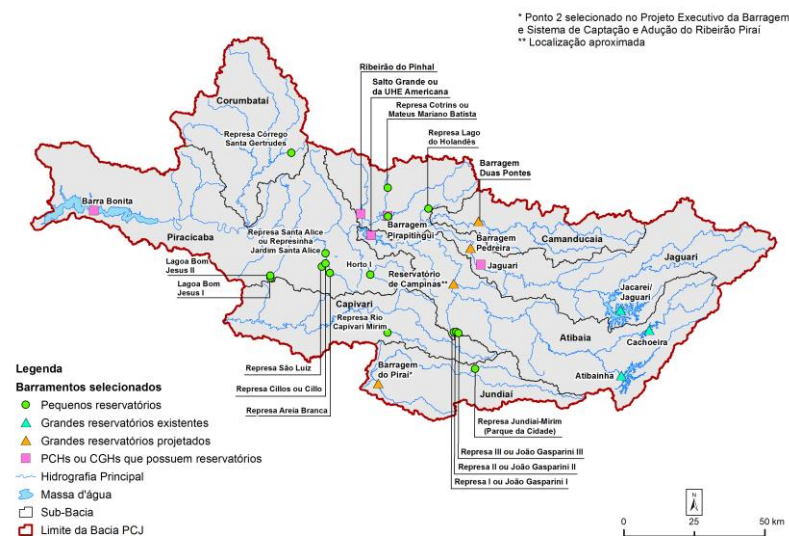


Figura 3.5 - Barramentos selecionados.

No Anexo XXII do Relatório Final do Plano das Bacias PCJ 2020 a 2035 apresenta-se as informações que subsidiaram os critérios. No Quadro 3.6, os resultados da classificação e priorização para fósforo. A Figura 3.6 mostra a espacialização desses resultados.

Quadro 3.6 – Critérios e resultados da classificação para remoção de fósforo

Município	Critério					Classificação					Valor Final	Priorização Final**
	A (kg/km.dia)	B	C (kg/dia)	D (%)	E	A	B	C	D	E	P	
Águas de São Pedro	-	Não	-	45%	Sim	0	0	0	2	5	9	1
Americana	309,66	Sim	133,58	79%	Sim	5	1	5	4	5	53	5
Amparo	6,64	Sim	23,17	79%	Sim	3	1	3	4	5	37	5
Analândia	-	Não	-	0%	Sim	0	0	0	1	5	7	1
Artur Nogueira	-	Não	-	69%	Sim	0	0	0	3	5	11	2
Atibaia	9,55	Sim	80,54	68%	Sim	4	1	5	3	5	46	5
Bom Jesus dos Perdões	-	Sim	24,71	85%	Sim	0	1	3	4	5	22	3
Bragança Paulista	2,01	Sim	21,42	79%	Sim	1	1	3	4	5	27	5
Cabreúva	1,57	Não	-	0%	Sim	1	0	0	1	5	12	5
Camanducaia	0,18	Sim	4,77	64%	Sim	1	1	1	3	5	19	5
Campinas	14,99	Sim	82,62	53%	Sim	5	1	5	3	5	51	5
Campo Limpo Paulista ¹	-	Não	-	79%	Sim	0	0	0	4	5	13	2
Capivari	-	Não	-	79%	Sim	0	0	0	4	5	13	2
Charqueada	-	Não	-	20%	Sim	0	0	0	1	5	7	1
Cordeirópolis	-	Não	-	64%	Sim	0	0	0	3	5	11	2
Corumbataí	-	Não	-	0%	Sim	0	0	0	1	5	7	1
Cosmópolis	-	Não	-	60%	Sim	0	0	0	3	5	11	2
Dois Córregos*	-	Não	-	0%	Sim	0	0	0	1	5	7	1
Elias Fausto	-	Não	-	79%	Sim	0	0	0	4	5	13	2
Extrema	2,60	Sim	24,16	79%	Sim	2	1	3	4	5	32	5
Holambra	-	Sim	0,74	79%	Sim	0	1	1	4	5	16	2
Hortolândia	-	Sim	31,79	79%	Sim	0	1	4	4	5	25	3
Indaiatuba	-	Não	-	64%	Sim	0	0	0	3	5	11	2
Ipeúna	-	Não	-	0%	Sim	0	0	0	1	5	7	1
Iracemápolis	-	Não	-	79%	Sim	0	0	0	4	5	13	2
Itapeva	-	Sim	10,16	99%	Sim	0	1	2	5	5	21	5
Itatiba	0,51	Sim	5,96	11%	Sim	1	1	1	1	5	15	5
Itirapina*	-	Não	-	0%	Sim	0	0	0	1	5	7	1
Itupeva	-	Não	-	79%	Sim	0	0	0	4	5	13	2
Jaguariúna	-	Não	-	76%	Sim	0	0	0	4	5	13	2
Jarinu	0,04	Sim	24,55	79%	Sim	1	1	3	4	5	27	3
Joanópolis	77,41	Sim	4,93	75%	Sim	5	1	1	4	5	41	5
Jundiá	-	Não	-	64%	Sim	0	0	0	3	5	11	2
Limeira	-	Não	-	12%	Sim	0	0	0	1	5	7	1
Louveira	-	Não	-	59%	Sim	0	0	0	3	5	11	2
Mairiporã*	-	Não	-	0%	Não	0	0	0	1	0	2	1
Mogi Mirim*	-	Não	-	0%	Não	0	0	0	1	0	2	1
Mombuca	-	Não	-	79%	Sim	0	0	0	4	5	13	2
Monte Alegre do Sul	-	Sim	7,79	99%	Sim	0	1	1	5	5	18	5
Monte Mor	-	Não	-	79%	Sim	0	0	0	4	5	13	2
Morungaba	1,21	Sim	0,93	79%	Sim	1	1	1	4	5	21	5
Nazaré Paulista	0,10	Sim	14,18	75%	Sim	1	1	2	4	5	24	3

CADERNO TEMÁTICO DE ENQUADRAMENTO DOS CORPOS D'ÁGUA SUPERFICIAIS

Município	Critério					Classificação					Valor Final	Priorização Final**
	A (kg/km.dia)	B	C (kg/dia)	D (%)	E	A	B	C	D	E	P	
Nova Odessa	-	Não	-	21%	Sim	0	0	0	1	5	7	1
Paulínia	1451,52	Sim	7,45	79%	Sim	5	1	1	4	5	41	5
Pedra Bela	-	Sim	5,95	80%	Sim	0	1	1	4	5	16	5
Pedreira	-	Não	-	59%	Sim	0	0	0	3	5	11	2
Pinhalzinho	-	Sim	1,92	70%	NA	0	1	1	4	0	11	5
Piracaia	-	Sim	13,37	70%	Sim	0	1	2	4	5	19	2
Piracicaba	-	Não	-	42%	Sim	0	0	0	2	5	9	1
Rafard	-	Não	-	99%	Sim	0	0	0	5	5	15	2
Rio Claro	-	Não	-	20%	Sim	0	0	0	1	5	7	1
Rio das Pedras	-	Sim	34,80	95%	Sim	0	1	4	5	5	27	3
Saltinho	-	Não	-	0%	NA	0	0	0	1	0	2	1
Salto*	-	Não	-	0%	Sim	0	0	0	1	5	7	1
Santa Bárbara d'Oeste	-	Não	-	44%	Sim	0	0	0	2	5	9	1
Santa Gertrudes	-	Não	-	51%	Sim	0	0	0	3	5	11	2
Santa Maria da Serra	2,06	Não	-	79%	Sim	1	0	0	4	5	18	2
Santo Antônio de Posse	-	Sim	15,05	79%	Sim	0	1	2	4	5	19	2
São Pedro	-	Não	-	67%	Sim	0	0	0	3	5	11	2
Sapucaí-Mirim*	-	Não	-	0%	Não	0	0	0	1	0	2	1
Socorro*	-	Não	-	0%	Sim	0	0	0	1	5	7	1
Sumaré	-	Não	-	79%	Sim	0	0	0	4	5	13	2
Toledo	-	Sim	6,51	45%	Não	0	1	1	2	0	7	5
Torrinha*	-	Não	-	0%	Sim	0	0	0	1	5	7	1
Tuiuti	-	Sim	6,58	90%	Sim	0	1	1	5	5	18	5
Valinhos	16,19	Sim	12,77	78%	Sim	5	1	2	4	5	44	5
Vargem	0,16	Sim	4,93	79%	Sim	1	1	1	4	5	21	5
Várzea Paulista ¹	-	Não	-	79%	Sim	0	0	0	4	5	13	2
Vinhedo	1,72	Sim	11,79	32%	Sim	1	1	2	2	5	20	5

Fonte: Elaborado pelo Consórcio Profill-Rhama.

NA = Não Avaliado

* Municípios com lançamentos de ETES fora da área das Bacias PCJ.

1: Campo Limpo Paulista e Várzea Paulista são atendidos pela ETE Várzea Paulista, por isso, em critérios que se referem à eficiência da ETES, foram consideradas informações da ETE Várzea Paulista nos dois municípios



Figura 3.6 – Resultados da priorização para remoção de fósforo de efluentes sanitários.

IMPLEMENTAÇÃO DE TRATAMENTO TERCIÁRIO PARA REMOÇÃO DE NITROGÊNIO

A priorização dos municípios para o tratamento terciário com vistas à redução da carga de nitrogênio que é lançada nos mananciais foi realizada com base nos seguintes critérios:

- **A – Lançamento de ETE a montante de captação com problemas de Nitrogênio Amoniacal;**
 - A análise apresentada no P2 (capítulo 9), referente a concentração de nitrogênio amoniacal nas captações que identificaram problemas operacionais nas ETAs, indicou que as captações da ETA Indaiatuba 03 – Bairro Pimenta (no rio Jundiá), da ETA 1 – Vila Planalto (do município de Vinhedo), no rio Capivari, e da ETA II de Sumaré, no rio Atibaia, merecem atenção especial devido às concentrações elevadas de nitrogênio amoniacal no período analisado. Por isso, foram selecionados os lançamentos a montante destes pontos de captação;
- **B – Carga de nitrogênio remanescente da ETE/ distância da captação (kg/km.dia):** representa a criticidade de lançamentos próximos a captações que relataram problemas relacionados a Nitrogênio Amoniacal;
- **C – Necessidade de eficiência incremental de remoção de nitrogênio para manutenção ou alcance do enquadramento:**

indica o quanto é necessário que os municípios avancem na eficiência das ETEs para que seja alcançado ou mantido o enquadramento dos corpos hídricos;

- **D – Prioridade no Atlas Esgotos da ANA:** municípios definidos como prioritários pela análise realizada no Atlas Esgotos da ANA (2017).

Esses critérios foram separados em faixas de valores, de acordo com a variação observada para os municípios que compõem as Bacias PCJ. O Quadro 3.7 apresenta os pesos atribuídos a cada critério, a faixa de valores e a divisão em classes.

Quadro 3.7 – Critérios selecionados para a priorização dos municípios em relação à remoção de nitrogênio

Critério		Peso	Faixa de Valores	Classificação
A	Lançamento de ETE a montante de captação com problemas de N. Amoniacal	1	Não	0
			Sim	5
B	Carga de nitrogênio remanescente da ETE/ distância da captação (kg/km.dia)	1	$D < 5$	1
			$5 \leq D < 10$	2
			$10 \leq D < 15$	3
			$15 \leq D < 20$	4
			$D \geq 20$	5
C	Necessidade de eficiência incremental de nitrogênio para efetivação do enquadramento (%)	2	$D < 30$	1
			$30 \leq D < 50$	2
			$50 \leq D < 70$	3
			$70 \leq D < 90$	4
			$D \geq 90$	5
D	Prioridade no Atlas Esgotos	1	Não	0
			Sim	5

No Anexo XXII do Relatório Final do Plano das Bacias PCJ 2020 a 2035I as informações que subsidiaram a classificação podem ser observadas.

No Quadro 3.8, os critérios e o resultado da priorização dos municípios

são apresentados e na Figura 3.7 mostra-se a espacialização desses resultados.

Quadro 3.8 – Critérios e resultados da classificação para remoção de nitrogênio

Município	Critério				Classificação				Valor Final:	Priorização Final
	A	B (kg/km.dia)	C (%)	D	A	B	C	D	P	
Águas de São Pedro	Não	-	0%	NA	0	0	1	0	2	1
Americana	Não	-	60%	Sim	0	0	3	5	11	3
Amparo	Não	-	40%	Sim	0	0	2	5	9	3
Analândia	Não	-	0%	NA	0	0	1	0	2	1
Artur Nogueira	Não	-	11%	Sim	0	0	1	5	7	2
Atibaia	Sim	4,76	0%	Sim	5	1	1	5	12	4
Bom Jesus dos Perdões	Não	-	35%	Sim	0	0	2	5	9	3
Bragança Paulista	Não	-	30%	Sim	0	0	2	5	9	3
Cabreúva	Não	-	44%	Sim	0	0	2	5	9	3
Camanducaia	Não	-	0%	Sim	0	0	1	5	7	2
Campinas	Sim	102,81	48%	Sim	5	5	2	5	34	5
Campo Limpo Paulista ¹	Sim	21,83	0%	Sim	5	5	1	5	32	5
Capivari	Não	-	60%	NA	0	0	3	0	6	2
Charqueada	Não	-	0%	NA	0	0	1	0	2	1
Cordeirópolis	Não	-	0%	Sim	0	0	1	5	7	2
Corumbataí	Não	-	0%	NA	0	0	1	0	2	1
Cosmópolis	Não	-	0%	Sim	0	0	1	5	7	2
Dois Córregos*	Não	-	-	Não	0	0	1	0	2	1
Elias Fausto	Não	-	50%	NA	0	0	3	0	6	2
Extrema	Não	-	0%	Sim	0	0	1	5	7	2
Holambra	Não	-	15%	Sim	0	0	1	5	7	2
Hortolândia	Não	-	55%	Sim	0	0	3	5	11	3
Indaiatuba	Não	-	20%	Não	0	0	1	0	2	1
Ipeúna	Não	-	0%	NA	0	0	1	0	2	1
Iracemópolis	Não	-	55%	Sim	0	0	3	5	11	3
Itapeva	Não	-	35%	Sim	0	0	2	5	9	3
Itatiba	Sim	6,73	35%	Sim	5	2	2	5	19	4
Itirapina*	Não	-	-	NA	0	0	1	0	2	1
Itupeva	Sim	7,10	45%	Sim	5	2	2	5	19	4
Jaguariúna	Não	-	0%	Sim	0	0	1	5	7	2
Jarinu	Sim	0,20	45%	Sim	5	1	2	5	14	4
Joanópolis	Não	-	0%	Sim	0	0	1	5	7	2
Jundiá	Sim	121,17	34%	Sim	5	5	2	5	34	5
Limeira	Não	-	0%	Sim	0	0	1	5	7	2
Louveira	Sim	274,10	27%	NA	5	5	1	0	27	5
Mairiporã*	Não	-	-	NA	0	0	1	0	2	1
Mogi Mirim*	Não	-	-	NA	0	0	1	0	2	1
Mombuca	Não	-	60%	NA	0	0	3	0	6	2

CADERNO TEMÁTICO DE ENQUADRAMENTO DOS CORPOS D'ÁGUA SUPERFICIAIS

Município	Critério				Classificação				Valor Final:	Priorização
	A	B (kg/km.dia)	C (%)	D	A	B	C	D	P	Final
Monte Alegre do Sul	Não	-	35%	Sim	0	0	2	5	9	3
Monte Mor	Não	-	0%	NA	0	0	1	0	2	1
Morungaba	Não	-	5%	Sim	0	0	1	5	7	2
Nazaré Paulista	Sim	0,16	0%	Sim	5	1	1	5	12	4
Nova Odessa	Não	-	0%	Sim	0	0	1	5	7	2
Paulínia	Sim	1,89	60%	Sim	5	1	3	5	16	4
Pedra Bela	Não	-	35%	Sim	0	0	2	5	9	3
Pedreira	Não	-	0%	Sim	0	0	1	5	7	2
Pinhalzinho	Não	-	0%	NA	0	0	1	0	2	1
Piracaia	Sim	0,91	0%	Sim	5	1	1	5	12	4
Piracicaba	Não	-	31%	Sim	0	0	2	5	9	3
Rafard	Não	-	95%	NA	0	0	5	0	10	3
Rio Claro	Não	-	19%	NA	0	0	1	0	2	1
Rio das Pedras	Não	-	35%	Sim	0	0	2	5	9	3
Saltinho	Não	-	0%	NA	0	0	1	0	2	1
Salto*	Não	-	-	Sim	0	0	1	5	7	2
Santa Bárbara d'Oeste	Não	-	7%	Sim	0	0	1	5	7	2
Santa Gertrudes	Não	-	50%	NA	0	0	3	0	6	2
Santa Maria da Serra	Não	-	0%	Não	0	0	1	0	2	1
Santo Antônio de Posse	Não	-	30%	Sim	0	0	2	5	9	3
São Pedro	Não	-	29%	NA	0	0	1	0	2	1
Sapucaí-Mirim*	Não	-	-	NA	0	0	1	0	2	1
Socorro*	Não	-	-	NA	0	0	1	0	2	1
Sumaré	Não	-	50%	Sim	0	0	3	5	11	3
Toledo	Não	-	35%	NA	0	0	2	0	4	2
Torrinha*	Não	-	-	Não	0	0	1	0	2	1
Tuiuti	Não	-	35%	Sim	0	0	2	5	9	3
Valinhos	Sim	14,21	0%	Sim	5	3	1	5	22	5
Vargem	Não	-	0%	Sim	0	0	1	5	7	2
Várzea Paulista ¹	Sim	21,83	0%	Sim	5	5	1	5	32	5
Vinhedo	Sim	1,62	8%	Sim	5	1	1	5	12	4

Fonte: Elaborado pelo Consórcio Profill-Rhama.

NA = Não avaliado

* Municípios com lançamentos de ETES fora da área das Bacias PCJ.

1: Campo Limpo Paulista e Várzea Paulista são atendidos pela ETE Várzea Paulista, por isso, em critérios que se referem à eficiência da ETES, foram consideradas informações da ETE Várzea Paulista nos dois municípios.



Figura 3.7– Resultados da priorização para remoção de nitrogênio de esgotos sanitários.

IMPLEMENTAÇÃO DE TRATAMENTO TERCIÁRIO PARA ABATIMENTO DE COLIFORMES TERMOTOLERANTES

No diagnóstico do Plano das Bacias PCJ 2020 a 2035 foram identificados vários locais turísticos com atividades que envolvem os recursos hídricos, como balneários, cachoeiras, entre outros. No entanto, em função do grande número de informações, não foi possível realizar um ranqueamento dos principais os locais com contato primário. Desta forma, foram buscados nos sites dos municípios os pontos turísticos associados ao uso de recursos hídricos e que dispunham de informações de localização. Foram também selecionados os pontos de amostragem de balneabilidade presentes no Relatório de Qualidade das Águas Interiores 2016 (CETESB, 2016), assim como por relevância turística. Pode-se também considerar como locais de interesse os municípios pertencentes à rota turística “Circuito das Águas Paulista” e que estão inseridos nas Bacias PCJ: Amparo, Jaguariúna, Holambra, Pedreira e Monte Alegre do Sul, este último também mencionado no Quadro 3.9 **Erro! Autoreferência de indicador não válida.**, que apresenta os locais de interesse envolvendo pontos de turismo e lazer com contato primário, como balneários, nas Bacias PCJ. Tais locais também podem ser visualizados na Figura 3.8.

Quadro 3.9 – Locais de turismo e lazer de contato primário.

Município	Corpo Hídrico	Turismo/ Lazer
Artur Nogueira	Córrego das Três Barras/Córrego dos Pires ou do Sítio Novo	Balneário Municipal Guilherme Carlini
Atibaia	Rio Atibaia	APA da Represa da Usina
Bragança Paulista	Rio Jacaré	Praia da Serrinha
Cosmópolis	Ribeirão Pirapitingui	Represa de Cosmópolis

Município	Corpo Hídrico	Turismo/ Lazer
Extrema - MG	Rio Jaguari	Parque Municipal Cachoeira do Salto
Extrema - MG	Rio Jaguari	Pedra Sapo
Extrema - MG	Rio Jaguari	Bicão
Extrema - MG	Rio Jaguari	Parque Municipal Cachoeira do Jaguari
Extrema - MG	Rio Jaguari	Prainha Ronan Ranoi
Holambra	Ribeirão da Cachoeira e Córrego da Borda da Mata	Nossa Prainha
Ipeúna	Rio Passo-cinco	Parque Ecológico Henriqueta Barbeta – Salto do Nhô Tô
Itapeva - MG	Rio Camanducaia	Piscina Natural da "Pedra Chata"
Itapeva - MG	Rio Camanducaia	Lago da Pedreira
Jaguariúna	Rio Camanducaia ou da Guardinha	Naga Cable Park
Joanópolis e Vargem	Rio Jaguari e Jacaré	Represa Jaguari - Jacaré
Nazaré Paulista	Rio Atibainha	Praia de Lavapés (Represa Atibainha) ¹
Nazaré Paulista	Rio Atibainha	Praia do Utinga (Represa Atibainha) ¹
Nazaré Paulista	Rio Atibainha	Represa do Atibainha (Rodovia Dom Pedro II) ¹
Piracaia	Rio da Cachoeira	Praia da Tulipa (Represa Rio da Cachoeira) ¹
Rafard	Rio Capivari	Represa da Fazenda Santa Rita
Serra Negra	Rio Camanducaia ou da Guardinha	Parque dos Macaquinhos

¹Pontos de amostragem do Relatório de Qualidade das Águas Interiores 2016 (CETESB, 2016).

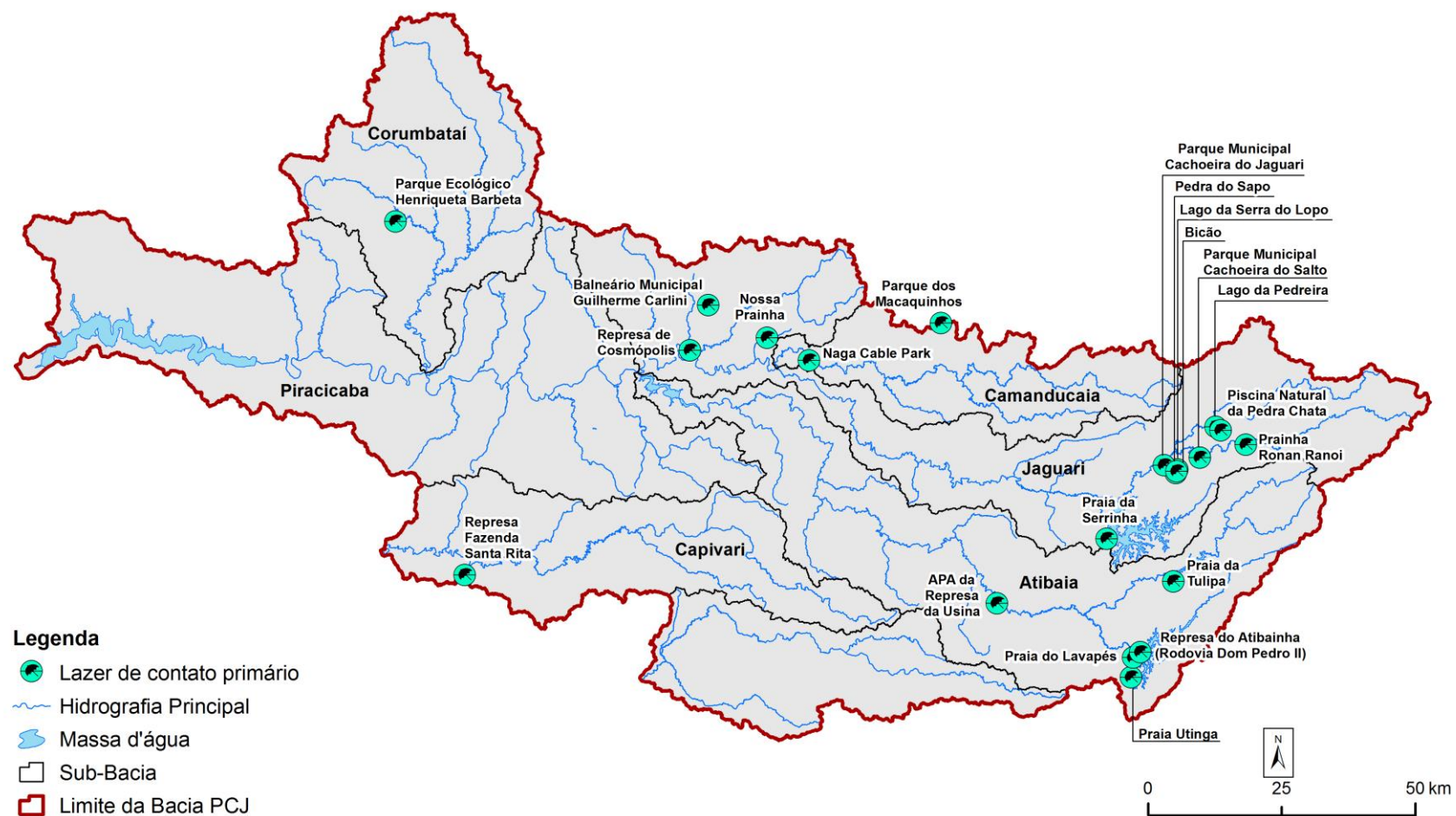


Figura 3.8 – Pontos turísticos selecionados

A priorização dos municípios para o tratamento terciário com vistas à redução da carga de coliformes termotolerantes/ *E. Coli* que é lançada nos mananciais foi realizada com base nos seguintes critérios:

- **A – Carga de coliformes termotolerantes remanescente da ETE dividida pela distância do balneário a jusante (kg/km.dia):** representa a criticidade de lançamentos muito próximos a balneários, assim como lançamentos que não estão tão próximos, mas que possuem cargas consideráveis de coliformes termotolerantes;
- **B – ETE a montante de balneário realiza desinfecção:** avalia se as ETEs que estão a montante de balneários realizam desinfecção dos efluentes sanitários;
- **C – Município está a montante de balneário ou do Circuito das Águas Paulista:** considera os municípios que não possuem lançamentos de ETEs a montante de balneários, mas que estão inseridos a montante destes ou no Circuito das Águas Paulista;
- **D – Carga remanescente de coliformes termotolerantes (NMP/100mL.dia):** representa o porte dos municípios e a carga remanescente, sendo considerada apenas quando os municípios estão a montante de balneários ou inseridos no Circuito das Águas Paulista;
- **E – Eficiência de remoção de coliformes termotolerantes necessária para alcance ou manutenção do enquadramento**

(%): indica o quanto é necessário que os municípios avancem na eficiência de remoção de coliformes termotolerantes das ETEs, para que seja alcançado ou mantido o enquadramento dos corpos hídricos;

- Eficiência Remoção Coliformes ETEs (SSD PCJ) = 99%

Esses critérios foram separados em faixas de valores, de acordo com a variação observada para os municípios que compõem as Bacias PCJ. O Quadro 3.10 apresenta os pesos atribuídos a cada critério, a faixa de valores e a divisão em classes.

Quadro 3.10 – Critérios selecionados para a priorização dos municípios em relação à universalização do tratamento de esgotos sanitários.

Critério		Peso	Faixa de Valores	Classificação
A	Carga de coliformes termotolerantes remanescente da ETE/ distância balneário (kg/km.dia)	1	$A < 10^{10}$	1
			$10^{10} \leq A < 10^{11}$	2
			$10^{11} \leq A < 10^{12}$	3
			$10^{12} \leq A < 10^{13}$	4
			$A \geq 10^{13}$	5
B	ETE a montante realiza desinfecção	1	Sim	1
			Não	5
C	Município está a montante de balneário ou do Circuito das Águas Paulista	3	Não	0
			Sim	1
D	Carga remanescente de coliformes (NMP/100mL.dia)	1	$< 10^8$	1
			$10^8 \leq D < 10^9$	2
			$10^9 \leq D < 10^{10}$	3
			$10^{10} \leq D < 10^{11}$	4
			$D \geq 10^{11}$	5
E	Eficiência de remoção de coliformes termotolerantes necessária para efetivação do enquadramento (%)	2	< 99	1
			$99 \leq D < 99,9$	2
			$99,9 \leq D < 99,99$	3
			$99,99 \leq D < 99,999$	4
			$D \geq 99,999$	5

No Anexo XXII do Relatório Final do Plano das Bacias PCJ 2020 a 2035 as informações que subsidiaram a classificação podem ser observadas. No Quadro 3.11, os critérios e o resultado da priorização dos municípios são

apresentados e na Figura 3.9 mostra-se a espacialização desses resultados.

Quadro 3.11 – Critérios e resultados da classificação para remoção de Coliformes termotolerantes

Município	Critério					Classificação					Valor Final	Priorização Final
	A (kg/km.dia)	B	C	B (NMP/100mL.dia)	E (%)	A	B	C	D	E	P	
Águas de São Pedro	0,00E+00	NMB	Não	7,76E+08	99,990%	1	0	0	2	4	8	1
Americana	0,00E+00	NMB	Não	1,00E+12	99,000%	1	0	0	5	2	4	1
Amparo	0,00E+00	Sim	Sim	1,70E+11	99,990%	1	1	1	5	4	24	4
Analândia	0,00E+00	NMB	Não	1,90E+09	99,000%	1	0	0	3	2	4	1
Artur Nogueira	0,00E+00	NMB	Sim	2,64E+11	99,999%	1	0	1	5	5	25	4
Atibaia	2,02E+13	Sim	Sim	4,88E+11	99,999%	5	1	1	5	5	30	5
Bom Jesus dos Perdões	0,00E+00	NMB	Não	1,75E+11	99,990%	1	0	0	5	4	8	1
Bragança Paulista	0,00E+00	NMB	Sim	1,21E+11	99,990%	1	0	1	5	4	23	4
Cabreúva	0,00E+00	NMB	Não	4,38E+10	99,000%	1	0	0	4	2	4	1
Camanducaia	0,00E+00	NMB	Não	1,51E+11	99,900%	1	0	0	5	3	6	1
Campinas	0,00E+00	NMB	Não	5,23E+11	99,999%	1	0	0	5	5	10	1
Campo Limpo Paulista	0,00E+00	NMB	Não	1,47E+11	99,999%	1	0	0	5	5	10	1
Capivari	0,00E+00	NMB	Não	3,03E+11	99,000%	1	0	0	5	2	4	1
Charqueada	0,00E+00	NMB	Não	1,69E+10	99,900%	1	0	0	4	3	6	1
Cordeirópolis	0,00E+00	NMB	Não	1,83E+11	99,999%	1	0	0	5	5	10	1
Corumbataí	0,00E+00	NMB	Não	9,37E+08	99,900%	1	0	0	2	3	6	1
Cosmópolis	0,00E+00	NMB	Sim	5,29E+11	99,990%	1	0	1	5	4	23	4
Dois Córregos	0,00E+00	NMB	Não	1,06E+08	0,000%	1	0	0	2	1	2	1
Elias Fausto	0,00E+00	NMB	Não	6,49E+09	99,000%	1	0	0	3	2	4	1
Extrema	1,31E+11	Não	Sim	1,62E+11	99,990%	3	5	1	5	4	38	5
Holambra	0,00E+00	Não	Sim	5,14E+09	99,990%	1	5	1	3	4	22	4
Hortolândia	0,00E+00	NMB	Não	1,79E+11	99,999%	1	0	0	5	5	10	1
Indaiatuba	0,00E+00	NMB	Não	5,81E+11	99,000%	1	0	0	5	2	4	1
Ipeúna	0,00E+00	NMB	Sim	2,99E+09	99,990%	1	0	1	3	4	17	3
Iracemápolis	0,00E+00	NMB	Não	2,40E+09	99,999%	1	0	0	3	5	10	1
Itapeva	0,00E+00	NMB	Sim	7,51E+10	99,000%	1	0	1	4	2	16	3
Itatiba	0,00E+00	NMB	Não	4,11E+10	99,999%	1	0	0	4	5	10	1
Itirapina	0,00E+00	NMB	Não	1,20E+09	0,000%	1	0	0	3	1	2	1
Itupeva	0,00E+00	NMB	Não	9,02E+10	99,990%	1	0	0	4	4	8	1
Jaguariúna	0,00E+00	Sim	Sim	1,54E+11	99,990%	1	1	1	5	4	24	4
Jarinu	0,00E+00	NMB	Não	1,23E+11	99,999%	1	0	0	5	5	10	1
Joanópolis	6,21E+11	Não	Sim	2,54E+10	99,000%	3	5	1	4	2	31	5
Jundiá	0,00E+00	NMB	Não	8,10E+10	99,999%	1	0	0	4	5	10	1

CADERNO TEMÁTICO DE ENQUADRAMENTO DOS CORPOS D'ÁGUA SUPERFICIAIS

Município	Critério					Classificação					Valor Final	Priorização Final
	A (kg/km.dia)	B	C	B (NMP/100mL.dia)	E (%)	A	B	C	D	E	P	
Limeira	0,00E+00	NMB	Não	2,97E+10	99,990%	1	0	0	4	4	8	1
Louveira	0,00E+00	NMB	Não	7,82E+10	99,999%	1	0	0	4	5	10	1
Mairiporã	0,00E+00	NMB	Não	8,98E+10	0,000%	1	0	0	4	1	2	1
Mogi Mirim	0,00E+00	NMB	Não	1,25E+10	0,000%	1	0	0	4	1	2	1
Mombuca	0,00E+00	NMB	Não	1,15E+09	99,990%	1	0	0	3	4	8	1
Monte Alegre do Sul	0,00E+00	NMB	Não	5,40E+10	99,000%	1	0	0	4	2	4	1
Monte Mor	0,00E+00	NMB	Não	7,96E+10	99,990%	1	0	0	4	4	8	1
Morungaba	0,00E+00	NMB	Não	5,90E+09	99,999%	1	0	0	3	5	10	1
Nazaré Paulista	0,00E+00	NMB	Sim	7,11E+10	99,999%	1	0	1	4	5	22	4
Nova Odessa	0,00E+00	NMB	Não	1,44E+10	99,990%	1	0	0	4	4	8	1
Paulínia	0,00E+00	NMB	Não	5,51E+10	99,000%	1	0	0	4	2	4	1
Pedra Bela	0,00E+00	NMB	Não	4,19E+10	99,990%	1	0	0	4	4	8	1
Pedreira	0,00E+00	Sim	Sim	9,28E+09	99,990%	1	1	1	3	4	18	3
Pinhalzinho	0,00E+00	NMB	Não	1,09E+10	99,900%	1	0	0	4	3	6	1
Piracaia	0,00E+00	NMB	Sim	6,81E+10	99,900%	1	0	1	4	3	18	3
Piracicaba	0,00E+00	NMB	Não	3,88E+10	99,990%	1	0	0	4	4	8	1
Rafard	0,00E+00	NMB	Sim	6,30E+10	99,900%	1	0	1	4	3	18	3
Rio Claro	0,00E+00	NMB	Não	6,89E+11	99,999%	1	0	0	5	5	10	1
Rio das Pedras	0,00E+00	NMB	Não	2,58E+11	99,900%	1	0	0	5	3	6	1
Saltinho	0,00E+00	NMB	Não	1,07E+09	99,000%	1	0	0	3	2	4	1
Salto	0,00E+00	NMB	Não	3,15E+10	0,000%	1	0	0	4	1	2	1
Santa Bárbara d'Oeste	0,00E+00	NMB	Não	6,63E+11	99,000%	1	0	0	5	2	4	1
Santa Gertrudes	0,00E+00	NMB	Não	4,60E+09	99,999%	1	0	0	3	5	10	1
Santa Maria da Serra	0,00E+00	NMB	Não	6,16E+08	99,000%	1	0	0	2	2	4	1
Santo Antônio de Posse	0,00E+00	NMB	Não	1,02E+11	99,999%	1	0	0	5	5	10	1
São Pedro	0,00E+00	NMB	Não	2,14E+11	99,999%	1	0	0	5	5	10	1
Sapucaí-Mirim	0,00E+00	NMB	Não	3,05E+09	0,000%	1	0	0	3	1	2	1
Socorro	0,00E+00	NMB	Não	2,75E+09	0,000%	1	0	0	3	1	2	1
Sumaré	0,00E+00	NMB	Não	1,55E+12	99,999%	1	0	0	5	5	10	1
Toledo	0,00E+00	NMB	Não	4,82E+10	99,900%	1	0	0	4	3	6	1
Torrinha	0,00E+00	NMB	Não	4,58E+07	0,000%	1	0	0	1	1	2	1
Tuiuti	0,00E+00	NMB	Não	4,01E+10	99,900%	1	0	0	4	3	6	1
Valinhos	0,00E+00	NMB	Não	7,53E+10	99,999%	1	0	0	4	5	10	1
Vargem	0,00E+00	NMB	Não	2,52E+10	99,000%	1	0	0	4	2	4	1
Várzea Paulista	0,00E+00	NMB	Não	6,57E+10	99,999%	1	0	0	4	5	10	1
Vinhedo	0,00E+00	NMB	Não	6,56E+10	99,000%	1	0	0	4	2	4	1

Fonte: Elaborado pelo Consórcio Profill-Rhama.

*NMB: ETE não está a montante de balneário



Figura 3.9 – Resultados da priorização para remoção de Coliformes termotolerantes/*E. coli* de esgotos sanitários.

4 ESTRUTURA DO PLANO DE AÇÕES E FONTES DE FINANCIAMENTO

Este item apresenta a estrutura do Plano de Ações, comum a todos os cadernos Temáticos, bem como o detalhamento das fontes de recursos disponíveis, provenientes das Cobranças Federal, FEHIDRO (composto por recursos da Cobrança Paulista e da compensação financeira e royalties recebidos pelo Estado em decorrência dos aproveitamentos hidroenergéticos) e da Cobrança Mineira.

ARTICULAÇÃO DAS AÇÕES E FONTES DE RECURSOS

O Plano de Ações é totalmente articulado com os Programas de Duração Continuada (PDCs) estabelecidos pela Deliberação nº 190/16 do Conselho Estadual de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo, com o Programa de Aplicação Plurianual das Bacias PCJ – PAP PCJ e com o Plano Nacional de

O Plano de Ação dos Cadernos Temáticos se propõe a ser um plano definido a partir do estudo de **temas específicos** para os temas de Garantia de suprimento hídrico, Enquadramento dos corpos d'água superficiais, Águas subterrâneas, Conservação e uso da água no meio rural e recuperação florestal e Educação ambiental para as Bacias PCJ, no horizonte de tempo de planejamento do Plano, compreendido entre **2020 e 2035** e seus devidos requisitos orçamentários.

Recursos Hídricos (PNRH) (Figura 4.1). As articulações podem ser consultadas no Capítulo 23.5 do Relatório Final do Plano das Bacias PCJ 2020 a 2035.

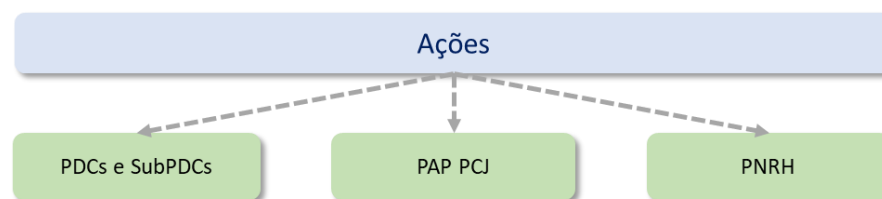


Figura 4.1 – Articulação das ações

As figuras a seguir (Figura 4.2 a Figura 4.4) ilustram o montante dos recursos provenientes das Cobranças Paulista, Federal e Mineira. O total arrecadado desde o início da cobrança pelo uso da água, até 2018, soma R\$ 403.769.657,11.

Deste montante, a Cobrança Federal soma R\$212.212.823,69, a Cobrança Estadual e compensação financeira, R\$ 190.612.330,99 e a Cobrança Mineira R\$ 944.502,43. Dentre as fontes de financiamento para as ações, a cobrança mineira é a menos expressiva, devido ao fato da porção da bacia localizada

em MG ser bastante reduzida em comparação com a porção paulista. Tal fonte será tratada com maior detalhe no Sumário Executivo da UPGRH PJ 01 (Bacias Piracicaba e Jaguari, em Minas Gerais).

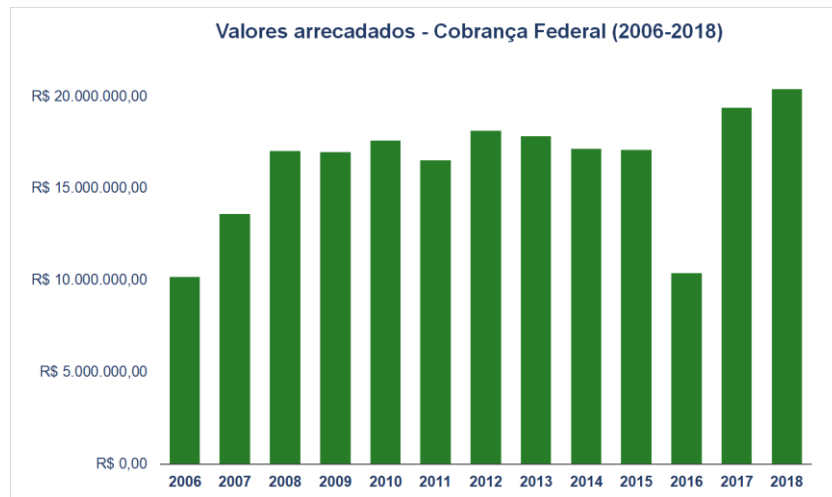


Figura 4.2 – Valores arrecadados pelas Cobranças Federal (2006-2018). (AGÊNCIA PCJ, 2019)

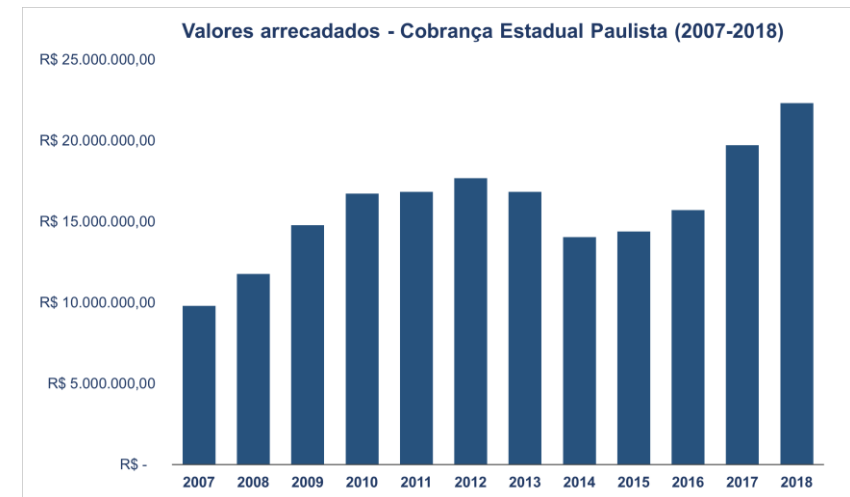


Figura 4.3 – Valores arrecadados pelas Cobranças Estadual Paulista (2007-2018). (AGÊNCIA PCJ, 2019)



Figura 4.4 – Valores arrecadados pelas Cobranças Estadual Mineira (2010-2018). (AGÊNCIA PCJ, 2019)

RECURSOS POTENCIALMENTE DISPONÍVEIS PARA CUSTEIO DAS AÇÕES

A fim de estimar os recursos potencialmente disponíveis para o custeio das ações do Plano de Ações, foram obtidas informações da Agência PCJ, com uma estimativa dos recursos provenientes dos recursos provenientes do FEHIDRO (composto por recursos da Cobrança Paulista e da compensação

financeira e royalties recebidos pelo Estado em decorrência dos aproveitamentos hidroenergéticos), da Cobrança Federal e Cobrança Mineira.

Analisando a perspectiva de recursos disponíveis, até 2035, (

Quadro 4.1), verifica-se que os recursos estimados para a arrecadação com a Cobrança Federal e FEHIDRO, que totalizam **R\$ 715.316.589,02**, têm potencial para financiar as ações indicadas para essas fontes.

Quadro 4.1 - Perspectiva de arrecadação do FEHIDRO, Cobrança Federal e Cobrança Mineira até 2035.

Ano	Cobrança Federal (R\$)	FEHIDRO (R\$)	Cobrança Mineira (R\$)	Total (R\$)
2021	22.320.613,10	17.991.635,19	135.069,91	40.447.318,20
2022	22.975.923,75	18.059.641,34	135.069,91	41.170.634,99
2023	23.782.986,90	17.575.020,77	135.069,91	41.493.077,57
2024	24.734.306,37	18.218.583,05	135.069,91	43.087.959,33
2025	25.723.678,63	18.218.583,05	135.069,91	44.077.331,59
2026	26.752.625,77	18.218.583,05	135.069,91	45.106.278,73
2027	27.742.472,93	18.218.583,05	135.069,91	46.096.125,89
2028	28.768.944,43	18.218.583,05	135.069,91	47.122.597,38
2029	29.833.395,37	18.218.583,05	135.069,91	48.187.048,33
2030	30.937.231,00	18.218.583,05	135.069,91	49.290.883,96
2031	32.484.092,55	18.218.583,05	135.069,91	50.837.745,51
2032	34.108.297,18	18.218.583,05	135.069,91	52.461.950,13
2033	35.813.712,03	18.218.583,05	135.069,91	54.167.364,99
2034	37.604.397,64	18.218.583,05	135.069,91	55.958.050,59

Ano	Cobrança Federal (R\$)	FEHIDRO (R\$)	Cobrança Mineira (R\$)	Total (R\$)
2035	39.484.617,52	18.218.583,05	135.069,91	57.838.270,48
2021-2035	443.067.295,15	272.249.293,87	2.026.048,65	717.342.637,67

ESTRUTURA DO PLANO DE AÇÕES

Na Figura 4.5 **Erro! Fonte de referência não encontrada.** apresenta-se a estrutura do Plano de Ações, em **Eixos Temáticos**, definidos pelos temas centrais abrangidos pelos cadernos temáticos, **Programas**, elaborados e detalhados a fim de responder às necessidades de intervenção de um tema, que abrange as **ações**.

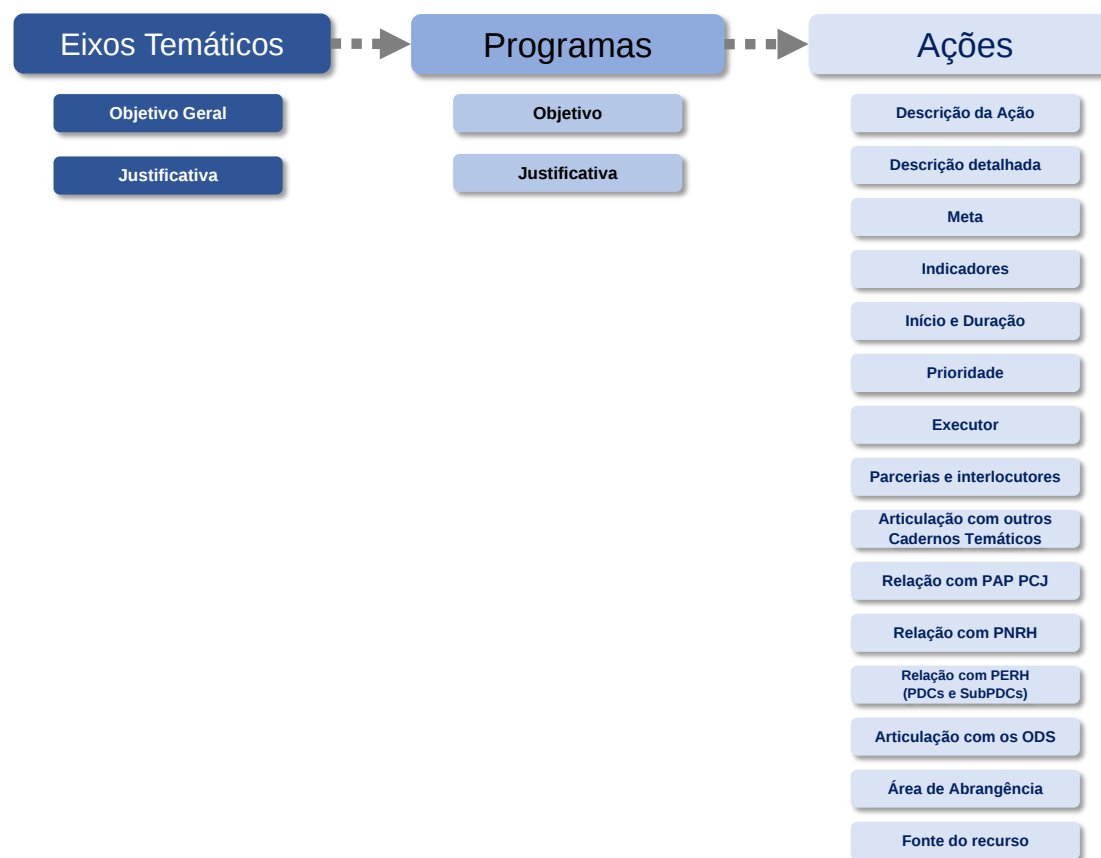


Figura 4.5 - Estrutura do Plano de Ações

5 PROGRAMA PARA A EFETIVAÇÃO DO ENQUADRAMENTO

De acordo com a Resolução CONAMA nº 357/2005, o Programa para Efetivação do Enquadramento consiste no conjunto de medidas ou ações progressivas e obrigatórias, necessárias ao atendimento das metas intermediárias e final de qualidade de água, estabelecidas para o enquadramento dos corpos hídricos. Ele deve identificar as medidas necessárias para o alcance do Enquadramento e os respectivos custos, bem como os prazos decorrentes.

Sendo assim, este capítulo apresenta os resultados das simulações e os investimentos referentes ao cenário de **Efetivação do Enquadramento vigente** e ao **Cenário de Referência para Planejamento até 2035**, bem como os investimentos associados a estes dois cenários. A análise dos custos das medidas de despoluição e da disponibilidade de recursos financeiros possibilita avaliar a viabilidade financeira para o alcance do Enquadramento, bem como estabelecer prazos para a sua efetivação.

Assim, o **Cenário para Efetivação do Enquadramento** visa ilustrar as eficiências necessárias, para chegar o mais próximo possível do **Enquadramento vigente** dos corpos d'água das Bacias PCJ, para DBO, OD, N, P e Coliformes termotolerantes. A partir dele, foram orçados os investimentos necessários para alcançar eficiências bastante elevadas, considerando tratamento terciário nos municípios das Bacias PCJ.

Os resultados evidenciaram que são necessários elevados investimentos (apresentados posteriormente), associados a possíveis dificuldades técnicas e operacionais, devido à necessidade de implantação de tratamento terciário

no conjunto de municípios das Bacias PCJ, especialmente considerando o horizonte de planejamento deste Plano, de 15 anos. Em função disso, está sendo considerada aqui uma **perspectiva para Efetivação do Enquadramento** posteriormente ao universo de planejamento, sendo considerado para o ano de **2050**.

Como alternativa mais exequível de planejamento, foi elaborado o **Cenário de Referência para Planejamento até 2035**, que apresenta um **caminho a ser percorrido pelos Comitês PCJ**, considerando **prioridades**. Trata-se que uma alternativa técnica e economicamente **mais viável** no horizonte de **planejamento**. Este Cenário de Referência para Planejamento leva em consideração a priorização apresentada no Capítulo 3, para Coleta e tratamento de esgotos.

CENÁRIO PARA EFETIVAÇÃO DO ENQUADRAMENTO

Conforme resumido no item dos **Cenários Futuros**, apresentado anteriormente, o gradual aumento das eficiências de tratamento das ETEs que atendem os municípios das Bacias PCJ, propostos em diferentes cenários de simulação com o SSD-PCJ, permitiu que um número cada vez maior de trechos da rede de drenagem alcançassem o enquadramento. Dos cenários formulados, aquele com as maiores eficiências na remoção de nutrientes, DBO e coliformes e, por consequência, que apresentou o maior número de trechos enquadrados no ano de 2035 foi o cenário chamado Teto Sem Restrição.

No Cenário Teto Sem Restrição (2035) foram adotadas, para todas as ETES nos municípios, as eficiências mínimas de remoção de 95% para DBO, 95% para Nitrogênio, 99% para Fósforo e 99,999% para coliformes termotolerantes. Para alcançar estes altos patamares foi então considerado o emprego de tratamentos químicos e físico-químicos, cujos custos de implementação podem ser elevados. Ainda, caso algumas das ETES existentes ou projetadas possuísem eficiências informadas superiores àquelas estabelecidas para o cenário, foram adotados estes valores informados. Outros valores estipulados foram o índice de coleta de esgoto de 98% em todos os municípios e o tratamento de 100% de todo esgoto coletado.

Os resultados da rodada com o SSD-PCJ deste cenário de eficiência máximas de remoção de poluentes nas ETES, na situação hídrica de $Q_{7,10}$, levou ao atendimento do enquadramento das áreas de contribuição da bacia por parâmetro conforme apresentado na Figura 5.1. Nesta, percebe-se que as maiores porcentagens de trechos enquadrados nas Bacias PCJ foram de 79% para OD, 74% quanto à DBO, 90% para N. Amoniacal, 96% para Nitrito, 100% para Nitrato, 76% para Fósforo Total e 96% para Coliformes Termotolerantes.

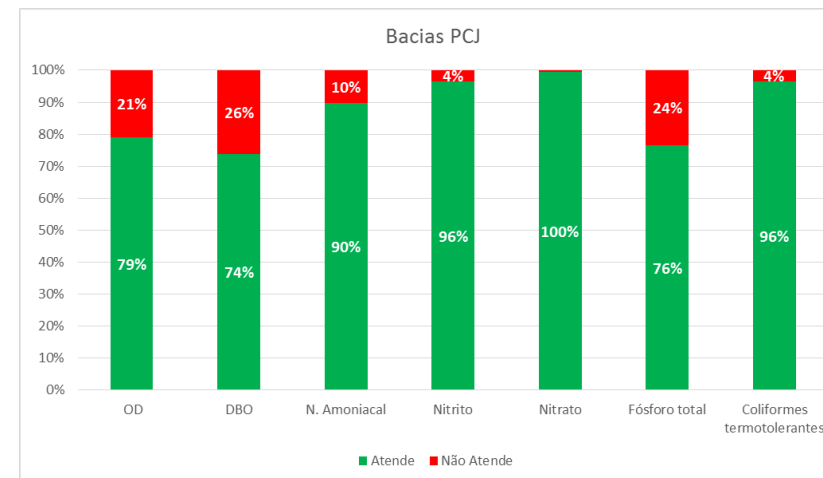


Figura 5.1– Atendimento ao enquadramento nas Bacias PCJ no Cenário Teto Sem Restrição (2035) – $Q_{7,10}$

Conforme mencionado, estas porcentagens de atendimento ao enquadramento foram obtidas através da aplicação, de forma igualitária, para todas as ETES das Bacias PCJ, das mais altas taxas de eficiência na remoção de nutrientes, DBO e coliformes encontradas na literatura. Contudo, devido às características de cada município, como número de habitantes e consumos de água per capita, não se faz obrigatório o implemento destas eficiências por todos os municípios para que sejam alcançadas as mesmas porcentagens de atendimento ao enquadramento obtidas no Cenário Teto Sem Restrição.

A fim de melhor dimensionar os investimentos necessários para que seja alcançado o maior número de trechos enquadrados possível, ou seja, aqueles do Cenário Teto Sem Restrição, foram trabalhadas no SSD-PCJ as eficiências das ETES, na escala de município, para saber quais seriam as menores eficiências que não modificariam os resultados do Cenário Teto Sem

Restrição. A metodologia para obtenção deste resultado é apresentada a seguir:

- Primeiramente, partiu-se de um cenário igual ao Cenário Teto Sem Restrição 2035 na $Q_{7,10}$ (vazão de referência que o enquadramento deve ser observado e para o qual não há influência de cargas difusas), para criar o **Cenário Teto Sem Restrição Otimizado**, agora denominado **Cenário para Efetivação do Enquadramento**;
 - Ressalta-se que embora este Cenário de Efetivação do Enquadramento esteja sendo considerado em um universo de planejamento posterior ao universo de planejamento deste Plano de Bacias, **sendo aqui considerado para o ano de 2050**, ele foi calculado com as informações de população e demandas de 2035;
 - É importante destacar que a expectativa de órgãos como IBGE e SEADE indicam uma tendência de estabilização da população até este prazo, o que corrobora com o cenário criado.
- A escala de alterações das eficiências das ETEs foi, de forma igualitária, para todas as ETEs do mesmo município;
- Seguindo os municípios, de montante para jusante em cada uma das bacias que compõem as Bacias PCJ, foi-se gradativamente reduzindo as eficiências na remoção de nutrientes, DBO e coliformes termotolerantes das ETEs que atendem o mesmo município, até o passo de decréscimo da eficiência anterior àquele que levava à mudança de classe relativa à CONAMA n° 357/2005. Caso algum trecho já ultrapassasse a classe de enquadramento, para algum dos

parâmetros, foram mantidas as eficiências do Cenário Teto Sem Restrição (2035);

- Para as eficiências de remoção de DBO, Nitrogênio e Fósforo, foram realizados passos de decréscimo na eficiência na ordem de 5% e para valores com final 0 ou 5%. Por exemplo, o valor de remoção de fósforo foi gradativamente reduzido em todas as ETEs de um mesmo município, baixando do valor 99% para 95%. Caso esta redução não impactasse os trechos a jusante das ETEs, (para o parâmetro fósforo), as eficiências de remoção de fósforo seriam reduzidas para 90%, em passos de 5%, até o último valor que não causasse mudança de classe em algum trecho a jusante;
- Foram adotados os valores mínimos que não seriam mais reduzidos por ETE de 80% para DBO, 35% para Nitrogênio e 20% para Fósforo;
- Para as eficiências de remoção de Coliformes Termotolerantes, partiu-se do valor estipulado para o Cenário Teto Sem Restrição de 99,999% de remoção para 99,99%, em seguida para 99,9% e então para 99%. Não foi adotado nenhuma eficiência menor que 99% de remoção de coliformes por ETE;
- Em nenhum caso as eficiências foram reduzidas além daquelas previamente informadas para as ETEs, mesmo que ainda houvesse margem para isso em termos de atendimento das classes. Este é o único caso que permitiria que um mesmo município possuísse eficiências diferentes por ETE para um mesmo parâmetro ou menores que os limites mínimos estabelecidos.

INDICADORES PARA O SETOR DE SANEAMENTO CONSIDERANDO AS PERSPECTIVAS PARA EFETIVAÇÃO DO ENQUADRAMENTO

Os resultados das eficiências necessárias por município no Cenário que apresenta as perspectivas para Efetivação do Enquadramento são apresentados, por parâmetro, na Figura 5.2 e listados individualmente no Quadro 5.1. Nestes quadros e figura referidos, valores de eficiências menores que os limites mínimos estabelecidos na busca pela eficiência mínima necessária, ou seja, menores que 80% para DBO, 35% para N e 20% para P, indicam que as ETEs do município possuíam valores previamente informados que atendiam o enquadramento para aquele parâmetro. O mesmo vale para valores intermediários, fora do passo de busca de 5%, como, por exemplo, o valor de 97% para DBO. Cabe destacar que a generalização por município levou em consideração a menor eficiência obtida entre as ETEs de um mesmo município, mas, na simulação, mantiveram-se as eficiências informadas por ETE caso estas fossem maiores que as mínimas necessária pelas demais que não possuíam eficiências informadas para aquele mesmo município e para as quais foi realizada a redução gradual.

Analisando por parâmetro percebe-se que, para DBO, na maioria dos municípios seria necessária a eficiência mínima de remoção nas ETEs de 95% para manter o enquadramento alcançado no Cenário para Efetivação do Enquadramento para a situação hídrica de $Q_{7,10}$ no ano de 2035. Para este parâmetro, existem apenas dois municípios que, com eficiências informadas por suas ETEs menores que 80%, atendem o enquadramento, sendo as ETEs de Analândia, com 75%, e Pedreira, com 78%. Cumpre ressaltar que a presente análise não exige a necessidade de que todas as ETEs se adequem

ao atendimento das condições mínimas exigidas pela legislação (Decreto nº 8.468/1976).

No caso do atendimento ao enquadramento para os parâmetros que compõem a série do Nitrogênio, apesar de no Cenário Teto Sem Restrição (2035) ter sido adotada a eficiência de 95% de remoção de N em todas as ETEs, o que a análise aqui elaborada demonstrou foi que esta precisaria ser alcançada em apenas 18% dos municípios, como mostra a Figura 5.2. Para o restante são necessários valores variados de eficiências, mas em 43% deles, equivalente a 26 municípios, seria suficiente a eficiência mínima de 35% para que se mantivesse o atendimento ao enquadramento para Nitrogênio Amomiacal, Nitrito e Nitrato.

Já para o atendimento do enquadramento para fósforo total observou-se que a maioria dos municípios (69%) deveria atender a eficiência máxima de 99%. Ainda, para outros 11%, equivalente a 7 municípios, seria necessária a eficiência mínima de remoção de fósforo por ETE de 95%.

Por fim, em relação à coliformes, observou-se uma distribuição variada na necessidade de remoção desses por ETE. Em 20 dos municípios foi necessário manter o valor máximo de 99,999% de remoção, 99,99% em 17 municípios, 99,9% em outros 9 e em outros 15% foi necessária a eficiência mínima de 99% durante a busca pela eficiência mínima que levasse ao enquadramento. Conforme mencionado, optou-se por apresentar, no Quadro 5.1 as concentrações lançadas de coliformes por municípios ao invés das

eficiências mínimas a fim de facilitar a interpretação dos resultados quanto a este parâmetro, dada a grande variabilidade de valores que este pode apresentar.

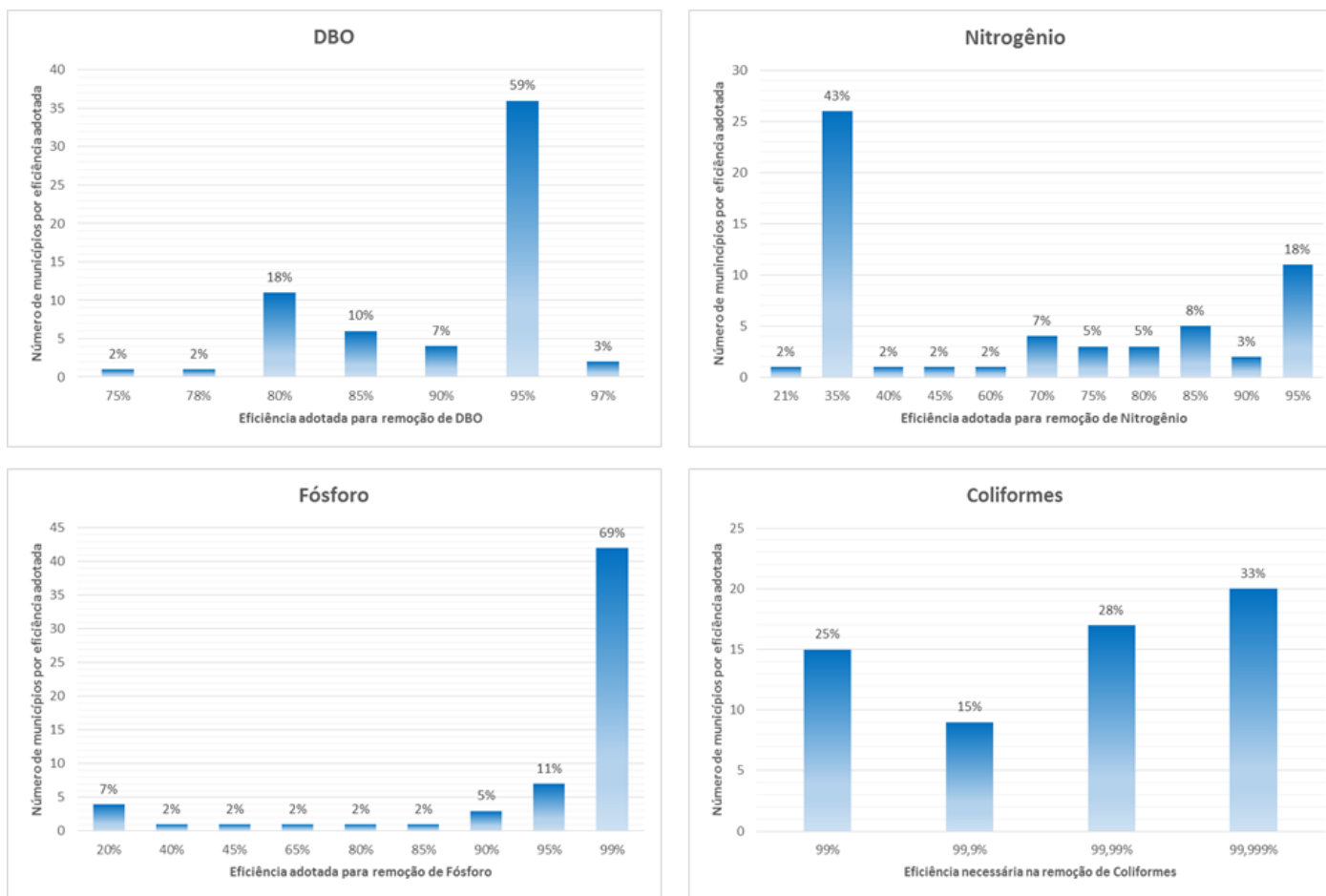


Figura 5.2 – Eficiências na remoção de DBO, Nitrogênio Total, Fósforo Total e Coliformes, por número de municípios nas Bacias PCJ manter o enquadramento alcançado no Cenário para Efetivação do Enquadramento (2035).

Quadro 5.1 - Eficiências mínimas obtidas e lançamentos máximos de coliformes termotolerantes por município no Cenário para Efetivação do Enquadramento

Município	Eficiências mínimas adotadas			
	DBO	Nitrogênio	Fósforo	Coliformes Termotolerantes (NMP/100mL)
Águas de São Pedro	85%	35%	65%	1,00E+03
Americana	95%	95%	99%	1,00E+03
Amparo	95%	75%	99%	1,00E+04
Analândia	75%	35%	20%	1,00E+05
Artur Nogueira	92%	75%	99%	1,00E+03
Atibaia	89%	46%	99%	1,00E+03
Bom Jesus dos Perdões	85%	35%	85%	1,00E+04
Bragança Paulista	97%	65%	99%	1,00E+04
Cabreúva	95%	95%	99%	1,00E+06
Camanducaia	90%	60%	99%	1,00E+05
Campinas	95%	95%	99%	1,00E+05
Campo Limpo Paulista	95%	70%	99%	1,00E+03
Capivari	95%	95%	99%	1,00E+03
Charqueada	85%	35%	40%	1,00E+05
Cordeirópolis	95%	60%	99%	1,00E+03
Corumbataí	85%	35%	20%	1,00E+05
Cosmópolis	90%	60%	95%	1,00E+04
Elias Fausto	95%	85%	99%	1,00E+06
Extrema	80%	35%	99%	1,00E+04
Holambra	90%	50%	99%	1,00E+04
Hortolândia	95%	90%	99%	1,00E+03
Indaiatuba	97%	95%	99%	1,00E+03
Ipeúna	80%	35%	20%	1,00E+04
Iracemápolis	95%	90%	99%	1,00E+03
Itapeva	85%	35%	99%	1,00E+06
Itatiba	95%	70%	99%	1,00E+03
Itupeva	95%	80%	99%	1,00E+04
Jaguariúna	95%	40%	99%	1,00E+04
Jarinu	95%	80%	99%	1,00E+03
Joanópolis	90%	35%	95%	1,00E+06
Jundiaí	95%	80%	99%	1,00E+03

Município	Eficiências mínimas adotadas			
	DBO	Nitrogênio	Fósforo	Coliformes Termotolerantes (NMP/100mL)
Limeira	95%	80%	99%	1,00E+04
Louveira	95%	85%	95%	1,00E+03
Mombuca	95%	95%	99%	1,00E+04
Monte Alegre do Sul	80%	35%	99%	1,00E+06
Monte Mor	95%	82%	99%	1,00E+04
Morungaba	95%	40%	99%	1,00E+03
Nazaré Paulista	90%	35%	95%	1,00E+03
Nova Odessa	95%	82%	95%	1,00E+03
Paulínia	95%	95%	99%	1,00E+03
Pedra Bela	80%	35%	80%	1,00E+04
Pedreira	78%	21%	95%	1,00E+04
Pinhalzinho	95%	35%	90%	1,00E+05
Piracaia	85%	35%	90%	1,00E+05
Piracicaba	95%	95%	99%	1,00E+03
Rafard	95%	95%	99%	1,00E+05
Rio Claro	95%	95%	99%	1,00E+03
Rio das Pedras	80%	35%	95%	1,00E+05
Saltinho	95%	35%	20%	1,00E+06
Santa Bárbara d'Oeste	95%	70%	99%	1,00E+06
Santa Gertrudes	95%	95%	99%	1,00E+03
Santa Maria da Serra	80%	35%	99%	1,00E+06
Santo Antônio de Posse	95%	65%	99%	1,00E+03
São Pedro	95%	85%	99%	1,00E+03
Sumaré	95%	85%	99%	1,00E+03
Toledo	80%	35%	45%	1,00E+05
Tuiuti	80%	35%	90%	1,00E+05
Valinhos	95%	35%	99%	1,00E+03
Vargem	95%	35%	99%	1,00E+06
Várzea Paulista	95%	80%	99%	1,00E+03
Vinhedo	95%	85%	99%	1,00E+06

Fonte: Elaborado pelo Consórcio Profill-Rhama.

Obs: Caso alguma das ETES do município possua valores informados acima destes, assumiu-se que estas permaneceriam com os valores informados

Apesar de o cenário de enquadramento considerar as eficiências mínimas necessárias para a manutenção das taxas de alcance do enquadramento obtidas no Cenário Teto Sem Restrição (2035), e da formulação deste mesmo cenário, ter sido em função da variação das eficiências de remoção dos parâmetros, por ETE, o que se observa na realidade quando se trabalha com a busca de tecnologias que atendam a necessidade de remoção dos parâmetros trabalhados é a indicação das concentrações de saída das ETEs ao invés da eficiência propriamente dita.

Assim, para estimar os investimentos necessários (descritos no item a seguir) e também montar um cenário no qual seriam adotadas diferentes formas de tratamento, e não eficiências propriamente ditas, foram utilizadas as concentrações per capita adotadas no modelo de 54 g de DBO/hab/dia, 8 g de N/hab/dia e 1 g de P/hab/dia, bem como os consumos por habitante/dia adotados para cada município para, com as eficiências mínimas obtidas no cenário de busca do enquadramento, estimar qual seria a concentração de saída de cada ETE. Para o cálculo, também foram consideradas as taxas de retorno do consumo de água. Com relação às concentrações de coliformes, foram utilizadas como concentrações de saída das ETEs as mesmas concentrações defluentes das ETEs calculadas no cenário de Enquadramento.

A fração de fósforo lançada pelas ETEs foi considerada integralmente na forma inorgânica pelas características das tecnologias que fazem a remoção. Já para as frações de nitrogênio lançadas, considerou-se que eficiências abaixo de 60% seriam de tecnologias sem remoção de N por não

possuírem uma etapa de nitrificação, apenas amonificação. Nestas, foi considerado que o efluente seria composto por uma porcentagem de 80% de amônia e 20% de nitrogênio orgânico. Já ETEs com eficiências iguais ou superiores à 60% possuiriam tecnologia específica para remoção de N, com etapas de nitrificação e desnitrificação. Para estas, as concentrações de saída foram distribuídas em 20% para Nitrogênio Orgânico, 50% para Nitrogênio Amoniacal, 15% para Nitrito e 15% para Nitrato. Essas proporções de divisão das frações de nitrogênio seguem aquelas apontadas por Von Sperling (2014) e apresentadas na Figura 5.3.

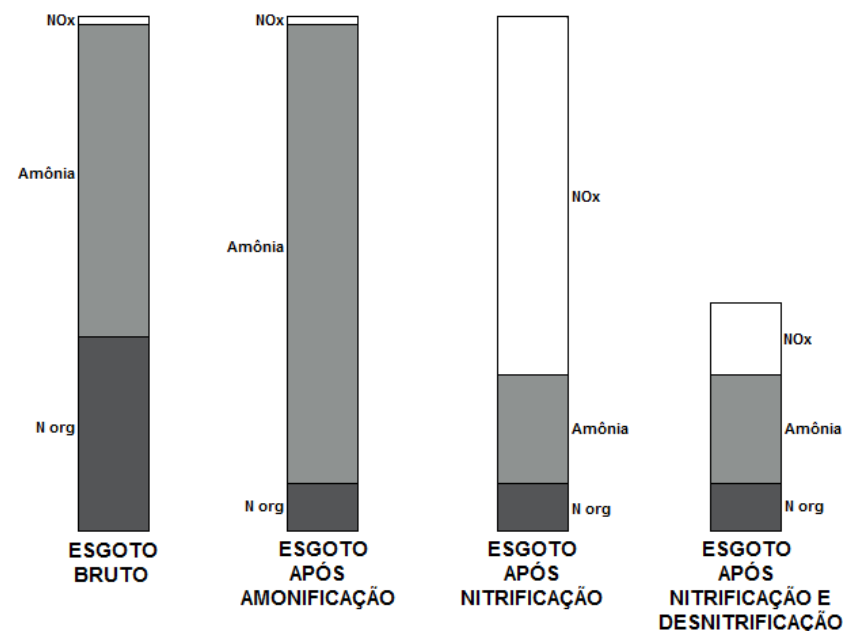


Figura 5.3 Distribuição das formas de nitrogênio ao longo de um sistema de tratamento de esgotos que inclua nitrificação e desnitrificação (Fonte: Von Sperling, 2014).

A partir do cálculo das concentrações das frações de N, P, calculadas no excel, foi utilizado o SSD-PCJ, considerando as concentrações ao invés das eficiências (o SSD PCJ possibilita que sejam utilizadas eficiências ou concentrações de saída das ETEs), e foi montado um cenário para avaliação do impacto que a adoção dessas concentrações calculadas manualmente e das proporções das frações de N e P lançadas teriam sobre o enquadramento.

A Figura 5.4 apresenta os resultados deste cenário na $Q_{7,10}$ em 2035. Percebe-se que a aplicação das concentrações na saída das ETEs levou ao enquadramento em 86% das áreas de contribuição em relação ao OD, 80% em relação à DBO, 89% para Nitrogênio Amoniacal, 94% para Nitrito, 99,6% em relação ao Nitrato, 83% para Fósforo Total e 95% com relação a Coliformes Termotolerantes. Em parte, algumas das diferenças dos resultados entre esta aplicação com as concentrações ao invés das eficiências, apresentadas anteriormente na Figura 5.1 podem ser atribuídas à divisão feita com relação às proporções de N e P. No SSD, o programa adota a divisão, ao trabalhar com eficiências, de 68% da concentração de P do efluente para P Inorgânico e 32% para P Orgânico e de 55% da concentração de nitrogênio do efluente atribuída à N Amoniacal e 45% para N Orgânico. Estas, portanto, foram as proporções utilizadas no Cenário Teto Sem Restrição (2035), que fez uso das eficiências. Outra motivação para as diferenças pode ser a forma como o SSD PCJ trabalha os déficits do abastecimento, na qual a concentração que chega à ETE pode ser mais concentrada em casos de déficit, de acordo com a razão entre água utilizada e carga per capita dos parâmetros.

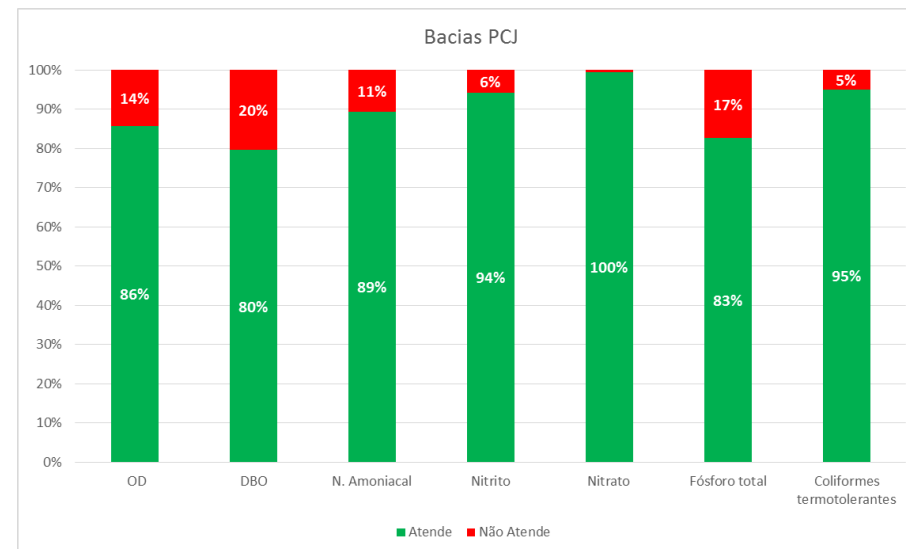


Figura 5.4 – Atendimento ao enquadramento por parâmetro nas Bacias PCJ no cenário de $Q_{7,10}$ (2035) com aplicação das concentrações de saída das ETEs.

Ao utilizar as mesmas concentrações de saída calculadas nas ETEs em um cenário de série histórica de vazões, foram obtidas as porcentagens de atendimento no tempo simultaneamente nas ACs das Bacias PCJ apresentadas na Figura 5.5. A menor porcentagem de atendimento por parâmetro no tempo, ao longo da série de 30 anos simulada, foi obtida para Coliformes Termotolerantes, que atendeu em 87% do tempo. Para todos os demais parâmetros o atendimento ocorre em mais de 90% do tempo, chegando a 100% com relação a Nitrito e Nitrato. Ao analisar o enquadramento de forma conjunta entre os parâmetros, ou seja, com todas as ACs atendendo o enquadramento simultaneamente nas bacias, obteve-se o atendimento em 74% do tempo.

Assim, com base neste estudo realizado com a modelagem através do SSD PCJ foi possível otimizar as eficiências de tratamento necessárias por municípios a fim de manter ou mesmo melhorar os resultados de atendimento ao enquadramento obtidos nos Cenários Teto Sem Restrição (2035), tanto na $Q_{7,10}$ quanto com série histórica. A otimização das eficiências também permite que os orçamentos municipais para o alcance das metas estabelecidas de tratamento também sejam melhor estimados.

A Figura 5.6 apresenta os resultados do atendimento ao Enquadramento nas ACs no Cenário para Efetivação do Enquadramento (2035) e a Figura 5.7, mostra a permanência no Enquadramento, considerando os resultados com séries históricas.

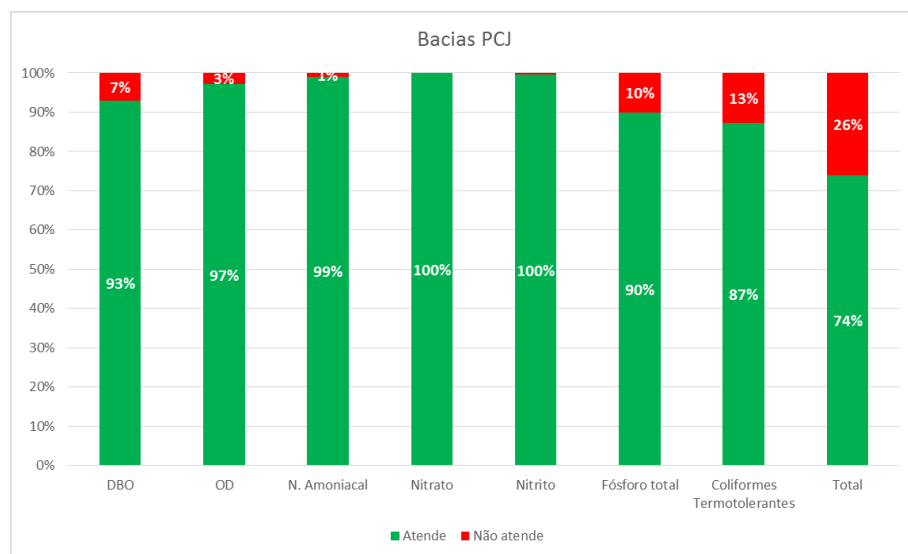


Figura 5.5 – Porcentagens de atendimento no tempo nas ACs das Bacias PCJ no cenário com série histórica de vazões (2035) e uso das concentrações calculadas por ETE, para o no Cenário para Efetivação do Enquadramento.

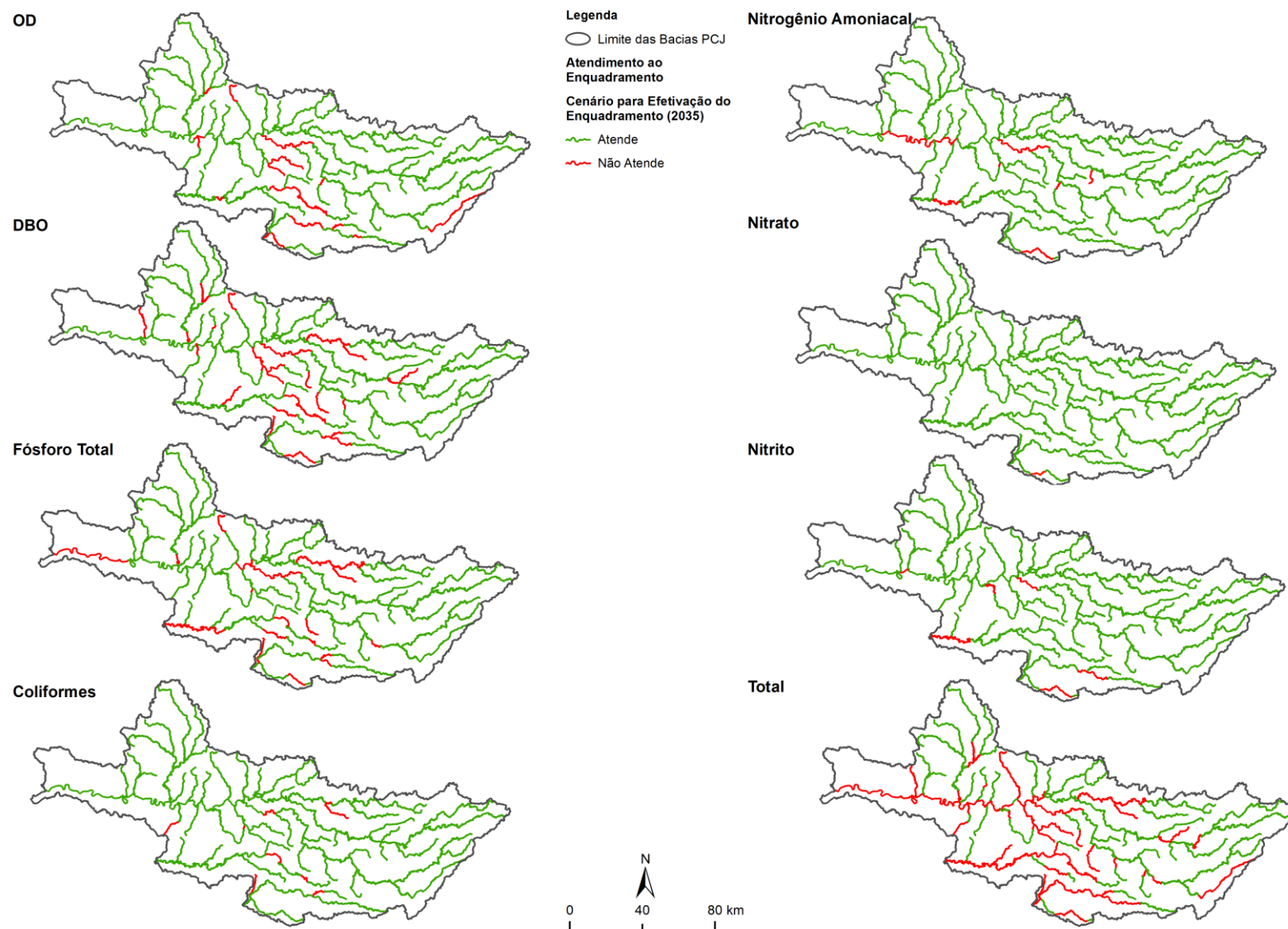


Figura 5.6 – Atendimento ao Enquadramento nas ACs no Cenário para Efetivação do Enquadramento (2035) para $Q_{7,10}$.

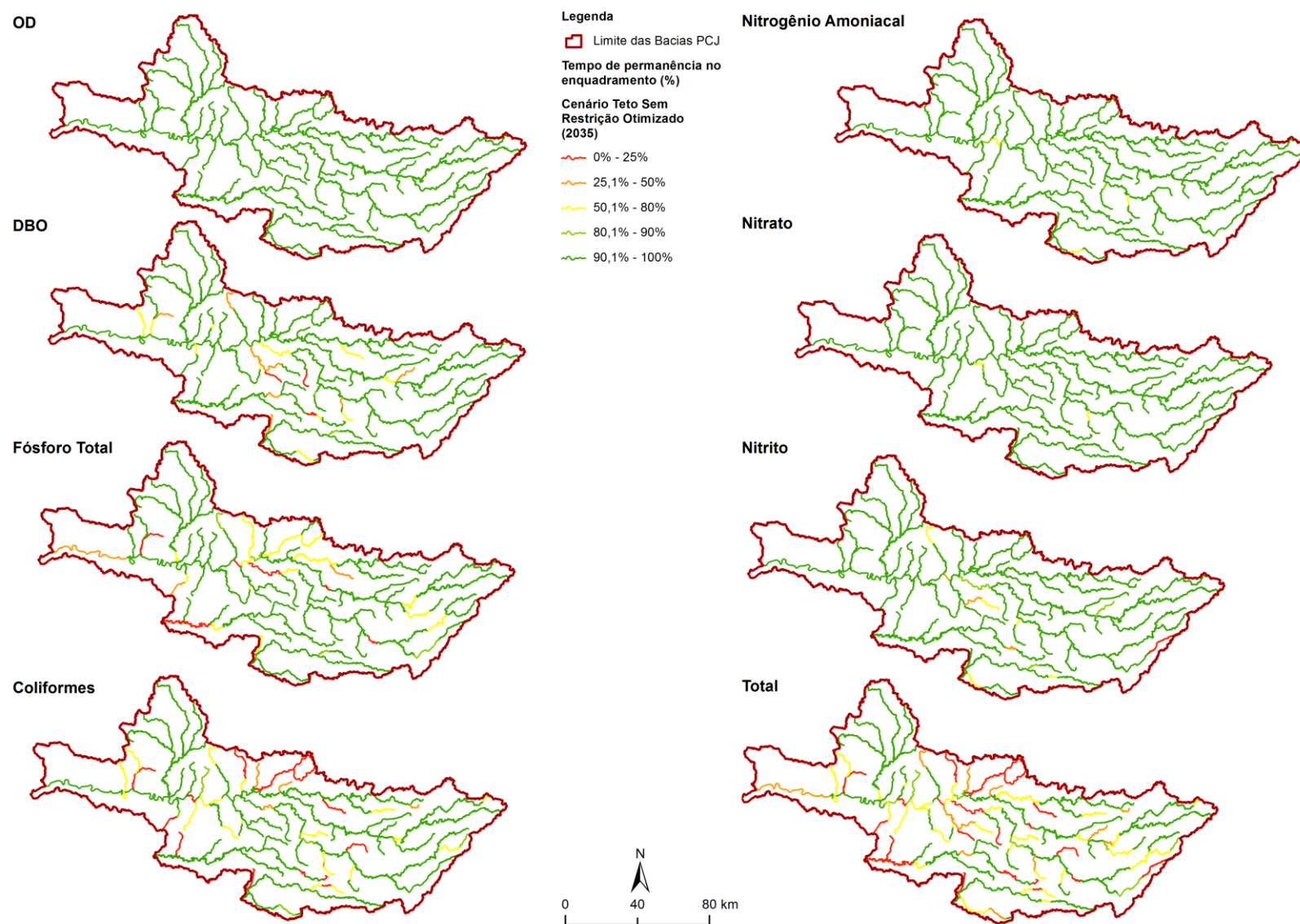


Figura 5.7 – Permanência no Enquadramento no Cenário para Efetivação do Enquadramento (2035) para série histórica.

INVESTIMENTOS NECESSÁRIOS PARA EFETIVAÇÃO DO CENÁRIO DE ENQUADRAMENTO

Este item apresenta a estimativa dos **investimentos para o Cenário para Efetivação do Enquadramento**, descrito no item anterior. A visualização do montante necessário para alcançar o Enquadramento é importante para que se tenha em mente a **ordem de grandeza** dos investimentos necessários associados à implantação de **tratamento terciário nas Bacias PCJ**, ajudando, desta forma, o estabelecimento de metas no universo de planejamento.

A partir dos resultados de concentrações de lançamento de efluentes necessárias para atender o Cenário para Efetivação do Enquadramento, resultante da simulação no SSD PCJ foi verificada para cada ETE (existente ou em projeto), se estas possuem capacidade atender as concentrações necessárias. Esta verificação foi feita com o intuito de analisar quais medidas são necessárias para o atendimento das metas de enquadramento, tal como, **realizar modificações nos processos de tratamento, ou realizar melhorias operacionais, ou ainda, trocar todo o sistema de tratamento.**

É importante frisar que, apesar de os orçamentos para tratamento terciário terem sido feitos a partir da análise das ETEs, **os resultados são apresentados por município (nos anexos).** É necessário que esta generalização seja feita, para não causar conflitos ou divergências com os futuros orçamentos dos projetos, uma vez que a escala de trabalho do Plano é mais generalista.

A metodologia utilizada para determinar as ações necessárias para cada ETE, foi a seguinte: Primeiro foram comparados os valores de concentração necessários para o atendimento da meta para cada ETE, com os valores de concentração teóricos encontrados para aquele tipo de tratamento na literatura (Quadro 5.2).

Caso a comparação indique que a tecnologia de tratamento possui capacidade de atender o exigido para o enquadramento, foi considerado que a ETE será mantida. É importante salientar que, especificamente para a DBO, foi considerado que se a concentração necessária para enquadramento represente até 80% do valor mínimo atingido para a tecnologia de tratamento existente, a ETE foi considerada como capaz de atender a concentração de enquadramento. Isso se deve ao fato que o valor mínimo apresentado não é um limite teórico e sim valor médio encontrado para ETEs existentes. Além de que, variações na qualidade tanto do afluente quando ao efluente das ETEs possuem variações diárias superiores a 20%.

Quadro 5.2 - Concentrações mínimas dos efluentes por tipo de sistema de tratamento de esgotos.

Sistema	DBO _{5,20}	N. Total	Fósforo Total
	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)
Biofiltro Aerado + Remoção Biológica de N	15	4	4
Contator Biológico	15	20	4
Filtro biológico aerado submerso com nitrificação	15	20	4
Físico químico + biofiltro Aerado Submerso	15	20	2
Físico químico + Biofiltro Aerado Submerso + Remoção Biológica de N	15	4	2
Fossa + Filtro	40	20	4
Fossa + Infiltração	0	-	2
Fossa Séptica	200	20	4
Lagoa aerada mistura completa + lagoa de sedimentação	50	30	4
Lagoa anaeróbia + Lagoa facultativa	50	20	4
Lagoa Anaeróbia + Lagoa Facultativa + Lagoa de Alta taxa	40	10	3
Lagoa anaeróbia + lagoa facultativa + lagoa de maturação	40	15	2
Lagoa Anaeróbia + lagoa Facultativa + Remoção de algas	30	20	4
Lagoa facultativa	50	20	4
Lagoa Facultativa Aerada	50	30	4
Lodo Ativado	15	20	4
Lodo Ativado + Precipitação Química	15	20	1
Lodo Ativado + Precipitação Química + Filtração	15	20	0,5
Lodo Ativado + Remoção Biológica de N	15	3	4
Lodo Ativado + Remoção biológica de N e P	15	3	1
Lodo Ativado batelada	10	20	4
Lodo ativado aeração prolongada	10	20	4
Lodo ativado convencional + filtração terciária	10	20	3
Lodo Ativado Granular	10	3	1
Wetlands construídos	30	20	4
Lodo Ativado + Remoção Biológica de N e P + Precipitação Química + Filtração	15	3	0,5

Sistema	DBO _{5,20}	N. Total	Fósforo Total
	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)
Lodo Ativado com remoção biológica de N + Físico Químico	15	4	1
Lodo Ativado com Remoção Biológica de N e P + Precipitação Química + Filtração + Ultrafiltração	10	10	0,05
MBR	10	4	2
MBR + Físico Químico	10	3	1
MBR + Remoção Biológica de N e P	1	3	1
UASB	70	20	4
UASB + Biofiltro Aerado Submerso	20	20	4
UASB + Escoamento Superficial	30	15	4
UASB + Filtração	20	15	2
UASB + Filtro anaeróbio	40	20	4
UASB + Filtro Biológico Percolador	20	20	4
UASB + Filtro Biológico Percolador + Precipitação Química + Filtração	20	20	0,5
UASB + Lagoa aerada	50	30	4
UASB + lagoa aerada + Lagoa de Sedimentação	50	30	4
UASB + lagoas de polimento	40	15	2
UASB + Lodo Ativado	20	20	4
UASB + Lodo Ativado + Filtração	20	20	1
UASB + Lodo Ativado + Precipitação Química + Filtração	20	20	0,5
UASB + Lagoa aerada	50	30	4
UASB + lagoa aerada + Lagoa de Sedimentação	50	30	4
UASB + lagoas de polimento	40	15	2
UASB + Lodo Ativado	20	20	4
UASB + Lodo Ativado + Filtração	20	20	1
UASB + Lodo Ativado + Precipitação Química + Filtração	20	20	0,5
UASB + Precipitação Química	20	30	1

Fontes: BRITES, 2010, Jiang et al (2005), Kreuk et al (2005), Judd (2006)

No caso de a comparação indicar que algum dos parâmetros não terá capacidade de ser atendido pela ETE, foi considerado que será feita alguma modificação nesta. Estas modificações foram divididas em: **alterar totalmente a tecnologia de tratamento; e adequação da ETE (Retrofit)**. Para a avaliação de qual seria a medida a ser tomada algumas premissas foram seguidas.

Para concentrações requeridas de nitrogênio menor que 20 mg/l, foi considerado que esta necessita de sistema remoção biológica de nitrogênio. Para o fósforo foram feitas mais subdivisões, seguindo metodologia apresentada em Jiang (2005), em que para diferentes concentrações de fósforo necessitam diferentes sistemas de tratamento, sendo que a complexidade e estruturas de tratamento aumentam à medida que a concentração final deste elemento se torna mais baixa. Sendo:

- Para concentração de 1 mg/ l de fósforo apenas tratamento físico-químico se faz necessário;
- Para concentração até 0,5 mg/l: tratamento físico químico e filtração, podendo este ser precedido de remoção biológica;
- Para concentração até 0,13 mg/l: remoção biológica de P, físico químico e filtração;

Conforme apresentado no Relatório Final (P2 REV04), apenas os sistemas de lodos ativados possuem boa capacidade para remoção biológica de nutrientes. Os demais sistemas, como UASB e lagoas de estabilização, não possuem boa capacidade de remoção destes nutrientes por via biológica. Desta forma quando foi constatada a necessidade de remoção biológica de

N, foi considerado que **apenas as ETEs que possuem sistema de lodos ativados, biofiltro aerado e MBR em sua concepção poderiam passar por Retrofit**, para as demais foi prevista a reformulação geral do sistema de tratamento. É importante salientar que o sistema denominado Nereda® é apenas uma variação dos sistemas de lodos ativados em batelada. No que diz respeito ao P foi considerada que em alguns casos a inserção de pós tratamento físico-químico atenderá aos limites calculados.

Outra consideração feita durante a análise, foi de que os **sistemas de lagoas aeradas seguidas de lagoas de lodo ou de sedimentação, poderiam passar por Retrofit**, e serem transformadas em lodos ativados, uma vez que apenas com a inserção de decantadores secundários e retorno de lodo, as lagoas passariam a ter um comportamento de lodos ativados.

A seguir é apresentada uma análise quantitativa da tipologia de ETEs instaladas nos municípios das Bacias PCJ. Das 147 estações de tratamentos de efluentes existentes, 34,7% utilizam lodos ativados, sendo que 9,5% destas são compostas por UASB seguido de lodo ativado, 38,8% utilizam apenas UASB e 21,8% utilizam lagoas de estabilização. Além destas tecnologias há estações que são tanques sépticos, variações das tecnologias mais empregas e até uma estação que opera um sistema biológico com membranas de ultrafiltração e uma variação de lodos ativados, Nereda®, que juntos somam 4,76% das ETEs.

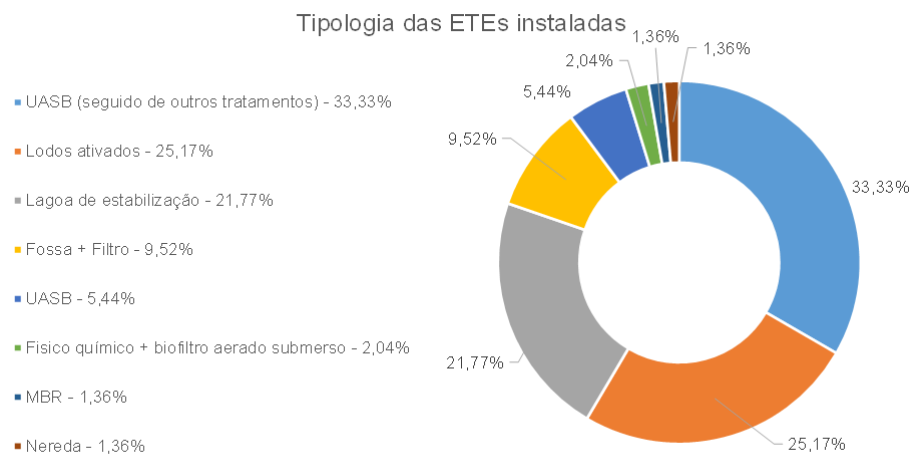


Figura 5.8 – Gráfico de tipologias de tratamento existentes na bacia hidrográfica, por número total de ETEs

Fonte: Consórcio PROFILL-RHAMA.

No que diz respeito à capacidade instalada, 32,7% da capacidade é composta por reatores UASB, 33,05 % não possuem lodos ativados como tecnologia de tratamento, entretanto, destes 12,15% são de reatores de UASB seguidos de lodos ativados. As lagoas de estabilização representam 26,5% da capacidade instalada. Os sistemas de maior complexidade como os reatores de membranas representam 11,14% da capacidade instalada.

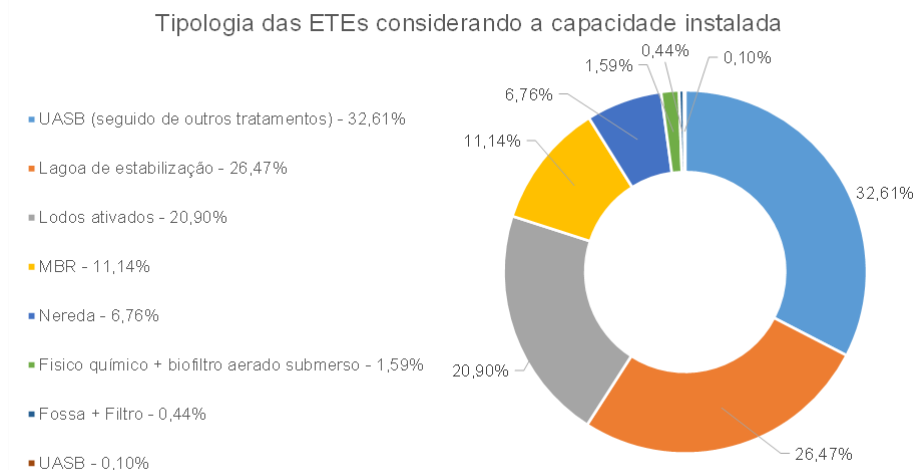


Figura 5.9 – Gráfico de tipologias de tratamento existentes na bacia hidrográfica, por capacidade instalada

Fonte: Consórcio PROFILL-RHAMA.

Os resultados das análises referentes à capacidade de atendimento ou não, por parte das ETEs, das concentrações necessárias para enquadramento indicaram que, **dentre as ETEs existentes nos municípios componentes das Bacias PCJ**: 96,6% não apresenta eficiência para a remoção de ao menos um parâmetro até o nível necessário para atingimento do enquadramento proposto. Portanto, **somente 3,4% das estações avaliadas apresenta a eficiência requerida**.

Ao todo, 95,9% das ETEs não apresentam capacidade de tratamento para o Fósforo (P), sendo este o principal poluente a ser tratado para o atingimento do Enquadramento.

O Nitrogênio (N) é o segundo poluente mais preocupante, visto que 71,9% das ETEs não atendem à remoção necessária, em terceiro fica a DBO com 44,5% das ETEs.

Cabe ressaltar que apenas uma ETE (0,70% do total de ETEs), não possui capacidade para o atendimento exclusivamente do parâmetro DBO. Do total das ETEs, 19,2% não atendem exclusivamente ao parâmetro Fósforo, enquanto todas as demais não atendem a mais do que um parâmetro (76,7%).

A Figura 5.10 apresenta a distribuição das ETEs por debilidade na eficiência do tratamento, para atingir ao enquadramento dos recursos hídricos proposto, por parâmetro avaliado.

Não atendimento às Eficiências necessárias considerando o número de ETEs

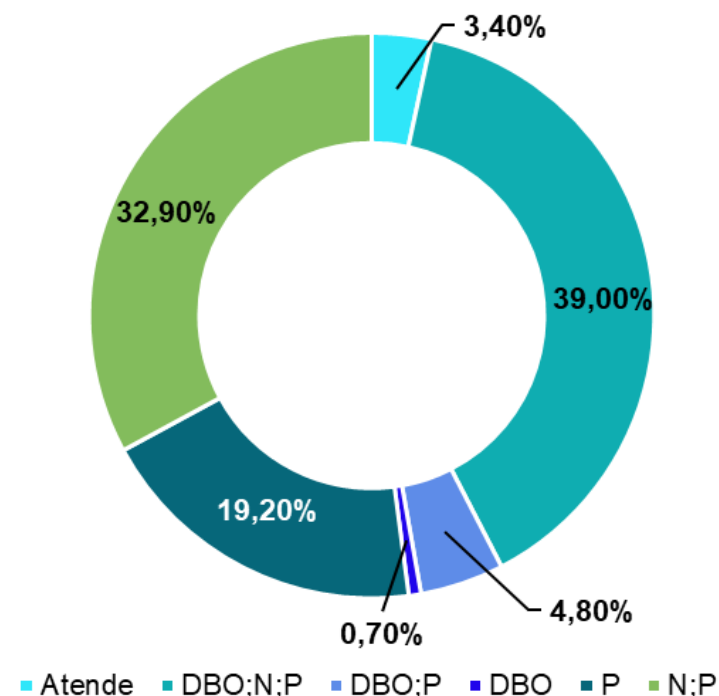


Figura 5.10 – Porcentagens de ETEs que não apresentam eficiência suficiente para atender as concentrações de enquadramento, por tipo de parâmetro não atendido.

Fonte: Consórcio PROFILL-RHAMA.

No que diz respeito a **capacidade instalada das ETE nos municípios** componentes das Bacias PCJ: 99,5% da capacidade instalada não apresenta eficiência para a remoção de ao menos um parâmetro até o nível necessário para atingimento do enquadramento proposto.

Portando, **somente 0,5% da capacidade avaliada apresenta a eficiência requerida**. Ao todo, 99,2% da capacidade instalada não apresenta condições de tratamento para o Fósforo (P), sendo este o principal poluente a ser tratado para o atingimento das metas de Enquadramento.

O Nitrogênio (N) é o segundo poluente mais preocupante, **visto que 61,8% da capacidade não atende a remoção necessária**, em terceiro fica a DBO com 31,6% da capacidade instalada. Cabe ressaltar que apenas 0,2% não possuem capacidade para o atendimento exclusivamente do parâmetro DBO, 36,4% da capacidade não atende exclusivamente para o parâmetro de Fósforo, enquanto 32,4% não adente a mais do que um parâmetro. A Figura a seguir apresenta a distribuição das capacidades instaladas por debilidade na eficiência do tratamento, para atingir ao enquadramento dos recursos hídricos proposto, por parâmetro avaliado.

Não atendimento às Eficiências necessárias considerando a vazão instalada

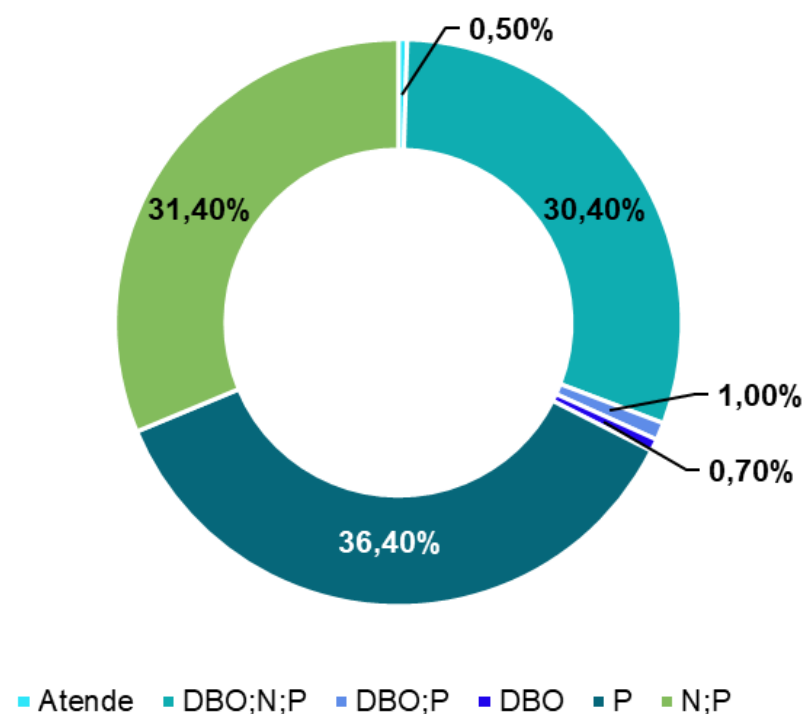


Figura 5.11 – Porcentagens da capacidade instalada na ETES que não apresentam eficiência suficiente para atender as concentrações de enquadramento, por tipo de parâmetro não atendido

Fonte: Consórcio PROFILL-RHAMA.

No Quadro 5.3 são apresentadas as curvas de custos utilizadas para o dimensionamento dos recursos necessários para a implantação dos sistemas terciários. As curvas de custos utilizadas foram elaboradas a partir da população atendida, uma vez que não há informação de população atendida por cada ETE e conhecendo apenas a vazão destas, foi necessário realizar o cálculo de uma população equivalente. A população equivalente foi calculada a partir da vazão das ETEs e o consumo per capita de cada município.

Para o cálculo dos custos das ETEs para as quais foi necessária “Alterar Tecnologia de Tratamento” foram somados os custos referentes a uma ETE nova (curva de custo para ETE nova) mais os custos a instalação das unidades de tratamento complementar (curva de custo de *Retrofit*), isso quando necessária a instalação de unidades de tratamento terciário. No caso de ETEs que possuem, atualmente, tratamento por meio de lagoas aeradas e necessitam apenas a conversão da tecnologia de tratamento para lodo ativado, foi considerado que o custo de *Retrofit* é de 30% do custo da instalação de uma estação de tratamento de lodos ativados nova.

A partir da definição das tecnologias de tratamento a serem empregadas foram dimensionados os custos para a instalação dos sistemas de remoção de nutrientes nas ETEs da bacia. De forma que a partir dessa definição, constatou-se que é necessária a alteração da tecnologia de tratamento de 84,2% da ETEs existentes e 12,3% passaram por *Retrofit* (Figura 5.12).

No que diz respeito à capacidade instalada, 57% da capacidade instalada necessitará ser alterada a tecnologia de tratamento e 42,5% necessitará de *Retrofit*, com apenas 0,5% da capacidade sem necessidade de intervenção.



Figura 5.12 – Porcentagens de ações necessárias no que diz respeito as ETEs instaladas.

Fonte: Consórcio PROFILL-RHAMA.

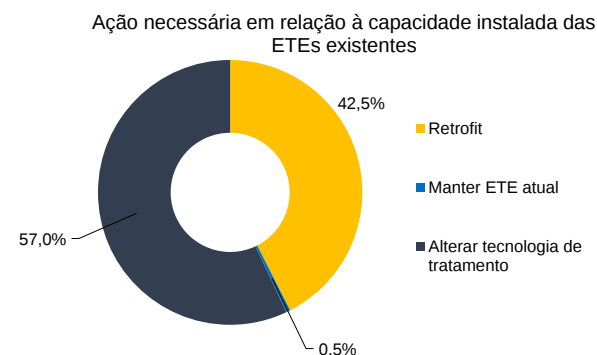


Figura 5.13 – Porcentagens de ações necessárias no que diz respeito a capacidade das ETEs instaladas.

Fonte: Consórcio PROFILL-RHAMA.

Quadro 5.3 – Curvas de custo para instalação e recondicionamento de ETES

Tratamento	Tipo de obra	Curva de Custo
Lodo Ativado + Precipitação Química	<i>Retrofit</i>	$286859.97 \cdot X^{0.16}$
Lodo Ativado + Remoção Biológica de P	<i>Retrofit</i>	$26.8553 \cdot X + 7860293.37$
Lodo Ativado + Remoção Biológica de N e P	<i>Retrofit</i>	$13.7298 \cdot X + 4834324.75$
Lodo Ativado + Remoção Biológica de P + Precipitação Química	<i>Retrofit</i>	$27.8067 \cdot X + 9276014.1$
Lodo Ativado + Remoção Biológica de N e P + Precipitação Química	<i>Retrofit</i>	$27.1842 \cdot X + 11004052.98$
Lodo Ativado + precipitação Química + Filtração	<i>Retrofit</i>	$13473.83 \cdot X^{0.67}$
Lodo Ativado + Remoção Biológica de N e P + Precipitação Química + Filtração	<i>Retrofit</i>	$139.3534 \cdot X + 24023321.79$
Lodo Ativado + precipitação Química + Filtração + Ultrafiltração	<i>Retrofit</i>	$222,3242 \cdot X + 48723070,56$
Lodo Ativado + Remoção Biológica de P + Precipitação Química + Filtração + Ultrafiltração	<i>Retrofit</i>	$253,1167 \cdot X + 65294863,89$
Lodo Ativado + Remoção Biológica de N e P + Precipitação Química + Filtração + Ultrafiltração	<i>Retrofit</i>	$249,0629 \cdot X + 57149694,69$
Nereda® + Precipitação Química + Filtração + Ultrafiltração	<i>Retrofit</i>	$222,3242 \cdot X + 48723070,56$
MBR + Precipitação Química + Filtração	<i>Retrofit</i>	$222,3242 \cdot X + 48723070,56$
MBR + Físico Químico + Filtração	<i>Retrofit</i>	$220,9802 \cdot X + 46734878,89$
UASB + Precipitação Química	<i>Retrofit</i>	$0,6043 \cdot X + 1808356,6$
MBR + Remoção Biológica de N e P	<i>Retrofit</i>	$27.8593 \cdot X + 8768241.82$
Nereda® + Precipitação Química + Filtração	<i>Retrofit</i>	$112.7823 \cdot X + 16715639.11$
UASB + Filtro Biológico Percolador + Precipitação Química + Filtração	<i>Retrofit</i>	$13473.83 \cdot X + 0.67$
UASB + Lodo Ativado + Precipitação Química + Filtração	<i>Retrofit</i>	$112.7823 \cdot X + 16715639.11$
Lagoa anaeróbia + lagoa facultativa	Nova	$0.15 \cdot X^{1.01}$
Lagoa aerada mistura completa + lagoa de sedimentação	Nova	$0.34 \cdot X^{0.94}$
Lagoa anaeróbia + lagoa facultativa + lagoa de maturação	Nova	$1.04 \cdot X^{0.82}$
Lagoa anaeróbia + lagoa facultativa + lagoa alta taxa	Nova	$0.54 \cdot X^{0.88}$
UASB	Nova	$0.08 \cdot X^{0.99}$
UASB + Lodos Ativos	Nova	$0.71 \cdot X^{0.9}$
UASB + biofiltro Aerado Submerso	Nova	$0.47 \cdot X^{0.95}$
UASB + Filtro Biológico de alta carga	Nova	$0.25 \cdot X^{0.99}$
UASB + flotação por ar dissolvido	Nova	$1.38 \cdot X^{0.86}$
UASB + lagoas de polimento	Nova	$0.22 \cdot X^{0.98}$
Lodo Ativado	Nova	$0.07 \cdot X^{1.13}$
Lodos ativados aeração prolongada	Nova	$0,71 \cdot X^{0.9}$
Lodo ativado batelada	Nova	$0,12 \cdot X^{1.1}$
Lodo Ativado + Remoção Biológica de N	Nova	$0,35 \cdot X^1$
Lodo Ativado convencional com remoção biológica de N e P	Nova	$0,4 \cdot X^1$

Foi calculado também o custo para instalação da desinfecção e do aumento da coleta de esgotos, a fim de atender 98% da população urbana até 2035.

Para o cálculo do montante necessário de investimentos necessários para ampliação da em coleta e transporte de esgotos, o custo médio per capita para coleta e transporte do esgoto, foi de R\$ 1.706,80/ hab. Valor unitário calculado considerando-se o custo per capita para os diferentes tamanhos de sub-bacias de esgotamento de acordo com ANA (2017) e Pacheco et al. (2015), sendo este valor atualizado pelo INCC para março de 2019.

Para a desinfecção foi considerado o custo de R\$ 45,03 por habitante, valor médio para a instalação de unidade de desinfecção por hipoclorito. Este custo unitário foi calculado com base nos valores médios apresentados nos estudos de Werf (2007) e Bell (2013), trazidos a valor presente para março de 2019.

No Quadro 5.4 são apresentados os custos discriminados por tipo de intervenção e nos anexos são apresentados os investimentos para cada município, considerando o Cenário para Efetivação do Enquadramento.

Quadro 5.4 - Custo das intervenções necessárias para atendimento das metas de enquadramento de remoção nutrientes e desinfecção

Intervenção	Custo	% do custo total
Remoção de Nutrientes	R\$ 15.411.434.791,95	81%
Desinfecção	R\$ 406.287.965,70	2,1%
Coleta e Transporte	R\$ 3.249.126.184,23	17%
Total	R\$ 19.066.848.941,88	100%

O valor total do investimento **foi de R\$ 19.066.848.941,88**. Pode se notar que os investimentos em remoção de nutrientes são vultosos e são o maior empecilho para a instalação de unidades de tratamento de esgoto que possuem este tipo de tecnologia. Os outros fatores que contribuem para a inserção da remoção de nutrientes é a demanda por mão de obra muito qualificada, de controle operacional rígido, além do custo operacional elevado, tanto para remoção de fósforo quanto para nitrogênio. Em função disso, conforme já mencionado anteriormente, está sendo considerada a **Efetivação do Enquadramento** em um universo de planejamento posterior ao alcance deste Plano, sendo aqui considerado o ano de **2050**. Esta perspectiva futura de alcance do enquadramento deverá ser revista na próxima revisão do Plano das Bacias PCJ, em função dos avanços e as dificuldades dos municípios, a partir do Cenário de Referência para o Planejamento até 2035 descrito a seguir.

CENÁRIO DE REFERÊNCIA PARA PLANEJAMENTO ATÉ 2035

Conforme evidenciado anteriormente, o Cenário para Efetivação do Enquadramento envolve investimentos muito elevados (da ordem de R\$ 19 bilhões). Este valor é substancialmente elevado em função da dificuldade em atender os limites estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/2005, especialmente quanto ao parâmetro Fósforo Total, que atualmente é um dos maiores responsáveis pelo não atendimento ao Enquadramento, juntamente com o parâmetro Coliformes Termotolerantes. Para atender aos limites da Resolução CONAMA 357/2005, seriam necessárias eficiências superiores à 90% de remoção de fósforo em grande parte das ETEs, valores estes que atualmente só podem ser alcançados através de tratamentos avançados. Este tipo de tratamento requer altos investimentos, envolvendo a adaptação das ETEs existentes ou completa modificação das tecnologias atualmente implantadas, bem como treinamento do corpo técnico responsável pela operação das ETEs, em função das dificuldades operacionais adicionais em função do tratamento avançado. Ainda, altos índices de eficiência para remoção das frações do Nitrogênio também demandam técnicas avançadas de tratamento, que também elevam o custo total do Cenário para Efetivação do Enquadramento.

Assim por se entender que, dentro do horizonte de vigência do plano que se estende entre 2020 e 2035, e com o grau de investimentos necessários neste período não seria viável a adoção das tecnologias necessárias para atender as remoções requeridas para o alcance do enquadramento, está sendo proposto um cenário alternativo ao Cenário para Efetivação do

Enquadramento, doravante denominado **Cenário de Referência para Planejamento até 2035**, mais viável tanto economicamente quanto tecnicamente, no período de vigência do Plano.

A elaboração do Cenário de Referência para Planejamento até 2035 baseou-se na manutenção das eficiências apresentadas no Cenário para Efetivação do Enquadramento, considerado para o ano de 2050, quanto ao parâmetro DBO, uma vez que a tecnologia para a remoção deste encontra-se bem consolidada atualmente, sendo obtidos altas eficiências a custos mais moderados em relação aos demais parâmetros. Já para o parâmetro Coliformes, assumiu-se que todas as ETEs da bacia devam liberar efluentes com concentrações iguais ou inferiores à 1000 NMP/100mL, valor este que representa metade do limite da CONAMA 357/2005 para a Classe 1 em águas doces. Os índices de coleta e tratamento do esgoto coletado foram mantidos em 98% e 100%, respectivamente, em todos os municípios das bacias. Já para as eficiências de remoção das frações de nitrogênio e fósforo pelas ETEs, que encarecem significativamente o Cenário de Efetivação do Enquadramento, foram adotados valores limite variados, resumidos no Quadro 5.5, por municípios conforme seu grau de priorização, como descrito a seguir:

Quadro 5.5 – Limite das eficiências adotadas no Cenário de Referência para o Planejamento até 2035.

Parâmetros	Prioritários	Não prioritários
Nitrogênio (N)	75%	60%
Fósforo (P)	90% ou 99%	35%
Coliformes Termotolerantes	<1000 NMP/100mL	

*eficiências alcançáveis com tratamento avançado biológico – MBR

Destaca-se que a definição das eficiências máximas no Cenários de Planejamento 2035 foi discutida e está amparada em possibilidades técnicas associadas a eficiências médias do tratamento secundário (60%, para os não prioritários para N, e 35%, para P) e eficiências máximas para lodos ativados com remoção biológica de N e P e tratamento com membranas (75%, para os prioritários, para N). No caso do fósforo, as eficiências máximas são de 90 e 99%, sendo considerada necessidade de tratamento terciário, associado a tratamento físico-químico, no caso de eficiências de 99%, em locais considerados mais críticos para eutrofização (o detalhamento dos tipos de tratamento necessários para alcançar tais eficiências é apresentado no item a seguir). A adoção de tais níveis de eficiência foram previamente discutidos em reuniões envolvendo membros da CETESB, Agência das Bacias PCJ, Comitês PCJ e GAEMA PCJ. O detalhamento quanto às eficiências é feito a seguir:

- Primeiramente, quanto ao parâmetro nitrogênio, foram considerados municípios prioritários para incremento na eficiência aqueles com classificação igual ou superior a 4 de acordo com a priorização dos municípios, no Capítulo 3. Para estes municípios prioritários foram adotadas eficiências de remoção de Nitrogênio de até 75%, não

superando aquelas definidas por ETE para o Cenário de Efetivação do Enquadramento (2050) ou superando caso a ETE atualmente já possua eficiência superior a esta;

- Nos municípios não considerados prioritários foi adotada a eficiência de remoção nas ETEs de até 60% ou superior a este caso o valor informado pela ETE fosse maior;
- Quanto ao parâmetro Fósforo Total, foram mantidas as eficiências informadas quando superiores a 35% de remoção ou, do contrário, iguais a este valor para os municípios não considerados prioritários, ou seja, aqueles com classificação apresentada no Capítulo 3 para fósforo iguais ou inferiores a 3;
 - A priorização para fósforo fornece grande peso para municípios localizados a montante dos grandes reservatórios existentes ou planejados nas Bacias PCJ, a saber, os reservatórios de Salto Grande, Jaguari-Jacareí, Pedreira, Duas Pontes, Pirai e também os reservatórios do Sistema Cantareira;
 - Para os municípios prioritários quanto à necessidade de remoção de fósforo (priorização iguais ou superiores a 4), foram adotadas eficiências de 90% ou 99% de remoção de acordo com quais reservatórios estivessem a jusante de cada município. Assim, caso os municípios estivessem a montante de reservatórios planejados, estes deveriam adotar

eficiências de até 99%. Já se o município se encontra a montante dos reservatórios já existentes do SC e Salto Grande estes deveriam atingir eficiências de 90%. Para todos os casos, porém, foram respeitados os valores definidos no Cenário de Efetivação do Enquadramento (2050), não sendo as eficiências maiores que estas.

A seguir são apresentados critérios para definição das eficiências relativas aos cenários intermediários (2020, 2025, 2030 e 2035), para as vazões $Q_{7,10}$, Q_{90} , e Q_{mlp} e também os critérios e resultados com séries históricas de vazões.

ELABORAÇÃO DOS CENÁRIOS INTERMEDIÁRIOS

Critérios

Uma vez definidos os critérios para elaboração do Cenário de Referência para Planejamento (2035) foram discutidos e definidos, também junto a diversos atores, os critérios para a elaboração dos cenários intermediários de investimentos e eficiências para os anos de 2025 e 2030 com base na priorização dos municípios, apresentada no **Capítulo 3**. Da mesma forma, também foram desenvolvidos critérios para a definição de quando cada ETE seria modificada para atender as eficiências planejadas para cada município com base em características estruturais de cada uma. Assim, quanto às eficiências dos cenários intermediários, ficou definido por parâmetro:

- **DBO:** municípios considerados prioritários com relação à DBO, com classe igual a 5, devem atender as eficiências definidas no Cenário de Efetivação do Enquadramento já em 2025 nas ETEs consideradas

modificadas até este ano. Os critérios para definição do ano de adaptação de cada ETE serão discutidos mais adiante neste item. Já os municípios de priorização igual a 4 quanto à DBO atenderiam as eficiências do Cenário de Enquadramento em 2030 nas ETEs modificadas até este ano. Todos os demais municípios atenderiam as eficiências do Cenário de Enquadramento em 2035. Os municípios prioritários e suas classificações são apresentados no Quadro 5.6.

Quadro 5.6– Municípios prioritários para DBO

Município	Nível Prioritário
Bom Jesus dos Perdões	5
Rio das Pedras	5
São Pedro	5
Sumaré	4
Americana	4
Artur Nogueira	4
Itapeva	4
Rafard	4
Capivari	4

- **Coliformes:** municípios considerados prioritários com relação à Coliformes, com classe igual a 5, devem atender as eficiências definidas no Cenário de Efetivação do Enquadramento já em 2025 nas ETEs consideradas modificadas até este ano. Já os municípios de priorização igual a 4 quanto à Coliformes atenderiam as eficiências do Cenário de Enquadramento em 2030 nas ETEs modificadas até este ano. Todos os demais municípios atenderiam as eficiências do Cenário de Enquadramento em 2035. Os municípios prioritários e suas classificações são apresentados no Quadro 5.7;

Quadro 5.7 – Municípios prioritários para remoção de coliformes.

Município	Nível Prioritário
Artur Nogueira	5
Atibaia	5
Extrema	5
Nazaré Paulista	5
Bragança Paulista	5
Joanópolis	5
Cosmópolis	5
Itapeva	4
Rafard	4
Amparo	4
Jaguariúna	4
Piracaia	4
Holambra	4
Ipeúna	4

- **Nitrogênio:** municípios considerados prioritários com relação à Nitrogênio, com classe igual a 5, devem atender a eficiência de remoção de no mínimo 75% em suas ETES, ou aquelas definidas no Cenário de Efetivação do Enquadramento caso estas sejam menores que 75%, já em 2025 nas ETES consideradas modificadas até este ano. Já os municípios de priorização igual a 4 atenderiam estes valores em 2030 nas ETES modificadas até este ano. Todos os demais municípios atenderiam a eficiência de 60% ou as do Cenário de Enquadramento, caso estas sejam menores que 60%, de acordo

com os anos de modificação das ETES. Os municípios prioritários e suas classificações são apresentados no Quadro 5.8. Quanto à Nitrogênio existe uma outra condicionante de correlação ao tratamento de Fósforo. Devido às particularidades das tecnologias de remoção de P, considerou-se que quando a remoção deste em um cenário estivesse entre 90% e 98% a eficiência de remoção de N passariam automaticamente para 65% caso o valor definido para a ETE fosse menor que este neste mesmo cenário. Caso a eficiência de remoção de P em um ETE fosse igual a 99% em um cenário qualquer, a eficiência de remoção de N passaria para 93%;

Quadro 5.8 – Municípios prioritários para remoção de Nitrogênio.

Município	Nível Prioritário
Campinas	5
Valinhos	5
Campo Limpo Paulista	5
Louveira	5
Jundiá	5
Atibaia	4
Nazaré Paulista	4
Piracaia	4
Jarinu	4
Itatiba	4
Itupeva	4
Paulínia	4
Vinhedo	4

Fósforo: com relação a este parâmetro, foram definidos os seguintes critérios, discutidos com o Ministério Público e com a CETESB, no âmbito da elaboração do Caderno de Enquadramento:

- **Municípios a montante de novos reservatórios selecionados:** devem ter remoção de 90% de P em 2025 ou aquelas definidas no Cenário para Efetivação do Enquadramento (Quadro 5.1), caso estas sejam menores que 90%. Em 2035 estes passam a ter as eficiências do Cenário para Efetivação do Enquadramento, que pode chegar a 99%;
- **Municípios prioritários a montante da PCH Americana (Represa Salto Grande), incluindo Itatiba e Vinhedo¹ :** devem ter remoção de 75% de P em 2025 ou aquelas definidas no Cenário de Efetivação do Enquadramento (Quadro 5.1) caso estas sejam menores que 75%. Em 2030 estes passam a ter as eficiências de 90%, ou as do Cenário de Enquadramento caso menores;
- **Municípios a montante do Sistema Cantareira:** devem ter remoção de 75% de P em 2025 ou aquelas definidas no Cenário de Efetivação do Enquadramento (Quadro 5.1) caso estas sejam menores que 75%. Em 2035 estes passam a ter as eficiências de 90%, ou aquelas estabelecidas para Efetivação do Enquadramento (Quadro 5.1), caso sejam menores.
- Todos os **demais municípios** devem atender à eficiência de 35% ou as do Cenário de Enquadramento (Quadro 5.1), caso estas sejam menores que 35%, de acordo com os anos definidos para modificação das ETes;
- Os municípios considerados prioritários para o tratamento de fósforo são: Americana, Amparo, Atibaia, Bragança Paulista, Cabreúva, Camanducaia, Campinas, Extrema, Itapeva, Itatiba, Joanópolis, Monte Alegre do Sul, Morungaba, Paulínia, Pedra Bela, Pinhalzinho, Toledo, Tuiuti, Valinhos, Vargem e Vinhedo.

O Quadro 5.9 apresenta a síntese dos resultados dos critérios de priorização para o Cenário de Referência para o Planejamento até 2035, descritos anteriormente.

¹ Vinhedo e Itatiba foram considerados prioritários para remoção de fósforo, conforme o ranqueamento da Informação Técnica n.º 009/19/EQ/CJ CETESB, sendo assim, todos municípios

a montante de Salto Grande, que são responsáveis por 80% da carga afluente à represa, são prioritários;

Quadro 5.9 - Síntese dos resultados dos critérios de priorização para o Cenário de Referência para o Planejamento até 2035

Parâmetro	Prioridade do município em relação ao parâmetro	Municípios	Eficiências de remoção e prazos
Remoção de DBO	5	Bom Jesus dos Perdões, Rio das Pedras, São Pedro	Indicador para efetivação do enquadramento até 2025
	4	Americana, Artur Nogueira, Capivari, Itapeva, Rafard, Sumaré	Indicador para efetivação do enquadramento até 2030
	1, 2 e 3	Demais municípios	Indicador para efetivação do enquadramento até 2035
Remoção de coliformes termotolerantes	5	Atibaia, Extrema, Joanópolis	Indicador para efetivação do enquadramento até 2025
	4	Amparo, Artur Nogueira, Bragança Paulista, Cosmópolis, Holambra, Jaguariúna, Nazaré Paulista	Indicador para efetivação do enquadramento até 2030
	1, 2 e 3	Demais municípios	Indicador para efetivação do enquadramento até 2035
Remoção de nitrogênio **	5	Campinas, Campo Limpo Paulista*, Jundiá, Louveira, Valinhos*, Várzea Paulista*	Indicador para efetivação do enquadramento ou eficiência de remoção de 75% até 2025
	4	Atibaia*, Itatiba*, Itupeva, Jarinu, Nazaré Paulista*, Paulínia, Piracaia*, Vinhedo	Indicador para efetivação do enquadramento ou eficiência de remoção de 75% até 2030
	1, 2 e 3	Demais municípios	Indicador para efetivação do enquadramento ou eficiência de remoção de 60% até 2035
Remoção de fósforo	Municípios a montante de novos reservatórios selecionados	Amparo, Bragança Paulista, Cabreúva, Monte Alegre do Sul, Morungaba, Pedra Bela*, Pinhalzinho, Toledo*, Tuiuti, Vargem	Indicador para efetivação do enquadramento ou eficiência de remoção de 90% até 2025 e indicador para efetivação do enquadramento ou eficiência de remoção de 99% até 2035
	Municípios a montante dos reservatórios do Sistema Cantareira	Camanducaia, Extrema, Itapeva, Joanópolis	Indicador para efetivação do enquadramento ou eficiência de remoção de 75% até 2025 e indicador para efetivação do enquadramento ou eficiência de remoção de 90% até 2035
	Municípios prioritários a montante de Salto Grande	Itatiba, Vinhedo	Indicador para efetivação do enquadramento ou eficiência de remoção de 75% em 2025 e indicador para efetivação do enquadramento ou eficiência de remoção de 90% até 2030
	Municípios não prioritários	Demais municípios	Indicador para efetivação do enquadramento até 2035

Fonte: Elaborado pelo Consórcio Profill-Rhama.

* Municípios que devem atender aos indicadores para efetivação do enquadramento e não necessitam alcançar patamares maiores.

** Remoção de nitrogênio igual à 65% em municípios que necessitam 90% de remoção de fósforo, devido às particularidades do processo, e remoção de nitrogênio igual à 93% em municípios que necessitam 99% de remoção de fósforo

Com relação aos anos em que cada ETE seria de fato modificada para atender as eficiências citadas anteriormente, foram adotados critérios baseados na existência ou não de ETEs em cada município, na capacidade de tratamento que cada uma das existentes possui e no tipo de tecnologia que cada ETE deveria implementar para alcançar as eficiências necessárias para efetivação do enquadramento. Assim, ficou definido que:

- ETEs que atualmente já atendem aos indicadores de eficiência do Cenário para Efetivação do Enquadramento não seriam modificadas em nenhum dos anos;
- ETEs que necessitam de ampliações na eficiência dos parâmetros e que tratam até 100 L/s devem ser adaptadas para as eficiências estipuladas até 2025;
- ETEs que necessitam de ampliações na eficiência dos parâmetros, que tratam mais de 100 L/s, mas cuja mudança tecnológica seja apenas a implementação de RETROFIT, devem ser adaptadas para as eficiências definidas anteriormente até 2025;
- ETEs que necessitam de ampliações na eficiência dos parâmetros, que tratam mais de 100 L/s e cuja mudança tecnológica passe além da implementação de RETROFIT, devem ser adaptadas para as eficiências definidas anteriormente até 2030;
- Municípios que não possuam ETEs devem instalá-las e alcançar as eficiências definidas pelos critérios anteriores até 2035;
- Caso um município seja prioritário quanto ao Fósforo, este deverá implementar as mudanças necessárias para atender às eficiências descritas anteriormente para cada um dos anos definidos para este parâmetro, independentemente das características das ETEs ou da existência atual destas;
- Em situações em que um município possui mais de uma ETE e todas estas devem ser modificadas de acordo com os critérios apresentados já para o ano de 2025, a

maior destas foi realocada a adaptação para 2030, a fim de escalonar os investimentos.

A fim de simular no SSD PCJ os cenários de evolução na capacidade de tratamento das ETEs com suas concentrações de saída, e assim avaliar remoções de coliformes acima de 99%, foram utilizadas as concentrações de saída provenientes do modo de simulação que utiliza as eficiências das ETEs para utilização destes dados como entrada para as simulações no modo de concentrações. Isso difere do que fora feito para montagem do Cenário de Efetivação do Enquadramento, apresentado no item 0, onde cada concentração de saída das ETEs foi calculada por fora do SSD PCJ, e, posteriormente, reinserida. Além das diferenças metodológicas no cálculo das concentrações, os particionamentos de Nitrogênio nesses cenários foram aqueles adotados internamente no SSD PCJ. Isso explica as pequenas diferenças de resultados dos cenários de 2050.

Dessa maneira, a adaptação efetiva das ETEs para atender às eficiências definidas por parâmetro, conforme descrito anteriormente, fica de acordo com os critérios definidos acima. A única exceção são os municípios prioritários quanto ao Fósforo, que devem atender às eficiências estabelecidas para cada ano, independentemente das características das ETEs. A Figura 5.14 apresenta um fluxograma com os critérios descritos para a adaptação das ETEs em cada um dos anos intermediários. Destaca-se que cada município será responsável pela elaboração de estudos mais detalhados em nível municipal, sendo esta uma orientação que foi utilizada para a realização das simulações para fins do Cenário de Referência para o Planejamento até 2035.

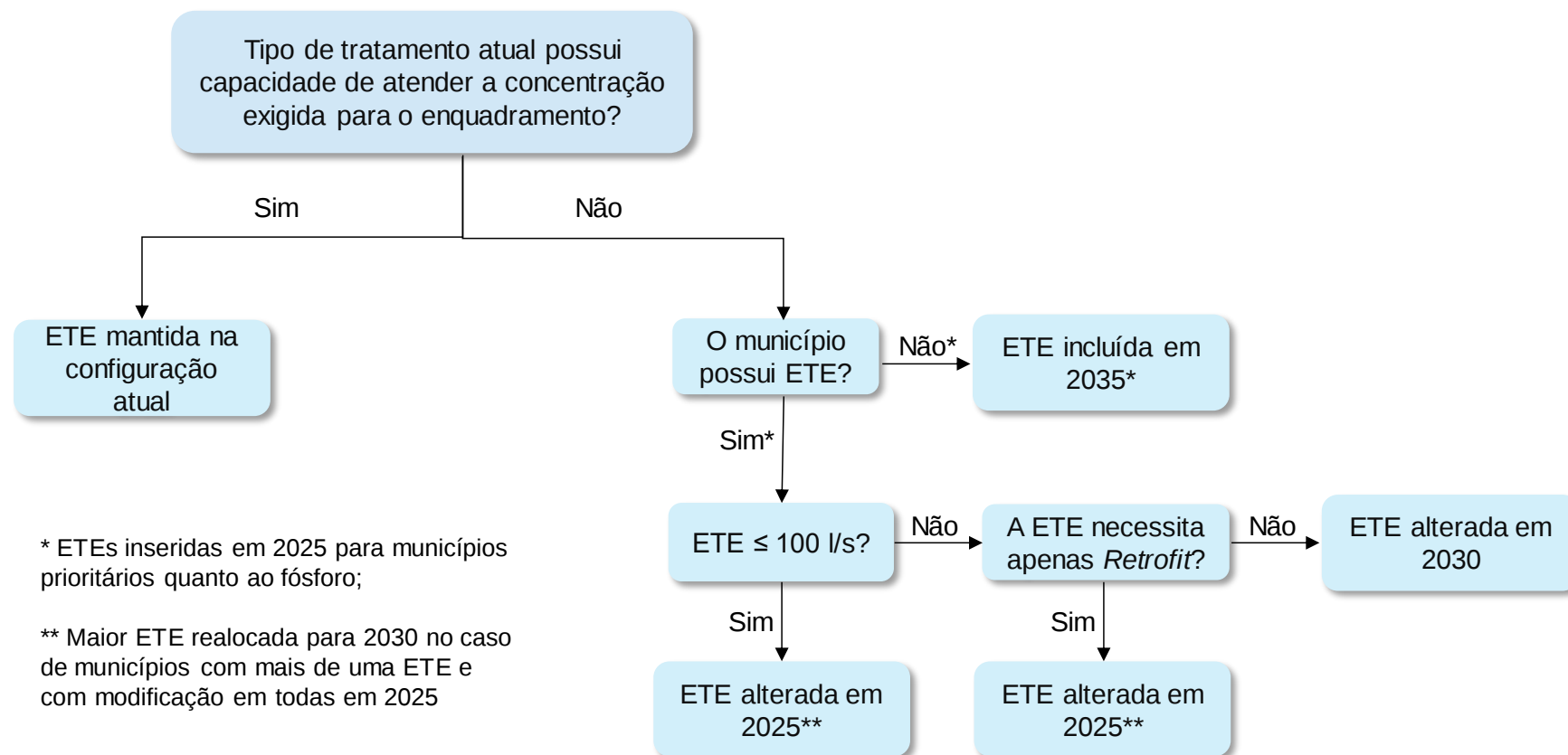


Figura 5.14 – Fluxograma com os critérios de adaptação das ETEs para atender os critérios definidos por parâmetro.

Indicadores para o setor de saneamento no Cenário de Referência para Planejamento até 2035

Com base nessa série de critérios para definição das eficiências que cada ETE deve alcançar e com os indicadores de coleta e tratamento definidos, foi possível criar no SSD PCJ os cenários de 2025, 2030 e 2035. Além desses, também foi criado um quarto cenário com as eficiências estabelecidas para o enquadramento, mas que só seriam alcançadas em todos os municípios no ano de 2050 para os parâmetros Nitrogênio e Fósforo. Este cenário, contudo, foi mantido com a população de 2035 uma vez que ele serve apenas para comparação da diferença na qualidade. É importante destacar que a expectativa de órgãos como IBGE e SEADE indicam uma tendência de estabilização da população até este prazo, o que corrobora com o cenário criado.

Com relação à ampliação dos índices de coleta e tratamento de cada município, foi adotada uma ampliação linear entre os anos de 2020 e 2035 para preencher os anos de 2025 e 2030. Apenas os municípios que só teriam suas ETEs incluídas em 2035 pelos critérios de adaptação destas tiveram seus índices de tratamento constantes e iguais a zero em 2025 e 2030. São apresentados também os indicadores com a perspectiva de Efetivação do Enquadramento para 2050, onde são mantidos os indicadores de universalização alcançados em 2035 para o setor de saneamento. O Quadro 5.10 apresenta a evolução estabelecida destes índices por município.

O Quadro 5.11 apresenta os indicadores relativos às eficiências médias, para os anos de 2020 (cenário consolidado), 2025, 2030, 2035 e 2050 (considerada a perspectiva de efetivação do enquadramento) para o setor de saneamento.

Os indicadores de eficiência para os municípios referem-se aos valores **médios**, considerando-se todas as ETEs dos municípios, que foram calculados a partir da ponderação pela capacidade de tratamento das ETEs, em função da ativação de ETEs em cada cena temporal (2020, 2025, 2030 e 2035), com base nos critérios descritos neste capítulo. Além disso, é importante que estes valores sejam entendidos considerando valores médios, devido às variações ocorrerem em decorrência da variação dos efluentes e da operação das ETEs. Destaca-se que as eficiências propostas poderão ser superadas a qualquer momento pelos municípios caso estes tenham capacidade para tanto e a fim de que se busque no futuro, as eficiências apresentadas no Cenário para Efetivação do Enquadramento.

No Quadro 22.9 do Relatório Final do Plano das Bacias PCJ apresenta-se os indicadores intermediários para o setor de saneamento no Cenário de Referência para o Planejamento, por ETE, **para fins de simulação no SSD PCJ**. É importante destacar que na metodologia adotada para as prioridades estabelecidas (descritas no item 3) a unidade de análise é o município, apesar de as informações serem carregadas no SSD PCJ por ETE. Por isso, para fins do planejamento municipal deverão ser observadas as informações do Quadro 5.11 (eficiências médias por município), sendo feitos ajustes nas ETEs conforme os estudos aprofundados que deverão ser feitos, em nível municipal, para fins de adequação de seus sistemas de esgotamento sanitário, visando o atendimento do enquadramento conforme as prioridades.

Quadro 5.10 – Índices de coleta e tratamento nos anos de 2020, 2025, 2030 e 2035.

Município	2020		2025		2030		2035		2050	
	Coleta	Tratam.	Coleta	Tratam.	Coleta	Tratam.	Coleta	Tratam.	Coleta	Tratam.
Águas de São Pedro	97%	100%	97%	100%	98%	100%	98%	100%	98%	100%
Americana	98%	44%	98%	63%	98%	81%	98%	100%	98%	100%
Amparo	95%	70%	96%	80%	97%	90%	98%	100%	98%	100%
Analândia	93%	100%	95%	100%	96%	100%	98%	100%	98%	100%
Artur Nogueira	97%	35%	97%	57%	98%	78%	98%	100%	98%	100%
Atibaia	65%	65%	76%	77%	87%	88%	98%	100%	98%	100%
Bom Jesus dos Perdões	84%	0%	89%	33%	93%	67%	98%	100%	98%	100%
Bragança Paulista	87%	100%	91%	100%	94%	100%	98%	100%	98%	100%
Cabreúva	80%	100%	86%	100%	92%	100%	98%	100%	98%	100%
Camanducaia	78%	100%	85%	100%	91%	100%	98%	100%	98%	100%
Campinas	93%	100%	95%	100%	96%	100%	98%	100%	98%	100%
Campo Limpo Paulista	70%	96%	79%	97%	89%	99%	98%	100%	98%	100%
Capivari	96%	25%	97%	50%	97%	75%	98%	100%	98%	100%
Charqueada	87%	96%	91%	97%	94%	99%	98%	100%	98%	100%
Cordeirópolis	99%	100%	99%	100%	98%	100%	98%	100%	98%	100%
Corumbataí	97%	100%	97%	100%	98%	100%	98%	100%	98%	100%
Cosmópolis	94%	100%	95%	100%	97%	100%	98%	100%	98%	100%
Elias Fausto	93%	100%	95%	100%	96%	100%	98%	100%	98%	100%
Extrema	78%	46%	85%	64%	91%	82%	98%	100%	98%	100%
Holambra	95%	100%	96%	100%	97%	100%	98%	100%	98%	100%
Hortolândia	86%	100%	90%	100%	94%	100%	98%	100%	98%	100%
Indaiatuba	96%	69%	97%	79%	97%	90%	98%	100%	98%	100%
Ipeúna	94%	100%	95%	100%	97%	100%	98%	100%	98%	100%
Iracemápolis	100%	100%	99%	100%	99%	100%	98%	100%	98%	100%
Itapeva	96%	0%	97%	0%	97%	67%	98%	100%	98%	100%
Itatiba	95%	100%	96%	100%	97%	100%	98%	100%	98%	100%
Itupeva	75%	97%	83%	98%	90%	99%	98%	100%	98%	100%
Jaguariúna	90%	68%	93%	79%	95%	89%	98%	100%	98%	100%
Jarinu	19%	100%	45%	100%	72%	100%	98%	100%	98%	100%
Joanópolis	61%	100%	73%	100%	86%	100%	98%	100%	98%	100%
Jundiá	98%	100%	98%	100%	98%	100%	98%	100%	98%	100%
Limeira	100%	100%	99%	100%	99%	100%	98%	100%	98%	100%
Louveira	70%	100%	79%	100%	89%	100%	98%	100%	98%	100%
Mombuca	95%	100%	96%	100%	97%	100%	98%	100%	98%	100%
Monte Alegre do Sul	77%	0%	84%	33%	91%	67%	98%	100%	98%	100%
Monte Mor	75%	100%	83%	100%	90%	100%	98%	100%	98%	100%
Morungaba	93%	100%	95%	100%	96%	100%	98%	100%	98%	100%
Nazaré Paulista	14%	100%	42%	100%	70%	100%	98%	100%	98%	100%

CADERNO TEMÁTICO DE ENQUADRAMENTO DOS CORPOS D'ÁGUA SUPERFICIAIS

Município	2020		2025		2030		2035		2050	
	Coleta	Tratam.	Coleta	Tratam.	Coleta	Tratam.	Coleta	Tratam.	Coleta	Tratam.
Nova Odessa	97%	100%	97%	100%	98%	100%	98%	100%	98%	100%
Paulínia	96%	97%	97%	98%	97%	99%	98%	100%	98%	100%
Pedra Bela	82%	0%	87%	33%	93%	67%	98%	100%	98%	100%
Pedreira	98%	100%	98%	100%	98%	100%	98%	100%	98%	100%
Pinhalzinho	87%	100%	91%	100%	94%	100%	98%	100%	98%	100%
Piracaia	49%	100%	65%	100%	82%	100%	98%	100%	98%	100%
Piracicaba	100%	100%	99%	100%	99%	100%	98%	100%	98%	100%
Rafard	98%	0%	98%	33%	98%	67%	98%	100%	98%	100%
Rio Claro	100%	55%	99%	70%	99%	85%	98%	100%	98%	100%
Rio das Pedras	96%	0%	97%	0%	97%	0%	98%	100%	98%	100%
Saltinho	99%	100%	99%	100%	98%	100%	98%	100%	98%	100%
Santa Bárbara d'Oeste	100%	54%	99%	69%	99%	85%	98%	100%	98%	100%
Santa Gertrudes	100%	99%	99%	99%	99%	100%	98%	100%	98%	100%
Santa Maria da Serra	100%	100%	99%	100%	99%	100%	98%	100%	98%	100%
Santo Antônio de Posse	80%	43%	86%	62%	92%	81%	98%	100%	98%	100%
São Pedro	97%	12%	97%	41%	98%	71%	98%	100%	98%	100%
Sumaré	95%	28%	96%	52%	97%	76%	98%	100%	98%	100%
Toledo	96%	0%	97%	33%	97%	67%	98%	100%	98%	100%
Tuiuti	44%	0%	62%	33%	80%	67%	98%	100%	98%	100%
Valinhos	90%	100%	93%	100%	95%	100%	98%	100%	98%	100%
Vargem	51%	100%	67%	100%	82%	100%	98%	100%	98%	100%
Várzea Paulista	91%	100%	93%	100%	96%	100%	98%	100%	98%	100%
Vinhedo	85%	100%	89%	100%	94%	100%	98%	100%	98%	100%

Fonte: Elaborado pelo Consórcio Profill-Rhama.

*Os indicadores de saneamento, como índice de coleta, tratamento e eficiência das ETES foram validados e informados pelos operadores de saneamento nas atividades de visita aos municípios, realizadas na Etapa 1 (2017). Os dados levantados na Etapa 1, para os municípios paulistas, foram validados com a CETESB em uma rodada de reuniões com as Agências Ambientais da CETESB nas Bacias PCJ, no âmbito da elaboração do Caderno de Enquadramento (Etapa 3), em agosto de 2018, e são estes os indicadores que são considerados para elaboração dos cenários futuros. As ETES que estavam em projeto foram consideradas nos cenários futuros, sendo elas ativadas conforme nova consulta aos municípios.

Quadro 5.11 – Indicadores intermediários para o setor de saneamento referentes às eficiências médias** das ETEs associadas ao Cenário de Referência para o Planejamento em 2025, 2030, 2035 e indicadores para Efetivação do Enquadramento em 2050.

Município	Cenário Consolidado (2020)				Cenário Intermediário (2025)				Cenário Intermediário (2030)				Cenário Intermediário (2035)				Efetivação do Enquadramento (2050)			
	DBO	N	P	Colif. ¹ NMP/100 ml	DBO	N	P	Colif. ¹ NMP/100 ml	DBO	N	P	Colif. ¹ NMP/100 ml	DBO	N	P	Colif. ¹ NMP/100 ml	DBO	N	P	Colif. ¹ NMP/100 ml
Águas de São Pedro	85%	35%	20%	1,00E+05	85%	35%	35%	1,00E+05	85%	35%	35%	1,00E+05	85%	35%	35%	1,00E+05	85%	35%	65%	1,00E+03
Americana	49%	35%	20%	1,00E+06	49%	37%	75%	1,00E+06	95%	65%	90%	1,00E+06	95%	65%	90%	1,00E+06	95%	95%	99%	1,00E+03
Amparo	80%	35%	20%	1,00E+06	95%	65%	90%	1,00E+06	95%	65%	90%	1,00E+04	95%	93%	99%	1,00E+04	95%	93%	99%	1,00E+04
Analândia	75%	35%	20%	1,00E+06	75%	35%	20%	1,00E+06	75%	35%	20%	1,00E+06	75%	35%	20%	1,00E+06	75%	35%	20%	1,00E+05
Artur Nogueira	92%	64%	30%	1,00E+06	92%	64%	35%	1,00E+06	92%	64%	35%	1,00E+03	92%	64%	35%	1,00E+03	92%	93%	99%	1,00E+03
Atibaia	89%	46%	31%	1,00E+06	88%	45%	75%	1,00E+03	88%	65%	90%	1,00E+03	88%	65%	90%	1,00E+03	88%	93%	99%	1,00E+03
Bom Jesus dos Perdões	0%	0%	0%	ETE INATIVA	85%	35%	35%	1,00E+06	85%	35%	35%	1,00E+06	85%	35%	35%	1,00E+06	85%	35%	85%	1,00E+04
Bragança Paulista	97%	35%	20%	1,00E+06	97%	65%	90%	1,00E+06	97%	65%	90%	1,00E+04	97%	93%	99%	1,00E+04	97%	93%	99%	1,00E+04
Cabreúva	94%	51%	99%	1,00E+06	95%	93%	99%	1,00E+06	95%	93%	99%	1,00E+06	95%	93%	99%	1,00E+06	95%	95%	99%	1,00E+06
Camanducaia	90%	60%	35%	1,00E+06	90%	60%	75%	1,00E+06	90%	60%	75%	1,00E+06	90%	65%	90%	1,00E+06	90%	93%	99%	1,00E+05
Campinas	91%	47%	46%	1,00E+06	91%	79%	75%	1,00E+06	96%	79%	90%	1,00E+06	96%	79%	90%	1,00E+06	96%	96%	99%	1,00E+05
Capivari	90%	35%	20%	1,00E+06	92%	50%	25%	1,00E+06	95%	60%	25%	1,00E+06	95%	60%	25%	1,00E+06	95%	95%	99%	1,00E+03
Charqueada	82%	35%	20%	1,00E+06	82%	35%	25%	1,00E+06	82%	35%	25%	1,00E+06	82%	35%	25%	1,00E+06	82%	35%	40%	1,00E+05
Cordeirópolis	94%	60%	35%	1,00E+05	95%	60%	35%	1,00E+05	95%	60%	35%	1,00E+06	95%	60%	35%	1,00E+06	95%	93%	99%	1,00E+03
Corumbatai	85%	35%	20%	1,00E+07	85%	35%	20%	1,00E+06	85%	35%	20%	1,00E+06	85%	35%	20%	1,00E+06	85%	35%	20%	1,00E+05
Cosmópolis	90%	60%	35%	1,00E+06	90%	60%	35%	1,00E+06	90%	60%	35%	1,00E+04	90%	60%	35%	1,00E+04	90%	65%	95%	1,00E+04
Elias Fausto	95%	35%	20%	1,00E+06	95%	60%	35%	1,00E+06	95%	60%	35%	1,00E+06	95%	60%	35%	1,00E+06	95%	93%	99%	1,00E+06
Extrema	80%	35%	20%	1,00E+06	80%	35%	75%	1,00E+04	80%	35%	75%	1,00E+04	80%	65%	90%	1,00E+04	80%	93%	99%	1,00E+04
Holambra	80%	35%	20%	1,00E+06	90%	50%	35%	1,00E+06	90%	50%	35%	1,00E+04	90%	50%	35%	1,00E+04	90%	93%	99%	1,00E+04
Hortolândia	94%	35%	20%	1,00E+06	95%	60%	35%	1,00E+06	95%	60%	35%	1,00E+06	95%	60%	35%	1,00E+06	95%	93%	99%	1,00E+03
Indaiatuba	97%	75%	35%	1,00E+06	97%	75%	35%	1,00E+06	97%	75%	35%	1,00E+06	97%	75%	35%	1,00E+06	97%	95%	99%	1,00E+03
Ipeúna	80%	35%	20%	1,00E+06	80%	35%	20%	1,00E+06	80%	35%	20%	1,00E+06	80%	35%	20%	1,00E+06	80%	35%	20%	1,00E+04
Iracemápolis	68%	35%	20%	1,00E+07	95%	60%	35%	1,00E+06	95%	60%	35%	1,00E+06	95%	60%	35%	1,00E+06	95%	93%	99%	1,00E+03
Itapeva	0%	0%	0%	ETE INATIVA	0%	0%	0%	ETE INATIVA	85%	35%	75%	1,00E+06	85%	65%	90%	1,00E+06	85%	93%	99%	1,00E+06
Itatiba	83%	35%	88%	1,00E+06	83%	35%	88%	1,00E+06	95%	70%	90%	1,00E+06	95%	70%	90%	1,00E+06	95%	93%	99%	1,00E+03
Itupeva	94%	35%	20%	1,00E+06	95%	38%	22%	1,00E+06	95%	75%	22%	1,00E+06	95%	75%	22%	1,00E+06	95%	93%	99%	1,00E+04
Jaguariúna	91%	40%	23%	1,00E+06	95%	40%	35%	1,00E+06	95%	40%	35%	1,00E+04	95%	40%	35%	1,00E+04	95%	93%	99%	1,00E+04
Jarinu	94%	35%	20%	1,00E+06	95%	60%	35%	1,00E+06	95%	75%	35%	1,00E+06	95%	75%	35%	1,00E+06	95%	93%	99%	1,00E+03
Joanópolis	87%	35%	20%	1,00E+06	90%	35%	75%	1,00E+06	90%	35%	75%	1,00E+06	90%	65%	90%	1,00E+06	90%	65%	95%	1,00E+06
Jundiá	93%	41%	35%	1,00E+06	93%	41%	35%	1,00E+06	95%	75%	35%	1,00E+06	95%	75%	35%	1,00E+06	95%	93%	99%	1,00E+03
Limeira	95%	80%	87%	1,00E+06	96%	82%	87%	1,00E+06	96%	89%	87%	1,00E+06	96%	89%	87%	1,00E+06	96%	95%	99%	1,00E+04
Louveira	90%	58%	36%	1,00E+06	95%	75%	36%	1,00E+06	95%	75%	36%	1,00E+06	95%	75%	36%	1,00E+06	95%	85%	95%	1,00E+03
Mombuca	59%	35%	20%	1,00E+06	63%	41%	24%	1,00E+06	95%	60%	24%	1,00E+06	95%	60%	24%	1,00E+06	95%	95%	99%	1,00E+04
Monte Alegre do Sul	0%	0%	0%	ETE INATIVA	80%	65%	90%	1,00E+06	80%	65%	90%	1,00E+06	80%	93%	99%	1,00E+06	80%	93%	99%	1,00E+06
Monte Mor	90%	82%	20%	1,00E+06	91%	83%	22%	1,00E+06	95%	83%	35%	1,00E+06	95%	83%	35%	1,00E+06	95%	93%	99%	1,00E+04
Morungaba	93%	35%	20%	1,00E+06	95%	65%	90%	1,00E+06	95%	65%	90%	1,00E+06	95%	93%	99%	1,00E+06	95%	93%	99%	1,00E+03
Nazaré Paulista	90%	35%	20%	1,00E+06	90%	35%	35%	1,00E+06	90%	35%	35%	1,00E+03	90%	35%	35%	1,00E+03	90%	65%	95%	1,00E+03
Nova Odessa	90%	82%	74%	1,00E+06	91%	82%	75%	1,00E+06	95%	82%	75%	1,00E+06	95%	82%	75%	1,00E+06	95%	85%	95%	1,00E+03
Paulínia	95%	35%	20%	1,00E+06	95%	60%	75%	1,00E+06	95%	75%	90%	1,00E+06	95%	75%	90%	1,00E+06	95%	95%	99%	1,00E+03
Pedra Bela	0%	0%	0%	ETE INATIVA	80%	35%	80%	1,00E+06	80%	35%	80%	1,00E+06	80%	35%	80%	1,00E+06	80%	35%	80%	1,00E+04
Pedreira	78%	21%	36%	1,00E+06	78%	21%	36%	1,00E+06	78%	21%	36%	1,00E+06	78%	21%	36%	1,00E+06	78%	65%	95%	1,00E+04
Pinhalzinho	80%	35%	20%	1,00E+06	95%	65%	90%	1,00E+06	95%	65%	90%	1,00E+06	95%	65%	90%	1,00E+06	95%	65%	90%	1,00E+05
Piracaia	64%	35%	20%	1,00E+06	85%	35%	35%	1,00E+06	85%	35%	35%	1,00E+06	85%	35%	35%	1,00E+06	85%	65%	90%	1,00E+05
Piracicaba	93%	64%	57%	1,00E+06	95%	66%	57%	1,00E+06	96%	68%	57%	1,00E+06	96%	68%	57%	1,00E+06	96%	95%	99%	1,00E+03
Rafard	0%	0%	0%	ETE INATIVA	95%	60%	35%	1,00E+06	95%	60%	35%	1,00E+06	95%	60%	35%	1,00E+06	95%	95%	99%	1,00E+05

CADERNO TEMÁTICO DE ENQUADRAMENTO DOS CORPOS D'ÁGUA SUPERFICIAIS

Município	Cenário Consolidado (2020)				Cenário Intermediário (2025)				Cenário Intermediário (2030)				Cenário Intermediário (2035)				Efetivação do Enquadramento (2050)			
	DBO	N	P	Colif. ¹ NMP/100 ml	DBO	N	P	Colif. ¹ NMP/100 ml	DBO	N	P	Colif. ¹ NMP/100 ml	DBO	N	P	Colif. ¹ NMP/100 ml	DBO	N	P	Colif. ¹ NMP/100 ml
Rio Claro	95%	76%	79%	1,00E+06	96%	82%	79%	1,00E+06	96%	82%	79%	1,00E+06	96%	82%	79%	1,00E+06	96%	95%	99%	1,00E+03
Rio das Pedras	0%	0%	0%	ETE INATIVA	0%	0%	0%	ETE INATIVA	0%	0%	0%	ETE INATIVA	80%	35%	35%	1,00E+05	80%	65%	95%	1,00E+05
Saltinho	80%	35%	20%	1,00E+06	95%	35%	20%	1,00E+06	95%	35%	20%	1,00E+06	95%	35%	20%	1,00E+06	95%	35%	20%	1,00E+06
Santa Bárbara d'Oeste	93%	63%	55%	1,00E+06	94%	66%	57%	1,00E+06	95%	76%	63%	1,00E+06	95%	76%	63%	1,00E+06	95%	94%	99%	1,00E+06
Santa Gertrudes	86%	45%	48%	1,00E+06	95%	60%	48%	1,00E+06	95%	60%	48%	1,00E+06	95%	60%	48%	1,00E+06	95%	95%	99%	1,00E+03
Santa Maria da Serra	40%	35%	20%	1,00E+06	80%	35%	35%	1,00E+06	80%	35%	35%	1,00E+06	80%	35%	35%	1,00E+06	80%	93%	99%	1,00E+06
Santo Antônio de Posse	50%	35%	20%	1,00E+06	95%	60%	35%	1,00E+06	95%	60%	35%	1,00E+06	95%	60%	35%	1,00E+06	95%	93%	99%	1,00E+03
São Pedro	89%	56%	33%	1,00E+06	91%	60%	35%	1,00E+06	95%	60%	35%	1,00E+06	95%	60%	35%	1,00E+06	95%	93%	99%	1,00E+03
Sumaré	80%	35%	20%	1,00E+06	84%	41%	24%	1,00E+06	95%	60%	35%	1,00E+06	95%	60%	35%	1,00E+06	95%	93%	99%	1,00E+03
Toledo	0%	0%	0%	ETE INATIVA	80%	35%	45%	1,00E+05	80%	35%	45%	1,00E+05	80%	35%	45%	1,00E+05	80%	35%	45%	1,00E+05
Tuiuti	0%	0%	0%	ETE INATIVA	80%	65%	90%	1,00E+06	80%	65%	90%	1,00E+06	90%	80%	65%	1,00E+06	80%	80%	65%	1,00E+05
Valinhos	92%	35%	21%	1,00E+06	92%	35%	75%	1,00E+06	95%	65%	90%	1,00E+06	95%	65%	90%	1,00E+06	95%	93%	99%	1,00E+03
Vargem	95%	35%	20%	1,00E+06	95%	65%	90%	1,00E+06	95%	65%	90%	1,00E+06	95%	93%	99%	1,00E+06	95%	93%	99%	1,00E+06
Várzea Paulista	95%	80%	20%	1,00E+06	95%	80%	20%	1,00E+06	95%	80%	35%	1,00E+06	95%	80%	35%	1,00E+06	95%	93%	99%	1,00E+03
Vinhedo	91%	77%	67%	1,00E+06	93%	77%	79%	1,00E+06	95%	77%	90%	1,00E+06	95%	77%	90%	1,00E+06	95%	93%	99%	1,00E+06

Fonte: Elaborado pelo Consórcio Profill-Rhama.

1- Para o parâmetro de coliformes termotolerantes, diferentemente dos demais parâmetros, está sendo considerado ao invés da eficiência, a concentração média de lançamento do município.

*O município de Campo Limpo Paulista é atendido pela ETE Várzea Paulista, por isso as eficiências não constam neste quadro.

**Os indicadores de eficiência para os municípios referem-se aos valores médios, considerando-se a média ponderada pela capacidade de tratamento de todas as ETEs dos municípios.

ATENDIMENTO AO ENQUADRAMENTO NO CENÁRIO DE REFERÊNCIA PARA PLANEJAMENTO (2020, 2025, 2030 E 2035)

Para fins de análise da situação atual e comparação com a evolução no atendimento ao enquadramento no Cenário de Referência para o Planejamento 2035 e cenários intermediários 2025 e 2030, são apresentadas as Figura 5.15 e Figura 5.16, que apresentam o atendimento ao enquadramento na situação hídrica de $Q_{7,10}$ e com séries históricas, no Cenário Consolidado 2020, respectivamente.

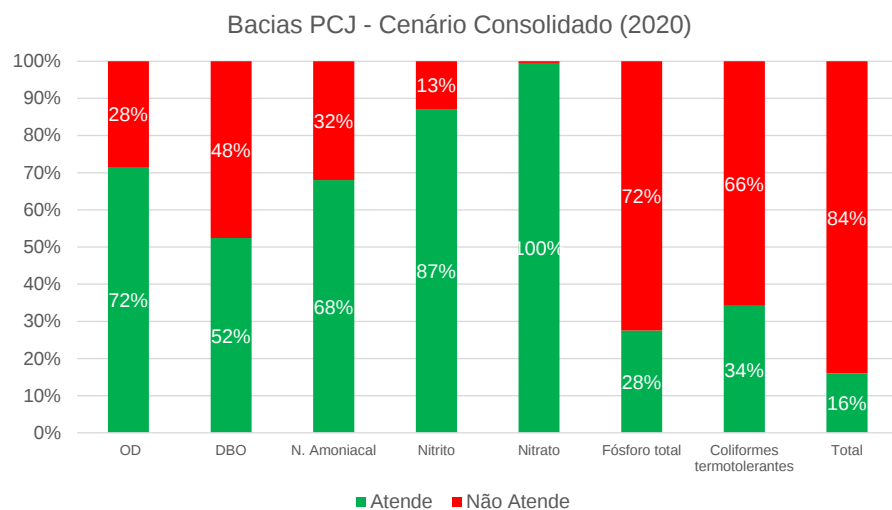


Figura 5.15 -Atendimento do enquadramento nas Bacias PCJ no Cenário Consolidado 2020 - $Q_{7,10}$

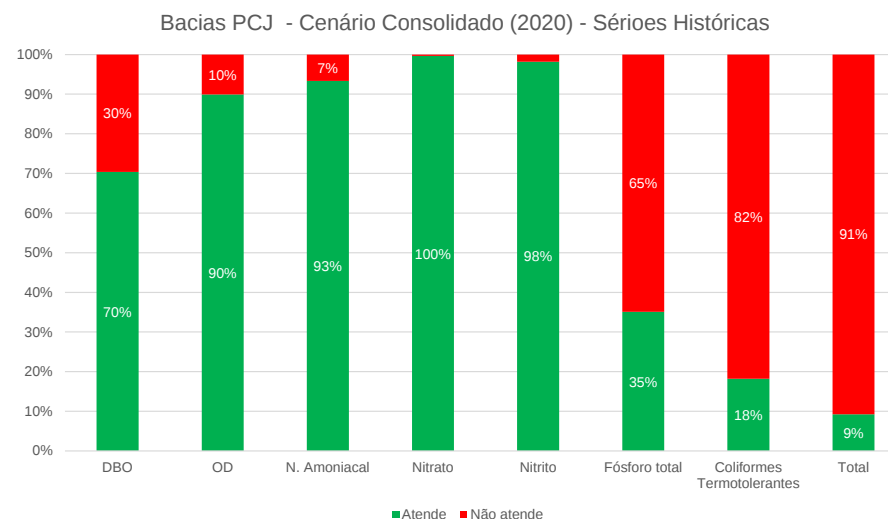


Figura 5.16 -Atendimento ao enquadramento nas Bacias PCJ no Cenário Consolidado 2020 – Séries Históricas.

A Figura 5.17 apresenta os índices de atendimento por parâmetro nas Bacias PCJ na simulação do Cenário de Referência para Planejamento até 2035 com o SSD PCJ na situação hídrica de $Q_{7,10}$. Nesta, percebe-se que para a maioria dos parâmetros são obtidos índices de atendimento superiores ou próximas à 75%. Uma das exceções é o parâmetro Fósforo Total que necessitaria de uma ampla gama de ETes na bacia com eficiências superiores à 90% de remoção. Destaca-se que no Anexo XXVIII do Relatório Final do Plano das Bacias PCJ 2020 a 2035 é apresentada **uma análise do abatimento de cargas de fósforo a montante dos reservatórios**. A outra exceção é o parâmetro Coliformes termotolerantes, para o qual no Cenário de Enquadramento haviam sido adotadas eficiências de até 99,999% e, ainda, percebeu-se que

a qualidade da rede é fortemente influenciada pela parcela de esgoto não coletada que é lançada com 75% de abatimento.

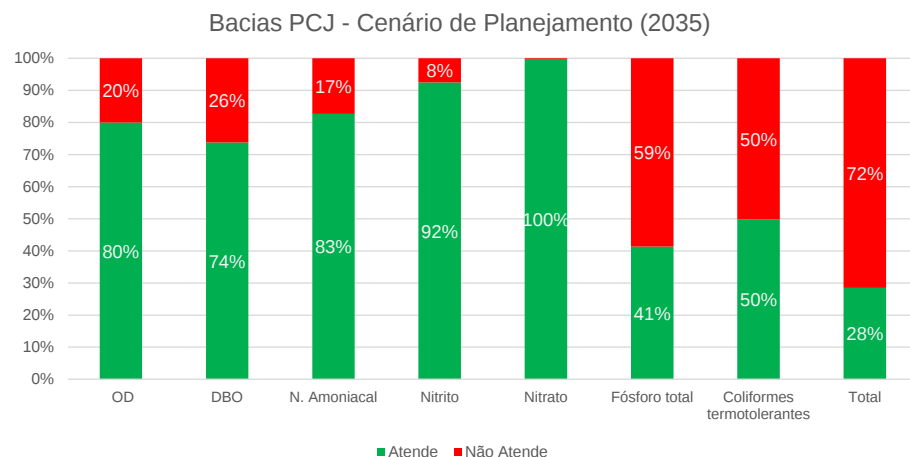


Figura 5.17 - Atendimento ao enquadramento nas Bacias PCJ no Cenário de Referência para Planejamento até 2035 – Q_{7,10}

Já a Figura 5.18 apresenta os resultados da simulação com série histórica de vazões para o Cenário de Referência para Planejamento até 2035. Percebe-se que a maioria dos parâmetros nos diferentes trechos da rede de drenagem apresentaram índices satisfatórios de permanência no enquadramento com, novamente, os parâmetros Fósforo Total e Coliformes termotolerantes sendo aqueles que ficam mais tempo fora das classes pretendidas. Neste cenário, ainda há a influência de carga difusa sobre a qualidade dos rios, o que dificulta ainda mais o atendimento ao enquadramento principalmente quanto à coliformes, além da influência da parcela de esgoto não coletado.

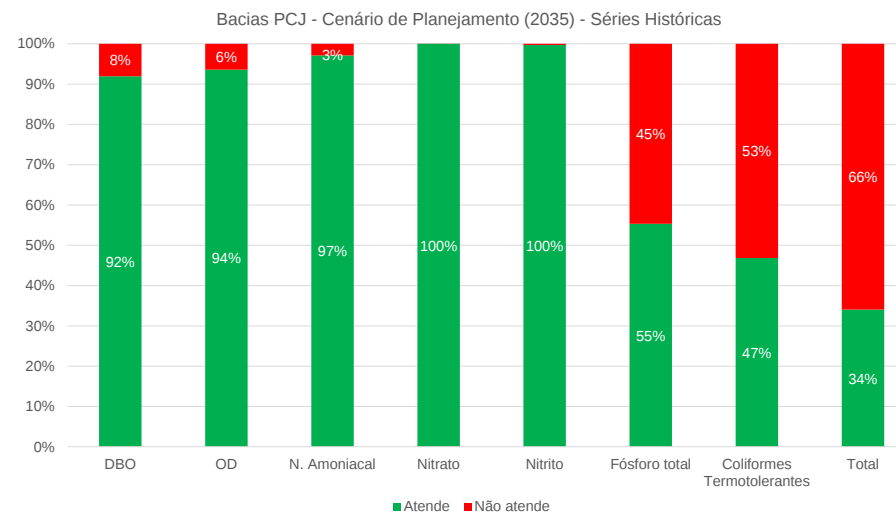


Figura 5.18 - Permanência no enquadramento nas Bacias PCJ no Cenário de Referência para Planejamento até (2035) – Vazões de Série Histórica

As figuras a seguir (Figura 5.19 a Figura 5.22) apresentam as mesmas informações por vazão de referência para os cenários intermediários, o de planejamento (2035) e o de enquadramento (considerado para o ano de 2050).

De maneira geral, fica evidente como o aumento da disponibilidade hídrica contribui para a melhoria da qualidade das Bacias PCJ, de forma que os cenários com os melhores índices de atendimento ao enquadramento são aqueles na situação hídrica da vazão média.

A comparação também permite visualizar a melhoria gradual que o incremento das eficiências surte em cada cenário de vazões de referência. Com exceção

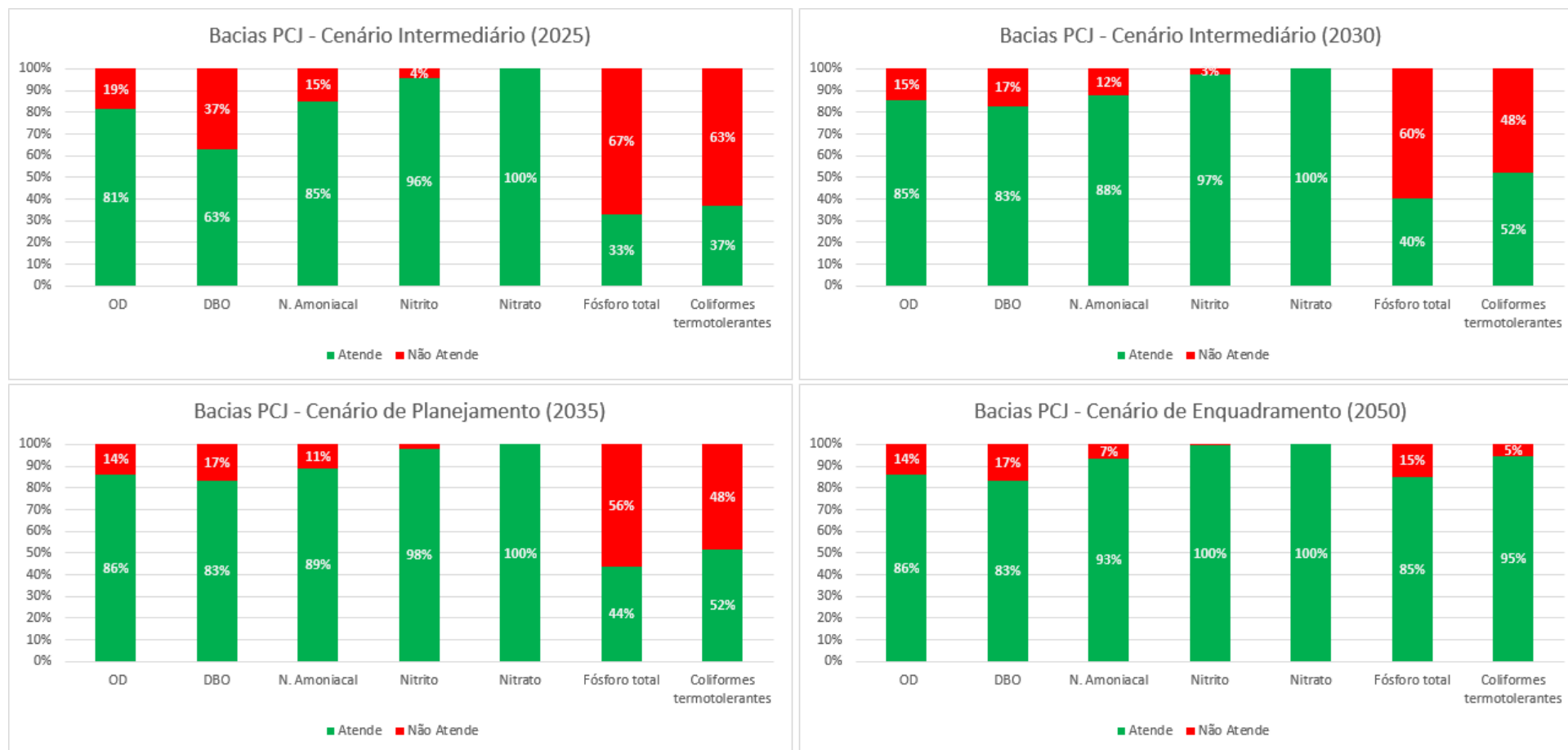
de Fósforo e Coliformes, os demais parâmetros alcançam patamares excelentes de atendimento ao enquadramento ao fim do Cenário de Planejamento, sendo superiores à 90% de permanência no enquadramento neste cenário quando simulado com série histórica de vazões. Em todos os cenários, pesa no alcance do enquadramento a parcela coletada e não tratada de coliformes nos municípios.

Já com relação ao fósforo, percebe-se que, em situações de $Q_{7,10}$, Q_{95} e Q_{mip} , este pode atender ao enquadramento em um grande número de áreas de contribuições quando forem alcançadas as eficiências do Cenário de Enquadramento (2050) e ainda permanecer na situação de enquadramento em mais de 70% do tempo de maneira simultânea para todos os parâmetros na simulação com série histórica de vazões



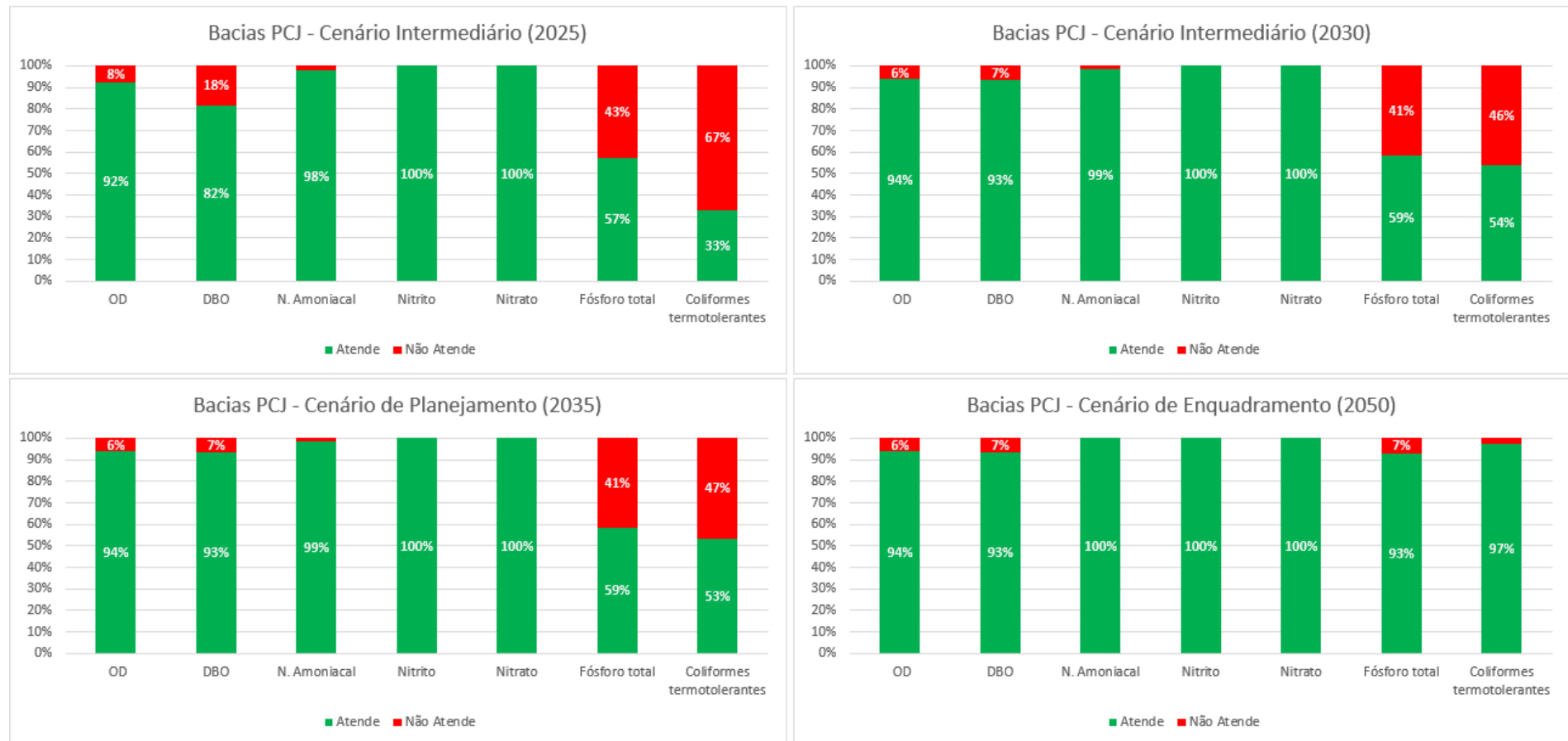
Fonte: Elaborado pelo Consórcio Profill-Rhama a partir dos resultados das simulações no SSD.

Figura 5.19 - Atendimento ao enquadramento nas Bacias PCJ nos Cenário Intermediários (2025 e 2030), de Planejamento (2035) e de Enquadramento (2050) – $Q_{7,10}$



Fonte: Elaborado pelo Consórcio Profill-Rhama a partir dos resultados das simulações no SSD.

Figura 5.20 - Atendimento ao enquadramento nas Bacias PCJ nos Cenário Intermediários (2025 e 2030), de Planejamento (2035) e de Enquadramento (2050) – Q_{95%}



Fonte: Elaborado pelo Consórcio Profill-Rhama a partir dos resultados das simulações no SSD.

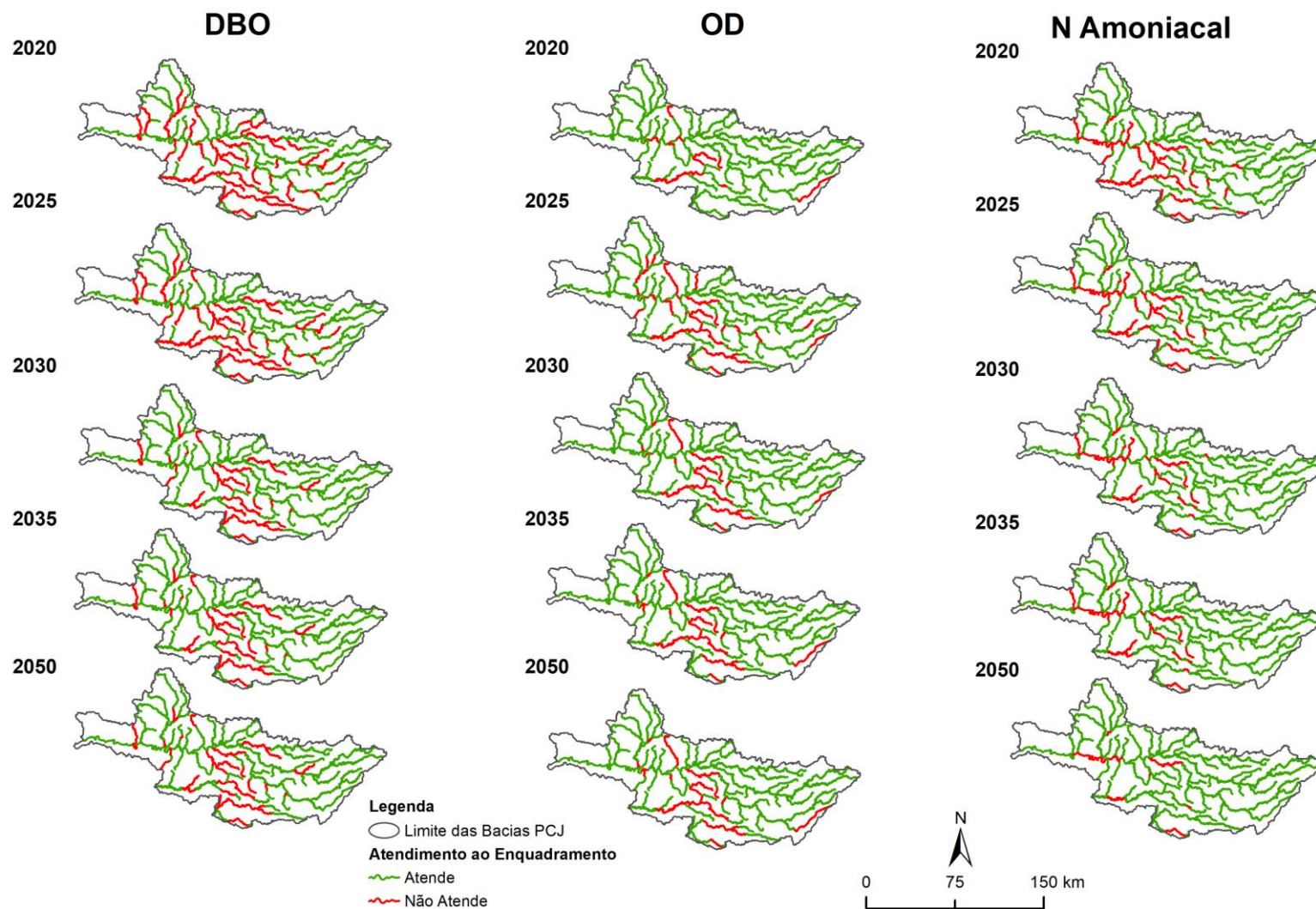
Figura 5.21 – Atendimento ao enquadramento nas Bacias PCJ nos Cenário Intermediários (2025 e 2030), de Planejamento (2035) e de Enquadramento (2050) – Q_{mip}



Fonte: Elaborado pelo Consórcio Profill-Rhama a partir dos resultados das simulações no SSD.

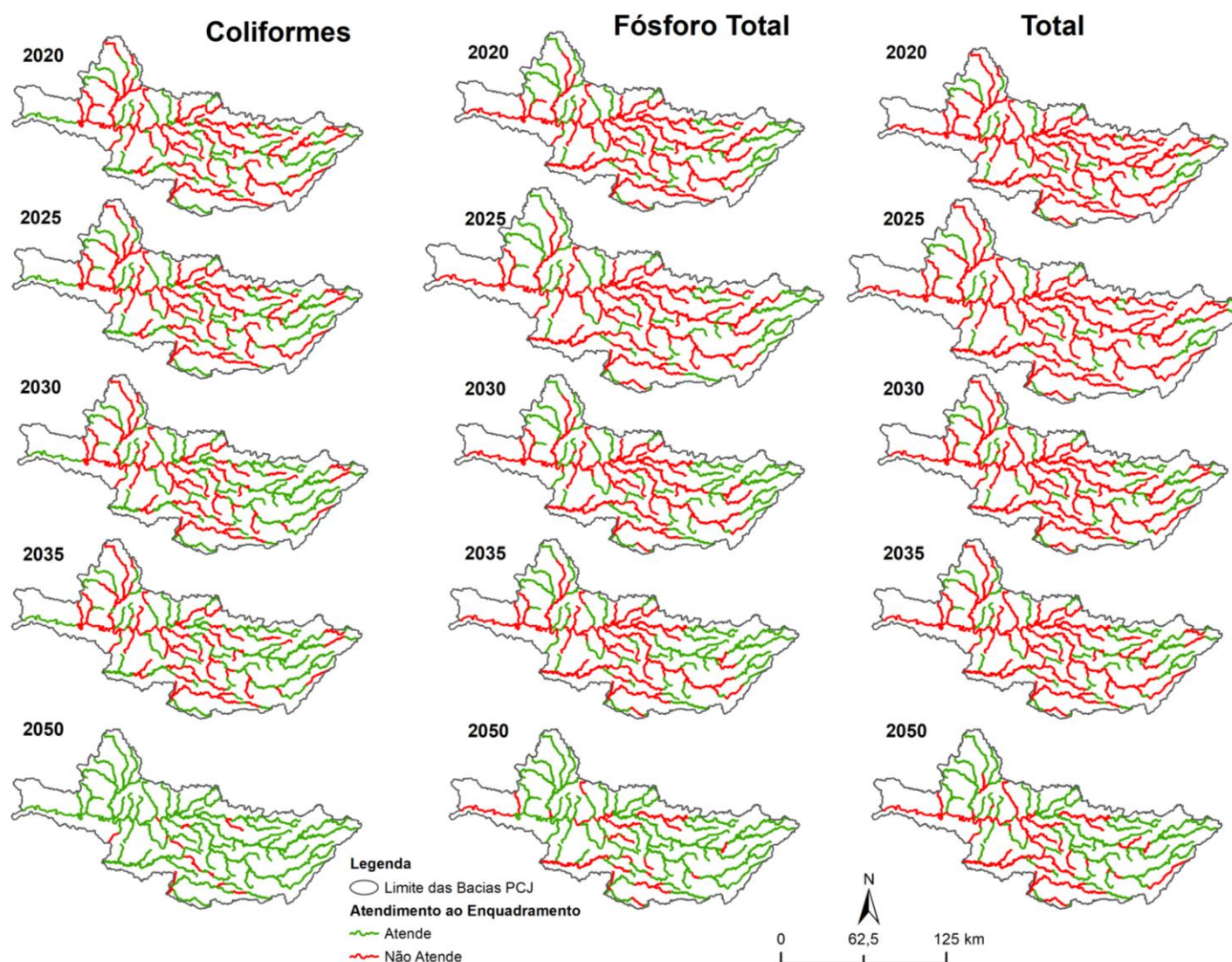
Figura 5.22 – Permanência no enquadramento nas Bacias PCJ nos Cenário Intermediários (2025 e 2030), de Planejamento (2035) e de Enquadramento (2050) – Vazões de Série Histórica

A Figura 5.23 e a Figura 5.24 apresentam os trechos que se encontram enquadrados, por parâmetro, na vazão de referência $Q_{7,10}$ ao longo dos anos simulados. Observa-se o claro aumento do número de trechos enquadrados por parâmetro sendo o Cenário de 2050 aquele que possui maior parte dos trechos em situação de enquadramento



Fonte: Elaborado pelo Consórcio Profill-Rhama a partir dos resultados das simulações no SSD.

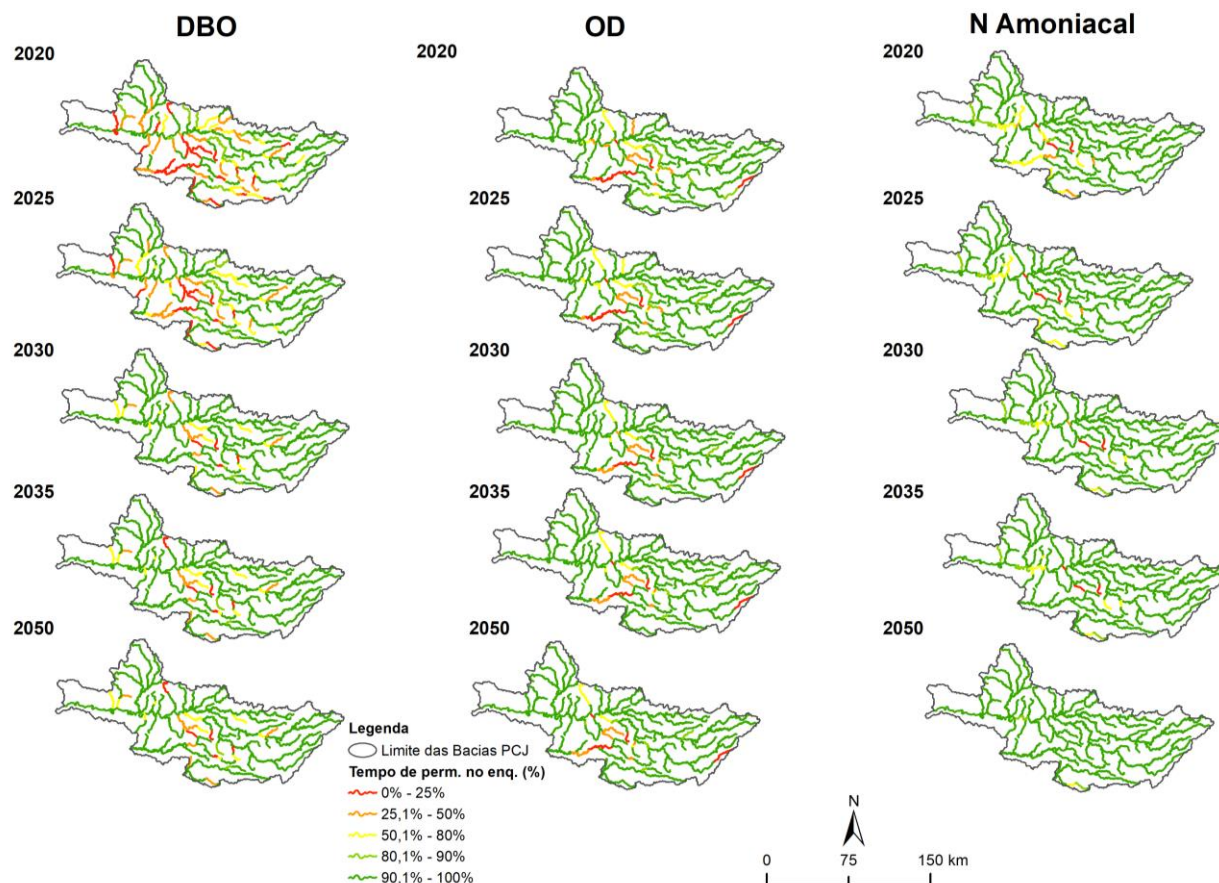
Figura 5.23 - Resultados para os parâmetros DBO, OD e N. amoniacal na vazão de referência $Q_{7,10}$, no cenário atual (2020) e intermediários (2025, 2030, 2035 e 2050).



Fonte: Elaborado pelo Consórcio Profill-Rhama a partir dos resultados das simulações no SSD.

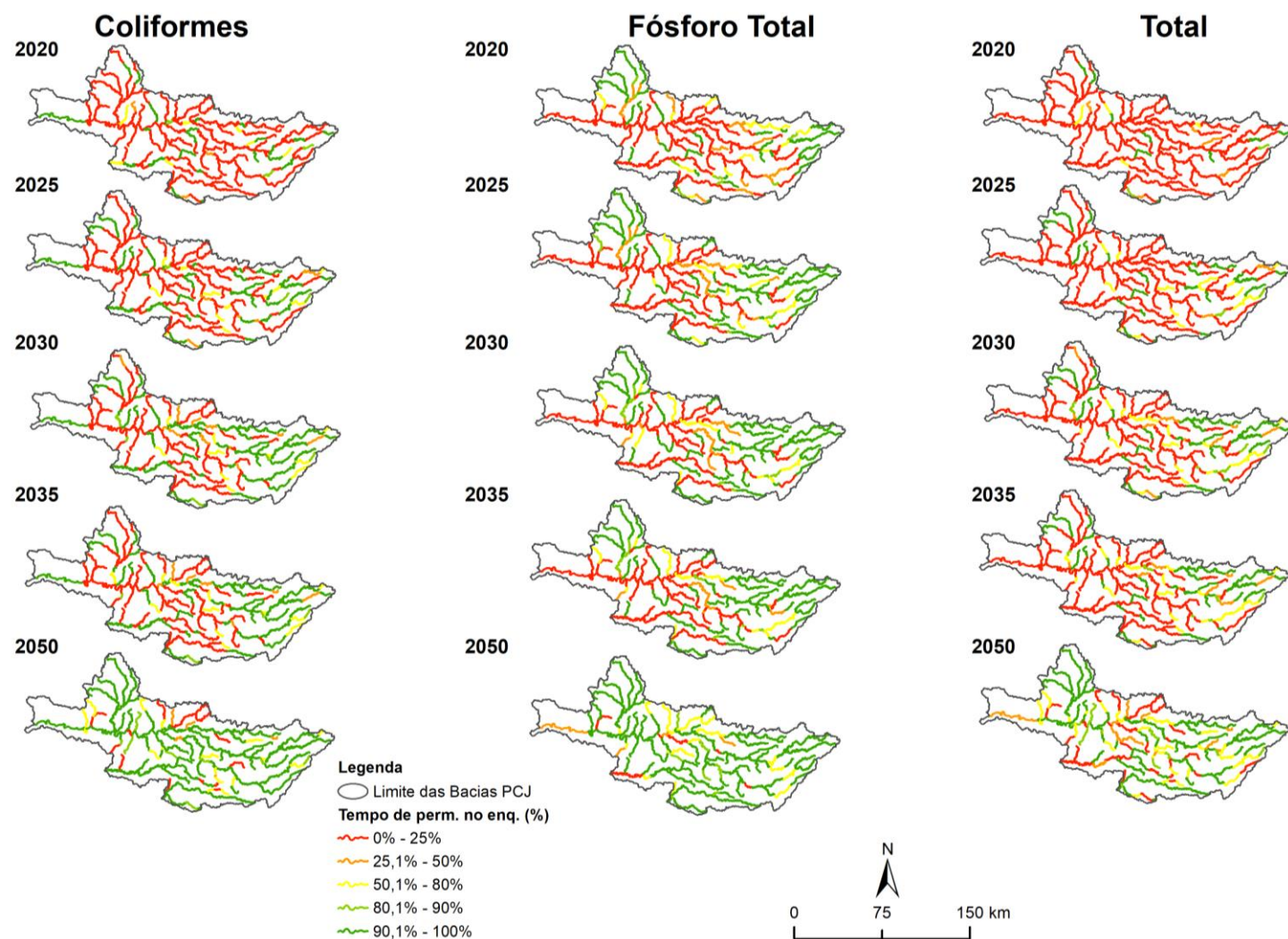
Figura 5.24 – Resultados para o parâmetro Fósforo Total e Coliformes termotolerantes na vazão de referência $Q_{7,10}$, no cenário atual (2020) e intermediários (2025, 2030, 2035 e 2050).

A Figura 5.25 e a Figura 5.26 apresentam a permanência no enquadramento por parâmetro e de maneira simultânea em todas as áreas de contribuição das Bacias PCJ após as simulações com série histórica de vazões. Novamente é perceptível o ganho que os incrementos nas eficiências de remoção de nutrientes e coliformes é capaz de fornecer para que as bacias se encontrem em situação de conformidade com o enquadramento.



Fonte: Elaborado pelo Consórcio Profill-Rhama a partir dos resultados das simulações no SSD.

Figura 5.25 – Resultados para os parâmetros DBO, OD e N. Amoniacal considerando a permanência no enquadramento, nos cenários atual (2020) e intermediários (2025, 2030, 2035 e 2050).



Fonte: Elaborado pelo Consórcio Profill-Rhama a partir dos resultados das simulações no SSD.

Figura 5.26 – Resultados para os parâmetros Fósforo Total, Coliformes Termotolerantes e de maneira simultânea para todos os parâmetros, considerando a permanência no enquadramento nos cenários atual (2020) e intermediários (2025, 2030, 2035 e 2050).

INVESTIMENTOS NECESSÁRIOS PARA O CENÁRIO DE REFERÊNCIA PARA PLANEJAMENTO ATÉ 2035

Este item apresenta a estimativa dos **investimentos para o alcance do Cenário de Referência para Planejamento até 2035**, descrito no item anterior. A metodologia utilizada para a definição das ações necessárias para cada ETE foi a mesma realizada no **Cenário para Efetivação do Enquadramento**, sendo:

- Para concentração de 1 mg/L de fósforo tanto a remoção biológica quanto o tratamento físico-químico foram considerados;
- Para concentração até 0,5 mg/L: tratamento físico químico e filtração, podendo este ser precedido de remoção biológica;
- Para concentração até 0,13 mg/L: remoção biológica de P, físico químico e filtração;

Destaca-se que os sistemas de lodos ativados possuem boa capacidade para remoção biológica de nutrientes, enquanto os demais sistemas, como UASB e lagoas de estabilização, não possuem boa capacidade de remoção destes nutrientes por via biológica. Desta forma, quando foi constatada a necessidade de remoção biológica de N, foi considerado que **apenas as ETEs que possuem sistema de lodos ativados, biofiltro aerado e MBR em sua concepção poderiam passar por Retrofit**, para as demais foi prevista a reformulação geral do sistema de tratamento. É importante salientar que o sistema denominado Nereda® é apenas uma variação dos sistemas de lodos ativados em batelada. No que diz respeito ao P, foi

considerado que, em alguns casos, a inserção de pós tratamento físico-químico atenderá aos limites calculados.

Outra consideração feita durante a análise, foi de que os **sistemas de lagoas aeradas seguidas de lagoas de lodo ou de sedimentação, poderiam passar por Retrofit**, e serem transformadas em lodos ativados, uma vez que apenas com a inserção de decantadores secundários e retorno de lodo, as lagoas passariam a ter um comportamento de lodos ativados. É importante que o retrofit das lagoas de decantação considere a remoção de nitrogênio, pois a digestão do lodo nas lagoas de decantação é uma grande fonte de nitrogênio amoniacal, e provavelmente será necessária uma etapa de desnitrificação.

Os resultados das análises referentes à capacidade de atendimento ou não, por parte das ETEs, das concentrações necessárias para este cenário indicaram que, **dentre as ETEs existentes nos municípios componentes das Bacias PCJ: 74,83% não apresenta eficiência para a remoção de ao menos um parâmetro até o nível necessário para atingimento do cenário proposto. Portanto, 25,17% das estações avaliadas apresenta a eficiência requerida.**

Ao todo, 46,26% das ETEs não apresentam capacidade de tratamento para a DBO, sendo este o principal poluente a ser tratado para o atingimento do Cenário 2035.

O Nitrogênio (N), é o segundo poluente com mais estações sem capacidade de atender aos padrões - 39,46% do Cenário 2035. Já o Fósforo (P) é o terceiro visto que 36,73% das ETEs não atendem à remoção necessária.

Cabe ressaltar que 23,13% das ETEs não possuem capacidade para o atendimento exclusivamente do parâmetro DBO. Do total das ETEs, 6,8% não atendem exclusivamente ao parâmetro Fósforo, e 8,16% não atendem exclusivamente ao Nitrogênio, enquanto as demais não atendem a mais do que um parâmetro (36,76%).

A Figura 5.27 apresenta a distribuição das ETEs por debilidade na eficiência do tratamento, para atingir ao enquadramento dos recursos hídricos proposto, por parâmetro avaliado.

No que diz respeito à **capacidade instalada das ETE nos municípios** componentes das Bacias PCJ: 76,34% da capacidade instalada não apresenta eficiência para a remoção de ao menos um parâmetro até o nível necessário para atingimento do Cenário de Referência para Planejamento até 2035.

Portando, **26,66% da capacidade avaliada apresenta a eficiência requerida.** Ao todo, 60,45% da capacidade instalada não apresenta condições de tratamento para o Nitrogênio (N), sendo este o principal poluente a ser tratado para o atingimento do cenário.

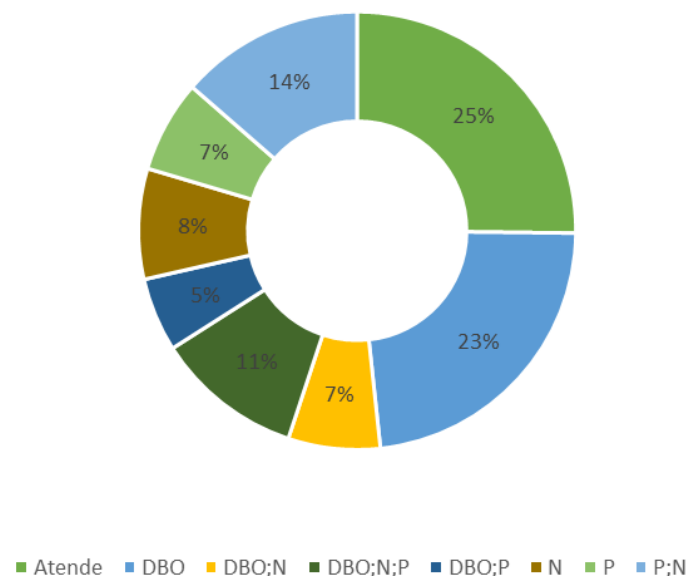


Figura 5.27 – Porcentagens de ETEs que não apresentam eficiência suficiente para atender as concentrações do Cenário de Referência para Planejamento até 2035, por tipo de parâmetro não atendido.

Fonte: Consórcio PROFILL-RHAMA.

O Fósforo (P) é o segundo poluente mais preocupante, **visto que 55,10% da capacidade não atende a remoção necessária**, em terceiro fica a DBO com 37,77% da capacidade instalada. Cabe ressaltar que apenas 3,17% não possuem capacidade para o atendimento exclusivamente do parâmetro DBO, 11,76% da capacidade não atende exclusivamente para o parâmetro de Fósforo, enquanto 13,99% não adente a mais do que um parâmetro. A Figura 5.28 a seguir apresenta a distribuição das capacidades instaladas

por debilidade na eficiência do tratamento, para atingir ao enquadramento dos recursos hídricos proposto, por parâmetro avaliado.

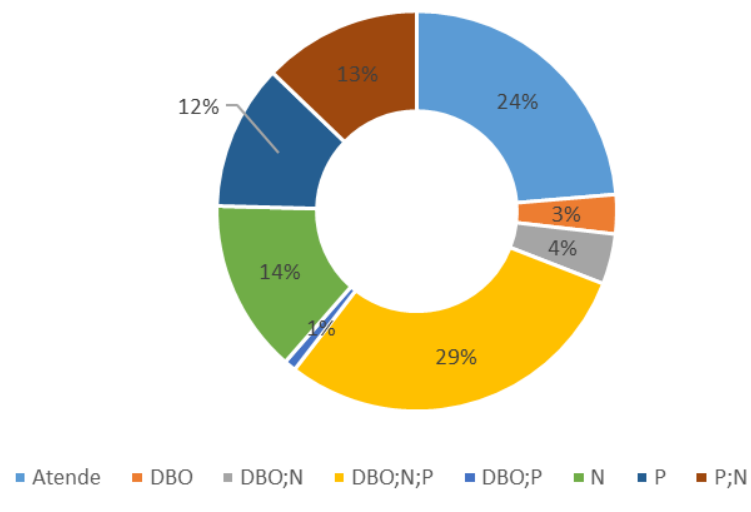


Figura 5.28 – Porcentagens da capacidade instalada nas ETES que não apresentam eficiência suficiente para atender as concentrações do Cenário de Referência para Planejamento até 2035, por tipo de parâmetro não atendido
Fonte: Consórcio PROFILL-RHAMA.

No Quadro 5.3, apresentado no item “Investimentos Necessários para Efetivação do Cenário de Enquadramento”, são apresentadas as curvas de custos utilizadas para o dimensionamento dos recursos necessários para a implantação dos sistemas terciários. As curvas de custos utilizadas foram elaboradas a partir da população atendida, uma vez que não há informação de população atendida por cada ETE e conhecendo apenas a vazão destas, foi necessário realizar o cálculo de uma população equivalente.

A população equivalente foi calculada a partir da vazão das ETES e o consumo per capita de cada município. Para o cálculo dos custos das ETES para as quais foi necessária “Alterar Tecnologia de Tratamento” foram somados os custos referentes a uma ETE nova (curva de custo para ETE nova) mais os custos a instalação das unidades de tratamento complementar (curva de custo de *Retrofit*), isso quando necessária a instalação de unidades de tratamento terciário. No caso de ETES que possuem, atualmente, tratamento por meio de lagoas aeradas e necessitam apenas a conversão da tecnologia de tratamento para lodo ativado, foi considerado que o custo de *Retrofit* é de 30% do custo da instalação de uma estação de tratamento de lodos ativados nova.

A partir da definição das tecnologias de tratamento a serem empregadas foram dimensionados os custos para a instalação dos sistemas de remoção de nutrientes nas ETES da bacia. De forma que a partir dessa definição, constatou-se que é necessária a alteração da tecnologia de tratamento de 33,33% das ETES existentes e 41,50% passaram por *Retrofit* (Figura 5.29).

No que diz respeito à capacidade instalada (Figura 5.30), em 23,02% da capacidade instalada necessitará ser alterada a tecnologia de tratamento e em 53,32% haverá necessidade de *Retrofit*, com 23,66% da capacidade sem necessidade de intervenção.

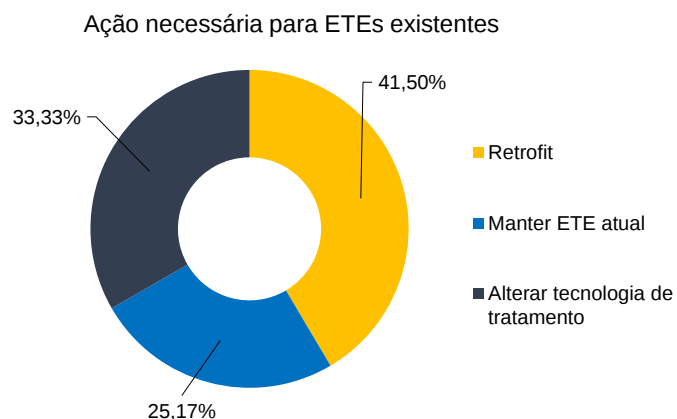


Figura 5.29 – Porcentagens de ações necessárias no que diz respeito às ETEs instaladas.

Fonte: Consórcio PROFILL-RHAMA.

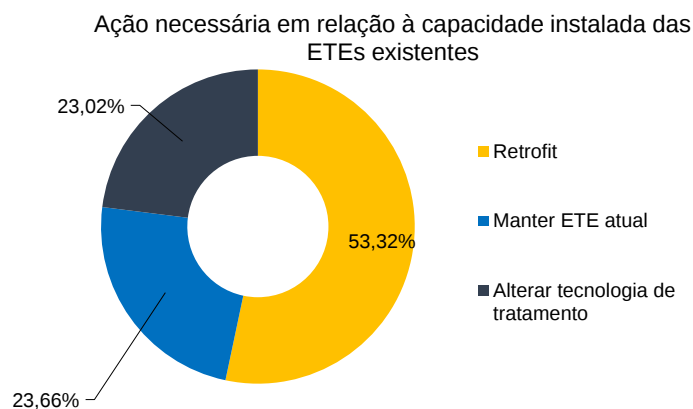


Figura 5.30 – Porcentagens de ações necessárias no que diz respeito à capacidade das ETEs instaladas.

Fonte: Consórcio PROFILL-RHAMA.

Foi calculado também o custo para instalação da desinfecção e do aumento da coleta de esgotos, a fim de atender 98% da população urbana até 2035. Para o cálculo do montante necessário de investimentos necessários para ampliação da coleta e transporte de esgotos, o custo médio per capita para coleta e transporte do esgoto, foi de R\$ 1.706,80/ hab. Valor unitário calculado considerando-se o custo *per capita* para os diferentes tamanhos de sub-bacias de esgotamento de acordo com ANA (2017) e Pacheco et al. (2015), sendo este valor atualizado pelo INCC para março de 2019.

Para a desinfecção foi considerado o custo de R\$ 45,03 por habitante, valor médio para a instalação de unidade de desinfecção por hipoclorito. Este custo unitário foi calculado com base nos valores médios apresentados nos estudos de Werf (2007) e Bell (2013), trazidos a valor presente para março de 2019.

No Quadro 5.12 são apresentados os custos discriminados por tipo de intervenção e Quadro 5.13 os investimentos necessários para cada município.

Quadro 5.12 - Custo das intervenções necessárias para atendimento do Cenário de Referência para Planejamento até 2035

Intervenção	Custo	% do custo total
Remoção de Nutrientes	R\$ 2.641.849.717,38	42%
Desinfecção	R\$ 343.783.562,41	6%
Coleta e Transporte	R\$ 3.249.126.184,23	52%
Total	R\$ 6.234.759.464,02	

Fonte: Elaborado pelo Consórcio Profill-Rhama.

O valor total do investimento visando atender ao Cenário de Referência para Planejamento até 2035 é **R\$ 6.234.759.464,02**, sendo **R\$ 3.249.126.184,23** (52%), para coleta e transporte de esgotos, **R\$ 2.641.849.717,38** (42%) para abatimento de nutrientes e **R\$ 343.783.562,41** (6%), desinfecção. Nos

custos de remoção de nutrientes apresentados, estão inclusos os custos referentes a implantação de ETEs nos municípios que não contam com estações instaladas.

Quadro 5.13 – Orçamento para remoção de nutrientes e desinfecção para o Cenário de Referência para Planejamento até 2035

Município	Coleta e Transporte - Obras	Coleta e Transporte Projeto	Total Coleta e Transporte	Tratamento Terciário - Obras	Tratamento Terciário - Projeto	Total remoção de nutrientes	Desinfecção - Obras	Desinfecção- Projeto	Total Desinfecção	Total
	Custo (R\$ 1000)									
Águas de São Pedro	1.756,48	175,65	1.932,13	2.574,40	257,44	2.831,84			0,00	4.763,97
Americana	88.967,33	8.896,73	97.864,06	119.864,02	11.986,40	131.850,42	14.215,16	710,76	14.925,92	244.640,40
Amparo	13.716,34	1.371,63	15.087,97	15.698,07	1.569,81	17.267,88			0,00	32.355,85
Analândia	2.054,83	205,48	2.260,31			0,00	1.138,26	56,91	1.195,17	3.455,48
Artur Nogueira	34.610,34	3.461,03	38.071,37	15.431,29	1.543,13	16.974,42	2.164,38	108,22	2.272,60	57.318,39
Atibaia	111.827,74	11.182,77	123.010,51	28.440,46	2.844,05	31.284,51	12.605,30	630,26	13.235,56	167.530,58
Bom Jesus dos Perdões	22.645,48	2.264,55	24.910,03	3.451,88	345,19	3.797,07	1.879,04	93,95	1.972,99	30.680,09
Bragança Paulista	92.180,50	9.218,05	101.398,55	40.341,61	4.034,16	44.375,77	9.434,07	471,7	9.905,77	155.680,09
Cabreúva	32.193,39	3.219,34	35.412,73	20.416,54	2.041,65	22.458,19			0,00	57.870,92
Camanducaia	9.717,15	971,72	10.688,87	437.037,15	43.703,72	480.740,87	1.460,76	73,04	1.533,80	492.963,54
Campinas	461.337,03	46.133,70	507.470,73	495.709,37	49.570,94	545.280,31	55.017,10	2.750,85	57.767,95	1.110.518,99
Campo Limpo Paulista*	70.848,31	7.084,83	77.933,14			0,00			0,00	77.933,14
Capivari	21.610,41	2.161,04	23.771,45	4.588,13	458,81	5.046,94	1.723,04	86,15	1.809,19	30.627,58
Charqueada	9.179,44	917,94	10.097,38			0,00	678,41	33,92	712,33	10.809,71
Cordeirópolis	11.590,13	1.159,01	12.749,14	6.222,71	622,27	6.844,98	1.079,17	53,96	1.133,13	20.727,25
Corumbataí	198,45	19,84	218,29			0,00	164,6	8,23	172,83	391,12
Cosmópolis	53.718,42	5.371,84	59.090,26	23.942,00	2.394,20	26.336,20	2.695,57	134,78	2.830,35	88.256,81
Elias Fausto	5.488,71	548,87	6.037,58	3.049,63	304,96	3.354,59	574,11	28,71	602,82	9.994,99
Extrema	43.547,70	4.354,77	47.902,47	19.489,82	1.948,98	21.438,80	2.054,32	102,72	2.157,04	71.498,31
Holambra	11.780,74	1.178,07	12.958,81	6.652,72	665,27	7.317,99	728,4	36,42	764,82	21.041,62
Hortolândia	193.592,32	19.359,23	212.951,55	36.367,44	3.636,74	40.004,18			0,00	252.955,73
Indaiatuba	185.076,62	18.507,66	203.584,28	83.299,94	8.329,99	91.629,93			0,00	295.214,21
Ipeúna	6.186,77	618,68	6.805,45	4.263,71	426,37	4.690,08	1.258,55	62,93	1.321,48	12.817,01
Iracemápolis	14.410,10	1.441,01	15.851,11	8.093,86	809,39	8.903,25	1.361,86	68,09	1.429,95	26.184,31
Itapeva	3.289,72	328,97	3.618,69	6.374,35	637,43	7.011,78	299,84	14,99	314,83	10.945,30
Itatiba	62.436,38	6.243,64	68.680,02	12.914,32	1.291,43	14.205,75	7.645,41	382,27	8.027,68	90.913,45
Itupeva	77.201,53	7.720,15	84.921,68	9.623,54	962,35	10.585,89	269,44	13,47	282,91	95.790,48
Jaguariúna	54.931,34	5.493,13	60.424,47	3.966,24	396,62	4.362,86	577,98	28,9	606,88	65.394,21

CADERNO TEMÁTICO DE ENQUADRAMENTO DOS CORPOS D'ÁGUA SUPERFICIAIS

Município	Coleta e Transporte - Obras	Coleta e Transporte Projeto	Total Coleta e Transporte	Tratamento Terciário - Obras	Tratamento Terciário - Projeto	Total remoção de nutrientes	Desinfecção - Obras	Desinfecção - Projeto	Total Desinfecção	Total
	Custo (R\$ 1000)									
Jarinu	49.307,56	4.930,76	54.238,32	7.022,40	702,24	7.724,64			0,00	61.962,96
Joanópolis	7.673,98	767,4	8.441,38	2.881,38	288,14	3.169,52	509,62	25,48	535,10	12.146,00
Jundiá	139.898,27	13.989,83	153.888,10	260.192,30	26.019,23	286.211,53	60.527,04	3.026,35	63.553,39	503.653,02
Limeira	62.718,62	6.271,86	68.990,48	95.323,16	9.532,32	104.855,48	22.185,64	1.109,28	23.294,92	197.140,88
Louveira	73.989,34	7.398,93	81.388,27			0,00			0,00	81.388,27
Mombuca	329,91	32,99	362,90	600,34	60,03	660,37	115,06	5,75	120,81	1.144,08
Monte Alegre do Sul	2.858,10	285,81	3.143,91	1.361,72	136,17	1.497,89	348,89	17,44	366,33	5.008,13
Monte Mor	59.642,93	5.964,29	65.607,22			0,00	811,22	40,56	851,78	66.459,00
Morungaba	5.762,12	576,21	6.338,33	5.183,94	518,39	5.702,33			0,00	12.040,66
Nazaré Paulista	20.685,12	2.068,51	22.753,63	2.931,20	293,12	3.224,32	330,02	16,5	346,52	26.324,47
Nova Odessa	27.627,22	2.762,72	30.389,94	6.125,85	612,58	6.738,43	477,78	23,89	501,67	37.630,04
Paulínia	116.002,05	11.600,20	127.602,25	38.209,34	3.820,93	42.030,27	313,8	15,69	329,49	169.962,01
Pedra Bela	548,53	54,85	603,38	549,59	54,96	604,55	126,01	6,3	132,31	1.340,24
Pedreira	19.265,74	1.926,57	21.192,31			0,00			0,00	21.192,31
Pinhalzinho	4.430,82	443,08	4.873,90	3.316,94	331,69	3.648,63	618,42	30,92	649,34	9.171,87
Piracaia	21.344,87	2.134,49	23.479,36	5.740,42	574,04	6.314,46			0,00	29.793,82
Piracicaba	78.260,33	7.826,03	86.086,36	56.254,92	5.625,49	61.880,41	35.426,38	1.771,32	37.197,70	185.164,47
Rafard	981,85	98,19	1.080,04	5.890,80	589,08	6.479,88	663,23	33,16	696,39	8.256,31
Rio Claro	46.780,96	4.678,10	51.459,06	56.070,73	5.607,07	61.677,80	3.910,97	195,55	4.106,52	117.243,38
Rio das Pedras	20.303,51	2.030,35	22.333,86	15.299,08	1.529,91	16.828,99	1.073,32	53,67	1.126,99	40.289,84
Saltinho	2.624,99	262,5	2.887,49	3.231,01	323,1	3.554,11			0,00	6.441,60
Santa Bárbara d'Oeste	24.615,67	2.461,57	27.077,24	55.766,36	5.576,64	61.343,00	7.709,00	385,45	8.094,45	96.514,69
Santa Gertrudes	17.931,91	1.793,19	19.725,10	9.476,44	947,64	10.424,08	1.565,82	78,29	1.644,11	31.793,29
Santa Maria da Serra	2.232,84	223,28	2.456,12			0,00	265,44	13,27	278,71	2.734,83
Santo Antônio da Posse	13.723,90	1.372,39	15.096,29	9.369,60	936,96	10.306,56	1.054,90	52,74	1.107,64	26.510,49
São Pedro	8.413,91	841,39	9.255,30	6.687,36	668,74	7.356,10	1.540,24	77,01	1.617,25	18.228,65
Sumaré	184.468,62	18.446,86	202.915,48	195.800,47	19.580,05	215.380,52	31.453,43	1.572,67	33.026,10	451.322,10
Toledo	1.163,32	116,33	1.279,65	604,2	60,42	664,62	128,26	6,41	134,67	2.078,94
Tuiuti	4.128,51	412,85	4.541,36	6.374,35	637,43	7.011,78	266,7	13,33	280,03	11.833,17
Valinhos	92.654,08	9.265,41	101.919,49	89.030,45	8.903,05	97.933,50	9.552,06	477,6	10.029,66	209.882,65
Vargem	6.189,47	618,95	6.808,42	19.341,10	1.934,11	21.275,21			0,00	28.083,63
Várzea Paulista*	66.893,06	6.689,31	73.582,37			0,00	22.270,80	1.113,54	23.384,34	96.966,71
Vinhedo	74.205,21	7.420,52	81.625,73	35.232,92	3.523,29	38.756,21	5.144,12	257,21	5.401,33	125.783,27
Total	2.953.751,08	295.375,11	3.249.126,19	2.401.681,56	240.168,16	2.641.849,72	327.412,92	16.370,65	343.783,57	6.234.759,48

*A ETE Várzea Paulista atende o município de Campo Limpo Paulista e Várzea Paulista por isso os valores de tratamento estão concentrados no município de Várzea Paulista.

6 DEFINIÇÃO DE METAS PARA O SETOR DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO

Com base nos cenários construídos e discutidos com os Comitês PCJ ao longo da elaboração do Plano das Bacias PCJ 2020 a 2035, são apresentadas nos quadros a seguir as metas intermediárias para o setor de saneamento, baseadas nos resultados do Cenário de Referência para o Planejamento até 2035. O Quadro 6.1 apresenta as metas intermediárias e final (2035) para coleta e tratamento de esgotos, sendo a meta final de 98% de coleta e 100% do esgoto coletado até 2035.

As metas intermediárias para as eficiências de tratamento (DBO, Nitrogênio, Fósforo e Coliformes termotolerantes), por município, são apresentadas no Quadro 6.2. Destaca-se que, conforme a metodologia adotada e detalhada ao longo da construção do Cenário de Referência para o Planejamento até 2035, as metas intermediárias de eficiência são apresentadas por município, o qual será responsável por realizar estudos específicos na definição da melhor tecnologia de tratamento e das eficiências nas suas ETES, observando a classe que o rio estiver enquadrado.

É importante destacar que foram estabelecidos diversos critérios para priorização de municípios para os temas de coleta, tratamento e eficiências, associadas a cada parâmetro. No entanto, a lógica de priorização dos municípios e dos investimentos deve partir, inicialmente, de aumentar os índices de coleta, e na sequência, no tratamento em nível secundário (caso o município seja prioritário para tratamento terciário, avaliar as alternativas técnicas e econômicas mais adequadas

de iniciar o tratamento com tratamento em nível terciário), e, por fim, avançar no tratamento terciário.

As eficiências por ETE, que subsidiaram as simulações no SSD PCJ, são apresentadas no Quadro 22.9 do Relatório Final do Plano das Bacias PCJ 2020 a 2035. No entanto, conforme mencionado anteriormente, as metas são estabelecidas em nível municipal, que terá maiores condições de detalhar avaliações sobre suas ETES, e fazer estudos específicos para melhor direcionar os investimentos e aumentar a sua eficiência, de modo a atender as metas estabelecidas e o enquadramento dos corpos d'água superficiais.

Quadro 6.1 – Metas intermediárias para coleta e tratamento para o setor de saneamento associadas ao Cenário de Referência para o Planejamento até 2035

Município	2025		2030		2035	
	Coleta	Tratam.	Coleta	Tratam.	Coleta	Tratam.
Águas de São Pedro	97%	100%	98%	100%	98%	100%
Americana	98%	63%	98%	81%	98%	100%
Amparo	96%	80%	97%	90%	98%	100%
Analândia	95%	100%	96%	100%	98%	100%
Artur Nogueira	97%	57%	98%	78%	98%	100%
Atibaia	76%	77%	87%	88%	98%	100%
Bom Jesus dos Perdões	89%	33%	93%	67%	98%	100%
Bragança Paulista	91%	100%	94%	100%	98%	100%
Cabreúva	86%	100%	92%	100%	98%	100%
Camanducaia	85%	100%	91%	100%	98%	100%
Campinas	95%	100%	96%	100%	98%	100%
Campo Limpo Paulista	79%	97%	89%	99%	98%	100%
Capivari	97%	50%	97%	75%	98%	100%
Charqueada	91%	97%	94%	99%	98%	100%
Cordeirópolis	99%	100%	98%	100%	98%	100%
Corumbataí	97%	100%	98%	100%	98%	100%
Cosmópolis	95%	100%	97%	100%	98%	100%
Elias Fausto	95%	100%	96%	100%	98%	100%
Extrema	85%	64%	91%	82%	98%	100%
Holambra	96%	100%	97%	100%	98%	100%
Hortolândia	90%	100%	94%	100%	98%	100%
Indaiatuba	97%	79%	97%	90%	98%	100%
Ipeúna	95%	100%	97%	100%	98%	100%
Iracemápolis	99%	100%	99%	100%	98%	100%
Itapeva	97%	0%	97%	67%	98%	100%
Itatiba	96%	100%	97%	100%	98%	100%
Itupeva	83%	98%	90%	99%	98%	100%
Jaguariúna	93%	79%	95%	89%	98%	100%
Jarinu	45%	100%	72%	100%	98%	100%
Joanópolis	73%	100%	86%	100%	98%	100%
Jundiaí	98%	100%	98%	100%	98%	100%
Limeira	99%	100%	99%	100%	98%	100%
Louveira	79%	100%	89%	100%	98%	100%
Mombuca	96%	100%	97%	100%	98%	100%
Monte Alegre do Sul	84%	33%	91%	67%	98%	100%
Monte Mor	83%	100%	90%	100%	98%	100%
Morungaba	95%	100%	96%	100%	98%	100%
Nazaré Paulista	42%	100%	70%	100%	98%	100%
Nova Odessa	97%	100%	98%	100%	98%	100%
Paulínia	97%	98%	97%	99%	98%	100%
Pedra Bela	87%	33%	93%	67%	98%	100%
Pedreira	98%	100%	98%	100%	98%	100%
Pinhalzinho	91%	100%	94%	100%	98%	100%

Município	2025		2030		2035	
	Coleta	Tratam.	Coleta	Tratam.	Coleta	Tratam.
Piracaia	65%	100%	82%	100%	98%	100%
Piracicaba	99%	100%	99%	100%	98%	100%
Rafard	98%	33%	98%	67%	98%	100%
Rio Claro	99%	70%	99%	85%	98%	100%
Rio das Pedras	97%	0%	97%	0%	98%	100%
Saltinho	99%	100%	98%	100%	98%	100%
Santa Bárbara d'Oeste	99%	69%	99%	85%	98%	100%
Santa Gertrudes	99%	99%	99%	100%	98%	100%
Santa Maria da Serra	99%	100%	99%	100%	98%	100%
Santo Antônio de Posse	86%	62%	92%	81%	98%	100%
São Pedro	97%	41%	98%	71%	98%	100%
Sumaré	96%	52%	97%	76%	98%	100%
Toledo	97%	33%	97%	67%	98%	100%
Tuiuti	62%	33%	80%	67%	98%	100%
Valinhos	93%	100%	95%	100%	98%	100%
Vargem	67%	100%	82%	100%	98%	100%
Várzea Paulista	93%	100%	96%	100%	98%	100%
Vinhedo	89%	100%	94%	100%	98%	100%

Fonte: Elaborado pelo Consórcio Profill-Rhama.

Quadro 6.2 – Metas intermediárias para o setor de saneamento referentes às eficiências médias** das ETEs associadas ao Cenário de Referência para o Planejamento em 2025, 2030, 2035.

Município	Cenário Intermediário (2025)				Cenário Intermediário (2030)				Cenário Intermediário (2035)			
	DBO	N	P	Colif.	DBO	N	P	Colif.	DBO	N	P	Colif.
Águas de São Pedro	85%	35%	35%	1,00E+05	85%	35%	35%	1,00E+05	85%	35%	35%	1,00E+05
Americana	49%	37%	75%	1,00E+06	95%	65%	90%	1,00E+06	95%	65%	90%	1,00E+06
Amparo	95%	65%	90%	1,00E+06	95%	65%	90%	1,00E+04	95%	93%	99%	1,00E+04
Anaí	75%	35%	20%	1,00E+06	75%	35%	20%	1,00E+06	75%	35%	20%	1,00E+06
Artur Nogueira	92%	64%	35%	1,00E+06	92%	64%	35%	1,00E+03	92%	64%	35%	1,00E+03
Atibaia	88%	45%	75%	1,00E+03	88%	65%	90%	1,00E+03	88%	65%	90%	1,00E+03
Bom Jesus dos Perdões	85%	35%	35%	1,00E+06	85%	35%	35%	1,00E+06	85%	35%	35%	1,00E+06
Bragança Paulista	97%	65%	90%	1,00E+06	97%	65%	90%	1,00E+04	97%	93%	99%	1,00E+04
Cabreúva	95%	93%	99%	1,00E+06	95%	93%	99%	1,00E+06	95%	93%	99%	1,00E+06
Camanducaia	90%	60%	75%	1,00E+06	90%	60%	75%	1,00E+06	90%	65%	90%	1,00E+06
Campinas	91%	79%	75%	1,00E+06	96%	79%	90%	1,00E+06	96%	79%	90%	1,00E+06
Capivari	92%	50%	25%	1,00E+06	95%	60%	25%	1,00E+06	95%	60%	25%	1,00E+06
Chaqueada	82%	35%	25%	1,00E+06	82%	35%	25%	1,00E+06	82%	35%	25%	1,00E+06
Cordeirópolis	95%	60%	35%	1,00E+05	95%	60%	35%	1,00E+06	95%	60%	35%	1,00E+06
Corumbataí	85%	35%	20%	1,00E+06	85%	35%	20%	1,00E+06	85%	35%	20%	1,00E+06
Cosmópolis	90%	60%	35%	1,00E+06	90%	60%	35%	1,00E+04	90%	60%	35%	1,00E+04
Elias Fausto	95%	60%	35%	1,00E+06	95%	60%	35%	1,00E+06	95%	60%	35%	1,00E+06
Extrema	80%	35%	75%	1,00E+04	80%	35%	75%	1,00E+04	80%	65%	90%	1,00E+04
Holambra	90%	50%	35%	1,00E+06	90%	50%	35%	1,00E+04	90%	50%	35%	1,00E+04
Hortolândia	95%	60%	35%	1,00E+06	95%	60%	35%	1,00E+06	95%	60%	35%	1,00E+06
Indaiatuba	97%	75%	35%	1,00E+06	97%	75%	35%	1,00E+06	97%	75%	35%	1,00E+06
Ipeúna	80%	35%	20%	1,00E+06	80%	35%	20%	1,00E+06	80%	35%	20%	1,00E+06

CADERNO TEMÁTICO DE ENQUADRAMENTO DOS CORPOS D'ÁGUA SUPERFICIAIS

Município	Cenário Intermediário (2025)				Cenário Intermediário (2030)				Cenário Intermediário (2035)			
	DBO	N	P	Colif.	DBO	N	P	Colif.	DBO	N	P	Colif.
Iracemópolis	95%	60%	35%	1,00E+06	95%	60%	35%	1,00E+06	95%	60%	35%	1,00E+06
Itapeva	0%	0%	0%	ETE INATIVA	85%	35%	75%	1,00E+06	85%	65%	90%	1,00E+06
Itatiba	83%	35%	88%	1,00E+06	95%	70%	90%	1,00E+06	95%	70%	90%	1,00E+06
Itupeva	95%	38%	22%	1,00E+06	95%	75%	22%	1,00E+06	95%	75%	22%	1,00E+06
Jaguariúna	95%	40%	35%	1,00E+06	95%	40%	35%	1,00E+04	95%	40%	35%	1,00E+04
Jarinu	95%	60%	35%	1,00E+06	95%	75%	35%	1,00E+06	95%	75%	35%	1,00E+06
Joanópolis	90%	35%	75%	1,00E+06	90%	35%	75%	1,00E+06	90%	65%	90%	1,00E+06
Jundiaí	93%	41%	35%	1,00E+06	95%	75%	35%	1,00E+06	95%	75%	35%	1,00E+06
Limeira	96%	82%	87%	1,00E+06	96%	89%	87%	1,00E+06	96%	89%	87%	1,00E+06
Louveira	95%	75%	36%	1,00E+06	95%	75%	36%	1,00E+06	95%	75%	36%	1,00E+06
Mombuca	63%	41%	24%	1,00E+06	95%	60%	24%	1,00E+06	95%	60%	24%	1,00E+06
Monte Alegre do Sul	80%	65%	90%	1,00E+06	80%	65%	90%	1,00E+06	80%	93%	99%	1,00E+06
Monte Mor	91%	83%	22%	1,00E+06	95%	83%	35%	1,00E+06	95%	83%	35%	1,00E+06
Morungaba	95%	65%	90%	1,00E+06	95%	65%	90%	1,00E+06	95%	93%	99%	1,00E+06
Nazaré Paulista	90%	35%	35%	1,00E+06	90%	35%	35%	1,00E+03	90%	35%	35%	1,00E+03
Nova Odessa	91%	82%	75%	1,00E+06	95%	82%	75%	1,00E+06	95%	82%	75%	1,00E+06
Paulínia	95%	60%	75%	1,00E+06	95%	75%	90%	1,00E+06	95%	75%	90%	1,00E+06
Pedra Bela	80%	35%	80%	1,00E+06	80%	35%	80%	1,00E+06	80%	35%	80%	1,00E+06
Pedreira	78%	21%	36%	1,00E+06	78%	21%	36%	1,00E+06	78%	21%	36%	1,00E+06
Pinhalzinho	95%	65%	90%	1,00E+06	95%	65%	90%	1,00E+06	95%	65%	90%	1,00E+06
Piracaia	85%	35%	35%	1,00E+06	85%	35%	35%	1,00E+06	85%	35%	35%	1,00E+06
Piracicaba	95%	66%	57%	1,00E+06	96%	68%	57%	1,00E+06	96%	68%	57%	1,00E+06
Rafard	95%	60%	35%	1,00E+06	95%	60%	35%	1,00E+06	95%	60%	35%	1,00E+06
Rio Claro	96%	82%	79%	1,00E+06	96%	82%	79%	1,00E+06	96%	82%	79%	1,00E+06
Rio das Pedras	0%	0%	0%	ETE INATIVA	0%	0%	0%	ETE INATIVA	80%	35%	35%	1,00E+05
Saltinho	95%	35%	20%	1,00E+06	95%	35%	20%	1,00E+06	95%	35%	20%	1,00E+06
Santa Bárbara d'Oeste	94%	66%	57%	1,00E+06	95%	76%	63%	1,00E+06	95%	76%	63%	1,00E+06
Santa Gertrudes	95%	60%	48%	1,00E+06	95%	60%	48%	1,00E+06	95%	60%	48%	1,00E+06
Santa Maria da Serra	80%	35%	35%	1,00E+06	80%	35%	35%	1,00E+06	80%	35%	35%	1,00E+06
Santo Antônio de Posse	95%	60%	35%	1,00E+06	95%	60%	35%	1,00E+06	95%	60%	35%	1,00E+06
São Pedro	91%	60%	35%	1,00E+06	95%	60%	35%	1,00E+06	95%	60%	35%	1,00E+06
Sumaré	84%	41%	24%	1,00E+06	95%	60%	35%	1,00E+06	95%	60%	35%	1,00E+06
Toledo	80%	35%	45%	1,00E+05	80%	35%	45%	1,00E+05	80%	35%	45%	1,00E+05
Tuiuti	80%	65%	90%	1,00E+06	80%	65%	90%	1,00E+06	90%	80%	65%	1,00E+06
Valinhos	92%	35%	75%	1,00E+06	95%	65%	90%	1,00E+06	95%	65%	90%	1,00E+06
Vargem	95%	65%	90%	1,00E+06	95%	65%	90%	1,00E+06	95%	93%	99%	1,00E+06
Várzea Paulista*	95%	80%	20%	1,00E+06	95%	80%	35%	1,00E+06	95%	80%	35%	1,00E+06
Vinhedo	93%	77%	79%	1,00E+06	95%	77%	90%	1,00E+06	95%	77%	90%	1,00E+06

Fonte: Elaborado pelo Consórcio Profill-Rhama.

*O município de Campo Limpo Paulista é atendido pela ETE Várzea Paulista, por isso as eficiências não constam neste quadro.

**Obs: As metas de eficiência para os municípios referem-se aos valores médios, considerando-se a média ponderada pela capacidade de tratamento de todas as ETES dos municípios.

PLANO DE AÇÕES DO CADERNO DE ENQUADRAMENTO DOS CORPOS D'ÁGUA SUPERFICIAIS

O Plano de Ações do Caderno de Enquadramento dos Corpos d'água Superficiais é estruturado em quatro (4) Eixos Temáticos, 7 programas e 29 ações (Figura 6.1).



Figura 6.1 - Estrutura do Plano de Ações do Caderno Enquadramento dos Corpos d'Água Superficiais

Os quatro eixos temáticos são a seguir nominados:

- **EIXO TEMÁTICO 1:** Universalização da Coleta e do Tratamento de Esgotos;
- **EIXO TEMÁTICO 2:** Estratégias para implantação de tratamento terciário;
- **EIXO TEMÁTICO 3:** Estratégias para remoção de Cargas Poluidoras de origem difusa;
- **EIXO TEMÁTICO 4:** Capacitação em saneamento;

No Quadro 6.3 são apresentadas as ações planejadas no âmbito do Tema Estratégico de Enquadramento dos Corpos d'Água Superficiais. O descritivo detalhado de cada ação pode ser consultado no **Anexo XXX** do Relatório Final do Plano das Bacias PCJ 2020 a 2035.

Quadro 6.3 - Síntese do Plano de Ações do Caderno Enquadramento dos Corpos d'Água Superficiais

Tema Estratégico	Código da ação	Ação	Prazos		Responsáveis indicados para execução	Abrangência	Prioridade	Investimento mínimo necessário (R\$)	Fontes principais indicadas para financiamento	Proposta de indicadores de monitoramento
			Início	Fim						
ECA	1.1.1.1	Elaboração de estudos para ampliação e melhoria dos sistemas de coleta de esgotos	2021	2030	Concessionárias dos serviços de esgotamento sanitário	Municípios observando as prioridades no Plano de Bacias	Alta	22.153.133,07	Outras fontes	Documentação da execução da ação
ECA	1.1.1.2	Elaboração de estudos para ampliação e melhoria dos sistemas de transporte de esgotos	2021	2030	Concessionárias dos serviços de esgotamento sanitário	Municípios observando as prioridades no Plano de Bacias	Alta	22.153.133,07	Outras fontes	Documentação de pleitos por estudo
ECA	1.1.1.3	Elaboração de projetos de ampliação e melhoria dos sistemas de coleta de esgotos	2022	2030	Concessionárias dos serviços de esgotamento sanitário	Municípios observando as prioridades no Plano de Bacias	Alta	125.534.420,75	Outras fontes	Documentação da execução da ação
ECA	1.1.1.4	Elaboração de projetos de ampliação e melhoria dos sistemas de transporte de esgotos	2022	2030	Concessionárias dos serviços de esgotamento sanitário	Municípios observando as prioridades no Plano de Bacias	Alta	125.534.420,75	Outras fontes	Documentação de pleitos para projetos
ECA	1.1.1.5	Ampliações e melhoria dos sistemas de coleta de esgotos	2021	2035	Concessionárias dos serviços de esgotamento sanitário	Municípios observando as prioridades no Plano de Bacias	Alta	2.953.751.076,58	Outras fontes	Índice de coleta de esgoto
ECA	1.1.2.1	Melhoria e recuperação da qualidade das águas	2020	2020	Concessionárias dos serviços de esgotamento sanitário	Municípios prioritários indicados na Deliberação dos Comitês PCJ nº 324/2019	Alta	2.000.000,00	Cobrança Federal/Fehidro	Índice de tratamento de esgoto e eficiência do tratamento
ECA	1.1.2.2	Elaboração de estudos para a implantação de novas ETES visando tratamento secundário	2021	2030	Concessionárias dos serviços de esgotamento sanitário	Municípios observando as prioridades no Plano de Bacias	Muito Alta	6.119.225,81	Outras fontes	Documentação de pleitos por estudo
ECA	1.1.2.3	Elaboração de projetos para a implantação de novas ETES visando tratamento secundário	2022	2030	Concessionárias dos serviços de esgotamento sanitário	Municípios observando as prioridades para tratamento secundário	Muito Alta	34.675.612,92	Outras fontes	Documentação de pleitos para projetos
ECA	1.1.2.4	Elaboração de estudos e relatórios visando o licenciamento das ETES projetadas	2021	2025	Concessionárias dos serviços de esgotamento sanitário	A definir	Muito Alta	19.146.906,19	Cobrança Federal/Fehidro	Documentação da execução da ação
ECA	1.1.2.5	Implantação das ETES projetadas e melhorias das ETES existentes	2021	2030	Concessionárias dos serviços de esgotamento sanitário	Bacias PCJ, observando as prioridades para tratamento secundário.	Muito Alta	307.457.295,12	Outras fontes	Documentação de pleitos para obra
ECA	1.2.1.1	Elaboração de estudos de melhorias da eficiência das ETES na remoção de nutrientes	2021	2030	Concessionárias dos serviços de esgotamento sanitário	Municípios observando as prioridades para remoção de nitrogênio e fósforo	Alta	36.025.224,00	Outras fontes	Documentação de pleitos por estudo

Plano de Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá 2020-2035

Tema Estratégico	Código da ação	Ação	Prazos		Responsáveis indicados para execução	Abrangência	Prioridade	Investimento mínimo necessário (R\$)	Fontes principais indicadas para financiamento	Proposta de indicadores de monitoramento
			Início	Fim						
ECA	1.2.1.2	Elaboração de projetos de melhorias da eficiência das ETEs na remoção de nutrientes	2021	2030	Concessionárias dos serviços de esgotamento sanitário	Municípios observando as prioridades para remoção de nitrogênio e fósforo	Alta	204.142.936,00	Outras fontes	Documentação de pleitos para projetos
ECA	1.2.1.3	Elaboração de estudos de viabilidade de implantação de unidades de tratamento de rios (UTR)	2030	2030	Agência das Bacias PCJ	Sub-bacia do rio Atibaia.	Muito Baixa	420.368,26	Cobrança Federal/Fehidro	Estudos realizados
ECA	1.2.1.4	Elaboração de estudos sobre a remoção física de aguapés e a possibilidade de reutilização das plantas	2030	2030	Agência das Bacias PCJ	Bacias PCJ	Muito Baixa	672.589,21	Cobrança Federal/Fehidro	Estudos realizados
ECA	1.2.1.5	Cadastro, caracterização e modelagem de cargas industriais	2021	2022	Agência das Bacias PCJ	Bacias PCJ	Muito Alta	1.513.325,72	Cobrança Federal/Fehidro	Documentação da execução da ação
ECA	1.2.1.6	Estudos de alternativas de diminuição da carga industrial	2024	2026	Agência das Bacias PCJ e setor industrial;	Bacias PCJ, especialmente em municípios prioritários para tratamento secundário, nitrogênio e fósforo	Alta	1.513.325,72	Cobrança Federal/Fehidro	Projetos elaborados;
ECA	1.2.1.7	Elaboração e revisão de planos municipais de saneamento básico	2021	2035	Prefeituras Municipais	A definir	Média	94.710.487,50	Cobrança Federal/Fehidro	Documentação da execução da ação
ECA	1.2.1.8	Implantação de Unidades de Tratamento de Lodo nas ETAs	2021	2035	Concessionárias dos Serviços de Esgotamento Sanitário	A definir	Alta	22.500.000,00	Outras fontes	Documentação de pleitos para obras de UTLs
ECA	1.2.1.9	Implantação das melhorias das ETEs projetadas e retrofit de ETEs para remoção de nutrientes	2024	2035	Concessionárias dos serviços de esgotamento sanitário	Bacias PCJ, observando as prioridades para fósforo e nitrogênio.	Alta	2.401.681.560,00	Outras fontes	% das ETEs municipais que atendem as eficiências para o enquadramento proposto.
ECA	1.2.2.1	Elaboração de estudos sobre os impactos da cloração de efluentes nos mananciais	2026	2026	Agência das Bacias PCJ	Bacias PCJ	Média	700.000,00	Cobrança Federal/Fehidro	Estudos realizados
ECA	1.2.2.2	Elaboração de projetos de implantação de tecnologias de desinfecção de efluentes domésticos	2021	2030	Concessionárias dos serviços de esgotamento sanitário	A definir	Média	1.554.980,00	Cobrança Federal/Fehidro	Documentação da execução da ação
ECA	1.2.2.3	Implantação das tecnologias de desinfecção projetadas	2024	2030	Concessionárias dos serviços de esgotamento sanitário	Bacias PCJ, observando as prioridades para Coliformes	Alta	327.412.920,00	Outras fontes	% das ETEs municipais em municípios prioritários com desinfecção

CADERNO TEMÁTICO DE ENQUADRAMENTO DOS CORPOS D'ÁGUA SUPERFICIAIS

Tema Estratégico	Código da ação	Ação	Prazos		Responsáveis indicados para execução	Abrangência	Prioridade	Investimento mínimo necessário (R\$)	Fontes principais indicadas para financiamento	Proposta de indicadores de monitoramento
			Início	Fim						
ECA	1.3.1.1	Elaboração de estudo do background de fósforo nos corpos hídricos das Bacias PCJ e integração no SSD	2024	2024	Agência das Bacias PCJ	Bacias PCJ	Alta	1.707.385,87	Cobrança Federal/Fehidro	Estudo elaborado contemplando todas as Bacias PCJ
ECA	1.3.1.2	Elaboração de estudo piloto para avaliação da carga difusa de origem urbana e rural afluente nos corpos hídricos das Bacias PCJ	2024	2025	Agência das Bacias PCJ	Bacias PCJ, observando as prioridades para fósforo e nitrogênio.	Alta	663.259,07	Cobrança Federal/Fehidro	Estudo elaborado contemplando todas as Bacias PCJ
ECA	1.3.1.3	Elaboração de estudo sobre estruturas de controle e redução de cargas difusas e definição de metodologia para identificação e priorização de áreas potencialmente afetadas por cargas difusas de origem rural e urbana	2025	2026	Agência das Bacias PCJ	Bacias PCJ	Alta	2.700.000,00	Cobrança Federal/Fehidro	Estudo elaborado contemplando as Bacias PCJ
ECA	1.3.2.1	Elaboração de projetos demonstrativos para contenção de cargas difusas de origem rural e urbana	2024	2025	Agência das Bacias PCJ	Bacias PCJ, observando as prioridades para fósforo e nitrogênio.	Média	2.417.050,25	Outras fontes	Estudos e resultados para cada área selecionada; redução medida do aporte de poluição difusa
ECA	1.3.2.2	Elaboração de um Plano de Contenção de Cargas Difusas em locais prioritários nas Bacias PCJ	2024	2025	Agência das Bacias PCJ	Bacias PCJ, observando as prioridades para fósforo e nitrogênio.	Alta	2.701.741,78	Cobrança Federal/Fehidro	Plano de contenção das cargas difusas elaborado e contemplando as Bacias PCJ
ECA	1.3.2.3	Implantação de medidas de contenção de cargas difusas de origem rural e urbana em locais prioritários	2026	2035	Prefeituras Municipais	Bacias PCJ, observando as prioridades para fósforo e nitrogênio.	Alta	263.261.969,62	Outras fontes	Porcentagem de locais prioritários nos quais foram adotadas as medidas propostas na sua integralidade ou de maneira parcial; redução dos poluentes nos corpos hídricos a jusante dos locais onde as medidas foram tomadas
ECA	1.4.1.2	Ampliação e divulgação do programa de capacitação (Escola da Água e Saneamento), fomento e incentivo à capacitação de operadores	2021	2024	Agência das Bacias PCJ	Bacias PCJ	Muito Alta	400.000,00	Cobrança Federal/Fehidro	Documentação da execução da ação
RECURSO FINANCEIRO TOTAL PARA O TEMA ESTRATÉGICO								6.985.224.347,27		

7 SÍNTESE DA PRIORIZAÇÃO DAS AÇÕES

Este item apresenta a síntese da priorização das ações apresentadas no Quadro 6.3. A Figura 7.1 apresenta a contagem do número de ações conforme priorização. O Quadro 7.1 apresenta as ações do Caderno Enquadramento dos Corpos d'Água Superficiais, conforme a prioridade.

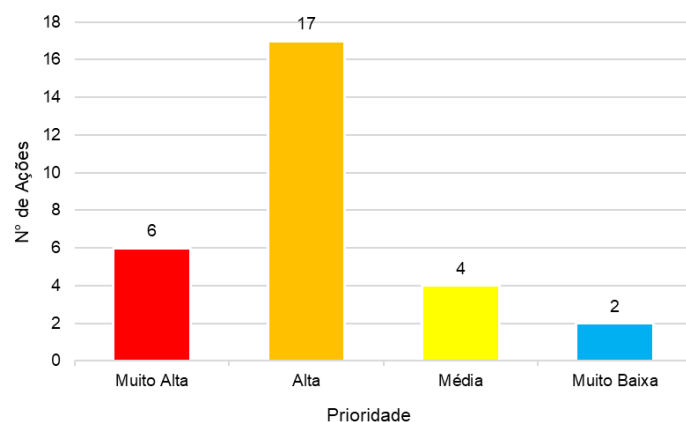


Figura 7.1 - Síntese da priorização das ações.

Quadro 7.1 - Priorização das ações do Caderno de Enquadramento dos Corpos d'Água Superficiais

Ação	Prioridade
1.1.1 - Elaboração de estudos para ampliação e melhoria dos sistemas de coleta de esgotos	Alta
1.1.2 - Elaboração de estudos para ampliação e melhoria dos sistemas de transporte de esgotos	Alta
1.1.3 - Elaboração de projetos de ampliação e melhoria dos sistemas de coleta de esgotos	Alta
1.1.4 - Elaboração de projetos de ampliação e melhoria dos sistemas de transporte de esgotos	Alta
1.1.5 - Ampliações e melhoria dos sistemas de coleta de esgotos	Alta
1.2.1 - Melhoria e recuperação da qualidade das águas	Alta
1.2.2 - Elaboração de estudos para a implantação de novas ETES visando tratamento secundário	Muito Alta

Ação	Prioridade
1.2.3 - Elaboração de projetos para a implantação de novas ETES visando tratamento secundário	Muito Alta
1.2.4 - Elaboração de estudos e relatórios visando o licenciamento das ETES projetadas	Muito Alta
1.2.5 - Implantação das ETES projetadas e melhorias das ETES existentes	Muito Alta
2.1.1 - Elaboração de estudos de melhorias da eficiência das ETES na remoção de nutrientes	Alta
2.1.2 - Elaboração de projetos de melhorias da eficiência das ETES na remoção de nutrientes	Alta
2.1.3 - Elaboração de estudos de viabilidade de implantação de unidades de tratamento de rios (UTR)	Muito Baixa
2.1.4 - Elaboração de estudos sobre a remoção física de aguapés e a possibilidade de reutilização das plantas	Muito Baixa
2.1.5 - Cadastro, caracterização e modelagem de cargas industriais	Muito Alta
2.1.6 - Estudos de alternativas de diminuição da carga industrial	Alta
2.1.7 - Elaboração e revisão de planos municipais de saneamento básico	Média
2.1.8 - Implantação de Unidades de Tratamento de Lodo nas ETAs	Alta
2.1.9 - Implantação das melhorias das ETES projetadas e retrofit de ETES para remoção de nutrientes	Alta
2.2.1 - Elaboração de estudos sobre os impactos da cloração de efluentes nos mananciais	Média
2.2.2 - Elaboração de projetos de implantação de tecnologias de desinfecção de efluentes domésticos	Média
2.2.3 - Implantação das tecnologias de desinfecção projetadas	Alta
3.1.1 - Elaboração de estudo do background de fósforo nos corpos hídricos das Bacias PCJ e integração no SSD	Alta
3.1.2 - Elaboração de estudo piloto para avaliação da carga difusa de origem urbana e rural afluente nos corpos hídricos das Bacias PCJ	Alta
3.1.3 - Elaboração de estudo sobre estruturas de controle e redução de cargas difusas e definição de metodologia para identificação e priorização de áreas potencialmente afetadas por cargas difusas de origem rural e urbana	Alta
3.2.1 - Elaboração de projetos demonstrativos para contenção de cargas difusas de origem rural e urbana	Média
3.2.2 - Elaboração de um Plano de Contenção de Cargas Difusas em locais prioritários nas Bacias PCJ	Alta
3.2.3 - Implantação de medidas de contenção de cargas difusas de origem rural e urbana em locais prioritários	Alta
4.1.2 - Ampliação e divulgação do programa de capacitação (Escola da Água e Saneamento), fomento e incentivo à capacitação de operadores	Muito Alta

8 DIRETRIZES ESTRATÉGICAS PARA O TEMA ENQUADRAMENTOS DOS CORPOS D'ÁGUA SUPERFICIAIS

O enquadramento dos corpos d'água é um dos temas centrais do Plano das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá 2020 a 2035, sendo apresentando como proposta o “programa de efetivação do enquadramento dos corpos d'água até o ano de 2035”. Por isso, diretrizes para o enquadramento são de extrema importância e são resultado do trabalho de revisão do plano como todo, com atividades e metas que perfazem as Etapas 1, 2 e 3 deste estudo.

Cabe destacar que grande parte das diretrizes foram elaboradas e discutidas no âmbito da elaboração do Caderno de Enquadramento dos Corpos d'Água, e estão relacionadas às estratégias de alcance do enquadramento para as Bacias PCJ, que deverão ser observadas pelos órgãos gestores, poder público e usuários, como setor de saneamento e industrial. As principais diretrizes relacionadas ao instrumento de enquadramento são:

- Aprofundar discussões sobre o encaminhamento ao CERH-MG/CNRH de proposta de enquadramento para os cursos d'água mineiros,

INTEGRAÇÃO DO ENQUADRAMENTO COM OS DEMAIS INSTRUMENTOS DE GESTÃO E OUTRAS INICIATIVAS EM ANDAMENTO NAS BACIAS PCJ

Com o objetivo de buscar a integração do instrumento de enquadramento dos corpos hídricos com os outros instrumentos de gestão e a articulação com os demais temas do Plano, são definidas as seguintes diretrizes:

- Promover a articulação entre os instrumentos de gestão;

considerando o Plano Diretor de Recursos Hídricos (PDRH) da UPRH PJ1;

- Promover, conforme necessário, estudos complementares voltados à avaliação das possibilidades de viabilização dos investimentos necessários para a efetivação do enquadramento dos corpos d'água;
- Fomentar o *retrofit* de ETEs, de modo a promover maior eficiência de tratamento, e possibilitar o reúso de efluentes, como forma de aumentar a segurança hídrica das Bacias PCJ;
- Fomentar ações relacionadas ao tratamento terciário nos municípios, considerando o porte, a localização e os usos de jusante, de acordo com a priorização do Plano das Bacias PCJ 2020 a 2035;
- Promover e incentivar a capacitação dos operadores de ETEs;
- Promover a articulação e mobilização entre municípios para soluções integradas em saneamento e alcance das metas do Plano;
- Envolver as agências reguladoras de saneamento nas discussões sobre o financiamento das ações de saneamento para a implementação do plano;
- Aprofundar discussões sobre o enquadramento das águas subterrâneas.

- Buscar a articulação entre ações de gestão territorial e uso do solo e de infraestrutura de tratamento de esgotos;
- Incentivar ações locais para despoluição de corpos d'água, em especial nos ribeirões Quilombo e Anhumas;

- Incentivar o estabelecimento de parcerias entre Universidades e Companhias de Saneamento para o desenvolvimento de tecnologias visando alcançar maiores eficiências para remoção de nutrientes;
- Fomentar e acompanhar discussões sobre a regulamentação do teor de fósforo em produtos específicos, a exemplo da Resolução CONAMA nº 359/2005;
- Promover discussões acerca dos limites para fósforo de que tratam as Resoluções CONAMA nº 357/2005 e nº 430/2011.

PARÂMETROS PARA AVALIAÇÃO

O desenvolvimento dos estudos envolvendo a análise da situação atual da qualidade da água, e a simulação de cenários futuros envolveu sete parâmetros: OD, DBO, nitrogênio (nitrogênio amoniacal, nitrito e nitrato), fósforo total e coliformes termotolerantes. Os resultados evidenciaram que há um longo caminho a ser percorrido, a fim de compatibilizar a situação atual, com as metas de qualidade da água estabelecidas pelo Enquadramento dos Corpos d'Água, especialmente no que se refere à nutrientes e coliformes.

Neste sentido, entende-se que, atualmente, não são necessários novos parâmetros para inclusão na lista de parâmetros prioritários para Enquadramento nas Bacias PCJ, pois os parâmetros que estão em pauta representam os principais impactos das cargas pontuais e difusas nos corpos hídricos. Além disso, o avanço do alcance das metas de Enquadramento depende fortemente da articulação entre órgãos gestores e usuários da água, somados à elevados investimentos, que são fundamentais para garantir a

qualidade dos corpos d'água, compatível com os usos atuais ou pretendidos, e que representam um grande desafio de implementação das metas estabelecidas no âmbito deste Plano das Bacias PCJ 2020 a 2035.

No entanto, devido às diversas vocações das Bacias PCJ, com destaque para a indústria e irrigação, outros parâmetros poderão ser monitorados, a fim de mensurar e melhor conhecer os seus impactos na qualidade dos corpos d'água das Bacias PCJ. Desta forma, em complementação aos parâmetros já estudados, será importante monitorar, quando possível, outros parâmetros sinalizadores da qualidade da água, que atualmente estão contemplados na base de dados monitorados pela CETESB, conforme indicado:

- Estudar as possibilidades de aprimorar o monitoramento da presença de agrotóxicos (inseticidas, herbicidas e pesticidas organoclorados) nos corpos hídricos;
- Promover o monitoramento de “clorofila A” e “feofitina B” em reservatórios, com o objetivo de indicar a presença de algas.
- Estudar a presença de metais nocivos à saúde humana, à fauna e à flora, como cromo e cádmio, dispensados nos corpos hídricos principalmente por meio de efluentes industriais e pelo uso de fertilizantes;
- Avaliar a presença de compostos organoclorados formados devido à presença de cloro residual nos mananciais.

MÉTRICAS PARA AVALIAÇÃO DO ALCANCE DAS METAS DE ENQUADRAMENTO

O acompanhamento do alcance das metas é essencial para que seja efetivado o enquadramento. Para a avaliação do avanço das metas, recomenda-se:

- Acompanhar a evolução dos índices de coleta e tratamento de esgotos nos municípios, em relação aos dados iniciais e às metas do Plano;
- Acompanhar a evolução da eficiência de remoção de DBO, de coliformes e de nutrientes pelas ETEs, em relação aos dados iniciais e às metas do Plano. É importante que sejam avaliadas as eficiências médias, em função das variações operacionais que podem ocorrer nas ETEs;
- Estabelecer procedimentos a serem adotados para avaliação do atendimento das metas de enquadramento, considerando variáveis como: variações operacionais que possam ocorrer nas ETEs; sazonalidade hidrológica; porcentagem de tempo de atendimento ao enquadramento para os respectivos parâmetros; e índices de conformidade ao enquadramento.

METAS DE ENTREGA

A compatibilidade de entrega na foz dos afluentes com os rios principais é essencial para o alcance do enquadramento. Portanto, é necessário que sejam estabelecidas condições de entrega, principalmente em pontos onde há incompatibilidade entre classes. No Quadro 26.2 do Relatório Final do Plano

das Bacias PCJ 2020 a 2035 apresenta-se a equivalência dos parâmetros analisados no SSD PCJ, em diferentes cenários, para rios que deságuam no Rio Tietê e para os trechos cortados pela divisa entre os estados de SP e MG

RECOMENDAÇÕES PARA REVISÕES FUTURAS DO PLANO ENVOLVENDO A TEMÁTICA DE ENQUADRAMENTO

De acordo com a Lei das Águas, o enquadramento dos corpos hídricos é um instrumento de gestão que visa assegurar a compatibilidade da qualidade das águas com os usos mais exigentes e diminuir os custos de combate à poluição das águas, por meio de ações preventivas. Entretanto, para que se tenha sucesso na implementação do enquadramento, é necessário que sejam observados aspectos econômicos relacionados ao alcance do enquadramento.

A Resolução CNRH 91/2008 estabelece que a proposta de enquadramento deve estar relacionada à estimativa dos custos para a implementação das ações de gestão. A efetivação do enquadramento, de acordo com Brites (2010), só é possível quando são analisados, de forma integrada, os custos de despoluição e a disponibilidade dos recursos financeiros. Entretanto, no Brasil, a maior parte dos processos de enquadramento não incorpora os custos e os benefícios relacionados à implementação das ações, tornando difícil o alcance das metas de enquadramento e, portanto, um instrumento pouco efetivo.

Os estudos do Plano das Bacias PCJ 2020 a 2035 avançaram na análise dos estudos de qualidade da água, a partir da análise da permanência do

enquadramento, considerando simulações com séries históricas de vazão. Desta forma, é importante que sejam promovidas discussões acerca da utilização da permanência de vazões e no estabelecimento de uma permanência (ex. 80% do tempo enquadramento atendido) que os usuários entendam como adequada para manutenção dos usos, pois a vazão $Q_{7,10}$ é uma vazão bastante restritiva. Destaca-se que atualmente, com base na resolução CONAMA nº 357/2005, o Enquadramento deve ser verificado na vazão de referência $Q_{7,10}$.

Desta forma, recomenda-se que:

- Em revisões futuras do enquadramento se avance em discussões que envolvam critérios econômicos, buscando a definição de metas economicamente tangíveis assim como benefícios econômicos associados às metas (ex. redução dos custos de tratamento de água, economia de energia, potencial de reúso).

REFERÊNCIAS

CONSÓRCIO PROFILL-RHAMA. Plano de Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí, 2020 a 2035: Relatório Final. Comitês PCJ/Agência das Bacias PCJ (Org.). Piracicaba – SP. 757 p. 2020



COMITÊS PCJ



Rua Alfredo Guedes nº 1949, Sala 604.
Piracicaba, SP. CEP 13416-901.



www.comitespcj.org.br



se.pcj@comites.baciaspcj.org.br



(19) 3437-2100



PROFILL



RHAMA



Agência das Bacias PCJ