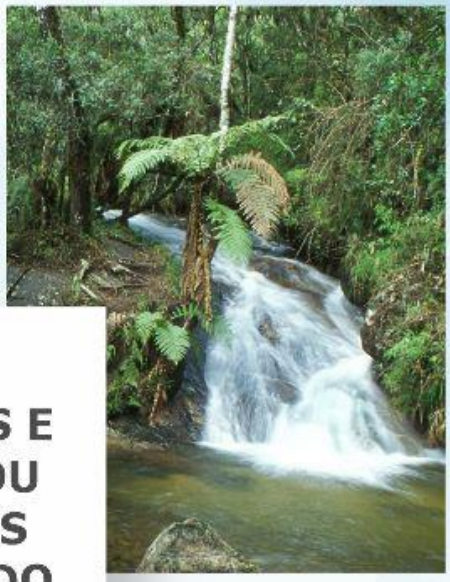


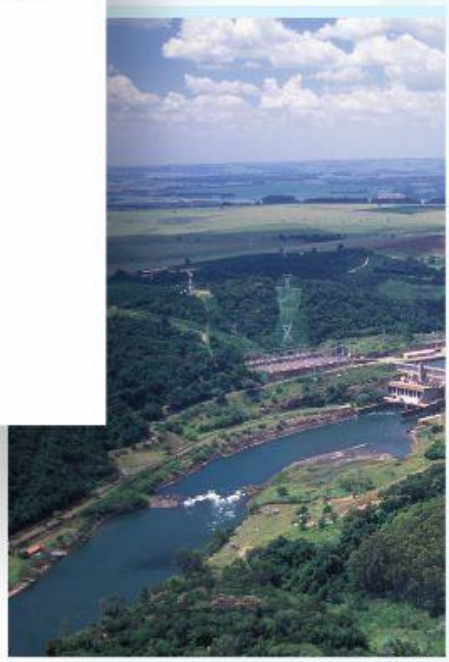
ELABORAÇÃO DE DIRETRIZES, CRITÉRIOS E PROCEDIMENTOS PARA EFETIVAÇÃO E/OU ATUALIZAÇÃO DO ENQUADRAMENTO DOS CORPOS D'ÁGUA SUPERFICIAIS DO ESTADO DE SÃO PAULO

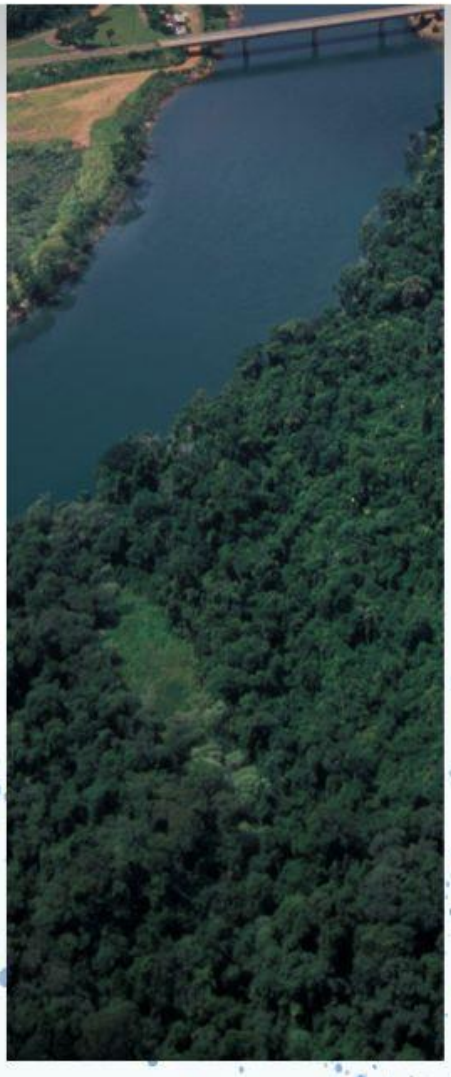
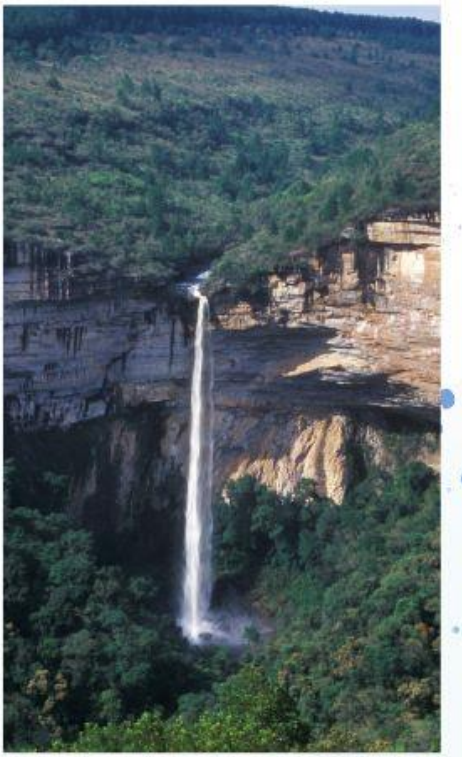
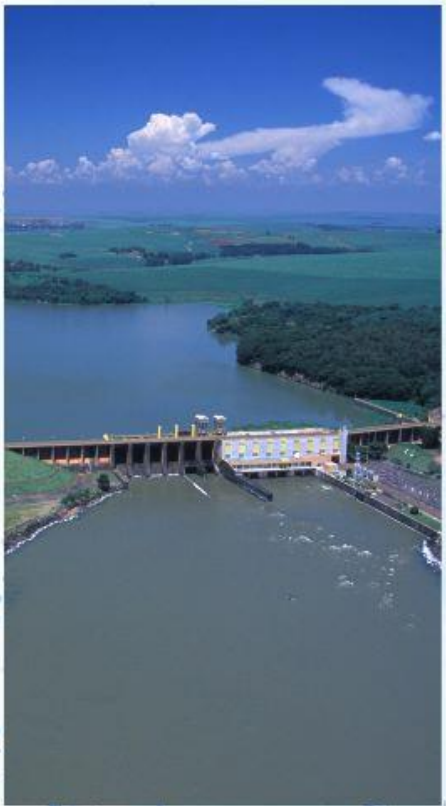
Relatório Preliminar

Produto 2

BID
Banco Interamericano de Desenvolvimento

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO



Governo do Estado de São Paulo
Secretaria de Estado de Meio Ambiente, Infraestrutura e Logística.

Elaboração de Diretrizes, Critérios e Procedimentos para Efetivação e/ou Atualização do Enquadramento dos Corpos D'água Superficiais do Estado de São Paulo.

Cooperação Técnica Não Reembolsável ATN/MA-16719-BR.

ATN/OC-16720-BR Projeto de Apoio para o Fortalecimento da Capacidade de Prevenção e Gestão de Crises Hídricas no Estado de São Paulo.

PROCESSO n° 76982/2022 - CONTRATO 37/2022/GS.

Relatório Preliminar

Produto 2

Consultor:
Sidnei Gusmão Agra

Abril de 2023.

APRESENTAÇÃO

Este documento apresenta a entrega do **Produto 02, Relatório Preliminar,** referente ao serviço técnico especializado para a "Elaboração de diretrizes, critérios e procedimentos para efetivação e/ou atualização do Enquadramento dos Corpos d'Água Superficiais do Estado de São Paulo", a partir da contratação individual de consultoria técnica especializada, conforme o contrato 37/2022/GS, no âmbito do processo n° 76982/2022.

O trabalho em tela insere-se na Cooperação Técnica Não Reembolsável ATN/MA-16719-BR - ATN/OC-16720-BR Projeto de Apoio para o Fortalecimento da Capacidade de Prevenção e Gestão de Crises Hídricas no Estado de São Paulo.

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO 3

SUMÁRIO 4

LISTA DE FIGURAS 7

LISTA DE QUADROS 9

1. INTRODUÇÃO 10

2. Área de Estudo e o Enquadramento dos Corpos d'água 11

3. Discussões ocorridas no âmbito do GT Enquadramento 16

4. Vazão de Referência para Enquadramento 20

4.1. Principais atos normativos que tratam da vazão de referência 20

4.2. Breve discussão acerca das vazões de referência para Enquadramento dos corpos d'água 21

4.2.1. Vazão de referência constante 21

4.2.2. Vazão de referência sazonal 23

4.2.3. Permanência da qualidade da água 24

4.3. Aspectos positivos e negativos sobre a vazão para enquadramento 27

5. Gestão compartilhada dos recursos hídricos e mecanismos de integração para bacias interestaduais 29

5.1. Plano Nacional de Recursos Hídricos 2022-2040 30

5.2. Plano Estadual de Recursos Hídricos (SP) 2020-2023 31

5.3. Planos Integrados de Recursos Hídricos 31

5.3.1. Comitê de Integração da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul (CEIVAP) 32

5.3.2. Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Paranapanema (CBH Paranapanema) 35

5.3.3. Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Grande (CBH Grande) 41

5.3.4.Comitê das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí 45

5.3.5.Resumo dos principais aspectos de interesse 57

5.4. Estudo “Propostas para Aperfeiçoar os Instrumentos de Gestão de Recursos Hídricos considerando situações de crises hídricas no Estado de São Paulo” 60

6. Informações de interesse para a elaboração do Relatório Técnico de Atendimento ao Enquadramento dos Corpos d'Água 63

6.1. Monitoramento realizado pela CETESB 63

6.2. Monitoramento realizado pelo DAEE 69

6.2.1.Monitoramento de chuva e vazão 69

6.2.2.Outorgas de lançamento 69

7. Indicadores de acompanhamento 70

7.1. Subsídios metodológicos 70

7.1.1.Cálculo da Permanência do Enquadramento 70

7.1.2.Cálculo do Índice de Conformidade ao Enquadramento 72

8. Proposta de Diretrizes, Critérios e Procedimentos para Atualização e/ou Efetivação do Enquadramento 78

8.1. Diretrizes gerais para o processo de atualização do enquadramento 78

8.1.1.Base de dados 78

8.1.2.Vazão de referência 79

8.1.3.Matriz de usos *versus* impactos 80

8.1.4.Usos Preponderantes 81

8.1.5.Parâmetros Prioritários de Referência 81

8.1.6.Participação social 82

8.1.7.Indicadores de acompanhamento 83

8.2. Integração entre instrumentos de gestão 84

8.2.1.Planos de Recursos Hídricos 84

8.2.2.Outorga e Licenciamento 85

8.2.3.Sistemas de informação e base de dados 85

8.3. Proposta de Gestão Compartilhada entre UGRHIs e integração entre domínios 86

9. Conteúdo mínimo para Relatório Técnico de Atendimento ao Enquadramento dos Corpos d'Água 88

10. Referências 91

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1. UGRHI e Regiões Hidrográficas do Estado de São Paulo. 12

Figura 2.2. Enquadramento e Índice de Conformidade ao Enquadramento 2017 (ICE). 13

Figura 4.1 - Curva representativa da permanência da DBO em função dos cenários simulados. (Fonte: Brites, 2010). 25

Figura 5.1 – UGRHIs paulistas e as Bacias Hidrográficas de domínio da União. 32

Figura 5.2 – Processo de Enquadramento sugerido no PIRH Paraíba do Sul.... 34

Figura 5.3 – ilustrações das séries de vazões, concentrações e cargas nos reservatórios e as respectivas curvas de permanência 38

Figura 5.4 – Limites adotados para DBO, PT e NT 39

Figura 5.5 – Limites adotados para DBO, PT e NT 40

Figura 5.6 Localização da bacia hidrográfica do rio Grande 41

Figura 5.7 –Atendimento ao Enquadramento nas Bacias PCJ nos Cenário Intermediários (2025 e 2030), de Planejamento (2035) e de Enquadramento (2050) – $Q_{7,10}$. 47

Figura 5.8 – Evolução do Enquadramento nos trechos das Bacias PCJ na situação hídrica de $Q_{7,10}$ com relação aos parâmetros OD, DBO e Nitrogênio Amoniacal 48

Figura 5.9 – Evolução do Enquadramento nos trechos das Bacias PCJ na situação hídrica de $Q_{7,10}$ com relação aos parâmetros fósforo, coliformes termotolerantes e todos os parâmetros. 49

Figura 5.10 – Permanência no Enquadramento nas Bacias PCJ nos Cenário Intermediários (2025 e 2030), de Planejamento (2035) e de Enquadramento (2050) – Séries Históricas de vazão. 51

Figura 5.11 - Evolução da permanência no Enquadramento nos trechos das Bacias PCJ com relação aos parâmetros OD, DBO e nitrogênio amoniacal. 52

Figura 5.12 - Evolução da permanência no Enquadramento nos trechos das Bacias PCJ com relação aos parâmetros fósforo e coliformes termotolerantes e de forma simultânea para todos os parâmetros. 53

Figura 6.1 – Porcentagem da população atendida pela coleta e pelo tratamento de esgotos e ICTEM nas áreas urbanas das 22 UGRHIs - (2021). 64

Figura 6.2 – Porcentagem de tratamento de esgoto doméstico por município (2021). 65

Figura 6.3 – Pontos de Monitoramento da Rede Básica CETESB / Rede Nacional de Monitoramento da Qualidade das Águas 2021 66

Figura 6.4 – Porcentagens de resultados da Rede Básica que não atendem os padrões estabelecidos para a Classe 2, em 2021 e no período de 2016 a 2020 (2021). 67

Figura 6.5 – Porcentagem de resultados desconformes para a Classe 2 das variáveis monitoradas na Rede Básica por UGRHI em relação ao total de desconformidade no Estado em 2021 e a porcentagem da população urbana da UGRHI em relação a população do Estado 68

Figura 6.6 - Intensidades de chuva mensais e anual no estado de São Paulo em 2021 68

Figura 6.7 - Relação de pontos de monitoramento de qualidade e respectivo posto fluviométrico 69

Figura 7.1 - Curva de cargas no rio Iguaçu, em Porto Amazonas 72

Figura 7.2 - Percentual de pontos nas classes do ICE, considerando dois, cinco e sete parâmetros 76

Figura 7.3 – Evolução anual dos pontos de monitoramento conforme as classes do ICE para 5 parâmetros. 77

LISTA DE QUADROS

Quadro 3.3 – Subsídios das reuniões do GT Enquadramento 17

Quadro 2.2 – Aspectos positivos e negativos referentes à vazão de referência para Enquadramento. 28

Quadro 3.1 – Aspectos de interesse 58

Quadro 3.2 – Propostas de aprimoramento nos instrumentos de gestão 62

Quadro 2.1 – Faixas de classificação do ICE 74

1. INTRODUÇÃO

Este documento apresenta o Relatório Preliminar – Produto 02 referente ao serviço técnico especializado[1] para a "Elaboração de diretrizes, critérios e procedimentos para efetivação e/ou atualização do Enquadramento dos Corpos d'Água Superficiais do Estado de São Paulo", a partir da contratação individual de consultoria técnica especializada, conforme o contrato 37/2022/GS, no âmbito do processo n° 76982/2022.

Este trabalho ocorre no âmbito de um acordo de Cooperação Técnica[2] (CT) entre o Estado de São Paulo e o Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID), com o objetivo de apoiar o Estado de São Paulo no desenho e implementação das medidas requeridas para fortalecer a capacidade de prevenção e gestão de crises hídricas, necessárias para enfrentar, de maneira sustentável, os problemas derivados da escassez de água, em seus aspectos institucionais, técnicos e normativos. As atividades desenvolvidas serão orientadas e supervisionadas pela Secretaria Meio Ambiente, Infraestrutura e Logística – SEMIL.

A CT é composta por três componentes de ação: Componente 1: fortalecimento do sistema de informação e gestão dos recursos hídricos em situação de crise; Componente 2: fortalecimento do sistema de gestão dos serviços de abastecimento de água em situação de crise; Componente 3: fortalecimento institucional para a gestão de crises hídricas. As componentes 2 e 3 fazem parte de um convênio específico com a Secretaria Meio Ambiente, Infraestrutura e Logística – SEMIL.

Este trabalho visa fornecer subsídios ao reenquadramento dos cursos de água do Estado de São Paulo, propiciar aos gestores de recursos hídricos e agências/comitês de bacias hidrográficas, em âmbito estadual, um melhor instrumental para rever e adequar a classificação dos corpos d'água em termos qualitativos, de acordo com os usos atuais e futuros, bem como estabelecer programas para sua efetivação, propiciando uma melhor gestão dos recursos hídricos.

[1] Contratação individual de consultoria técnica especializada, conforme o contrato 37/2022/GS, no âmbito do processo n° 76982/2022

[2] Cooperação Técnica Não Reembolsável ATN/MA-16719-BR - ATN/OC-16720-BR Projeto de Apoio para o Fortalecimento da Capacidade de Prevenção e Gestão de Crises Hídricas no Estado de São Paulo.

2. Área de Estudo e o Enquadramento dos Corpos d'água

Este estudo abrange o conjunto das águas superficiais do Estado de São Paulo, considerando sua divisão hidrográfica em 7 (sete) Regiões/Bacias Hidrográficas, as quais, por sua vez, estão organizadas institucionalmente em 22 (vinte e duas) Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos - UGRHI. O Plano Estadual de Recursos Hídricos - PERH define estas 7 (sete) Regiões/Bacias Hidrográficas e as respectivas UGRHI conforme segue:

- Bacia do Rio Paraíba do Sul: UGRHI 02 - Paraíba do Sul;
- Bacia do Rio Tietê: UGRHI 05 - Piracicaba/Capivari/Jundiaí, UGRHI 06 - Alto Tietê, UGRHI 10 - Sorocaba e Médio Tietê, UGRHI 13 - Tietê-Jacaré, UGRHI 16 - Tietê- Batalha e UGRHI 19 - Baixo Tietê;
- Região Hidrográfica da Vertente Litorânea: UGRHI 03 - Litoral Norte, UGRHI 07 - Baixada Santista e UGRHI 11 - Ribeira de Iguape e Litoral Sul;
- Região Hidrográfica da Vertente Paulista do Rio Grande: UGRHI 01 - Serra da Mantiqueira, UGRHI 04 - Pardo, UGRHI 08 - Sapucaí-Mirim/Grande, UGRHI 09 - Mogi-Guaçu, UGRHI 12 - Baixo Pardo/Grande e UGRHI 15 - Turvo/Grande;
- Região Hidrográfica da Vertente Paulista do Rio Paranapanema: UGRHI 14 - Alto Paranapanema, UGRHI 17 - Médio Paranapanema e UGRHI 22 - Pontal do Paranapanema;
- Região Hidrográfica de São José dos Dourados: UGRHI 18 - São José dos Dourados;
- Região Hidrográfica Aguapeí/Peixe: UGRHI 20 - Aguapeí e UGRHI 21 - Peixe.

- As Regiões Hidrográficas são apresentadas na Fonte: Cobrape (2020)

  Figura 2.1.

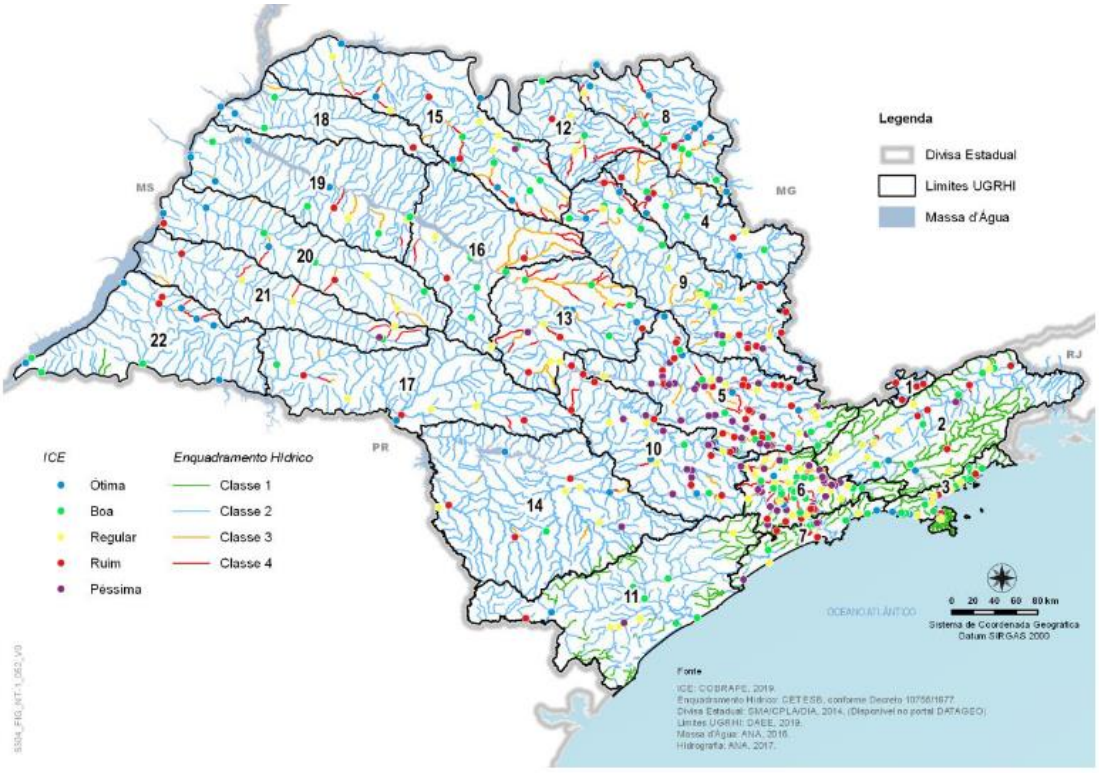
Fonte: Cobrape (2020)

Figura 2.1. UGRHI e Regiões Hidrográficas do Estado de São Paulo.

O Enquadramento dos Corpos D'Água em Classes de Uso é um dos instrumentos das Políticas Nacional (Lei 9.433/1997) e Estadual de Recursos Hídricos (Lei Estadual nº 7.663/1991), regulamentado por uma série de decretos e resoluções, que foram suficientemente detalhados no Termo de Referência.

Um marco relevante no caso do Estado de São Paulo, é o Decreto Estadual nº 10.755/77, que estabeleceu o Enquadramento para o conjunto das bacias hidrográficas, e que vem sendo alterado, em processos pontuais, através de novos decretos ou resoluções, para o caso de algumas UGRHIs, com destaque para o reenquadramento do Rio Jundiaí.

A Figura 2.2, Enquadramento vigente, com base no Decreto Estadual nº 10.755/77, e o Índice de Conformidade ao Enquadramento (ICE), indicador que mede a distância entre a condição atual de um corpo d'água e a meta de qualidade estabelecida pelo Enquadramento. De acordo com ANA (2013), este indicador pode auxiliar na avaliação do quanto se está aproximando ou distanciando dos objetivos de qualidade de água almejados no Enquadramento e no processo de acompanhamento das metas de despoluição.



Fonte: Cobrape (2020)

Figura 2.2. Enquadramento e Índice de Conformidade ao Enquadramento 2017 (ICE).

Importa referir aqui duas resoluções de abrangência nacional, uma do CONAMA e outra do CNRH, que atualmente disciplinam o instrumento Enquadramento, definindo-o e estabelecendo os procedimentos para sua elaboração:

- Resolução CONAMA no 357/2005 (alterada pelas Res. 370/2006, 393/2007, 397/2008, 410/2009 e 430/2011) - Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu Enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.
- Resolução CNRH nº 91/2008 - Dispõe sobre procedimentos gerais para o Enquadramento dos corpos de água superficiais e subterrâneos.

Conforme a resolução CONAMA 357/2005, o Enquadramento deve ser compreendido mediante o seguinte conceito[3]:

> *O Enquadramento dos corpos d'água é o estabelecimento da meta ou objetivo de qualidade da água (classe) a ser, obrigatoriamente, alcançado ou mantido em um segmento de um corpo de água, de acordo com os usos preponderantes pretendidos ao longo do tempo.*

O Enquadramento dos corpos d'água, consiste, portanto, na classificação de trechos de rios de acordo com seus usos pretendido, como por exemplo o abastecimento público, recreação de contato primário, irrigação, proteção, definindo-se, para tanto, uma meta de qualidade a ser alcançada ou mantida. Assim, o Enquadramento é um importante instrumento de planejamento que deve considerar: (i) a condição atual do corpo d'água; (ii) os usos atuais e os usos desejados pela sociedade para o corpo hídrico; e, (iii) uma visão realista acerca da possibilidade de atingir uma qualidade condizente com os usos pretendidos, considerando as limitações técnicas e econômicas.

O processo de Enquadramento ou de reenquadramento de corpos hídricos, no caso do Estado de São Paulo, é complexo e envolve uma etapa técnica e outra política/institucional, que passa pela necessidade de um diagnóstico para avaliação dos usos atuais e futuros da água, da quantidade e qualidade dos recursos hídricos, dos conflitos de interesse existentes, e das

[3] Conforme o inciso XX, do Art. 2º, da Resolução CONAMA no 357/2005.

características socioeconômicas e de uso do solo da região. Também é importante considerar a viabilidade técnica e econômica dos processos de despoluição e das metas estabelecidas.

O que se espera do processo em tela, é uma avaliação integrada do conjunto de regiões / bacias hidrográficas de São Paulo, considerando inclusive a integração para o caso de águas compartilhadas entre UGRHIs e com outros Estados da Federação, resultando na proposição de diretrizes, critérios e procedimentos para efetivação e/ou atualização do Enquadramento dos Corpos D'Água Superficiais do Estado de São Paulo.

Desse modo, as disposições das duas resoluções referidas acima serão discretizadas e adaptadas ao Estado de São Paulo, considerando o arcabouço institucional e legal da gestão integrada de recursos hídricos, as bases de dados disponíveis, e os processos de Enquadramento e reenquadramento já realizados.

3. Discussões ocorridas no âmbito do GT Enquadramento

As diretrizes para o Enquadramento dos corpos d'água no estado de São Paulo foram bastante discutidas no âmbito do GT Enquadramento em diferentes momentos, e são os principais subsídios para a estruturação das diretrizes, sendo eles sistematizados no Quadro 3.1. Os documentos utilizados foram:

- "Seminário de Gestão Integrada dos Recursos Hídricos do Estado de São Paulo, Subsídios para revisão dos Planos das Bacias Hidrográficas", ocorrido em 18 de julho de 2014;
- "Relato dos assuntos discutidos pelos membros nas reuniões do GT-Enquadramento", no âmbito do GT Enquadramento, Câmara Técnica de Planejamento (CTPlan – CRH), ocorridas entre 26 de novembro de 2013 e 04 de dezembro de 2014;
- Relato da primeira reunião do GA Enquadramento para acompanhamento deste estudo, ocorrida em 10 de março de 2023;

Quadro 3.1 – Subsídios das reuniões do GT Enquadramento

Tema	Seminário Gestão Integrada dos RH (2014)	Grupo Técnico de Enquadramento dos Corpos d'Água GT-Enquadramento	Diretriz GT (Reunião GA 10/03/23)	Encaminhamento (Reunião GA 10/03/23)
Base de Dados para Enquadramento	• O enquadramento precisa ser baseado no PBH e não pode ser desenvolvido à revelia do PBH; • Vinculação forte com PBH, mas não significa que tenha de estar dentro do PBH e que precisa fazer o enquadramento e o PBH ao mesmo tempo; • Existem algumas bacias nas quais a complexidade do enquadramento é muito grande para estar contemplada dentro do PBH; • Se pode fazer o PBH, contendo as diretrizes do enquadramento, e em separado faz-se a proposta de efetivação do enquadramento e o plano de efetivação do enquadramento será internalizado do plano de investimento do PBH; • Às vezes a bacia tem um desafio muito grande para discutir o próprio PBH e o enquadramento pode ficar para uma etapa posterior. • Quando a proposta de enquadramento for feita esta tem de obedecer às diretrizes e aos usos definidos pelo PBH; • Pode haver bacia que decida fazer PBH e enquadramento ao mesmo tempo e pode haver bacia que decida fazer primeiro o PBH e depois o enquadramento	• Os órgãos gestores (CETESB e DAEE) deverão prover dados de quantidade e qualidade para elaboração da proposta de Enquadramento, considerando os termos legais e técnicos; • Salienta-se que os órgãos gestores, responsáveis pelo monitoramento dos corpos de água no Estado, não dispõem dados detalhados de cada corpo de água de cada bacia, mas detêm dados representativos das variações temporais e espaciais em pontos estratégicos nas bacias hidrográficas: mananciais, fontes de poluição, áreas críticas de qualidade e quantidade, cabeceiras e exutórios de bacias; • A elaboração de diagnósticos deve ficar a cargo dos Comitês de Bacias Hidrográficas, por meio de aplicação de metodologias Matriz de Usos versus Impactos, utilização das bases de dados disponíveis e de outras bases, desde que aprovados e articulado com a CETESB e o DAEE.	Deve estar em consonância com o diagnóstico, prognóstico, plano de ação e programa de investimento da UGRHI;	• Os Planos de Recursos Hídricos (PRH) deverão fornecer informações sobre: ✓Uso do solo; ✓Usos das águas (demandas); ✓Cargas poluidoras; • A base de informações para a qualidade das águas deverá ser do monitoramento da CETESB (quando disponível); • A modelagem deverá subsidiar a elaboração de cenários e o planejamento relativo para embasar as alternativas de enquadramento; Deverá ser verificado, em cada caso, a existência de uma base de dados sólida o suficiente para subsidiar os estudos de modelagem;
Vazão de referência	• Há sazonalidade na vazão, e a qualidade da água acompanha estas variações: ✓Na seca, há menos água para fazer a diluição de poluentes, e a consequência é pior sobre cargas pontuais; ✓Na cheia, há maior aporte de cargas difusas. • Quando se adota para o Enquadramento uma vazão de referência mínima, p. ex. a Q7,10 ou a Q95%, há vantagens e desvantagens; • Na vazão mínima a água que está no rio vem da contribuição subterrânea e não há aporte de carga difusa; • Quando se opta por trabalhar com vazão de referência mínima no Enquadramento, se opta por trabalhar o processo de gestão de qualidade da água para cargas pontuais – pois não há a presença de carga difusa; • A $Q_{7,10}$ em SP corresponde mais ou menos à $Q_{98\%}$. Adotando-se a $Q_{7,10}$ significa que aquela condição de Enquadramento será válida ou será obedecida 98% do tempo. Em apenas 2% do tempo tem-se uma qualidade pior do que a prevista; • Assume-se o risco de em 2% do tempo não ter o rio na condição planejada. Como esta vazão é uma vazão muito mínima (98% do tempo o rio está acima desta vazão) significa que há pouca capacidade de assimilação, que vai se reverter em uma exigência extremamente severa nos tratamentos de efluentes domésticos e industriais, o que encarece o plano de ação. Mas o percentual de tempo em que a classe de Enquadramento será atendida será maior; • Adotar a vazão $Q_{95\%}$ significa ter uma vazão maior e um plano de ação ligeiramente mais barato; • Viabilidade técnica e financeira de conseguir que em 98% do tempo se mantenha a condição de Enquadramento; ✓Viabilidade técnica: em alguns casos, mesmo com uma grande % de remoção da carga poluidora, o rio não tem condição de assimilar a carga remanescente, e permanece (ou trechos permanecem) fora da classe de Enquadramento; • A importância de se levar em conta a carga poluidora difusa no Enquadramento: no tempo seco cerca de 50% dos pontos de monitoramento de SP apresentam IQA Bom (só há carga pontual); • No período chuvoso dilui-se a carga pontual (há mais vazão), porém há aporte de carga difusa e a % de IQA Bom não apresenta mudança. No caso do IAP, reduz o % de pontos Bons no período chuvoso, evidenciando o impacto das cargas difusas na qualidade da água para fins de abastecimento público; • O enquadramento deve ser dinâmico: pode e deve ser revisto de tempos em tempos, porque mudam as atividades econômicas da bacia e mudam as demandas da bacia, que tendem a piorar a qualidade da água. Porém mudam também as tecnologias, que tem potencial de melhorar a qualidade da água.	• O estabelecimento da vazão de referência a ser adotada no Estudo de Fundamentação da proposta de atualização do Enquadramento dos corpos d'água (Deliberação CRH 146/2012); • O planejamento das ações de gestão na bacia, pode considerar a utilização de Curva de Permanência de parâmetros como uma ferramenta de elaboração e para acompanhar a efetivação do Enquadramento de acordo com a série de dados; • Pode ser considerado nesta análise o risco de não atendimento da demanda, em termos de volume ou de qualidade, para os usos preponderantes mais restritivos em função da disponibilidade hídrica (Q7,10, Q90%, ou Q95%); • A curva de permanência do parâmetro expressa a relação entre a vazão de referência do corpo d'água e a frequência com que a concentração limite de um determinado parâmetro (substância ou microrganismo) é observada no monitoramento, ou seja, relaciona a vazão do corpo d'água com a probabilidade de ocorrência de uma determinada concentração do parâmetro, ao longo do tempo; • As curvas de permanência da qualidade da água são ferramentas de visualização da situação e da tendência qualitativa do corpo hídrico, o que auxilia no processo de gestão da qualidade da água e no planejamento das ações para efetivação do Enquadramento.	• Vazão Constante (previsto na legislação); • Sazonal; Série Histórica (possibilitando o emprego das funções tipo "curva de permanência"): No caso de utilizar modelagem matemática, pode-se construir uma "curva de permanência de qualidade da água;	• A resolver: diretriz geral ou recomendação? ✓ Até onde "amarrar" este tema, em função das diferenças em termos de bases de dados e recursos financeiros? • Se reconhece que há o interesse em trabalhar com Curvas de Permanência, ✓Deverá ser avaliada a existência de uma base de dados robusta o suficiente para isso em cada bacia; • A proposta exigiria modelagem matemática, com série de vazões, para todas as UGRHIs de SP; ✓ Deverá ser avaliada a disponibilidade financeira para tal. • Uma das possibilidades avaliadas seria deixar esta recomendação para as bacias com série de monitoramento de qualidade da água de longo prazo, em função das dificuldades com a modelagem; • Para subsidiar o GT: A avaliar prós e contras, considerando o recente processo nas bacias PCJ
Matriz de usos x impactos	• Três etapas fundamentais do processo de Enquadramento: • 1. planejamento por etapas, visa uma meta final; • 2. define-se condições de uso atual e futuro, mesmo que o corpo hídrico no momento não apresente aquelas condições de uso (Enquadramento pretendido); • 3. define-se o conjunto de ações para tornar o Enquadramento viável. • Define-se, para cada trecho de rio, quais os usos pretendidos e quais os impactos a que estão sujeitos; • Permite avaliar a viabilidade técnica e também selecionar os parâmetros do Enquadramento representativos dos impactos – para cada tipo de uso um conjunto específico de indicadores deve ser monitorado e os valores a serem atendidos; • Com base nos parâmetros selecionados definem-se as ações necessárias.	• Proposta de técnica a ser detalhada com os dados sobre a condição dos corpos de água, para cada trecho, apontando os usos pretendidos e quais os impactos a que estão sujeitos; • É um instrumento que permite avaliar a viabilidade técnica e também selecionar os parâmetros do Enquadramento representativos dos impactos, já que, para cada tipo de uso, um conjunto específico de parâmetros deve ser monitorado, com valores intermediários e finais, visto que a Resolução Conama nº 357/2005 permite o estabelecimento de metas progressivas.		
Usos Preponderantes	• É importante que se veja o processo de Enquadramento como um processo de planejamento de usos da água e, portanto, é um processo de planejamento de atividades; • Selecionar os parâmetros para fins de Enquadramento, com base na Matriz de impacto X uso;	• O comitê deve discutir e definir o uso preponderante e uso prioritário das águas, lembrando que proteção de ecossistemas é um uso que precisa ser considerado;	• Aprimoramento das definições dos "Rios do Enquadramento", usuais nestes processos, que designam as condições atuais (rio que temos),	• Aprimoramento das definições dos "Rios do Enquadramento", usuais nestes processos, que designam as condições atuais (rio que temos), as condições desejadas (rio que queremos) e as condições com viabilidade de alcance (rio que podemos);

Tema	Seminário Gestão Integrada dos RH (2014)	Grupo Técnico de Enquadramento dos Corpos d'Água GT-Enquadramento	Diretriz GT (Reunião GA 10/03/23)	Encaminhamento (Reunião GA 10/03/23)

	• Não há problema em, como novos estudos, reverem-se as metas dos parâmetros (p.ex. para Nitrogênio e Fósforo) em função de novas necessidades de atendimento e de estudos complementares.	• Esta definição deverá constar do próprio Plano de Bacia Hidrográfica – PBH e na proposta de Enquadramento que deverá ser baseada, definida e construída através da "Matriz de Usos versus Impactos".	as condições desejadas (rio que queremos) e as condições com viabilidade de alcance (rio que podemos);
			• Deve ser recomendada a realização de consultas sobre usos preponderantes, deixando claro que serão considerados os limites de viabilidade (técnicas e financeiras) para o alcance das metas, com base nos conceitos mencionados acima (rios do Enquadramento);
				• Deve ser recomendada a realização de consultas sobre usos preponderantes, deixando claro que serão considerados os limites de viabilidade (técnicas e financeiras) para o alcance das metas, com base nos conceitos mencionados acima (rios do Enquadramento);
				• Alinhamento Institucional: Diversos atores, com interesses (muitas vezes) conflitantes:
				  • Expectativas dos CBHs Expectativas dos Ambientalistas representados nos CBHs;
				  • Expectativas dos Usuários, representados dos CBHs, com destaque para Saneamento e Indústria;
				  • Expectativas dos Órgãos de Controle: CETESB e MP.
				• Reuniões de alinhamento, durante o processo de Enquadramento (ou revisão):
				• Esta proposta aumenta o tempo do processo, mas resulta em ganho institucional e facilita a aprovação final do Enquadramento.
				• Avaliação das expectativas, durante os estudos, a serem consideradas nas propostas de reuniões de alinhamento.
				• Avaliação de prioridades para atendimento ao Enquadramento, considerando as contribuições dos diversos atores

Parâmetros de referência – Qualidade das Águas	• O Enquadramento deve ser dinâmico: pode e deve ser revisto de tempos em tempos, porque muda a atividade econômica da bacia e mudam as demandas da bacia;
	• As metas devem sempre visar à melhoria da qualidade da água, da qualidade ambiental. Porém metas mais restritivas não são obrigatoriamente melhores, pois depende da viabilidade técnica e da capacidade de investimento;
	• Não adianta estabelecer uma meta tão restritiva que não se consiga cumprir. É melhor se estabelecer uma meta menos restritiva que se consiga cumprir e, daqui a 10 anos, se rever esta meta;
	• para cada tipo de uso um conjunto específico de indicadores deve ser monitorado e os valores a serem atendidos;
	  • A Resolução CONAMA 357/2005 permite metas progressivas (valores intermediários a serem atendidos antes de se chegar na meta final);
	• Como estabelecer metas para o lançamento de nutrientes se não existem limites estabelecidos na legislação? Demanda que necessita ser discutida;
	• Ao se estabelecer uma meta de redução de Fósforo no corpo hídrico esta vai ter de ser atendida no Licenciamento;
	• Não há necessidade de aguardar uma legislação
	  • As metas de Fósforo e Nitrogênio podem ser estabelecidas no Enquadramento
		• Podem ser definidos na proposta de Enquadramento em função da análise da Matriz de Usos versus Impactos, e serão específicos para cada bacia (ou sub-bacia) ou para cada corpo d'água.	• Resolução CNRH 91/2008, no Art 6º (parágrafos 1º e 2º) prevê que seja selecionando um conjunto de parâmetros de qualidade da água, em função dos usos pretensos dos recursos hídricos superficiais;	• Recomendar que os estudos considerem partir dos parâmetros mais básicos, a saber:
				• OD e DBO, Coliformes Termotolerantes e Cadeias de nutrientes: N e P.
				• Possível simplificação: N e P de simular apenas as formas totais das substâncias, e não as frações;
				• Cada CBH tem autonomia para adicionar parâmetros a essa lista em função da realidade local e das expectativas em relação ao Enquadramento;
				• Essa definição fica a cargo dos CBHs, para definição em cada caso;

Integração entre instrumentos de gestão	• O Enquadramento tem uma forte dependência de outros instrumentos de gestão para ser viabilizado: da outorga (que está na seara do setor de recursos hídricos) e do licenciamento ambiental (que não está na seara do setor de recursos hídricos);
	• O Enquadramento "força" a gestão integrada de recursos hídricos;
	• Ações de comando-e-controle-controle estão associadas ao licenciamento e à fiscalização;
	• PBH e Enquadramento não precisam ser feitos ao mesmo tempo. Em algumas bacias primeiramente é feito o PBH e depois o Enquadramento.
		• Plano de Bacias:
		  • Os critérios e as diretrizes deverão estar em conformidade com os resultados do Diagnóstico, do Prognóstico e do Cenário de Planejamento, para o qual serão estabelecidas as ações a serem desenvolvidas no período de abrangência do PBH;
				• Planos, SI e Monitoramento
				• Outorga e Licenciamento Ambiental:
				  • Incorporar as metas do Enquadramento nos processos de outorgas de lançamento de efluentes e de licenciamento ambiental com padrão de emissão para efluentes líquidos;
				  • Cobrança – sem expectativa de alterações neste instrumento, não necessitando recomendações para integração com o Enquadramento.
				• Necessidade de diretrizes específicas para as situações de crise hídrica;
				• Considerar os resultados do recente trabalho de "Elaboração de Estudos e Propostas para Aperfeiçoar os Instrumentos de Gestão de Recursos Hídricos, considerando situações de crises hídricas no Estado de São Paulo", elaborado pela COBRAPE (set/2022) no âmbito desta CT;

Integração com Bacias com rios de Domínio da União e com águas compartilhadas	Não foram discutidos aspectos específicos relativos à essa temática.	Não foram discutidos aspectos específicos relativos à essa temática.	• Avanços recentes, considerando a Integração:
			  • CEIVAP
			  • Paranapanema
			  • PCJ
			• Avaliar a situação do Enquadramento no caso do CBH Grande
				• Recomendação:
				  • Observar consistência no Enquadramento no sentido de jusante para montante;
				  • Bacias receptoras definem a condição de entrega;
				• A proposta pode gerar custos na bacia de montante, para investimentos em melhorias da qualidade das águas com o objetivo de atender a condição de entrega estabelecida;
				• Deve-se indicar a possibilidade da aplicação de recursos da bacia receptora na bacia de montante, considerando os benefícios a serem gerados em seu domínio.

Tema	Seminário Gestão Integrada dos RH (2014)	Grupo Técnico de Enquadramento dos Corpos d'Água GT-Enquadramento	Diretriz GT (Reunião GA 10/03/23)	Encaminhamento (Reunião GA 10/03/23)

Participação social no Processo de Enquadramento	• Ao definir o uso se está definindo o objetivo de qualidade do rio: é por isso que a decisão deve ser participativa			• Reconhece-se a importância da participação social no processo de Enquadramento
				• Regra geral: atender as resoluções CRNH 91/2008 e CONAMA 357/2005
				• Garantir maior amplitude na participação da sociedade, sem restringir ao âmbito do CBH. Propõe-se dois tipos de eventos:
				  • Realização de oficinas no âmbito do CBH e CTs, para definição de questões técnicas (vazões e parâmetros de referência, por exemplo); e
				  • Realização de Consultas Públicas (mais abertas), para informação e validação do processo de Enquadramento.
				• Dar ênfase à necessidade de mobilização das representações dos municípios (Prefeituras).

Acompanhamento das metas	• ANA utiliza o ICE – Índice de Conformidade ao Enquadramento	• Indicadores de acompanhamento da efetivação do Enquadramento devem ser utilizados para avaliar o atendimento das metas intermediarias e final, considerando a concentração meta dos parâmetros estabelecida a partir da Matriz de Usos versus Impactos, que integrará o "Estudo de Fundamentação da proposta de atualização do Enquadramento dos corpos d'água" (Deliberação CRH 146/2012). • Se os indicadores de acompanhamento (curva de permanência, entre outros) apontam que o corpo d'água atende aos parâmetros necessários em função de sua classe e dos usos mais restritivos, esta situação indica que a meta esta sendo atendida. Este assunto precisa continuar em pauta no GT para aprofundamento nas recomendações finais. • Para o acompanhamento da proposta de Enquadramento dos corpos d'água é importante o CBH articular com os órgãos gestores (CETESB e DAEE) para verificar os aspectos legais e técnicos visando prover de dados de quantidade e qualidade, verificar a conformidade dos valores dos pontos de monitoramento em relação às metas de Enquadramento. Nesta articulação, o CBH, a CETESB e o DAEE poderão elaborar proposta/estratégia de avaliação periódica para avaliação das metas do Enquadramento, em pontos estratégicos de uma bacia, utilizando os pontos disponíveis das redes de monitoramento de qualidade já implantadas.		

Fonte: Elaboração própria.

4. Vazão de Referência para Enquadramento

A fim de subsidiar a definição de diretrizes relacionadas à vazão de referência para o Enquadramento no estado de São Paulo, este capítulo apresenta uma análise sobre aspectos de interesse. O capítulo abarca elementos discutidos pelo GT Enquadramento, sintetizados no Quadro 3.1, instrumentos normativos associados ao tema, uma breve discussão sobre possíveis vazões para o enquadramento, e, por fim, uma análise indicando pontos positivos e negativos dos modelos associados as vazões constantes, vazões sazonais e curvas de permanência de qualidade da água.

Em função de terem sido amplamente discutidos e avaliados aspectos de interesse relativos à vazão de referência e à utilização de curvas de permanência de qualidade no âmbito do GT Enquadramento (apresentados no capítulo anterior), os itens a seguir não objetivam rediscutir tais pontos, mas sim, trazer luz aos aspectos principais com o intuito de fornecer mais elementos para a definição das diretrizes relativas ao tema, apresentadas no capítulo 8.

4.1. Principais atos normativos que tratam da vazão de referência

A seguir são listados os principais atos normativos vigentes no Brasil e no Estado de São Paulo que abordam o tema em discussão:

- Decreto Estadual nº 8.468, de 8 de setembro de 1976
  - Artigo 14 — Os limites de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), estabelecidos para as Classes 2 e 3, poderão ser elevados, caso o estudo de autodepuração do corpo receptor demonstre que os teores mínimos de Oxigênio Dissolvido (OD) previstos não serão desobedecidos em nenhum ponto do mesmo, nas condições críticas de vazão.
- Resolução CONAMA nº 357 de 17 de março de 2005
  - Art. 10°. Os valores máximos estabelecidos para os parâmetros relacionados em cada uma das classes de Enquadramento deverão ser obedecidos nas condições de vazão de referência.
- Resolução CNRH nº 91, de 5 de novembro de 2008
  - § 3º O processo de Enquadramento deverá considerar as especificidades dos corpos de água, com destaque para os ambientes lênticos e para os trechos com reservatórios artificiais, sazonalidade de vazão e regime intermitente.
  - Art. 6º, § 1º, “as propostas de metas deverão ser elaboradas em função de um conjunto de parâmetros de qualidade da água e das vazões de referência definidas para o processo de gestão de recursos hídricos”.

- Resolução CNRH nº 129 de 29 de junho de 2011
  - Art. 2., V - vazão de referência: aquela que representa a disponibilidade hídrica do curso de água, associada a uma probabilidade de ocorrência.
- Lei nº 16.337, de 14 de dezembro de 2016
  - §1º Art. 16. As autoridades responsáveis pela outorga e licenciamento ambiental devem observar a vazão de referência proposta nos planos de bacias hidrográficas e aprovada pelo CRH.

4.2. Breve discussão acerca das vazões de referência para Enquadramento dos corpos d'água

4.2.1. Vazão de referência constante

De acordo com o Art. 2º, inciso XXXVI, da Resolução CONAMA nº 357/2005, vazão de referência do corpo hídrico corresponde a vazão utilizada como base para o processo de gestão, tendo em vista o uso múltiplo das águas e a necessária articulação das instâncias do Sistema Nacional de Meio Ambiente - SISNAMA e do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos – SINGRH.

A mesma resolução, no Art. 10°, aponta que "os valores máximos estabelecidos para os parâmetros relacionados em cada uma das classes de Enquadramento deverão ser obedecidos nas condições de vazão de referência". A Resolução CNRH nº 91/2008, que dispõe sobre procedimentos gerais para o Enquadramento dos corpos de água superficiais e subterrâneos, por sua vez, não aborda especificamente a vazão de referência. No seu Art. 6º, pontua que "as propostas de metas relativas às alternativas de Enquadramento deverão ser elaboradas com vistas ao alcance ou manutenção das classes de qualidade de água pretendidas em conformidade com os cenários de curto, médio e longo prazos", e, no § 1º, que "as propostas de metas deverão ser elaboradas em função de um conjunto de parâmetros de qualidade da água e das vazões de referência definidas para o processo de gestão de recursos hídricos".

O Estado de São Paulo, por meio da Lei Estadual nº 9.034, de 27 de dezembro de 1994, estabeleceu que a vazão de referência para orientar a outorga de direitos de uso de recursos hídricos ou o licenciamento tivesse como base os planos de bacia hidrográfica, ou, na ausência deste, que a vazão de referência fosse a $Q_{7,10}$. No ano de 2016, esta lei foi revogada pela Lei Estadual nº 16.337/16, que estabelece que as autoridades responsáveis pela outorga e licenciamento ambiental devem observar a vazão de referência proposta nos planos de bacias hidrográficas e aprovada pelo CRH, flexibilizando, portanto, a utilização da $Q_{7,10}$ como vazão de

referência, no entanto, mantendo-se a necessidade de utilização de uma vazão de referência para a gestão dos recursos hídricos.

Segundo as considerações de Brites (2010), as variáveis vazão e concentração dos parâmetros de qualidade da água são altamente dinâmicas e influenciadas por diversos fatores. O regime de vazões é impactado pelo comportamento pluviométrico da região, uso e ocupação do solo, bem como pelos diversos usos da água, tais como captações, lançamentos de efluentes, irrigação e geração de energia. Já as concentrações dos parâmetros de qualidade da água são afetadas pelas atividades realizadas na bacia, onde o crescimento populacional é o principal fator que altera a série histórica em áreas urbanas, enquanto em áreas rurais, é o crescimento da produtividade agrícola cultivada. Dessa forma, o comportamento aleatório dessas variáveis torna complexa a adoção de um único valor para a vazão de referência, reforçando a necessidade de avaliar esses fatores de forma integrada e considerando a dinâmica de cada bacia hidrográfica.

Ainda, de acordo com a autora, valores muito restritivos podem acarretar prejuízos econômicos, pois inviabilizam a instalação de futuros empreendimentos na bacia, captação ou lançamentos. Por sua vez, valores modestos podem causar problemas irreversíveis de degradação e levar a uma situação de escassez hídrica (BRITES, 2010).

Apesar dos aspectos negativos apontados com relação à vazão de referência, ela está prevista na Resolução CONAMA nº 357/2005 (e outros atos normativos, conforme citado anteriormente), o que faz com que essa vazão deva ser respeitada. Devido à complexidade da implementação desse instrumento de gestão que integra aspectos de qualidade e quantidade da água, é com as vazões mínimas que se tem os maiores aprendizados associados a este instrumento. Também é a partir dessa vazão que é feita a articulação entre os instrumentos de gestão de recursos hídricos e ambiental, Outorga, Cobrança e Licenciamento Ambiental.

As vazões de referência mínimas, como a $Q_{7,10}$ e a $Q_{95,}$ refletem bem o efeito das cargas pontuais, sobre as quais se tem maior gestão e onde se concentram mais tecnologias para o tratamento dos efluentes, no entanto essas tecnologias são bastante caras e esses custos precisam ser levados em consideração quando se pensa na vazão de referência, nos processos de reenquadramento ou nas estratégias para o alcance do enquadramento. É necessário avaliar a disponibilidade de recursos e fontes de financiamento para as medidas propostas, sob pena de inviabilizar o alcance das metas de enquadramento.

Aspectos positivos e negativos da utilização das vazões de referência constantes são apresentados adiante, no item 4.3 - Aspectos positivos e negativos sobre a vazão para enquadramento.

4.2.2. Vazão de referência sazonal

No Estado de São Paulo, apesar de serem observados períodos característicos secos e chuvosos, não são adotadas vazões de referência sazonais para o Enquadramento dos corpos d'água e para as outorgas de direito de uso. Sendo assim, apresentam-se informações referentes à outorga no Distrito Federal (DF), exemplo de destaque em âmbito nacional, em que são empregadas outorgas sazonais, que tem repercussão no Enquadramento dos corpos d'água.

No Distrito Federal há uma significativa sazonalidade das vazões naturais, a Agência Reguladora de Águas, Energia e Saneamento Básico do Distrito Federal (Adasa) adota valores sazonais da vazão de referência, de modo a permitir um maior consumo de água nos meses mais úmidos e restringir o uso nos meses mais secos. De acordo com Adasa (2021), esta abordagem permite uma melhor alocação de vazões demandadas ao longo do ano, por exemplo autorizando o uso mais intensivo para irrigação nos meses de novembro a abril, com restrições nos meses de julho a outubro.

A vazão de referência adotada no Distrito Federal é a Q_{mmm} (vazão média das mínimas mensais) e que a partir da elaboração e implementação dos Planos de Bacia Hidrográfica nas bacias do Distrito Federal, a Q_{mmm} poderá ser atualizada ou substituída por outra vazão de referência.

A Resolução CRH/DF nº 02/2014 aprovou o Enquadramento dos corpos d'água superficiais do Distrito Federal, estabelecendo que os instrumentos da gestão dos recursos hídricos e da gestão ambiental devem se basear no Enquadramento. O acompanhamento e a revisão do Enquadramento devem ser realizados a cada 4 anos ou quando houver fato relevante. De acordo com Adasa (2020), a vazão de referência para o enquadramento é a Q_{mmm}. As vazões de diluição poderão ficar indisponíveis, total ou parcialmente, para outros usos no corpo de água, considerando o balanço hídrico e a capacidade de autodepuração para o caso de diluição de efluentes.

De acordo com o Art. 15 da Resolução Adasa nº 350 de 23 de junho de 2006, § 1º, a vazão de diluição poderá variar ao longo do prazo de validade da outorga, com base nos padrões de qualidade da água correspondentes à classe de Enquadramento do respectivo corpo receptor

e/ou em critérios específicos definidos no correspondente plano de recursos hídricos ou pela ADASA.

Atualmente a outorga de lançamentos de efluentes concedida pela Adasa define a temperatura máxima do efluente permitida, bem como a vazão necessária para a diluição das cargas para que estas não alterem a classe na qual o corpo hídrico está enquadrado.

Neste contexto, os estudos de cenarização para subsídio ao prognóstico da qualidade da água e proposição das medidas para alcance do Enquadramento do PRH Paranaíba DF (Adasa, 2020) realizaram simulações com disponibilidades hídricas diferentes: baixa (setembro) e alta (março), para duas vazões de referência: Q_{90} e $Q_{mmm.}$ A fim de melhor caracterizar a qualidade da água na condição mais crítica de disponibilidade hídrica, as análises foram direcionadas a partir dos resultados das vazões Q_{90} e Q_{mmm} para o mês de setembro (mês mais seco), onde os resultados da qualidade da água apresentaram piores desempenhos frente ao enquadramento.

Em Adasa (2020b), que apresenta as diretrizes para o Enquadramento, foi evidenciada necessidade de revisão dos processos de outorga de lançamento de efluentes, em face a dificuldade de alcançar as metas de enquadramento.

Aspectos positivos e negativos da utilização das vazões de referência sazonais são apresentados adiante, no item 4.3 - Aspectos positivos e negativos sobre a vazão para enquadramento.

4.2.3. Permanência da qualidade da água

Os conceitos associados às curvas de permanência de qualidade já foram amplamente discutidos no âmbito do CRH e do GT Enquadramento. No entanto, devido à complexidade do tema e ao interesse em construir os direcionamentos para a abordagem de trabalho dos CBHs, são resgatados aspectos de interesse, com destaque para o exemplo da utilização no Plano das Bacias PCJ 2020-2035 (CONSÓRCIO PROFILL-RHAMA, 2020).

O trabalho de Brites (2010) é a principal referência sobre o tema, no qual a autora justifica a importância da adoção de um conjunto de vazões de referência nas análises de enquadramento, conforme preconiza a Resolução CONAMA 357/2005. A tese apresenta um novo critério que considera a possibilidade de associar valores de vazão a valores de concentração dos parâmetros de qualidade da água, e, desta forma, relacionar estas concentrações a uma probabilidade de ocorrência.

Esta associação de parâmetros possibilita analisar a probabilidade de ocorrência das concentrações dos parâmetros de qualidade da água e suas variações entre as classes do enquadramento. Ao considerar a probabilidade de ocorrência, é necessário definir uma probabilidade mínima desejada, dentro da qual o enquadramento deverá ser obedecido.

Para obtenção da curva de **probabilidade de ocorrência do parâmetro de qualidade** da água se assumiu a necessidade de adotar um **conjunto de vazões de referência** que expressavam os períodos secos ou úmido da bacia.

De acordo com a autora, a partir da possibilidade de associar as concentrações dos parâmetros de qualidade da água à probabilidade de ocorrência, através da permanência da vazão, e a conveniência de utilizar um conjunto de valores de vazão de referência, foi desenvolvido um método que fornece a probabilidade de ocorrência da qualidade da água a partir de quatro cenários de vazão de referência ($Q_{95\%}$, $Q_{80\%}$, Q_{mlp} e Q_{difusa}), que são dados de entrada para a simulação da qualidade da água utilizando modelagem matemática. Cada cenário de vazão resultou em um cenário de qualidade da água, que forneceu um resultado de qualidade da água, que se relaciona à permanência da vazão utilizada em cada simulação.

A Figura 4.1 mostra uma curva representativa da probabilidade de ocorrência do parâmetro de qualidade da água DBO. Os quatro pontos apresentados, e que formam o ajuste representado pela curva, indicam o resultado da simulação da qualidade da água referente ao cenário de permanência de vazão.

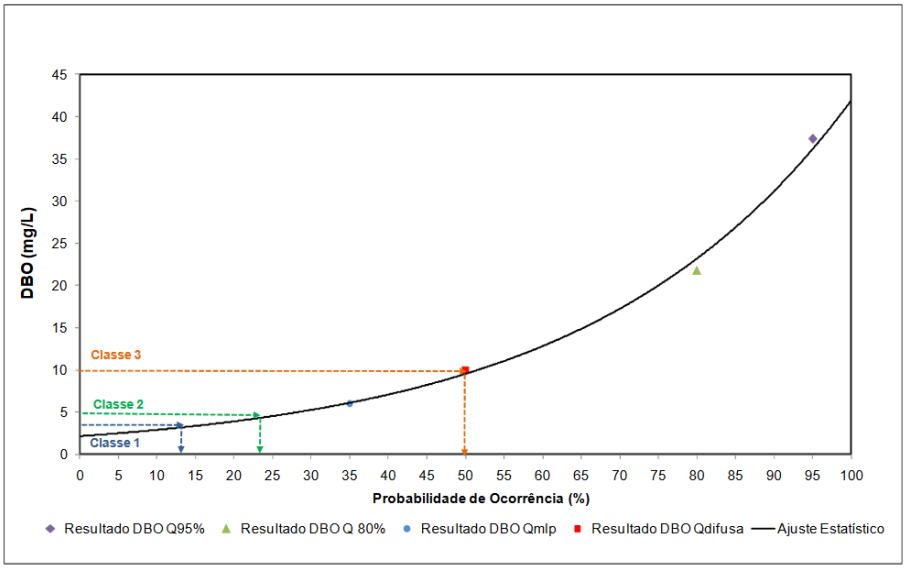


Figura 4.1 - Curva representativa da permanência da DBO em função dos cenários simulados. (Fonte: Brites, 2010).

Conforme evidencia a figura anterior, se o corpo hídrico estiver enquadrado como classe 1 o atendimento à classe será aproximadamente 13% do tempo, se o enquadramento for classe 2 o atendimento passa para 23% do tempo e para classe 3 a probabilidade de o corpo hídrico atender aos limites estabelecidos pela classe será 50%.

De acordo com Brites (2010) a associação das concentrações dos parâmetros de qualidade da água às frequências de vazões possibilita analisar a permanência da classe de enquadramento no tempo e, com isso, definir uma probabilidade mínima de ocorrência desejada dentro da qual o enquadramento deverá ser obedecido. Estas análises possibilitam a definição de critérios úteis para o planejamento e para a definição das metas de enquadramento.

Se a permanência da concentração do parâmetro analisado não estiver compatível com o critério mínimo estabelecido deverão ser adotadas medidas de remoção da carga poluidora e serem feitas novas simulações para avaliar a efetividade das medidas propostas.

Calmon et al. (2015), por sua vez, propuseram uma metodologia para apoiar o processo de enquadramento de cursos d'água superficiais, que se baseia na análise conjunta de curvas de permanência de qualidade e na modelagem da autodepuração em rios. Os autores argumentam que o uso de curvas de permanência de qualidade permite avaliar não apenas se o padrão de qualidade da classe foi atendido, mas também com que frequência o padrão foi respeitado. Essa abordagem não-determinística pode facilitar a tomada de decisão sobre a definição de metas progressivas para alcançar o enquadramento em qualquer curso d'água, a partir da definição de probabilidades mínimas de permanência desejadas.

Ferreira et al. (2016) realizaram uma aplicação das curvas de permanência de concentração na Bacia do Alto Iguaçu e defenderam o uso da modelagem em regime não permanente para a simulação da qualidade da água, a fim de subsidiar o Enquadramento. Segundo os autores, as bacias urbanas requerem uma análise mais detalhada devido à dinâmica de uso e ocupação do solo, que pode levar a diferentes processos de poluição. De acordo com os autores, a principal contribuição da pesquisa foi a proposição de curvas de permanência com a finalidade de garantir flexibilidade ao enquadramento, ou verificar a frequência de transgressão de limites, em condições de uma integração com a dinâmica de vazões em regime não permanente, não relatada em estudos semelhantes. Ainda, a partir da relação quantidade-qualidade foi possível inferir os períodos e locais críticos, definindo um planejamento adaptável para retiradas de água e lançamento de efluentes ao longo do ano.

A abordagem proposta por pelos autores é uma ferramenta importante para o gerenciamento da qualidade da água em áreas urbanas, sendo este método semelhante ao empregado no Plano das Bacias PCJ 2020-2035, apresentado no item 5.3.4.

4.3. Aspectos positivos e negativos sobre a vazão para enquadramento

A seguir são apresentados pontos positivos e negativos referentes à vazão de referência.

Quadro 4.1 – Aspectos positivos e negativos referentes à vazão de referência para Enquadramento.

Vazão	Aspectos positivos	Aspectos negativos
Constante	• Exemplos de vazões de referência com vazões mínimas ($Q_{7,10}$; Q_{98}, Q_{95}, Q_{90}); • Previsto na legislação; • Maior facilidade de implementação; • Maior experiência e aprendizados, considerando os processos já realizados; • Possibilita a articulação entre os instrumentos de gestão e ambiental: Outorga, Cobrança e Licenciamento Ambiental; • Reflete bem o efeito das cargas pontuais; • Agir sobre cargas pontuais é mais fácil do que agir sobre cargas difusas; • Apresenta uma estratégia conservadora para a melhoria e conservação da qualidade das águas para os usos preponderantes e pretendidos;	• Vazões de referência com vazões mínimas: representa a baixa capacidade de assimilação do corpo hídrico, o que não se observa na maior parte do tempo; • Não reflete as cargas difusas; • Pode apresentar limitações em bacias com condições hidrológicas muito variáveis; • Pode não levar em consideração as demandas sazonais dos diferentes usos da água; • Tratamento de efluentes domésticos e industriais bastante exigentes e dispendiosos; • Maiores dificuldades técnicas e operacionais devido ao baixo percentual de flexibilização do não atendimento; • Dificuldade de aferição do alcance das metas de qualidade, visto que a maior parte dos monitoramentos da qualidade da água se dão em vazões superiores à vazão de referência;
Sazonal	• Interessante em situações em que as condições hidrológicas variam significativamente ao longo do ano; • Pode ser útil em bacias críticas ou com conflitos de usos; • Reflete períodos secos e chuvosos característicos da bacia; • Reflete melhor o efeito das cargas pontuais e difusas do que as vazões de referência constantes;	• Maiores dificuldades para articulação entre instrumentos de gestão e entre bacias com diferentes critérios de Enquadramento; • Pouca experiência prática e de gestão para a implementação; • Maior complexidade para o licenciamento e outorgas de lançamento de efluentes;
Curva de Permanência de qualidade da água/ Séries Históricas/ Vazões de referência	• Pode ser usada para o monitoramento e alcance das metas de qualidade; • Agrega aspectos observados relacionados às cargas difusas (que são observadas na realidade), que a abordagem usual não contempla; • Maior flexibilidade no gerenciamento dos recursos hídricos; • A utilização de curva de permanência de qualidade da água pode ser usada como ferramenta de planejamento e para o acompanhamento da efetivação do Enquadramento;	• Modalidade não está prevista na legislação, portanto, exigiria modificação do arcabouço legal; • Necessidade de simulações matemáticas com séries históricas de vazão com base de dados robusta em todo o estado de SP; • Maior complexidade das simulações matemáticas considerando as séries históricas de vazão, incluindo aspectos associados à simulação com de cargas difusas; • Existência de uma base de dados robusta (longa) de vazão; • Disponibilidade de recursos financeiros para realizar modelagem matemática em todas as bacias;

Fonte: Elaboração própria.

5. Gestão compartilhada dos recursos hídricos e mecanismos de integração para bacias interestaduais

Este capítulo tem por objetivo fornecer subsídios para a definição de diretrizes relacionadas à gestão compartilhada e articulada dos recursos hídricos, bem como para a proposição de mecanismos de integração entre bacias interestaduais. Para tanto, serão apresentados elementos que visam esclarecer as estratégias e diretrizes adotadas em diferentes instrumentos de planejamento.

Entre os principais elementos apresentados, destaca-se um arcabouço de diretrizes norteadoras de diversos planos de recursos hídricos, abrangendo âmbito nacional e estadual. Serão abordados os planos integrados de recursos hídricos que englobam o Estado de São Paulo, além de estudos recentes sobre a temática. A análise desses documentos visa subsidiar a proposição de metas entre as Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHIs) e a elaboração de mecanismos para a integração entre bacias interestaduais. São apresentadas informações dos seguintes planos e estudos:

- Plano Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) 2022-2040 (ANA, 2022);
- Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo (PERH) 2020-2023 (COBRAPE, 2020);
- Planos Integrados de Recursos Hídricos (PIRH):
  - PIRH Paraíba do Sul (PROFILL, 2019);
  - PIRH Paranapanema (ANA, 2016);
  - PIRH Grande (ANA, 2017);
  - Plano das Bacias PCJ 2020-2035 (CONSÓRCIO PROFILL-RHAMA, 2020);
- Estudo: “Propostas para Aperfeiçoar os Instrumentos de Gestão de Recursos Hídricos considerando situações de crises hídricas no Estado de São Paulo” (Cobrape, 2022);
- Modelagem da Qualidade da Água na Bacia do Rio Paranapanema – Bases para o Enquadramento (ANA, 2022);

5.1. Plano Nacional de Recursos Hídricos 2022-2040

No âmbito do PNRH 2022-2040 (ANA, 2022), o Subprograma 2.4 – Enquadramento dos Corpos Hídricos em Classes de Uso forneceu uma série de macrodiretrizes para o instrumento que devem ser observadas quando da elaboração de outros planos e instrumentos de gestão de recursos hídricos, como o Enquadramento, em discussão. Por isso, são listadas as macrodiretrizes do PNRH:

- Priorizar a implementação do instrumento Enquadramento em bacias onde houver Planos e Cobrança aprovados;
- Discutir metodologias e enquadrar corpos de água em Unidades de Conservação de Proteção Integral e Terras indígenas;
- Estabelecer classe transitória de Enquadramento nos corpos hídricos, com foco nos trechos críticos e nas áreas de especial interesse para a gestão, onde não há enquadramentos aprovados por Comitês e/ou pelos Conselhos de Recursos Hídricos;
- Integrar as diferentes fontes de dados relacionadas à qualidade de água, ampliando a integração com órgãos ambientais sobre fontes poluidoras;
- Compatibilizar as ações de saneamento com as ações de recuperação da qualidade da água;
- Monitorar os parâmetros e avaliação da qualidade das águas em bacias hidrográficas com relação ao Enquadramento correspondente;
- Identificar e formalizar os pontos de integração entre o Enquadramento e os outros instrumentos de gestão;
- Definir estratégia para o Enquadramento de águas subterrâneas;
- Avaliar a necessidade de revisão das Resoluções CONAMA que dispõem sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes para o seu Enquadramento.

Considerando o atual processo de construção de diretrizes para o Enquadramento no estado de São Paulo, destacam-se das seguintes diretrizes: i) necessidade de integração e formalização do Enquadramento com os demais instrumentos de gestão; ii) integração da base de dados; e, iii) Avaliação da necessidade de revisão das Resoluções CONAMA que dispõem sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes para o seu Enquadramento.

5.2. Plano Estadual de Recursos Hídricos (SP) 2020-2023

No âmbito da elaboração do PERH 2020-2023 foram apontadas as seguintes diretrizes para o Enquadramento:

- Realização de debates para a definição do Enquadramento ou reenquadramento com os principais atores políticos, econômicos e sociais envolvidos, devendo o resultado desses debates ser amplamente divulgado;
- Definição de uma base comum a ser adotada pelos CBHs quanto às diretrizes, os critérios e os procedimentos gerais para o Enquadramento dos corpos hídricos superficiais e subterrâneos;
- Nivelamento do conhecimento acerca do Enquadramento dos corpos hídricos e capacitação;
- Revisões nos marcos regulatórios (Resolução CONAMA nº 357/2005 e Resolução CNRH nº 91/2008), com avaliação da possibilidade de elaboração de uma resolução conjunta CONAMA/CNRH para o Enquadramento;
- Melhorias na rede de monitoramento quali-quantitativa dos recursos hídricos;
- Estruturação de um sistema central de informações eficiente que permita a reavaliação contínua do Enquadramento;
- A Constituição de uma base de dados qualitativos e quantitativos que subsidie os Comitês de Bacia Hidrográfica com dados técnicos adequados e suficientes para conduzir as discussões e a tomada de decisão quanto aos usos desejados e estabelecimento de metas para seu atingimento;

5.3. Planos Integrados de Recursos Hídricos

De acordo com ANA (2022), as três bacias hidrográficas interestaduais onde há corpos d'água enquadrados são as dos rios Paranapanema, Paraíba do Sul, todas passíveis de revisão ante os normativos atuais (resoluções CONAMA 357 de 2005 e CNRH 91 de 2008), uma vez que os dois primeiros foram elaborados com base no sistema de classificação da Portaria Minter 13/1976, que caducou ao ser revogado pela resolução CONAMA 20 de 1986 que instituiu novo sistema de classificação.

Tendo os seus Planos Integrados de Recursos Hídricos elaborados nos últimos anos, a seguir são apresentadas informações sobre as diretrizes para o Enquadramento dos PIRH do Rio

Paraíba do Sul, Rio Grande, Paranapanema e Piracicaba, Capivari e Jundiaí. A Figura 5.1 ilustra as UGRHIs paulistas e as Bacias Hidrográficas de domínio da União.

Fonte: COBRAPE, 2022.

Figura 5.1 – UGRHIs paulistas e as Bacias Hidrográficas de domínio da União.

5.3.1. Comitê de Integração da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul (CEIVAP)

PIRH Paraíba do Sul

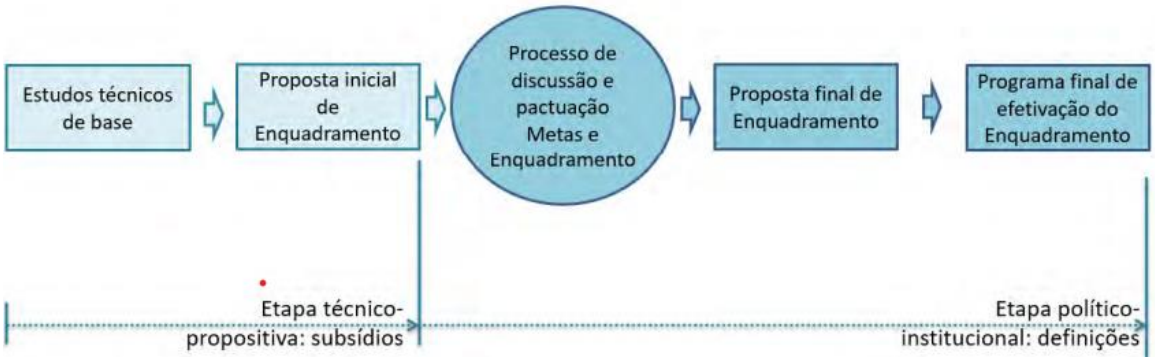
No âmbito da elaboração do Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul (PIRH-PS) (Profill, 2019), foram estabelecidas diretrizes ao processo de Enquadramento dos corpos d'água da bacia, a ser realizado em etapa posterior à conclusão do plano.

O PIRH apresentou uma síntese da situação do Enquadramento no âmbito da união e dos estados de São Paulo, Minas Gerais e Rio de Janeiro, elaborou as matrizes preliminares de Enquadramento e estabeleceu diversas recomendações para os estudos complementares que subsidiarão a proposta de Enquadramento. As diretrizes e recomendações são apresentadas a seguir, a fim de contribuir para o estabelecimento das diretrizes para o Estado de São Paulo.

Recomendações para os estudos que subsidiarão uma futura proposta para o Enquadramento

- Condição de entrega para a qualidade da água**:** avaliar e definir a permanência a ser exigida na qualidade da água;
- Métodos a serem empregados para a determinação de vazões nos exutórios das bacias:
  - utilização de um modelo de balanço hídrico quantitativo, por trecho de rio, sobre a base ottocodificada utilizada no âmbito do presente PIRH-PS;
  - A condição hidrográfica da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul e suas subdivisões ou sub-bacias não caracteriza exutórios convencionais com a entrega característica de quantidade e qualidade num único ponto de uma sub-bacia para sub-bacia de jusante. Por isso, as análises de alocação de água e os estudos futuros devem considerar os pontos característicos já utilizados e explicitados neste plano.
  - Utilização da base ottocodificada para a realização do balanço hídrico quali-quantitativo;
    - proporcionar uma discretização suficientemente detalhada para que se conheça com muito detalhe o resultado de vazões remanescentes, praticamente em qualquer ponto da bacia (a base ottocodificada utilizada contém mais de 16 mil subdivisões).

A Figura 5.2 apresenta o esquema proposto para o Enquadramento dos corpos d'água na bacia, considerando uma etapa técnico-propositiva, com estudos complementares, e outra político-institucional, para discussão e pactuação das metas.



Fonte: Profill (2019)

Figura 5.2 – Processo de Enquadramento sugerido no PIRH Paraíba do Sul

Na etapa técnico-propositiva de elaboração ou complementação dos subsídios técnicos são realizadas, foram sugeridas as seguintes atividades:

- Definição de trechos característicos a Enquadrar: os 154 trechos definidos na matriz de Enquadramento;
- Definição das vazões de referência a ser utilizada: Q95; Q7,10 ou parcelas destas vazões;
- Debate de questões específicas já levantadas pelo GT-Plano CEIVAP (no âmbito das discussões do PIRH-PS): associadas à vazão de diluição utilizada pelos órgãos ambientais no licenciamento ambiental (ou outorga) do lançamento de efluentes e a vazão de referência para o Enquadramento;
- Discussões sobre curva de permanência e Enquadramento: através da elaboração de curvas de permanência para as classes de qualidade, quando os dados disponíveis possibilitarem;
- Avaliação da inconformidade da qualidade atual da água: em relação ao Enquadramento vigente;
- Definição dos parâmetros de qualidade a serem considerados na modelagem da qualidade da água: DBO, OD, P, coliformes termotolerantes e Nitrogênio (Nitrato, Nitrito, Nitrogênio Amoniacal);
- Modelagem de qualidade da água: em regime permanente, considerando cenários compostos entre as vazões de referência a serem estudadas, os parâmetros a serem modelados e os horizontes de prazo decorrentes das metas estabelecidas. Deverá ser avaliada a condição de simulação de séries de vazões para resposta com relação a permanência do Enquadramento;

- Organização de informações para os trechos selecionados em Matriz de Enquadramento atualizada (no âmbito do PIRH será apresentada Matriz inicial): a. uso do solo; b. usos da água (quantitativo e lançamentos); c. dados do monitoramento; d. resultados da modelagem da qualidade da água atual e futura; e. presença de áreas protegidas;
- Proposta inicial de Enquadramento: baseada nas informações da Matriz de Enquadramento;

5.3.2. Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Paranapanema (CBH Paranapanema)

PIRH Paranapanema

Os corpos hídricos dos estados de São Paulo e Paraná são enquadrados com base em resoluções antecedentes à Resolução CONAMA n° 357/2005. No Estado de São Paulo, conforme já mencionado anteriormente, a classificação das águas interiores foi estabelecida pelo Decreto Estadual nº 10.755/1977, já no Estado do Paraná, o Enquadramento foi estabelecido através de Portarias da SUREHMA, publicadas no período de setembro de 1989 a setembro de 1992, anteriormente a instituição da Política Estadual de Recursos Hídricos e da criação do Instituto das Águas do Paraná.

No âmbito da elaboração do PIRH Paranapanema (Profill, 2016), foram apresentadas diretrizes para o Enquadramento dos corpos de água superficiais na UGRH Paranapanema. Os resultados dos estudos de base para o Enquadramento foram sistematizados por meio da elaboração de Matriz de Enquadramento e quadros complementares.

As diretrizes referentes ao Enquadramento apontadas no PIRH Paranapanema contemplaram: (i) diretrizes para os rios de Domínio da União; (ii) recomendações para os dos de domínio estadual e de domínio da União e; (iii) relação de estudos para subsidiar o Enquadramento dos corpos de água de domínio da União, sendo eles apresentados a seguir.

I) São diretrizes para o Enquadramento dos rios de domínio da União na UGRH Paranapanema:

- Elaborar nova proposta de Enquadramento para os rios de Domínio da União e reservatórios de forma a se adequar aos atuais procedimentos e legislações vigentes, especialmente no que se refere à adequação do Enquadramento com as classes da Resolução CONAMA no 357/2005, à aprovação do Comitê da Bacia

Hidrográfica do Rio Paranapanema, à deliberação do Conselho Nacional de Recursos Hídricos e à elaboração do Programa de Efetivação, conforme Lei no 9.433/1997 e Deliberação CNRH no 91/2008. Esta operacionalização desta diretriz é objeto dos Programas e Ações;

- Utilizar como subsídio para o processo os resultados do diagnóstico de qualidade das águas na bacia, das simulações quali-quantitativas das águas e as Matrizes de Enquadramento, desenvolvidas no âmbito dos estudos de base de elaboração do PIRH Paranapanema;
- Recomenda-se a adoção dos parâmetros DBO e Fósforo e a adoção da Q95% como vazão de referência de disponibilidade hídrica;
- Pactuar condição de entrega dos afluentes estaduais aos rios federais. Entrega de água em padrão compatível com a Classe 2.

II) Recomendações gerais para os rios de domínio Estadual e rios de domínio da União

- Recomenda-se enquadrar rios localizados em Unidades de Conservação de Proteção Integral em Classe Especial, conforme Resolução CONAMA no 357/2005, de forma a preservar os ambientes aquáticos.
- Recomenda-se enquadrar em Classe 1 os mananciais de abastecimento público localizados em cabeceiras de bacias hidrográficas de modo a se manter boa condição de qualidade da água e evitar aumento nos custos do seu tratamento.
- Recomenda-se que seja enquadrado em Classe 4 apenas os cursos d'água que, por algum limite de tecnologia, não consigam alcançar classe que apresente melhores condições de qualidade. Para isso podem ser utilizados os resultados da modelagem da qualidade da água realizada no âmbito do PIRH Paranapanema.

III) Estudos para subsidiar a elaboração da proposta de Enquadramento dos rios de domínio da União

- Estudo de simulação da qualidade da água e definição de usos preponderantes nos reservatórios
- Definição de usos preponderantes por trecho de rio.

A seguir, são apresentadas as conclusões e principais recomendações do estudo recomendado pelo PIRH Paranapanema, para subsídio ao Enquadramento na bacia, sendo ele concluído no ano de 2022.

Modelagem da Qualidade da Água na bacia do Rio Paranapanema – Bases para o Enquadramento

No âmbito do PIR Paranapanema foi apontada a necessidade de avanços na definição de estratégias para elaboração de propostas de Enquadramento de cursos d'água federais. Assim, foi firmada uma cooperação entre a Universidade Federal do Paraná - UFPR e a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico - ANA, e, a partir do uso de modelos hidrodinâmicos de simulação de qualidade de água, foi concebido um estudo com o objetivo de gerar bases técnicas para subsidiar a construção de uma proposta de Enquadramento com a participação dos atores envolvidos com a gestão dos recursos hídricos na bacia do Paranapanema. O estudo foi desenvolvido com os seguintes focos:

- Apontar as áreas prioritárias para a gestão da qualidade da água na bacia em função da produção de cargas poluidoras da água;
- Identificar as principais fontes de poluição, quantificando suas respectivas cargas;
- Estimar o potencial de redução das cargas poluidoras nas divisões hidrográficas;
- Indicar a necessidade de redução para que as metas previstas nas classes de qualidade de água sejam atingidas nos trechos de domínio federal.

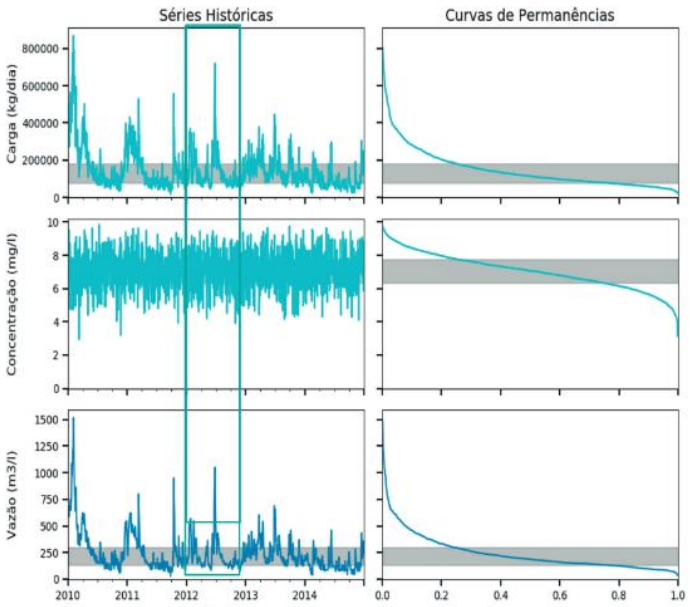
Neste estudo foi utilizada uma abordagem metodológica que integra diferentes modelos matemáticos utilizados para simular a produção das cargas poluidoras na bacia, isto é, a origem, o caminho destas cargas ao longo dos rios Paranapanema e Itararé e o impacto das cargas nos reservatórios da bacia. Para a construção das bases técnicas para o Enquadramento, foram compilados os seguintes grupos de informações: i) Dados hidrológicos do monitoramento; ii) Cobertura vegetal e uso da terra; iii) Estimativas de carga poluidoras; iv) Simulação integrada bacia-rio-reservatório.

Os parâmetros simulados foram a demanda bioquímica de oxigênio (DBO), oxigênio dissolvido (OD) e os nutrientes fósforo total (PT) e nitrogênio total (NT).

Para a modelagem hidrodinâmica, foram utilizados hidrogramas e cotagramas do ano 2012, além de séries históricas de curva de descarga e perfis transversais ao longo dos trechos.

As simulações de qualidade de água se basearam no conjunto de dados de monitoramento a partir do ano 2000 em cada seção de referência. Estas foram determinadas de acordo com a representatividade das concentrações, agrupando-se informações seguindo um critério de proximidade. Nas simulações dos trechos, as estimativas de cargas provenientes da bacia hidrográfica foram consideradas como aportes laterais ao longo dos comprimentos de trecho de rio.

Para as simulações nos reservatórios foi considerado o tempo de residência para a diferenciação do regime lêntico em relação ao ambiente lótico. Tempos de residência superiores a 40 dias determinaram a adoção de uma abordagem metodológica específica para ambientes lênticos para os reservatórios Jurumirim, Chavantes e Capivara. Foram analisadas também as variações temporais e espaciais de vazão e concentração de constituintes nos reservatórios, bem como suas implicações para o processo de Enquadramento dos trechos lênticos. A metodologia usada para esta análise da variação temporal foram simulações não permanentes com um modelo vertical unidimensional GLM. Foram simulados os parâmetros de temperatura, oxigênio dissolvido, nitrogênio total (nitrato mais nitrogênio amoniacal) e fósforo total. No total foram feitas 27 simulações, 9 para cada reservatório, sendo a situação de referência (cenário base, ano 2012), os cenários acelerados e tendencial para os anos 2025 e 2035, com variações de carga e quatro cenários hipotéticos extremos. Os dados de entrada dos cenários simulados são exemplificados nas figuras seguintes para o reservatório Jurumirim.

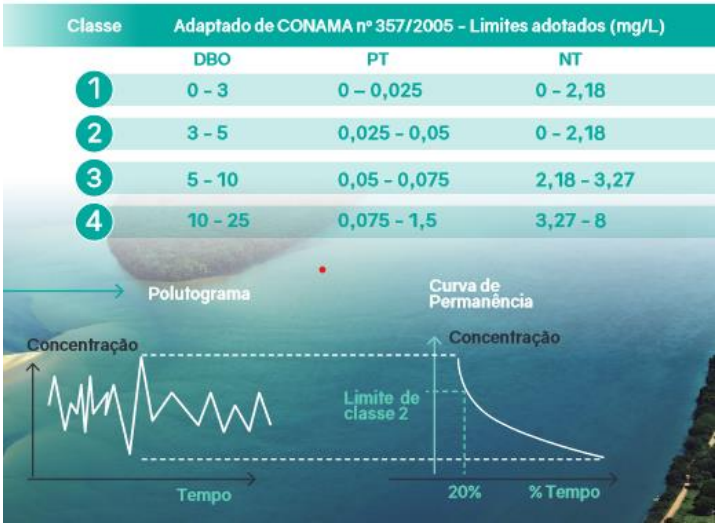


Fonte: ANA (2022)

Figura 5.3 – ilustrações das séries de vazões, concentrações e cargas nos reservatórios e as respectivas curvas de permanência

Para responder à questão sobre as variações espaciais dos reservatórios e se há necessidade de propor seu zoneamento para fins de Enquadramento, foram aplicadas simulações não permanentes com modelos tridimensionais Delft3D. Cada simulação hidrodinâmica foi seguida por uma simulação de qualidade de água. A avaliação da variabilidade espacial foi apoiada por análises de séries de imagens de satélite (sensoriamento remoto) e métodos geoestatísticos de clustering dos parâmetros. Os dados de entrada dos cenários simulados foram os mesmos da modelagem uni dimensional, porém, distribuídos espacialmente. A partir das simulações acima também foi possível identificar os parâmetros mais críticos para a qualidade de água nos reservatórios.

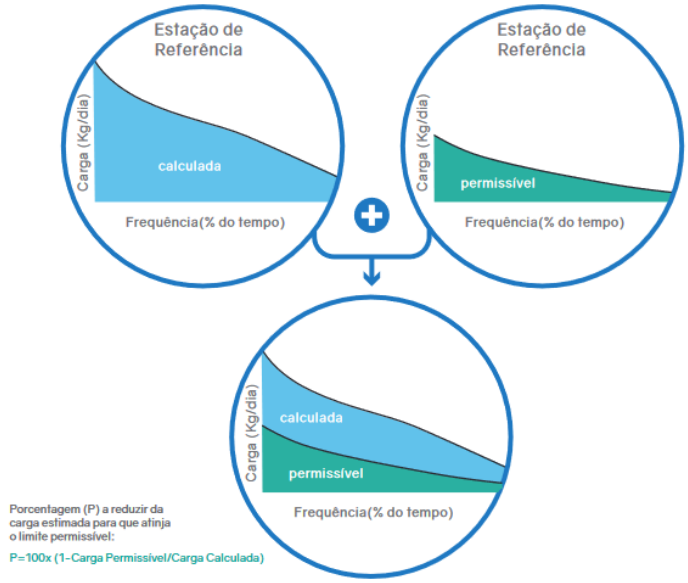
A conformidade dos parâmetros com os padrões de qualidade das classes, definidas na Resolução CONAMA nº 357/2005, foi analisada a partir de curvas de permanência, tanto em relação ao cenário base (ano de 2012), quanto aos cenários futuros previstos no PIRH Paranapanema, considerando o aumento das cargas laterais provenientes da bacia. A resolução CONAMA nº 357/2005 não estabelece padrões para o NT, mas define que, quando o nitrogênio for fator limitante para eutrofização, nas condições estabelecidas pelo órgão ambiental competente, o valor de nitrogênio total (após oxidação) não deverá ultrapassar 1,27 mg/L para ambientes lênticos e 2,18 mg/L para ambientes lóticos, na vazão de referência. Com base nesta definição, nos dados observados e no conhecimento dos pesquisadores envolvidos neste estudo sobre a qualidade de água na região, foi estabelecido para o presente estudo as faixas de NT para as classes de qualidade conforme a figura a seguir.



Fonte: ANA (2022)

Figura 5.4 – Limites adotados para DBO, PT e NT

Foram projetadas curvas de permanência com as cargas simuladas ao longo do ano no ponto de referência do trecho de simulação. Estas curvas foram comparadas à curva com o máximo permissível, obtida pelo produto da concentração limite de classe e vazão simulada. A interseção dessas duas informações fornece a porcentagem de carga a ser removida para que a classe de interesse seja mantida, conforme ilustra a figura a seguir.



Fonte: ANA (2022)

Figura 5.5 – Limites adotados para DBO, PT e NT

A conclusão deste estudo no ano de 2022 representa um avanço na implementação do instrumento do Enquadramento na Bacia do Rio Paranapanema, e fornece uma base robusta para a preparação de uma proposta atualizada de Enquadramento para os reservatórios e rios federais da bacia.

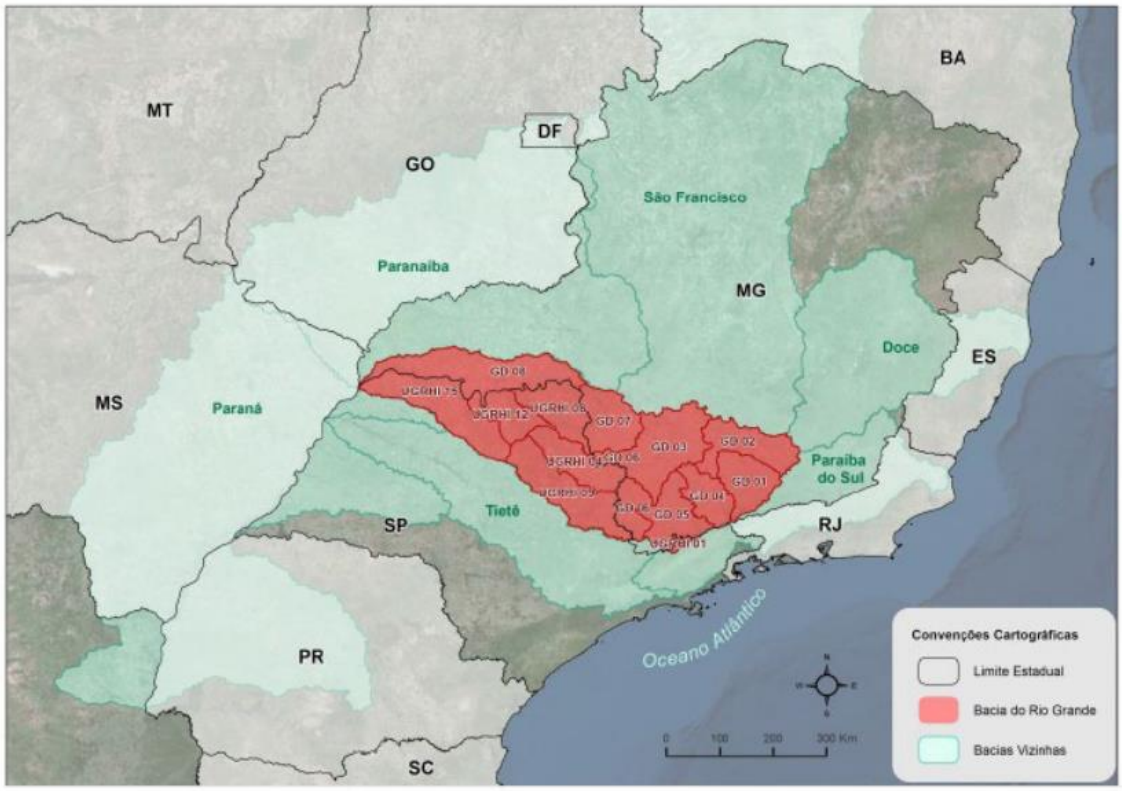
Além disso, a metodologia que trata da utilização de séries de vazão e curvas de permanência de qualidade da água e da aplicação de modelos matemáticos para representação dos reservatórios fornece subsídios importantes para estudos de Enquadramento em outras bacias, como as do Estado de São Paulo, que contemplam uma série de reservatórios e que carecem de um método para o seu Enquadramento. Além disso, o estudo também estabeleceu limites para o NT para cada classe, parâmetro que a Resolução Conama nº 357/2005 não possui limites regulamentados.

Por fim, no âmbito da "*Revisão dos Ciclos de Implementação do Plano Integrado de Recursos Hídricos da Unidade de Gestão de Recursos Hídricos Paranapanema (PIRH Paranapanema) e do Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Piancó-Piranhas-*

Açu (PRH Piancó-Piranhas-Açu) (Profill, 2021), está prevista a seguinte ação "Ação GRH.A.4.1 Contratar estudo técnico para elaboração de proposta de Enquadramento e Programa de Efetivação de Corpos d'água de domínio da União na UGRH Paranapanema." Essa ação é de curto prazo, com previsão de execução do ano 6 (ano 1 após a conclusão do plano) ao ano 11 do PIRH, evidenciando os avanços da temática nos corpos hídricos de domínio da união na Bacia do Paranapanema.

5.3.3. Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Grande (CBH Grande)

No âmbito do PIRH Grande (ANA, 2017), foram estabelecidas diversas diretrizes para o Enquadramento dos corpos d'água dos rios de domínio da União e dos estados de Minas Gerais e São Paulo. Na porção paulista da bacia estão inseridas as seguintes UGRHIs (Figura 5.6): UGRHI 01 – Comitê de Bacia Hidrográfica da Serra da Mantiqueira; UGRHI 04 -Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Pardo; UGRHI 08 -Comitê da Bacia Hidrográfica dos Rios Sapucaí Mirim / Grande; UGRHI 09 -Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio Mogi; UGRHI 12 -Comitê da Bacia Hidrográfica dos Rios Baixo Pardo/Grande; UGRHI 15 – Comitê da Bacia Hidrográfica dos Rios Turvo/Grande.



Fonte: Engecorps (2017)

Figura 5.6 Localização da bacia hidrográfica do rio Grande

A seguir são listadas as diretrizes associadas ao Enquadramento ao PIRH Grande:

I) Diretrizes de referência associadas as metas do plano de ações, conforme ANA (2017):

- Associar as outorgas de lançamento de efluentes ao cumprimento de metas progressivas de Enquadramento;
- Promover a integração das bases de dados DAEE/CETESB para a vertente paulista da bacia no que se refere ao lançamento de efluentes;
- Avaliar a possibilidade de emitir outorgas sazonais para lançamento de efluentes, de forma compatível com as diretrizes de Enquadramento dos corpos d´água;
- Integrar as bases de dados de outorgas de lançamentos de efluentes entre o DAEE e a CETESB, com vistas à melhor gestão de aspectos de qualidade dos cursos d'água;
- Complementar os estudos realizados pelo PIRH-Grande, considerando informações do Diagnóstico e do Prognóstico, para atendimento à Resolução do CNRH nº 91/2008, principalmente para definição dos usos preponderantes desejados para os corpos hídricos, ponto de partida fundamental para estabelecimento das classes de qualidade a serem atendidas;
- Enquanto não for aprovado o Enquadramento dos corpos d'água da bacia hidrográfica do rio Grande, recomenda-se que os órgãos gestores utilizem as propostas do PIRH para a definição da classe de Enquadramento a ser adotada de forma transitória, como previsto no artigo 15 da Resolução CNRH nº 91/2008; tais propostas estão apresentadas em Nota Técnica anexa ao Manual Operativo do PIRH-Grande – MOP;
- O CBH-Grande e os CBHs-Bacias Afluentes deverão definir o cenário futuro que servirá de base ao Enquadramento, recomendando-se que seja o tendencial, por constituir um cenário mais realista e mais próximo do que poderá ocorrer de fato na bacia;
- Considerar o Enquadramento/reenquadramento por trechos de curso d'água, levando em conta as classes de qualidade por eles atendidas no cenário escolhido, o que se aplica tanto aos rios de domínio da União como estadual, tendo como fundamento a capacidade de autodepuração dos cursos d'água, uma vez que o lançamento de cargas poluentes em corpos receptores com

pequenas vazões (como os de cabeceiras de bacias), mesmo de efluentes tratados, pode inviabilizar o atendimento a classes de qualidade superior, quer na situação atual como na futura;

- Propor classes de Enquadramento para os principais cursos d'água da bacia (de domínio da União e estadual), a serem definidos pelos Comitês, devendo os seus afluentes atender a classes iguais ou de melhor qualidade, sempre que possível; essa diretriz se aplica também aos critérios de entrega de vazões/padrões de qualidade em Pontos de Controle da bacia do rio Grande;
- Incluir os reservatórios para geração de energia hidrelétrica nos corpos d'água a serem enquadrados, e definir o(s) parâmetro(s) prioritário(s) a ser(em) considerado(s), podendo ser ele o Fósforo Total, fator limitante nos processos de eutrofização, acrescido de outros parâmetros com potencial para representar conflitos que venham a ser identificados pelo CBH, tais com o Nitrogênio;
- Adotar Classe Especial para cursos d'água que atravessam áreas protegidas (UCs de proteção integral existentes e/ou a serem criadas), atendendo às prescrições da Resolução CONAMA nº 357/2005;
- Se e onde possível, adotar Classe 1 em trechos de cursos d'água utilizados para abastecimento público localizados em cabeceiras de bacias, visando manter melhor qualidade da água e reduzir custos de tratamento;
- Como a vazão de referência para o Enquadramento, manter a atual vazão de referência para outorga adotada pela ANA para rios de domínio da União (Q95%) e pelo DAEE e IGAM para rios de domínio estadual (Q7,10);
- Estudar a possibilidade da adoção de vazões de referência para o Enquadramento sazonais. Caso esta alternativa seja implementada, ajustar a outorga para lançamento de efluentes de forma compatível, uma vez que a vazão de diluição disponível será maior, em períodos hidrológicos normais;
- Adotar a $DBO_{5,20}$ como o parâmetro prioritário para o Enquadramento dos cursos d'água, podendo ser estudada também a possibilidade de adotar o parâmetro Oxigênio Dissolvido (OD), caso seja assim decidido pelo CBH-Grande, ou o Fósforo Total, embora eventuais remoções desse parâmetro nas Estações de Tratamento de Efluentes constitua procedimento de altos custos;

- Para a definição das metas progressivas do Enquadramento, considerar os resultados do balanço hídrico qualitativo apresentado no Prognóstico do PIRH para o cenário atual e para o cenário futuro escolhido, nos horizontes de curto, médio e longo prazo.

II) Elaboração do Plano de Efetivação do Enquadramento:

- A implantação prioritária de serviços e obras para coleta e tratamento de esgotos nas microbacias classificadas em arquétipos “urgência” e “prioridade de controle e saneamento”;
- A possibilidade de propor alterações nos pontos de lançamento de efluentes tratados que se localizam a montante de trechos que não atendem à classe 3 no cenário escolhido;
- Atenção especial ao tratamento dos efluentes lançados a montante das captações para abastecimento urbano que se situam em cursos d’água com proposta de Enquadramento em classe de qualidade 2 ou melhor;
- Eventual ajuste da rede de monitoramento da qualidade da água necessário para monitorar as metas progressivas do Enquadramento;
- Quando da sua revisão/atualização, os Planos das Bacias Afluentes considerem no seu escopo o Enquadramento das águas subterrâneas, atendendo às prescrições da Resolução CONAMA nº 396/2008.

III) Diretrizes e recomendações para os instrumentos de gestão de recursos hídricos propostas pelo PERH-Minas Gerais:

- Proposta de Procedimentos para Compatibilização do Enquadramento de Corpos Hídricos entre UPGRHs de Minas Gerais e em Bacias Hidrográficas Compartilhadas com Outros Estados da Federação:
  - avaliar formas de compatibilizar as vazões de referência adotadas no estado com as vazões adotadas pela ANA e por outros estados da federação, para permitir a aplicação dos instrumentos de gestão de forma mais coordenada;
  - estabelecer os caminhos de negociação com os estados limítrofes e com a ANA, para que as discussões referentes ao Enquadramento possam tomar forma;

- conferir a implantação da Rede Estratégica de Monitoramento;
- revestir a análise do Enquadramento de um caráter mais econômico, no intuito de verificar se eventuais decisões quanto à qualidade da água não trariam consequências econômicas negativas nem para a bacia, e nem para o país;
- fazer com que a compatibilidade foque a vazão de referência, a classe do Enquadramento e as metas intermediárias de cada UGPRH;

5.3.4. Comitê das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí

O Plano das Bacias PCJ 2020-2035 apresentou avanços significativos a para o tema do Enquadramento dos Corpos d'Água, envolvendo estudos e debates com os comitês PCJ e atores da bacia, e que permearam os quatro anos de revisão do Plano. Durante o processo de revisão Plano foi desenvolvido um Caderno Temático de Enquadramento dos Corpos d'Água Superficiais. Neste trabalho, foram abordadas questões relevantes para a presente discussão, que envolvem aspectos da atualização do Enquadramento, conforme preconiza a Resolução CNRH 91/2008, além de análises complementares utilizando séries históricas de vazão que permitiram observar a permanência da qualidade da água nas classes.

A discussão sobre o Enquadramento e Reenquadramento dos corpos d'agua superficiais já foi amplamente discutida no âmbito dos Comitês PCJ. A proposta de enquadramento, anterior à revisão do Plano, estabeleceu como parâmetros prioritários OD e DBO. No Plano 2020 a 2035, a discussão foi ampliada para novos parâmetros: Nitrogênio, Fósforo e Coliformes Termotolerantes/E.coli (CONSÓRCIO PROFILL-RHAMA, 2020).

Os estudos relacionados à qualidade dos recursos hídricos superficiais e redução das cargas poluidoras (ênfase no saneamento) foram realizados com auxílio da modelagem de cenários futuros qualidade da água a partir do modelo de suporte à decisão (SSD PCJ), e avaliação da efetividade do enquadramento. O SSD PCJ foi utilizado como ferramenta de simulação dos parâmetros, sendo analisados cenários com séries históricas, com avaliação da permanência do enquadramento no tempo. Partindo da formulação de cenários futuros de abatimento de cargas poluidoras, foram definidas estratégias para mitigação dessas cargas, que envolveram a universalização do saneamento, tratamento terciário, abatimento de cargas difusas, desenvolvimento de tecnologias, articulação institucional e capacitação de operadores. Além disso, o processo envolveu diversas câmaras técnicas dos comitês PCJ, atores do setor de

saneamento, sociedade civil, CETESB, ministério público, dentre outros. Destaca-se também a integração do Programa de Efetivação do Enquadramento, concebido inicialmente no Caderno de Enquadramento, ao Plano das Bacias PCJ 2020-2035.

Experiência com as simulações com séries históricas

A utilização de simulações com séries históricas para análise da permanência do tempo no Enquadramento foi realizada pela primeira vez no Plano das Bacias PCJ 2020-2035 (CONSÓRCIO PROFILL-RHAMA, 2020). Esta abordagem inovadora, que seguiu o que vinha sendo discutido no CRH/GA Enquadramento entre 2013 e 2014, é apresentada neste item a fim de evidenciar as principais diferenças na apresentação dos resultados e os principais desafios enfrentados.

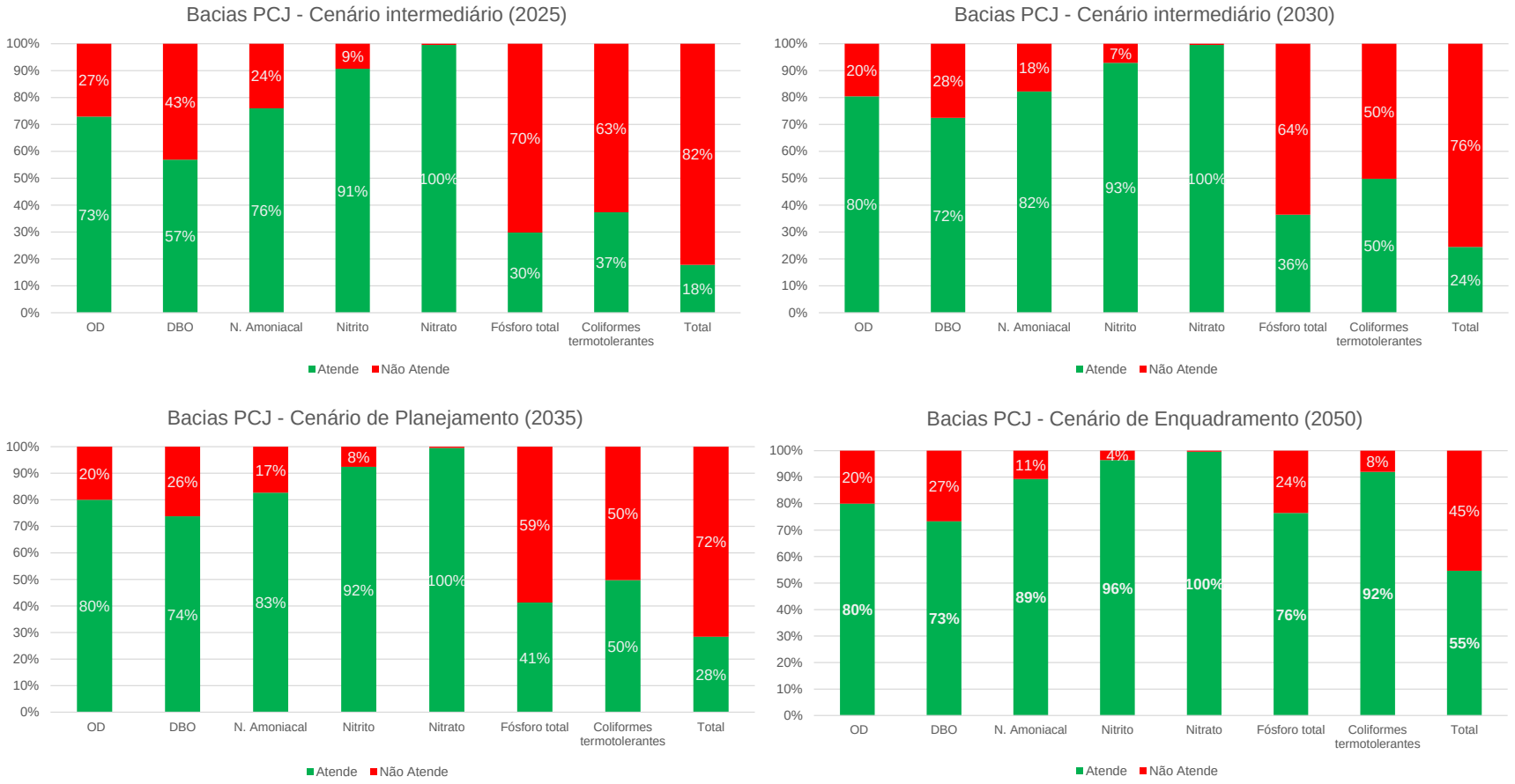
No Plano das Bacias PCJ 2020-2035 foram realizadas simulações com diferentes vazões de referência ($Q_{7,10}$, Q_{95} e Q_{mlp}) e com séries históricas mensais de vazão (30 anos, compreendidas entre 1940 e 1970) para analisar o atendimento ao Enquadramento vigente nas Áreas de Contribuição (ACs) e a permanência nas classes de Enquadramento.

Foram analisados sete parâmetros: DBO, OD, Nitrogênio Amoniacal, Nitrito, Nitrato, Fósforo Total e Coliformes termotolerantes. O SSD PCJ foi utilizado como ferramenta de apoio à construção dos cenários e à elaboração do Programa para Efetivação do Enquadramento.

Para ilustrar as diferentes abordagens, são apresentadas informações comparativas entre os resultados com a vazão de referência para o Enquadramento ($Q_{7,10}$), e a permanência no Enquadramento, a partir da simulação com séries históricas de vazão.

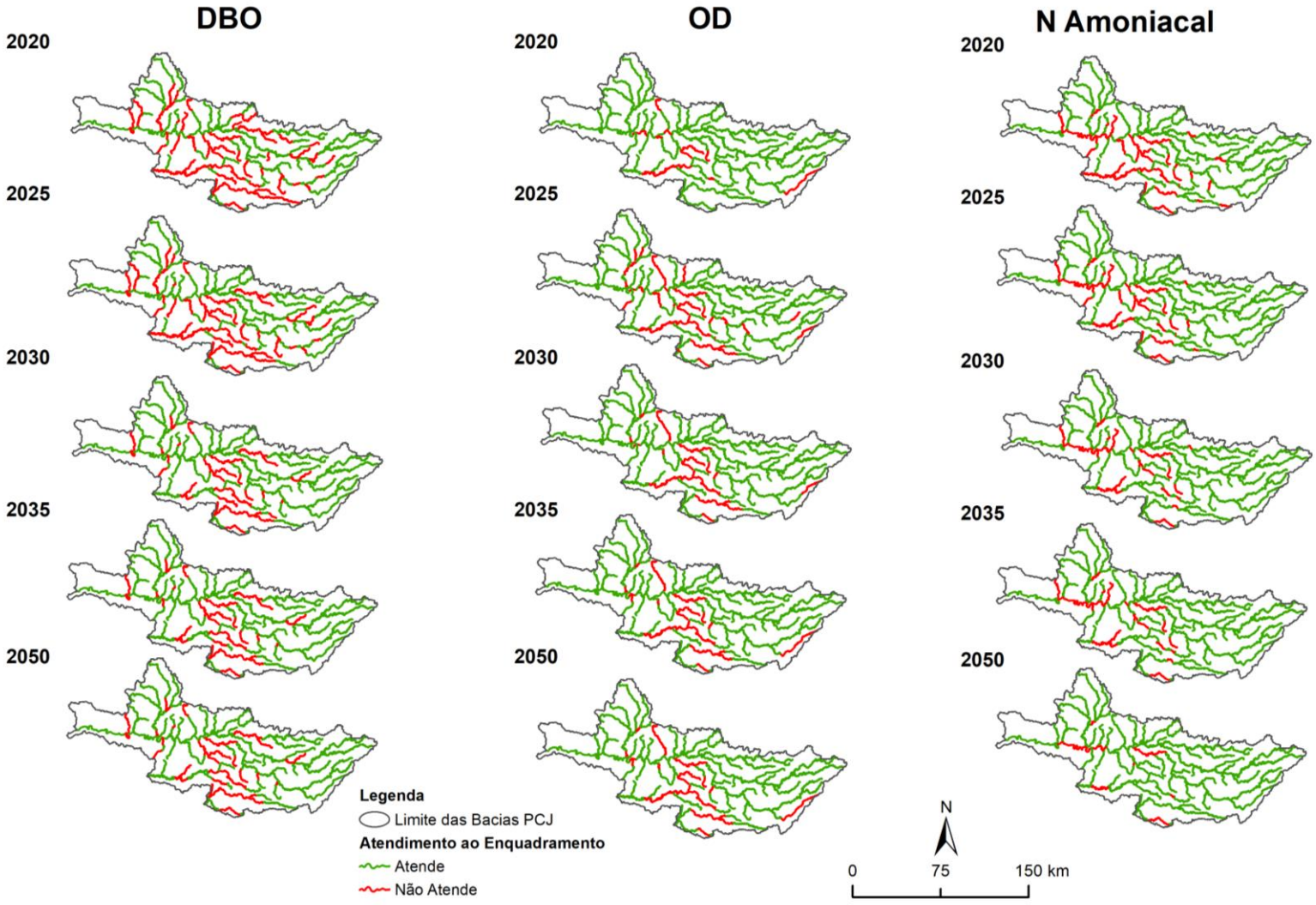
A Figura 5.7 apresenta os resultados do Cenário de Referência para o Planejamento ($Q_{7,10}$), contemplando o percentual de atendimento por parâmetro para os anos de 2025, 2030, 2035 e 2050, para as 225 Áreas de Contribuição das Bacias PCJ. Nesta condição somente estão sendo consideradas cargas pontuais (de saneamento e industriais), sendo que a maioria dos parâmetros são obtidos índices de atendimento superiores ou próximos à 75% das ACs, no ano de 2035, com exceção dos parâmetros coliformes termotolerantes e fósforo.

A Figura 5.8 e Figura 5.9, por sua vez, ilustram os resultados do atendimento ao Enquadramento em cada trecho de rio, para cinco parâmetros. Essa outra forma de apresentar os resultados possibilita que se observe quais são os trechos com qualidade compatível com o Enquadramento na vazão de referência $Q_{7,10}$, e a evolução da qualidade da água, a partir do aumento gradual das ações de saneamento previstas nos cenários formulados.



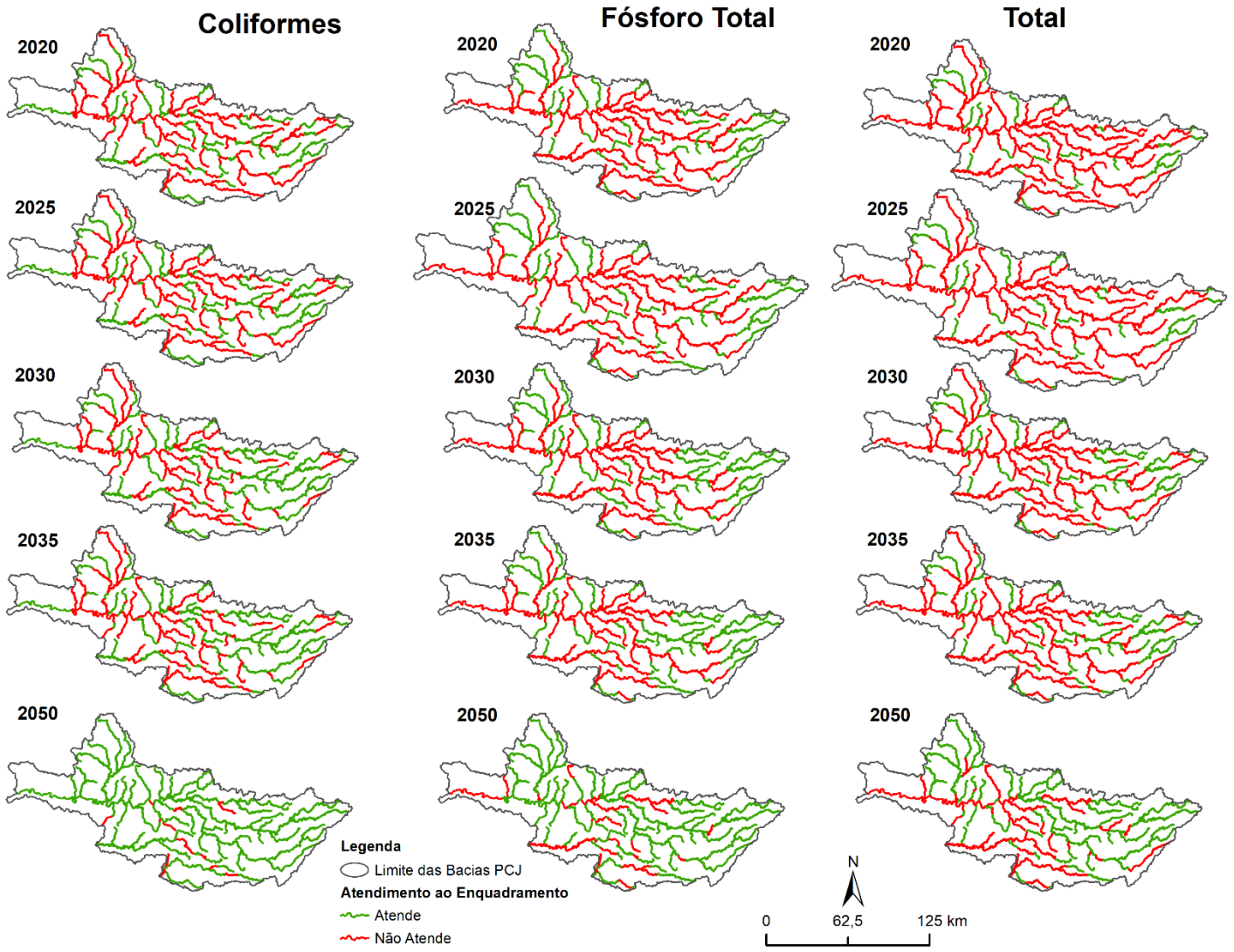
Fonte: Consórcio Profill-Rhama (2020).

Figura 5.7 –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 PCJ.

Figura 5.8 – Evolução do Enquadramento nos trechos das Bacias PCJ na situação hídrica de $Q_{7,10}$ com relação aos parâmetros OD, DBO e Nitrogênio Amoniacal



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

Figura 5.9 – Evolução do Enquadramento nos trechos das Bacias PCJ na situação hídrica de $Q_{7,10}$ com relação aos parâmetros fósforo, coliformes termotolerantes e todos os parâmetros.

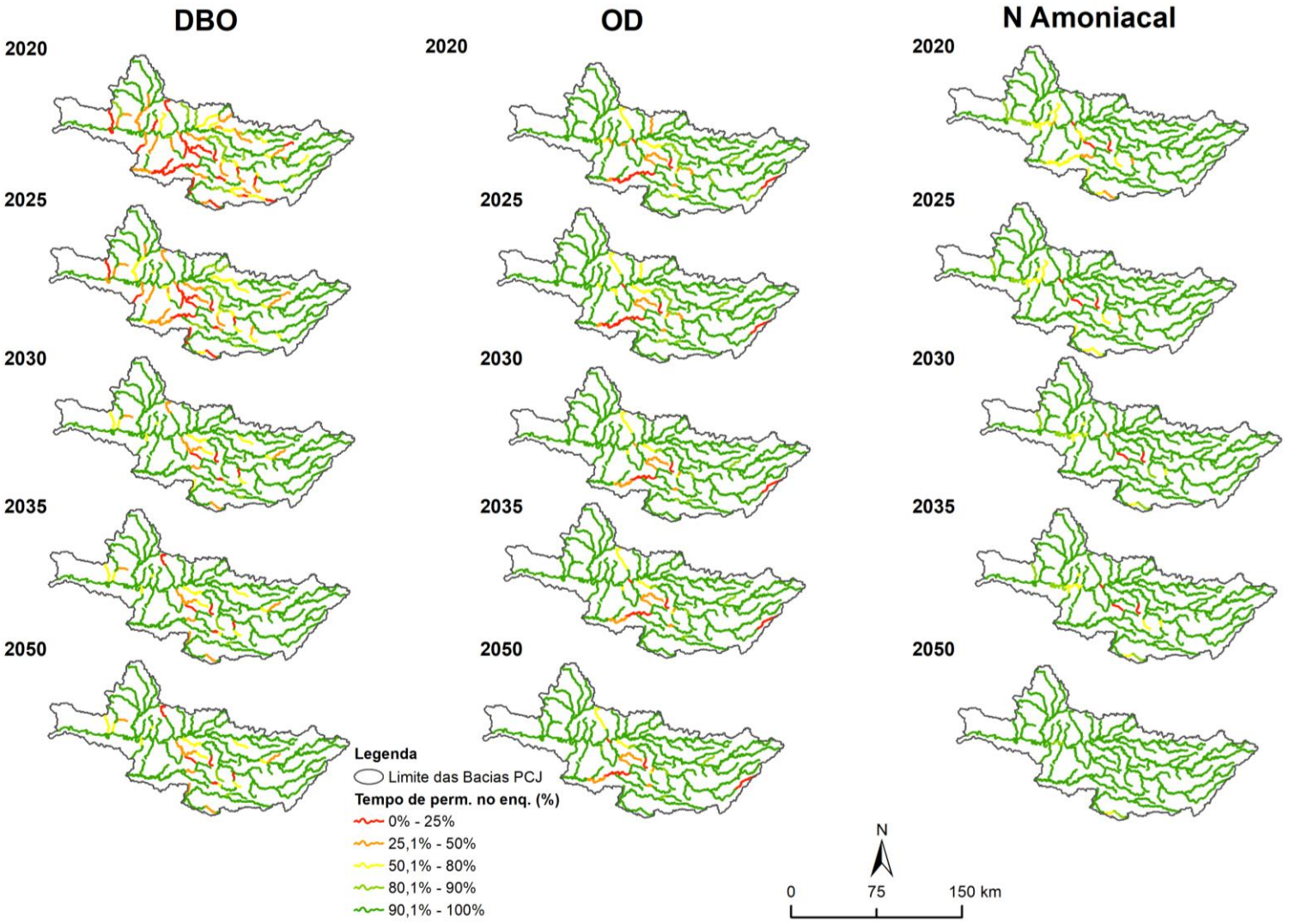
Já a Figura 5.10 apresenta a permanência no Enquadramento, por parâmetro, a partir da simulação com séries históricas de vazão. A utilização da série de vazões possibilitou a inclusão de cargas difusas nos cenários formulados e a visualização de diferentes percentuais de tempo que possam vir a ser considerados futuramente como "referências aceitáveis" para o não atendimento do Enquadramento, como por exemplo entre 80% ou 90% do tempo.

No Plano das Bacias PCJ 2020-2035, as simulações foram somente apresentadas para fins de comparação com os resultados das vazões de referência e para embasar futuras discussões que possam envolver a temática, já que a utilização de séries históricas para o Enquadramento não está prevista na legislação atual.

A Figura 5.10 mostra que em 2035 (referência para o planejamento), a maioria dos parâmetros permanece enquadrado em todos os trechos em mais de 90% do tempo, com a exceção de fósforo e coliformes. No Cenário de Enquadramento (2050), os parâmetros fósforo e coliformes atendem o Enquadramento em cerca de 88% do tempo em toda bacia, sendo o Enquadramento de forma conjunta para todos os parâmetros na bacia atingido em mais de 70% do tempo.

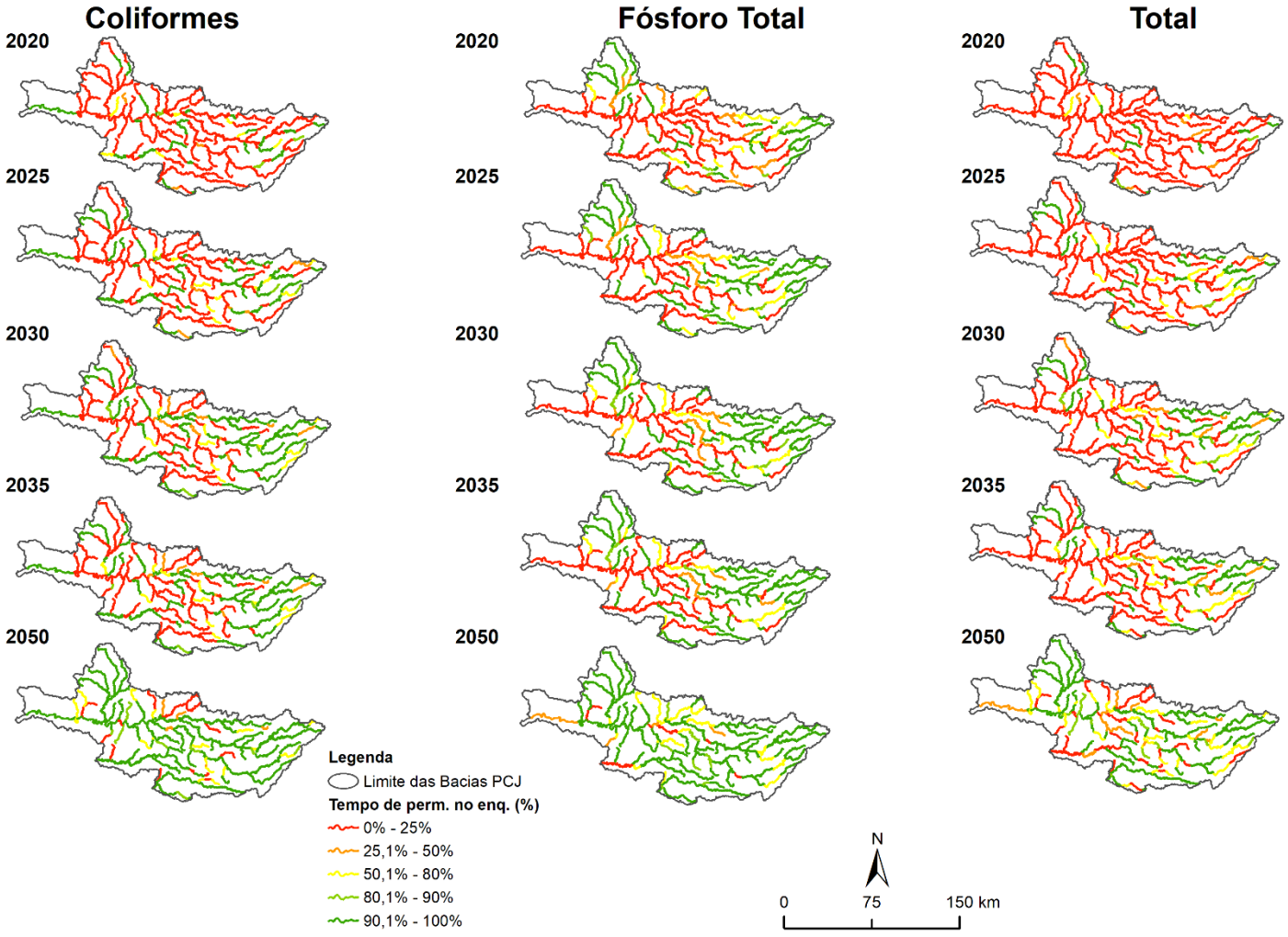
A Figura 5.11 e a Figura 5.12 apresentam os resultados espacializados para a simulação com série histórica de vazão, indicando a permanência no Enquadramento por parâmetro e de maneira simultânea em todas as áreas de contribuição das Bacias PCJ. Novamente é perceptível o ganho que o incremento nas eficiências de remoção de nutrientes e coliformes é capaz de fornecer para que as Bacias PCJ encontrem a melhor situação de conformidade com o Enquadramento.

Figura 5.10 – Permanência no Enquadramento nas Bacias PCJ nos Cenário Intermediários (2025 e 2030), de Planejamento (2035) e de Enquadramento (2050) – Séries Históricas de vazão.



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

Figura 5.11 - Evolução da permanência no Enquadramento nos trechos das Bacias PCJ com relação aos parâmetros OD, DBO e nitrogênio amoniacal.



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

Figura 5.12 - Evolução da permanência no Enquadramento nos trechos das Bacias PCJ com relação aos parâmetros fósforo e coliformes termotolerantes e de forma simultânea para todos os parâmetros.

Desafios enfrentados

Os principais desafios associados às simulações com séries históricas ocorridos no âmbito do plano, que podem servir para antever futuros processos envolvendo as simulações com séries históricas no estado de São Paulo:

- O modelo SSD PCJ, desenvolvido pelo LabSid (USP), estava disponível para uso no início do processo de elaboração do plano. No entanto, não havia sido testado com os dados atualizados da bacia, o que exigiu ajustes no modelo e concepção de como trabalhar com as séries históricas em uma bacia complexa, com vários reservatórios existentes e previstos;
    - É comum que ajustes sejam necessários em um modelo, porém, quando realizados durante a elaboração do PBH ou do Programa de Efetivação do Enquadramento, podem dificultar o cumprimento de prazos regimentais;
    - Os custos associados à concepção e utilização do modelo podem ser elevados e não se aplicam a todas as bacias.
- A falta de séries de vazão suficientemente longas em uma das bacias requereu o uso de métodos de regionalização de vazões e a utilização de modelos matemáticos complementares;
- Existências relativas a incertezas associadas à modelagem de cargas difusas.

A fim de analisar aspectos relativos à utilização dos resultados dos estudos de enquadramento do Plano, foi analisado o Relatório Técnico para acompanhamento do atendimento às metas de atualização do enquadramento em trechos do Rio Jundiaí (DAEE/CETESB/AGÊNCIA PCJ (2021)). No relatório foram feitas análises relativas aos dados de qualidade da água para os parâmetros estabelecidos pela Deliberação CRH nº 202/ 2017, da precipitação no período considerado, além das medidas de despoluição realizadas e previstas. Apesar do Plano das Bacias PCJ ter apresentado as permanências da qualidade da água no trecho em questão, não foi estabelecida uma permanência desejada para o atendimento do enquadramento. Assim, o referido relatório não apresentou análises relativas ao tema no referido documento. No entanto, ao final do documento, dentre as diretrizes propostas, foi incluída a seguinte:

- Seja discutida, no âmbito do CRH, metodologia para a avaliação do atendimento a metas de Enquadramento, considerando critérios tais como tempo de permanência nas classes, entre outros.

O Reenquadramento do rio Jundiaí

O processo de Enquadramento realizado para o Rio Jundiaí, na década de setenta, resultou no Enquadramento em Classe 4 no trecho do Rio Jundiai, 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 propôs, por sua vez, a alteração de trechos do Rio Jundiaí de Classe 4 para Classe 3.

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 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 261/2016 referenda a proposta de alteração de classe do Rio Jundiaí 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, a Deliberação indica que Fósforo e Coliformes Termotolerantes/E.coli deverão ser estudados e que deverá ser elaborado um Programa para Efetivação do Enquadramento.

Diretrizes para o Enquadramento

Apresentam-se a seguir as principais diretrizes gerais 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, considerando o Plano Diretor de Recursos Hídricos (PDRH) da UPGRH PJ1;
- 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;

i) Integração do Enquadramento com os demais instrumentos de gestão e metas de entrega

- 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;
- Promover a articulação entre os instrumentos de gestão;
- Buscar a articulação entre ações de gestão territorial e uso do solo e de infraestrutura de tratamento de esgotos;
- 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 n° 359/2005;
- Promover discussões acerca dos limites para fósforo de que tratam as Resoluções CONAMA n° 357/2005 e n° 430/2011.

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.

- Estudar alternativas metodológicas que subsidiem a pactuação de condições de entrega entre sub-bacias, bacias e regiões hidrográficas

ii) Recomendações para revisões futuras do plano envolvendo a temática de Enquadramento

- 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 reuso).

5.3.5. Resumo dos principais aspectos de interesse

O quadro apresentado nas páginas a seguir apresenta um resumo dos principais aspectos tratados os Planos de Recursos Hídricos aqui avaliados, indicando possibilidades para articulação para a gestão de águas compartilhadas e para integração entre instrumentos de gestão.

Quadro 5.1 – Aspectos de interesse

Bacias	UF	Parâmetros sugeridos	Q ref.	Principais diretrizes	Articulação águas compartilhadas	Articulação entre instrumentos de gestão
Paraíba do Sul	SP RJ MG	A serem definidos: Recomendação PIRH: DBO, OD, P, coliformes termotolerantes e Nitrogênio (Nitrato, Nitrito, Nitrogênio Amoniacal;	Definição da Q ref (Q95, Q7,10 ou parcelas das vazões) Avaliar a simulação de séries de vazões para resposta com relação a permanência do Enquadramento	• Enquadramento deverá ser realizado em duas etapas: ✓ Etapa técnico-propositiva ✓ Etapa institucional • Estudos de base técnica: ✓ Definição dos trechos ✓ Definição da Q ref (Q95, Q7,10 ou parcelas das vazões) ✓ Retomar questões associadas à vazão de diluição utilizada pelos órgãos licenciadores e Q ref para Enquadramento ✓ Discussão da curva de permanência do Enquadramento ✓ Avaliação da inconformidade da qualidade atual com o Enquadramento vigente ✓ Definição dos parâmetros prioritários: DBO, OD, P, coliformes termotolerantes e Nitrogênio (Nitrato, Nitrito, Nitrogênio Amoniacal); ✓ Modelagem da qualidade da água em regime permanente; ✓ Avaliar a simulação de séries de vazões para resposta com relação a permanência do Enquadramento; ✓ Elaborar a matriz de Enquadramento; ✓ Elaborar a proposta inicial de Enquadramento.	• Condição de entrega: ✓ Considerar a permanência a ser exigida na qualidade da água; ✓ determinação de vazões nos exutórios das bacias: ▪ utilizar um modelo de balanço hídrico quantitativo sobre a base ottocodificada; ✓ as análises de alocação de água devem considerar os pontos característicos explicitados no Plano; • Alocação qualitativa: ✓ Inserção de pontos de controle nos exutórios das sub-bacias ✓ A verificação de qualidade da água em pontos de controle de modo que uma condição de jusante não determine incompatibilidade com uma condição de montante; ✓ Os Pontos de Controle (PCs) irão definir condições de "entrega" de cada Unidade de Planejamento, no que se refere à quantidade e qualidade das águas, estando tais condições baseadas na definição de vazões mínimas de referência e limites de utilização.	• Outorgas de lançamento de efluentes ✓ O estabelecimento de metas de qualidade, associadas as Classes de qualidade da água da Resolução 357/2005 do CONAMA determinarão, em conjunto com os padrões de emissão dos efluentes, condicionante para as outorgas de lançamento;
Grande	SP MG	A ser definido	Manter para outorga adotada pela ANA para rios de domínio da União (Q95%) e pelo DAEE e IGAM para rios de domínio estadual (Q7,10)	• O CBH-Grande e os CBHs-Bacias Afluentes deverão definir o cenário futuro que servirá de base ao Enquadramento, recomendando-se que seja o tendencial; • Considerar o Enquadramento/reenquadramento por trechos de curso d'água, levando em conta as classes de qualidade por eles atendidas no cenário escolhido, o que se aplica tanto aos rios de domínio da União como estadual, tendo como fundamento a capacidade de autodepuração dos cursos d'água, • Incluir os reservatórios para geração de energia hidrelétrica nos corpos d'água a serem enquadrados ✓ definir o(s) parâmetro(s) prioritário(s) a ser(em) considerado(s), podendo ser ele o Fósforo Total e Nitrogênio; • Adotar Classe Especial para cursos d'água que atravessam UCs de Proteção Integral; • Se e onde possível, adotar Classe 1 em trechos de cursos d'água utilizados para abastecimento público localizados em cabeceiras de bacias, visando manter melhor qualidade da água e reduzir custos de tratamento; • Estudar a possibilidade da adoção de vazões de referência para o Enquadramento sazonais. Caso esta alternativa seja implementada, ajustar a outorga para lançamento de efluentes de forma compatível • Adotar a DBO 5,20 como o parâmetro prioritário; • Estudar a possibilidade de incluir OD e Fósforo Total, ✓ Os custos para remoção deverão ser considerados; • Para a definição das metas progressivas do Enquadramento, considerar os resultados do balanço hídrico qualitativo apresentado no Prognóstico do PIRH; • Atenção ao tratamento dos efluentes lançados a montante das captações para abastecimento urbano que se situam em cursos d'água com proposta de Enquadramento em classe de qualidade 2 ou melhor; • Quando da sua revisão/atualização, os Planos das Bacias Afluentes considerem no seu escopo o Enquadramento das águas subterrâneas, atendendo às prescrições da Resolução CONAMA nº 396/2008.	• Pacto para a Gestão Integrada dos Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Grande • Propor classes de Enquadramento para os principais cursos d'água da bacia (de domínio da União e estadual), a serem definidos pelos Comitês, devendo os seus afluentes atender a classes iguais ou de melhor qualidade, sempre que possível; essa diretriz se aplica também aos critérios de entrega de vazões/padrões de qualidade em Pontos de Controle da bacia do rio Grande; • Buscar atuação articulada para a harmonização de critérios e procedimentos, como instrumentos de cadastro, outorga de direito de uso e fiscalização; • Como a vazão de referência para o Enquadramento, manter a atual vazão de referência para outorga adotada pela ANA para rios de domínio da União (Q95%) e pelo DAEE e IGAM para rios de domínio estadual (Q7,10); • avaliar formas de compatibilizar as vazões de referência adotadas no estado com as vazões adotadas pela ANA e por outros estados da federação, para permitir a aplicação dos instrumentos de gestão de forma mais coordenada; • fazer com que a compatibilidade foque a vazão de referência, a classe do Enquadramento e as metas intermediárias de cada UGPRH;	• Integrar as bases de dados de outorgas de lançamentos de efluentes entre o DAEE e a CETESB; • Associar as outorgas de lançamento de efluentes ao cumprimento de metas progressivas de Enquadramento; • Avaliar a possibilidade de emitir outorgas sazonais para lançamento de efluentes, de forma compatível com as diretrizes de Enquadramento dos corpos d´água; • Complementar os estudos realizados pelo PIRH-Grande, considerando informações do Diagnóstico e do Prognóstico, para atendimento à Resolução do CNRH nº 91/2008, principalmente para definição dos usos preponderantes desejados para os corpos hídricos, ponto de partida fundamental para estabelecimento das classes de qualidade a serem atendidas; • Eventual ajuste da rede de monitoramento da qualidade da água necessário para monitorar as metas progressivas do Enquadramento;

Bacias	UF	Parâmetros sugeridos	Q ref.	Principais diretrizes	Articulação águas compartilhadas	Articulação entre instrumentos de gestão
Paranapanema	PR SP	Recomendação PIRH p/rios de domínio da união: DBO e Fósforo	Recomendação PIRH p/rios de domínio da união: Q95%	• Elaborar nova proposta de Enquadramento para os rios de Domínio da União e reservatórios de forma a se adequar aos atuais procedimentos e legislações vigentes; • Utilizar como subsídio para o processo os resultados do diagnóstico de qualidade das águas na bacia, das simulações quali-quantitativas das águas e as Matrizes de Enquadramento, desenvolvidas no âmbito dos estudos de base de elaboração do PIRH Paranapanema; • Adoção dos parâmetros DBO e Fósforo e a adoção da Q95% como vazão de referência de disponibilidade hídrica; • Enquadrar rios que atravessam UCs Proteção Integral em Classe Especial • Recomenda-se enquadrar mananciais de abastecimento público localizados em cabeceiras em Classe 1; • Elaboração de estudo de simulação da qualidade da água e definição de usos preponderantes nos reservatórios	• Pactuar condição de entrega dos afluentes estaduais aos rios federais. Entrega de água em padrão compatível com a Classe 2.	
PCJ	SP MG	DBO, OD, N, P, Coliformes termotolerantes	Q7,10	• Fomentar retrofit de ETEs e reúso de efluentes; • Fomentar tratamento terciário considerando o porte dos municípios, a localização e usos de jusante, de acordo com a priorização do Plano; • Promover e incentivar a capacitação dos operadores de ETEs; • Incentivar o estabelecimento de parcerias entre Universidades e Companhias de Saneamento para o desenvolvimento de tecnologias visando alcançar maiores eficiências para remoção de nutrientes; • Promover discussões acerca dos limites para fósforo de que tratam as Resoluções CONAMA n° 357/2005 e n° 430/2011 • 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	• Estudar alternativas metodológicas que subsidiem a pactuação de condições de entrega entre sub-bacias, bacias e regiões hidrográficas;	• 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; • Promover a articulação entre os instrumentos de gestão; • Buscar a articulação entre ações de gestão territorial e uso do solo e de infraestrutura de tratamento de esgotos;

Fonte: Elaboração própria.

5.4. Estudo "Propostas para Aperfeiçoar os Instrumentos de Gestão de Recursos Hídricos considerando situações de crises hídricas no Estado de São Paulo"

A seguir são apresentadas informações que se articulam com aspectos de interesse relativos ao Enquadramento dos corpos d'água do trabalho "Propostas para Aperfeiçoar os Instrumentos de Gestão de Recursos Hídricos considerando situações de crises hídricas no Estado de São Paulo", Cobrape (2022).

I) Considerações sobre a vazão de referência

"Uma possibilidade que pode ser considerada para uma flexibilização é a adoção de vazões de referência sazonais. Conforme descrito no encarte sobre Outorgas da ANA (2019), o critério de sazonalidade é adotado por órgãos gestores de recursos hídricos em bacias com grandes variações sazonais, uma vez que esse critério permite a concessão de maiores volumes para outorgas durante os períodos úmidos, e de menores volumes durante os períodos secos. Cabe mencionar que a ANA adota vazões de referência Q95% mensais na concessão de outorgas em corpos hídricos de domínio da União.

Independentemente dos critérios que serão deliberados pelos CBHs para aplicação da outorga em cada uma dos UGRHIs do estado de São Paulo, considera-se essencial que as outorgas estejam vinculadas às disponibilidades hídricas observadas em determinado ponto de controle representativo para a bacia hidrográfica em que a outorga se insere, especialmente em bacias consideradas críticas em termos de balanço hídrico quantitativo.

Recomenda-se que a sazonalidade dos usos seja considerada para o cálculo do balanço hídrico, mesmo que se opte por manter a vazão de referência Q95% anual." COBRAPE (2022).

II) Condições de entrega: Implantação de pontos de controle nos exutórios das UGRHIs, SubUGRHIs e bacias hidrográficas críticas

Para que seja possível fazer o planejamento e a gerenciamento da quantidade de água em uma bacia é necessário que tanto o órgão gestor como os CBHs saibam a quantidade de água que está chegando em suas respectivas UGRHIs. A lógica aplicada à gestão de reservatórios, que considera as vazões afluentes para definição de usos e respectivas vazões de captação, deve ser aplicada a trechos de rios de bacias pertencentes a mais de uma UGRHI: assim, considerando a

quantidade e qualidade de água que adentra nos limites da UGRHI, é possível determinar as outorgas a jusante.

Os "pontos de controle" nos exutórios das UGRHIs permitirão a definição e o acompanhamento de "metas de entrega" para as UGRHIs de jusante, tanto no que diz respeito à quantidade e quanto à qualidade de água.

A definição de outros pontos de controle em locais estratégicos, como o exutório das SubUGRHIs e de sub-bacias consideradas críticas também serão relevantes para a identificação de potenciais usuários irregulares por meio da comparação das medições com o balanço hídrico teórico para esses pontos, conforme já mencionado anteriormente.

Esses pontos de controle podem ser implantados gradativamente, dando-se prioridade às áreas classificadas como críticas, para permitir o acompanhamento em menor escala de áreas mais vulneráveis; e aos exutórios das UGRHIs, permitindo um acompanhamento em maior escala.

As condições de entrega em termos quantitativos serão monitoradas pelos pontos de controle que o DAEE pretende implementar nos exutórios de todas as UGRHIs e SubUGRHIs (que permitirão a definição de metas intermediárias dentro das próprias UGRHIs).

Tomando como exemplo a Diretiva Quadro das Águas (União Europeia) e o Pacto do Rio Colorado, considera-se importante também a definição de metas qualiquantitativas de entrega para cada uma das UGRHIs, garantindo disponibilidade quali-quantitativa para as UGRHIs de jusante. Entende-se que, para a definição das metas, serão necessárias discussões e articulações no âmbito dos CBHs, com mediação do CRH e, em bacias hidrográficas com corpos hídricos de domínio da União, com o apoio também da ANA. As metas definidas para entrega nos exutórios deverão ser viáveis e progressivas, incentivando a adoção de medidas concretas para a melhorias no balanço hídrico quali-quantitativo de cada uma das UGRHIs.

Para a questão qualitativa, o acompanhamento será efetuado por meio da rede de monitoramento da qualidade da água da CETESB, com a seleção da estação mais próxima ao(s) exutório(s) de cada UGRHI. Ressalta-se a importância da definição de metas de entrega também para as bacias hidrográficas litorâneas.

O quadro a seguir apresenta as propostas de aprimoramento nos instrumentos de gestão que se relacionam principalmente aos aspectos discutidos neste documento.

Quadro 5.2 – Propostas de aprimoramento nos instrumentos de gestão

Proposta de Aprimoramento	Ações	Pré-requisitos	Responsáveis
• Apontamento, nos PBHs, dos critérios para a aplicação da outorga na UGRHI	• Definição da vazão de referência a ser adotada, com especificação sobre a consideração (ou não da sazonalidade)	• ·Discussão interna nos Comitês e respectivas Câmaras Técnicas	• ·CBHs
	• ·Definição de critérios para dispensa de outorga e para vazões e volumes de acumulação considerados insignificantes		
	• Hierarquização de usos prioritários da água		
	• ·Delimitação de áreas que requeiram gerenciamento especial de outorgas em decorrência de criticidades identificadas		
	• Definição de critérios de restrição de uso da água para períodos de escassez	• Pactuação com setores usuários da água	• ·CBHs, com apoio do DAEE
		• Identificação dos postos fluviométricos existentes que serão utilizados como base para a definição das faixas de restrição nas bacias hidrográficas de interesse. Caso não haja postos fluviométricos adequados para o monitoramento da área desejada, os PBHs devem sugerir o local para a instalação, com previsão de investimentos no PA/PI	
		• ·Delimitação das áreas que estarão sujeitas às restrições de uso de acordo com o monitoramento das vazões nas estações de monitoramento selecionadas para acompanhamento	
		• Indicação das faixas de vazões que acarretarão a adoção de medidas de restrição às outorgas, com base em parâmetros da hidrografia local, e os respectivos percentuais de redução às outorgas para cada tipologia de uso	
	• Proposição de metas de redução progressiva das demandas em áreas críticas	• Discussão com setores usuários da água para negociação e estabelecimento de metas progressivas para a redução das demandas em áreas críticas, propiciando o planejamento da gestão de outorgas	• ·CBHs e CRH, com apoio do DAEE
• Estabelecimento de metas quali-quantitativas para os exutórios	• ·Estabelecimento de metas quali quantitativas de entrega da água para as bacias de jusante	• Discussão entre Comitês de Bacia Hidrográfica, CRH e ANA (quando couber) para estabelecimento de metas quali-quantitativas de entrega, inclusive para as UGRHIs litorâneas	• ·CBHs / CRH
		• ·Realização de simulações, por meio de modelagem matemática, para auxiliar na definição de metas exequíveis e identificação de medidas necessárias para seu atingimento	• ·CBHs com apoio do DAEE

Fonte: Cobrape (2022).

6. Informações de interesse para a elaboração do Relatório Técnico de Atendimento ao Enquadramento dos Corpos d'Água

A fim de subsidiar a construção da proposta do conteúdo mínimo para Relatório Técnico de Atendimento ao Enquadramento dos Corpos d'Água, tendo como referência o previsto na Resolução CNRH nº 91/2008, este documento apresenta informações complementares, como informações relativas aos dados da Cetesb e do DAEE, que poderão subsidiar a elaboração destes Relatórios Técnicos.

Este documento apresenta, portanto, as bases para a construção do item "D. Proposta de conteúdo mínimo para Relatório Técnico de Atendimento ao Enquadramento dos Corpos d'Água, tendo como referência o previsto na Resolução CNRH nº 91/20081[4], que estabelece os procedimentos gerais para o enquadramento dos corpos de água superficiais e subterrâneos".

6.1. Monitoramento realizado pela CETESB

Anualmente a CETESB elabora o Relatório de Monitoramento da Qualidade das Águas Interiores do Estado de São Paulo. Esses importantes documentos sintetizam os resultados obtidos pelas redes de monitoramento da qualidade ambiental da CETESB, permitindo um diagnóstico da situação qualitativa dos recursos hídricos, de forma a orientar e subsidiar o aprimoramento dos programas de controle ambiental e o planejamento e gestão do meio ambiente no Estado.

Considerando a atribuição da CETESB na elaboração do Relatório Técnico de Atendimento ao Enquadramento dos Corpos d'Água, foram levantadas informações de interesse que já são sistematizadas pelo órgão, e que servem como potenciais subsídios à construção do relatório.

Os dados de saneamento dos municípios poderão apoiar a análise das cargas pontuais com base nas informações dos índices de coleta, de tratamento e de cargas relativas ao

[4] Resolução CNRH nº 91/2008 - Art. 13. Os órgãos gestores de recursos hídricos, em articulação com os órgãos de meio ambiente, deverão elaborar e encaminhar, a cada dois anos, relatório técnico ao respectivo comitê de bacia hidrográfica e ao respectivo Conselho de Recursos Hídricos, identificando os corpos de água que não atingiram as metas estabelecidas e as respectivas causas pelas quais não foram alcançadas, ao qual se dará publicidade.

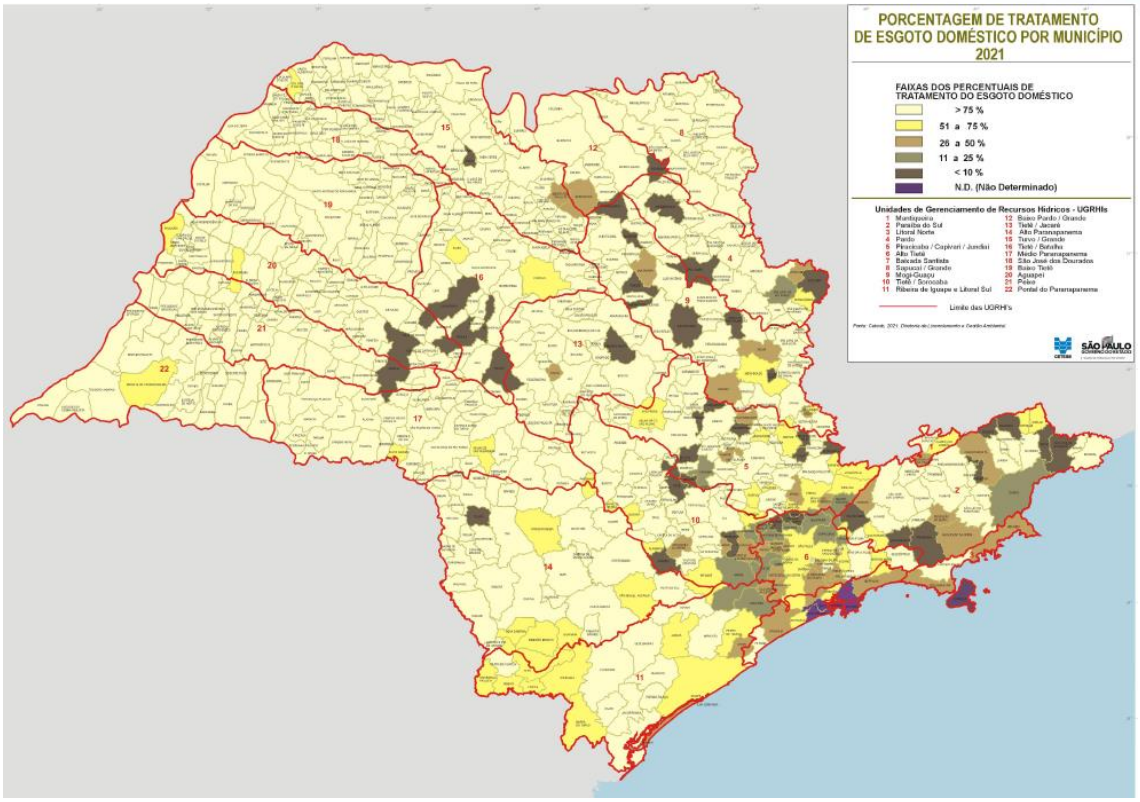
esgotamento sanitário dos municípios. A partir destes dados, a instituição calcula o Indicador de Coleta e Tratabilidade de Esgoto da População Urbana de Município – ICTEM, conforme a Figura 6.1. O ICTEM retrata uma situação que leva em consideração a efetiva remoção da carga orgânica, (em relação à carga orgânica potencial gerada pela população urbana) sem deixar, entretanto, de observar a importância de outros elementos que compõem um sistema de tratamento de esgotos, como a coleta, o afastamento e o tratamento. Além disso, considera também o atendimento à legislação quanto à eficiência de remoção (superior a 80% da carga orgânica) e a conformidade com os padrões de qualidade do corpo receptor dos efluentes. A Figura 6.2 ilustra a Porcentagem de tratamento de esgoto doméstico por município (2021).

Destaca-se que os dados são sistematizados por município e agrupados por UGRHI, e são disponíveis no Apêndice J - Dados de saneamento por município.

UGRHI		População Urbana	Atendimento (%)		Carga Remanescente	ICTEM
Número	Descrição		Coleta	Tratamento	t DBO dia^{-1}	
1	Mantiqueira	61.702	56	54	2	5,95
2	Paraíba do Sul	2.124.413	93	81	36	7,44
3	Litoral Norte	337.159	53	49	ND	6,31
4	Pardo	1.215.586	99	85	15	8,19
5	Piracicaba/Capivari/Jundiaí	5.737.151	93	83	82	7,84
6	Alto Tietê	21.626.154	86	54	688	5,33
7	Baixada Santista	1.893.370	77	19	ND	5,22
8	Sapucaí/Grande	707.923	99	99	5	9,95
9	Mogi Guaçu	1.542.781	98	74	35	6,68
10	Sorocaba/Médio Tietê	1.937.230	90	81	30	7,68
11	Ribeira de Iguape/Litoral Sul	273.446	68	68	7	6,56
12	Baixo Pardo/Grande	346.186	99	75	8	6,82
13	Tietê/Jacaré	1.608.773	99	74	34	6,91
14	Alto Paranapanema	631.467	91	90	8	8,14
15	Turvo/Grande	1.289.129	99	98	10	9,88
16	Tietê/Batalha	520.262	98	89	7	8,07
17	Médio Paranapanema	666.615	98	94	9	8,26
18	São José dos Dourados	212.661	98	98	2	9,96
19	Baixo Tietê	772.089	98	98	10	8,15
20	Aguapeí	348.271	96	95	5	8,20
21	Peixe	444.578	89	47	15	5,01
22	Pontal de Paranapanema	470.161	97	97	3	9,91
Estado de São Paulo		44.767.107	89	66	1107	7,55

Fonte: Cetesb (2022).

Figura 6.1 – Porcentagem da população atendida pela coleta e pelo tratamento de esgotos e ICTEM nas áreas urbanas das 22 UGRHIs - (2021).

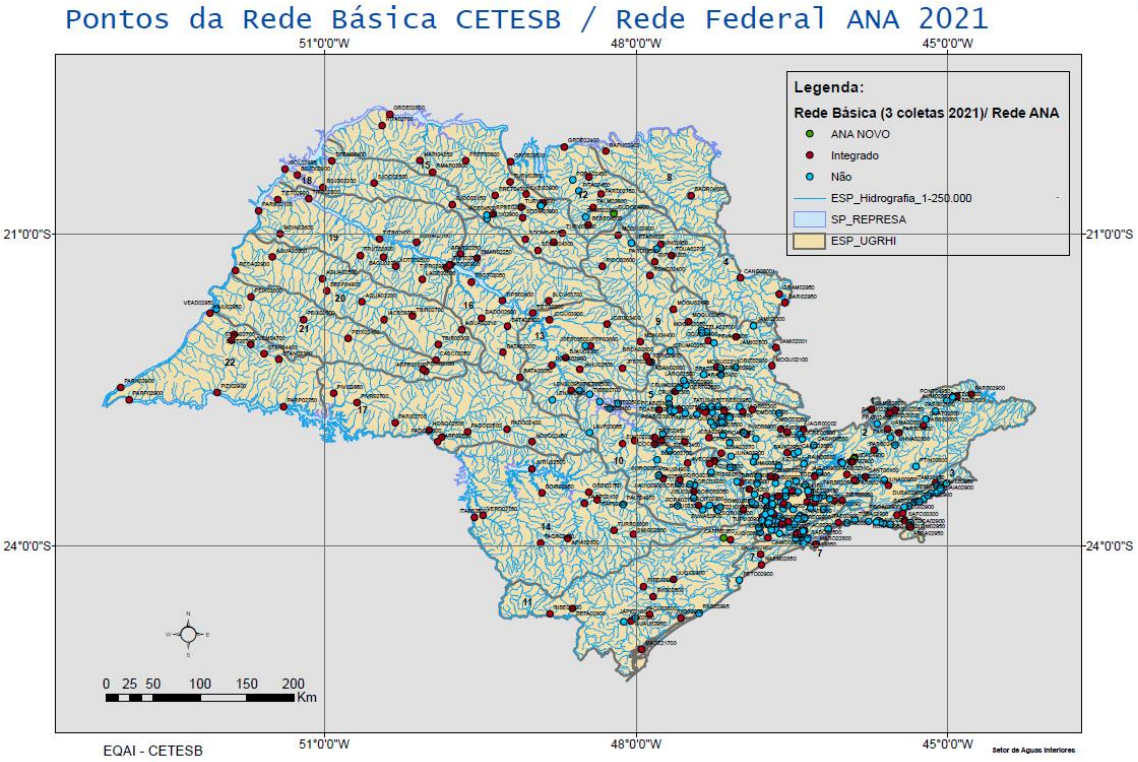


Fonte: Cetesb (2022).

Figura 6.2 – Porcentagem de tratamento de esgoto doméstico por município (2021).

A CETESB realiza o monitoramento da qualidade das águas superficiais em corpos de água doce, abrangendo redes de amostragem manual (básica, de sedimento e balneabilidade) e automática, composta por 520 pontos (com até 4 campanhas realizadas no ano de 2021) (CETESB, 2022).

Cabe mencionar a importância do contrato celebrado entre a CETESB e a ANA para ampliação e integração das redes estadual e federal de monitoramento da qualidade da água, no âmbito do Programa Nacional de Avaliação da Qualidade das Águas – PNQA. O Plano de Metas do Contrato previa, com base no último relatório publicado (CETESB, 202I), que a rede federal no estado de São Paulo deveria atingir 249 pontos até 2021, sendo aproximadamente 50% destes pontos com medição de vazão simultânea, 4 vezes por ano. Os dados do monitoramento são disponibilizados no Apêndice L - Resultados do Monitoramento. A Figura 6.3 mostra a atual situação do processo de integração da rede paulista da CETESB com a Rede Nacional de Monitoramento da Qualidade das Águas - RNQA.



Fonte: CETESB (2022).

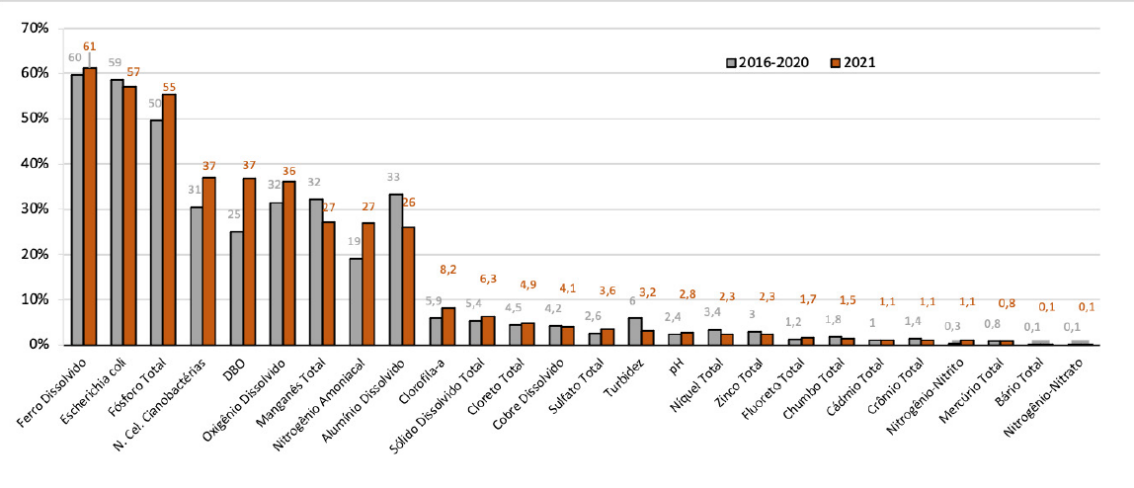
Figura 6.3 – Pontos de Monitoramento da Rede Básica CETESB / Rede Nacional de Monitoramento da Qualidade das Águas 2021

A fim de obter uma visão geral da qualidade da água considerando os limites estabelecidos pela Resolução CONAMA no 357/2005 e subsidiar futuras ações para a recuperação progressiva da qualidade dos corpos de água, a CETESB elabora análises que comparam os resultados do monitoramento aos padrões da Classe 2 para todos os corpos hídricos cujos usos previstos incluem a proteção da vida aquática e o abastecimento público após tratamento convencional.

As figuras a seguir (Figura 6.4 e Figura 6.5)[5] sintetizam informações relevantes para a definição das estratégias de medidas de efetivação do enquadramento e reenquadramento dos corpos d'água, como parâmetros que apresentam as maiores desconformidades e as UGRHIs com maiores percentuais de desconformidade. De acordo com o CETESB (2022), as maiores porcentagens de não atendimento referem-se às variáveis sanitárias (E coli, Fósforo Total, DBO, Oxigênio Dissolvido e Nitrogênio Amoniacal), aos metais Ferro Dissolvido, Alumínio Dissolvido e

[5] Para a elaboração da foram selecionadas as variáveis monitoradas em mais de 90% dos pontos da Rede Básica, exceto as variáveis Clorofila *a* e Número de Células de Cianobactérias, que foram monitoradas em 82 e 14% dos pontos, respectivamente. Para cada variável, foram considerados, pelo menos, 3 resultados relativos a 3 campanhas executadas em 2021, o que correspondeu a 460 pontos. Para os resultados do período de 2016 a 2020, também foram considerados os resultados desses 460 pontos com 3 resultados na série histórica. (CETESB, 2022).

Manganês Total e ao Número de Células de Cianobactérias. A menor pluviosidade ocorrida em 2021 influenciou nos maiores percentuais desconformes associadas aos lançamentos pontuais e uma diminuição daquelas que estão associadas com fontes difusas. Este resultado é interessante de ser observado, uma vez que reflete as principais variáveis a serem recomendadas para fins de enquadramento, e que refletem a presença de efluentes domésticos, como E. coli, Fósforo (55%), DBO (37%), Oxigênio Dissolvido (36%) e Nitrogênio Amoniacal (27%).



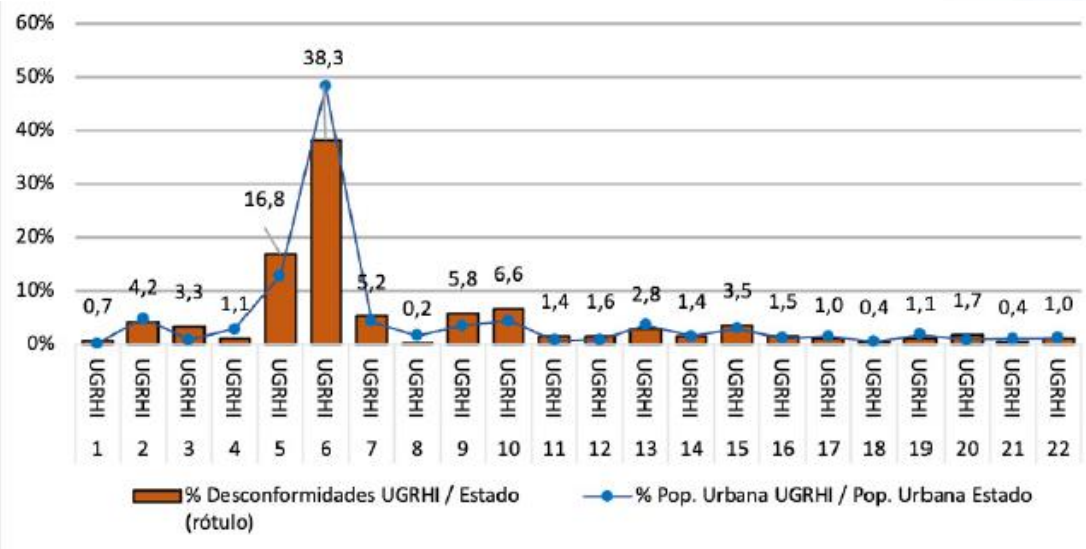
Fonte: CETESB (2022).

Figura 6.4 – Porcentagens de resultados da Rede Básica que não atendem os padrões estabelecidos para a Classe 2, em 2021 e no período de 2016 a 2020 (2021).

A Figura 6.5 mostra que as UGRHIs com maiores pontos desconformes estão localizadas nas regiões mais populosas, indicando a necessidade de adoção de estratégias que envolvem tratamentos avançados e terciários para remoção de poluentes, em função da menor capacidade de diluição frente às cargas poluidoras associadas à população.

O Apêndice K apresenta a Porcentagem de resultados não conformes para a Classe 2 e por classe atual de enquadramento por ponto de monitoramento.

A fim de proporcionar melhor entendimento sobre os dados do monitoramento da qualidade da água e para a gestão dos recursos hídricos, a CETESB realiza a análise da disponibilidade hídrica no estado de São Paulo com base nas médias mensais dos valores registrados em 1.697 postos pluviométricos distribuídos nas 22 UGRHIs. As informações são apresentadas no Apêndice F.

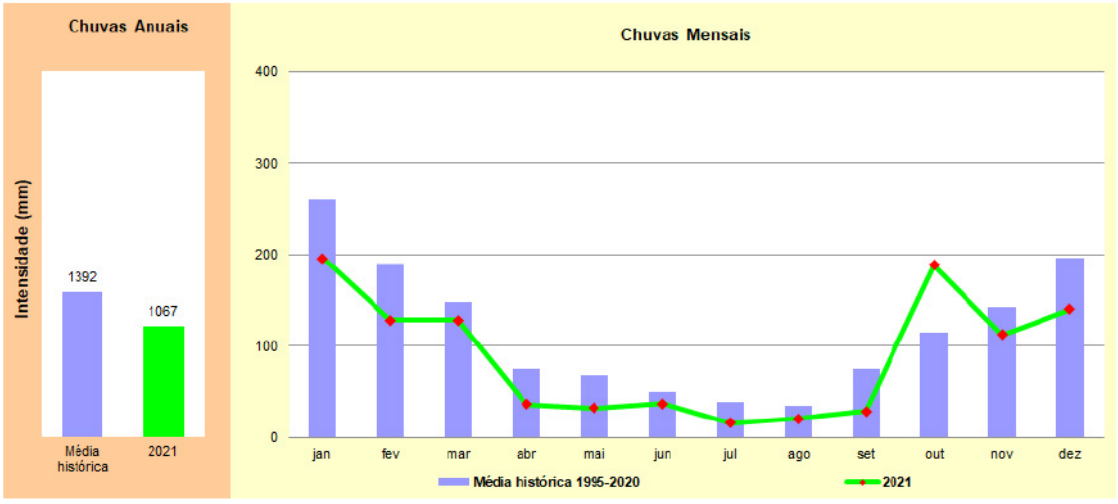


Fonte: CETESB (2022).

Figura 6.5 – Porcentagem de resultados desconformes para a Classe 2 das variáveis monitoradas na Rede Básica por UGRHI em relação ao total de desconformidade no Estado em 2021 e a porcentagem da população urbana da UGRHI em relação a população do Estado

Os valores de precipitação média mensal e anual do Estado foram calculados proporcionalmente à área de cada UGRHI, ou seja, ainda que tenham menos postos, as UGRHIs com maior área têm peso maior no cálculo das médias do Estado, conforme a Figura 6.6.

,



Fonte: CETESB (2022).

Figura 6.6 - Intensidades de chuva mensais e anual no estado de São Paulo em 2021

Por fim, a CETESB realiza uma análise integrada entre os aspectos de qualidade e de quantidade (vazão) para os corpos hídricos onde existem postos fluviométricos próximos ou coincidentes com os pontos de qualidade. Na Figura 6.7 são indicados os pontos de monitoramento e respectivo posto pluviométrico e sua entidade responsável.

UGRHI	Corpo Hídrico	Ponto CETESB	MUNICÍPIO	Posto fluviométrico	Entidade
4	Rio Pardo - UGRHIs 4 e 12	PARD 02500	RIBEIRAO PRETO	4C-001	DAEE
5	Rio Atibaia	ATIB 02010	ATIBAIA	3E-063	DAEE
5	Rio Atibaia	ATIB 02035	VALINHOS	3D-007	DAEE
5	Rio Atibaia	ATIB 02300	PAULINIA	4D-009	DAEE
5	Rio Camanducaia	CMDC 02400	AMPARO	3D-001	DAEE
5	Rio Jaguari - UGRHI 05	JAGR 02010	BRAGANCA PAULISTA	3D-015	DAEE
5	Rio Jaguari - UGRHI 05	JAGR 02800	AMERICANA	4D-001	DAEE
5	Rio Piracicaba	PCAB 02800	PIRACICABA	4D-007	DAEE
6	Reservatório de Pirapora	TIPI 04900	PIRAPORA DO BOM JESUS	Vazão descarregada	EMAE
9	Rio Mogi-Guaçu	MOGU 02900	PITANGUEIRAS	5C-025	DAEE
10	Rio Sorocaba	SORO 02900	LARANJAL PAULISTA	4E-001	DAEE
11	Rio Juquiá	JUQI 02900	JUQUIA	4F-018	DAEE
11	Rio Ribeira	RIBE 02900	SETE BARRAS	4F-015	DAEE
12	Rio Pardo - UGRHIs 4 e 12	PARD 02800	GUAIRA	5B-001	DAEE
13	Rio Jacaré-Guaçu	JCGU 03400	ARARAQUARA	5C-013	DAEE
15	Ribeirão da Onça (UGRHI15)	ONCA 02500	PALMARES PAULISTA	5C-019	DAEE
16	Rio Batalha	BATA 02800	REGINÓPOLIS	6C-001	DAEE
17	Rio Pardo - UGRHI 17	PADO 02400	ÁGUAS DE SANTA BARBARA	6D-002	DAEE

Fonte: CETESB (2021).

Figura 6.7 - Relação de pontos de monitoramento de qualidade e respectivo posto fluviométrico

6.2.Monitoramento realizado pelo DAEE

Este tem ainda está em desenvolvimento, e será apresentado no Relatório Preliminar Consolidado – Produto 2. Tal item será constituído do seguinte conteúdo:

6.2.1. Monitoramento de chuva e vazão

6.2.2. Outorgas de lançamento

7. Indicadores de acompanhamento

7.1. Subsídios metodológicos

7.1.1. Cálculo da Permanência do Enquadramento

A discussão referente ao uso e cálculo da permanência da qualidade da água foi discutida no Relatório Parcial dos itens C e E (item 2.3.3), e no Relatório Parcial dos itens A e B (item Modelagem da Qualidade da Água na bacia do Rio Paranapanema – Bases para o Enquadramento).

O Item 2.3.3 do Relatório Parcial dos itens C e E apresentou diferentes abordagens para o cálculo da permanência do enquadramento de corpos d'água, ou seja, a frequência em que um corpo d'água mantém as características de qualidade de água exigidas por sua classe de enquadramento. Uma das abordagens apresentada é baseada em um conjunto de vazões de referência que expressam os períodos secos ou úmidos da bacia, e considera a associação de concentrações de parâmetros de qualidade da água a uma probabilidade de ocorrência (BRITES, 2010). Com isso, é possível avaliar a permanência da classe de enquadramento no tempo e definir uma probabilidade mínima de ocorrência desejada dentro da qual o enquadramento deverá ser obedecido.

A abordagem de Ferreira et al. (2016) envolve a aplicação das curvas de permanência de concentração na Bacia do Alto Iguaçu com base no uso da modelagem em regime não permanente para a simulação da qualidade da água. Segundo os autores, as bacias urbanas requerem uma análise mais detalhada devido à dinâmica de uso e ocupação do solo, que pode levar a diferentes processos de poluição. Com base nas curvas de permanência é possível verificar a frequência de transgressão de limites das classes do enquadramento. Essa metodologia foi utilizada no âmbito do Plano das Bacias PCJ 20120-2035 (CONSÓRCIO PROFILL-RHAMA, 2020), e exigiria a existência de modelos matemáticos operando com séries históricas de vazão para subsídio ao cálculo da permanência nas classes de enquadramento.

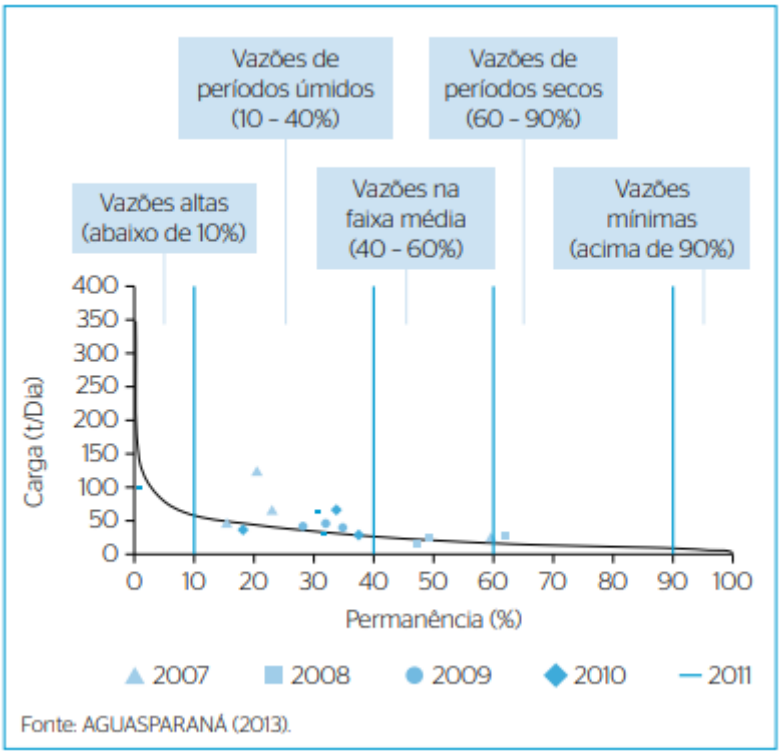
Já o trabalho de Machado et al (2019) apresentaram uma metodologia de curva de permanência de vazões e carga máxima que pode ser utilizada nas propostas de enquadramento. De acordo com os autores, a curva de permanência de vazões é uma ferramenta tradicional da hidrologia, construída a partir de séries hidrológicas (diárias, mensais ou anuais) de um curso d'água em dada localização, utilizando a frequência acumulada dessas séries.

A curva relaciona valores de vazão, do mais alto para o mais baixo, com a porcentagem do tempo em que os valores foram alcançados ou excedidos. Em estudos de qualidade da água, associa-se o conceito de curva de permanência com as concentrações por meio da construção de curvas de permanência de cargas. As curvas de permanência de cargas máximas são constituídas para cada trecho de rio multiplicando-se as vazões de dada estação fluviométrica pela concentração máxima de um parâmetro da classe em que o trecho de rio foi enquadrado; são função da variação de vazão ao longo do curso de água e de eventuais mudanças de classe em um mesmo corpo hídrico, e para cada tipo de constituinte (DBO, coliformes etc.).

Mediante o monitoramento contínuo ao longo do Programa para Efetivação, pode-se inferir a evolução da qualidade da água comparando o valor de dada carga com a curva de permanência. A Figura 7.1 apresenta a curva de cargas máximas de DBO para a estação de Porto Amazonas, no rio Iguaçu (PR), acrescida dos resultados de amostragens dos anos de 2007 a 2011.

Uma plotagem de carga medida que fica acima da curva de permanência indica violação do enquadramento. Ainda, utilizando-se a curva de permanência de cargas, adicionada à divisão de frequências de vazões podem-se inferir outras conclusões interessantes para caracterizar o tipo de poluição no curso de água ao longo do tempo. Obtendo-se amostras em todo o espectro de vazões, pode-se examinar se o não atendimento à classe aparece em todas as condições de vazão ou apenas em condições de baixa ou alta vazão.

O não atendimento em condições de baixa vazão mostra a existência de fontes pontuais de poluição, enquanto o não atendimento no trecho de alta vazão evidencia poluição por fontes não pontuais o que oferece um retrato bastante razoável do comportamento da qualidade da água no trecho a montante naquela seção do rio.



Fonte: Machado et al (2019).

Figura 7.1 - Curva de cargas no rio Iguaçu, em Porto Amazonas

7.1.2. Cálculo do Índice de Conformidade ao Enquadramento

Detalhamento metodológico

O Índice de Conformidade ao Enquadramento (ICE) mede a distância entre a condição atual de um corpo d'água e a meta de qualidade estabelecida pelo Enquadramento. De acordo com o Relatório de Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil (ANA, 2017), este indicador pode auxiliar na avaliação do quanto se está aproximando ou distanciando dos objetivos de qualidade de água e no processo de acompanhamento de medidas estabelecidas para o controle e mitigação da poluição. Por isso, conforme as diretrizes estabelecidas para o acompanhamento das metas de enquadramento (apresentadas no relatório parcial dos itens A e B), esse indicador é interessante como uma das ferramentas de análise da evolução das metas e de efetividade do instrumento.

O indicador foi originalmente desenvolvido pela subcomissão técnica de qualidade da água do Canadá (CCME, 2001), a partir da comparação dos valores das variáveis de qualidade da água com os padrões de qualidade da água instituídos pela legislação ou com os critérios de qualidade da água fundamentados cientificamente. O estudo de Amaro (2009) propôs a utilização

do índice da qualidade de água canadense (CCME WQI) a fim de verificar a aderência das condições de qualidade da água ao Enquadramento nas Bacias PCJ, propondo, assim, o ICE.

O índice canadense corresponde à combinação dos valores de três fatores que representam a desconformidade, isto é, o não atendimento aos padrões (critérios) de qualidade propostos. Estes fatores criam um vetor no espaço tridimensional e cada fator corresponde a um dos componentes do vetor.

O comprimento do vetor pode variar entre 0 e 100, sendo que os números mais elevados indicam maior aderência à classe que o corpo hídrico estiver enquadrado. Os três fatores do índice, são:

- Fator 1 - Abrangência/Espaço: representa a abrangência das desconformidades, isto é, o número de variáveis de qualidade da água que violaram os limites desejáveis pelo menos uma vez no período de observação. O Fator 1 (F1) é descrito pela seguinte equação.

$$F1 = \left(\frac{Número\ de\ varáveis\ que\ falharam}{Número\ total\ de\ variáveis}\right) x\ 100$$

- Fator 2 - Frequência: representa a porcentagem de vezes que as variáveis de qualidade da água estiveram em desconformidade em relação ao número de observações, isto é, aos testes para comparar o valor observado com o padrão (critério) estabelecido. O Fator 2 (F2) é descrito pela seguinte equação.

$$F2 = \left(\frac{Número\ de\ testes\ que\ falharam}{Número\ total\ de\ testes}\right) x\ 100$$

- Fator 3 - Amplitude: representa a quantidade pela qual o valor testado falhou, isto é, a diferença entre o valor observado e o valor desejado de acordo com o objetivo de qualidade da água. Este último fator deve ser calculado em etapas, sendo:

1) O número de vezes em que a concentração individual é maior que o limite da classe (ou menor, quando o objetivo é um mínimo), ou seja, quando o valor do teste não deve exceder o objetivo.

$$\Delta V = Variação = \left(\frac{Valor\ testado\ que\ falhou}{Objetivo_{\ i}}\right) - 1$$

2) Para os casos em que o valor do teste não deve ser abaixo do objetivo, a equação é expressa por:

$$\Delta V = Variação = \left(\frac{Objetivo\ _i}{Valor\ testado\ que\ falhou}\right) - 1$$

$$snv = \left(\frac{\sum_{i=1}^{n} \Delta V_i}{Número\ total\ de\ testes}\right) x\ 100$$

3) O Valor F3 é calculado pela soma normalizada das variações dos objetivos (*snv*), sendo que estas foram reduzidas a uma variável entre 0 e 100.

$$F3 = (\frac{snv}{0{,}01\ \mathrm{x}\ snv + 0{,}01}\ )$$

Por fim, o ICE é calculado a partir da seguinte equação.

$$CCME.WQI = 100 - (\frac{\sqrt{F1 + F2 + F3}}{1{,}732}\ )$$

De acordo com Amaro (2009), O ICE DEVE SER COMPOSTO PELAS VARIÁVEIS MAIS RELEVANTES PARA O LOCAL MONITORADO, PORQUE A ESCOLHA INADEQUADA DE UM POLUENTE PODE INDICAR ERRONEAMENTE UMA CONDIÇÃO FAVORÁVEL AO CORPO HÍDRICO. LOCAIS EM QUE A UTILIZAÇÃO, POR EXEMPLO, DE ALGUM TIPO DE PESTICIDA SEJA DESPREZÍVEL E A SUA INCLUSÃO NO CÁLCULO PODE SUPERESTIMAR O VALOR DO ÍNDICE, POIS SEUS NÍVEIS SEMPRE ESTARÃO ABAIXO DOS PADRÕES DE QUALIDADE.

Quadro 7.1 – Faixas de classificação do ICE

Classificação	Faixa de ICE	Descrição
Ótimo	ICE>94	A qualidade de água está mantida, com irrelevante nível de desconformidade em relação aos valores de referência;
Bom	79<ICE≤ 94	Água de boa qualidade, raramente fugindo aos padrões definidos para sua classe de qualidade;
Regular	64<ICE≤79	Qualidade é geralmente mantida, porém ocasionalmente os parâmetros encontram-se fora da respectiva classe;
Ruim	44<ICE≤64	Qualidade comprometida, os padrões de qualidade previstos para a classe são frequentemente violados;
Péssimo	ICE≤44	Qualidade da água muito comprometida, os valores quase sempre estão em desconformidade;

Fonte: Elaborado com base em ANA (2013) e ANA (2017)

O detalhamento metodológico completo, aplicado às Bacias PCJ, que pode ser replicado para outras bacias, pode ser obtido em Amaro (2009).

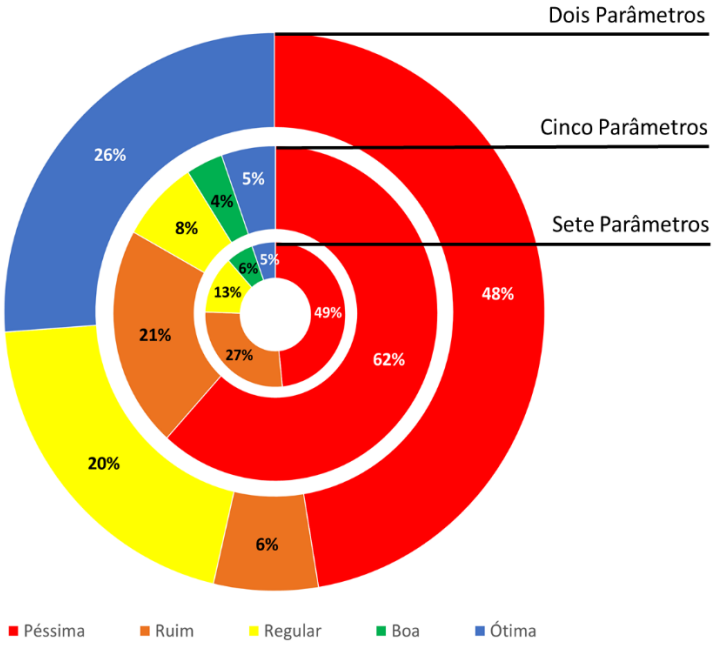
Exemplos de aplicação do ICE

O ICE foi calculado no âmbito do Caderno de Enquadramento dos Corpos d'água Superficiais do Plano das Bacias PCJ 2020-2035 (CONSÓRCIO PROFILL-RHAMA, 2019). O cálculo do ICE seguiu a metodologia proposta por Amaro (2009). O Índice foi calculado para o período compreendido entre 2009 e 2015, sendo apresentadas as informações para dois, cinco e sete parâmetros, sendo:

- 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.

Os resultados do ICE para os pontos de monitoramento, considerando as três abordagens são apresentados na Figura 7.2. De acordo com Amaro (2009), o ICE deve ser composto pelas variáveis mais relevantes para o local monitorado, porque a escolha inadequada de um poluente pode indicar erroneamente uma condição favorável ao corpo hídrico. Locais em que a utilização, por exemplo, de algum tipo de pesticida seja desprezível e a sua inclusão no cálculo pode superestimar o valor do índice, pois seus níveis sempre estarão abaixo dos padrões de qualidade.

A figura evidencia que considerando 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, 5% das amostras estão em condição Ótima, 4% em Boa condição e 62% em Péssima. Por fim, na abordagem considerando sete parâmetros, 5% dos pontos estão em condição Ótima, 6% em Boa e 49% em Péssima, apresentando melhora em relação à abordagem com cinco parâmetros.

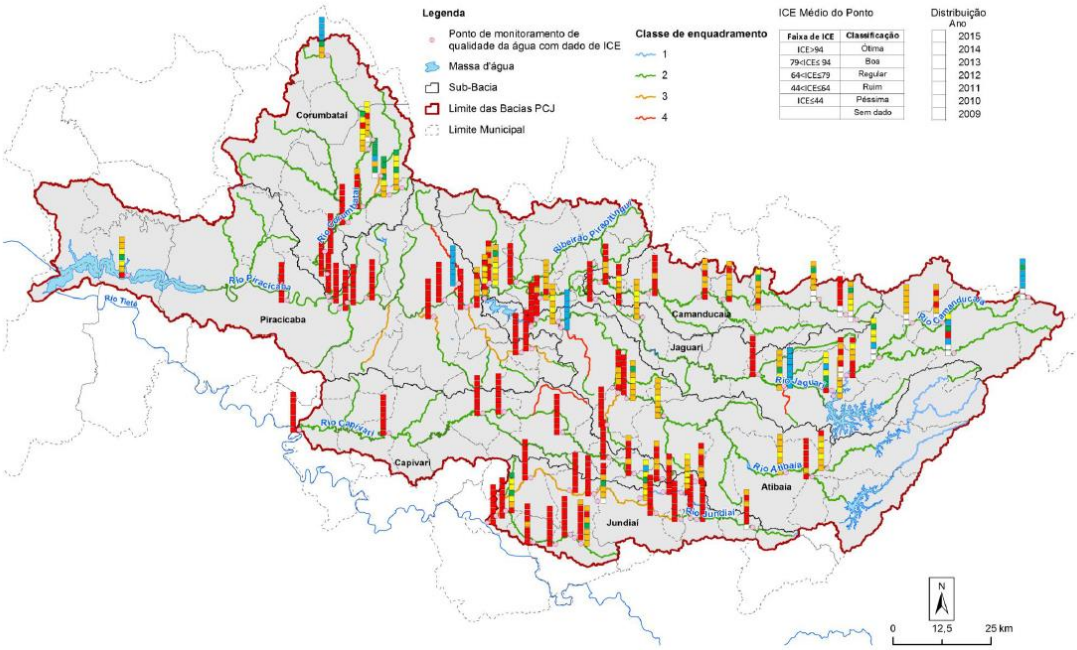


Fonte: CONSÓRCIO PROFILL-RHAMA (2019)

Figura 7.2 - Percentual de pontos nas classes do ICE, considerando dois, cinco e sete parâmetros

Cabe uma ressalva: o ICE elevado indica que a qualidade da água está próxima da Classe de Enquadramento. No caso de águas enquadradas em Classe 4, a classificação apresentada no Quadro 7.1, especialmente para a faixa Ótima, deve ser observada com ressalvas pois nesta faixa a qualidade da água, em geral, não é boa. Ela apenas apresenta desconformidade irrelevantes em relação aos valores de referência, e o enquadramento estabelecido é observado na maior parte do tempo.

Embora o ICE tenha sido calculado para as três abordagens, o relatório final apresentou os resultados para cinco parâmetros nas sub-bacias, no período de 2009 a 2015. Os resultados 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.



Fonte: Consórcio Profill-Rhama (2020).

Figura 7.3 – Evolução anual dos pontos de monitoramento conforme as classes do ICE para 5 parâmetros.

O ICE também foi calculado no âmbito da Revisão do PIRH Doce e Propostas de Enquadramento (ENGECORPS, 2021), a Consideraram-se seis parâmetros representativos do uso do solo na bacia do rio Doce, a saber: Coliformes (Termotolerantes/Escherichia coli), Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), fósforo total, nitrogênio amoniacal, Oxigênio Dissolvido (OD) e turbidez. Para a calha do rio Doce e para as bacias mineiras, onde estão concentrados importantes segmentos de extração de ferro e minério de ferro, foi incluído o ferro dissolvido. Foram analisados quatro períodos temporais distintos, visando, entre outros aspectos, avaliar as alterações ocorridas após o rompimento da barragem de Fundão.

8. Proposta de Diretrizes, Critérios e Procedimentos para Atualização e/ou Efetivação do Enquadramento

Como premissa geral, recomenda-se o atendimento das Resoluções CONAMA 357/2005 e CRNH 91/2008 (e suas atualizações), por isso, as diretrizes nelas contidas não serão repetidas. Elas são a principal base para os direcionamentos que serão dados para a atualização e para a efetivação do Enquadramento dos corpos hídricos do Estado de São Paulo, visto que o Enquadramento vigente é anterior aos referidos normativos.

8.1. Diretrizes gerais para o processo de atualização do enquadramento

8.1.1. Base de dados

- A base de dados para o Enquadramento dos corpos d'água superficiais deverá estar em consonância entre o diagnóstico, prognóstico, plano de ação e programa de investimento da UGRHI, ou seja: Planos de Recursos Hídricos e Enquadramento podem ser construídos junto, ou, ao menos, utilizando a mesma base técnica;
- Assim, entende-se que os Planos de Recursos Hídricos deverão fornecer subsídios para os seguintes temas, relativos ao Enquadramento i) uso do solo; ii) áreas protegidas, sujeitas a regime especial de gestão; iii) usos das águas (demandas hídricas consuntivas e não consuntivas); e iv) cargas poluidoras; entre outros;
- Além destes dados, entende-se que, a base de dados sobre qualidade das águas deve ser a mais atual possível, para fins do Enquadramento, seja através da rede de monitoramento (quando disponível), ou utilizando-se de uma ferramenta de modelagem matemática, para a complementação da informação e geração de cenários (alternativas de Enquadramento);
- Porém, ressalta-se a necessidade de verificar, em cada caso, a existência de uma base sólida o suficiente para subsidiar os estudos de modelagem;
- As informações do Relatório de Situação da Bacia Hidrográfica (artigo 19 da Lei Estadual nº 7.663/1991), fornecidas anualmente pelo CRHi, poderão ser utilizadas como base de dados para o Enquadramento;

8.1.2. Vazão de referência

- No âmbito dos estudos para atualização do Enquadramento, deverão ser construídos cenários para, pelo menos, as seguintes vazões de referência Q_{95} e $Q_{7,10}$;
- O Enquadramento dos corpos d'água deverá ser estabelecido em condição de vazão constante, mas poderão ser feitos estudos complementares que envolvam a permanência das classes de qualidade da água ou séries históricas de vazão;
- Para a elaboração dos estudos complementares para o Enquadramento, indica-se a utilização de modelos matemáticos em regime não permanente e a utilização de séries históricas mensais de vazão;
- Deve-se avançar na proposição de alternativas relativas à vazão de referência constante a fim de possibilitar avaliação da efetividade do Enquadramento dos corpos d'água;
- Deve-se avançar no estabelecimento de um roteiro metodológico para análise da permanência dos parâmetros de qualidade da água, com base em séries históricas ou outros métodos, considerando diferentes situações de disponibilidade de dados;
- Fomentar discussões no âmbito jurídico para promoção da revisão da Resolução Conama nº 357/2005, possibilitando a consideração de vazões de referências alternativas às que já estão estabelecidas na resolução (constantes e mínimas);
- No caso do que está vigorando, vazões constantes, considerar na análise o risco de não atendimento da demanda, em termos de volume ou qualidade, para os usos preponderantes mais restritivos, levando em consideração a disponibilidade hídrica expressa por meio dos parâmetros $Q_{7,10}$, $Q_{90\%}$, ou $Q_{95\%}$;
- Utilizar a curva de permanência dos parâmetros para expressar a relação entre a vazão de referência do corpo d'água e a frequência com que a concentração limite de um determinado parâmetro é observado no monitoramento – num primeiro momento esta análise pode ser considerada complementar ao regramento legal, e a médio prazo, com a mudança na resolução, pode se tornar a principal ferramenta de análise;

- Utilizar curvas de permanência da qualidade da água como ferramentas de visualização da situação e da tendência qualitativa do corpo hídrico, para o auxílio no processo de gestão da qualidade da água, e no planejamento das ações para efetivação do Enquadramento;
- Deve ser estabelecido um processo de análise e acompanhamento periódico dos resultados obtidos por meio das curvas de permanência, visando garantir sua efetividade e transparência, além do aprimoramento do método ao longo do tempo.

8.1.3. Matriz de usos *versus* impactos

- É um instrumento que permite avaliar a viabilidade técnica e selecionar os parâmetros do Enquadramento representativos dos impactos, já que, para cada tipo de uso, um conjunto específico de parâmetros deve ser monitorado, com valores intermediários e finais, visto que a Resolução Conama nº 357/2005 permite o estabelecimento de metas progressivas;
- Define-se, para cada trecho de rio, quais os usos pretendidos e quais os impactos a que estão sujeitos;
- A matriz deverá considerar informações do Diagnóstico e do Prognóstico do Plano de Bacia, para atendimento à Resolução do CNRH nº 91/2008, principalmente para definição dos usos preponderantes desejados para os corpos hídricos, ponto de partida fundamental para estabelecimento das classes de qualidade a serem atendidas;
- A matriz de Enquadramento contemplará, dentre outras informações: Identificação do Trecho; Corpo hídrico; Dominialidade; Municípios; Áreas urbanas/sedes e localidades abrangidas; Unidades de Conservação e áreas protegidas; Usos não consuntivos; relação de ETEs no trecho; Usos preponderantes pretendidos; Uso mais restritivo; Pontos de monitoramento (existência e qualidade); vazões de referência; Resultados das simulações dos cenários futuros; e, Enquadramento Vigente; propostas de Alternativas de Enquadramento (para os casos de atualização do Enquadramento);
- As propostas de alternativas de atualização do Enquadramento serão construídas a partir da análise da matriz de Enquadramento e da compatibilização entre os subsídios construídos para análise e pactuação a

partir dos "Rios do Enquadramento". "O rio que temos", ilustra a situação atual dos corpos hídricos, "O rio que queremos", a situação almejada pela sociedade para o atendimento dos usos preponderantes pretendidos mais restritivos, e "o rio que podemos ter", a qualidade da água possível de atender, que deve levar em consideração limites técnicos, sociais e econômicos.

8.1.4. Usos Preponderantes

- Deverão ser realizadas consultas sobre usos preponderantes, deixando claro que serão considerados os limites de viabilidade (técnicas e financeiras) para o alcance das metas, com base nos conceitos mencionados acima (rios do Enquadramento), tendo em vista as diferentes expectativas dos atores usuários, como:
  - Expectativas dos CBHs Expectativas dos Ambientalistas representados nos CBHs;
  - Expectativas dos Usuários, representados dos CBHs, com destaque para Saneamento e Indústria;
  - Expectativas dos Órgãos de Controle: CETESB e MP.
- Reuniões de alinhamento, durante o processo de Enquadramento (ou revisão):
  - Esta proposta aumenta o tempo do processo, mas resulta em ganho institucional e facilita a aprovação final do Enquadramento;
  - Avaliação das expectativas, durante os estudos, a serem consideradas nas propostas de reuniões de alinhamento;
  - Avaliação de prioridades para atendimento ao Enquadramento, considerando as contribuições dos diversos atores.

8.1.5. Parâmetros Prioritários de Referência

Resolução CNRH 91/2008, no Art 6º (parágrafos 1º e 2º) prevê que seja selecionando um conjunto de parâmetros de qualidade da água, em função dos usos pretensos dos recursos hídricos superficiais.

- Os parâmetros a serem priorizados deverão estar associados aos usos da água e às características da bacia, para que as proposições do Enquadramento sejam alinhadas à realidade, e exequíveis, dentro dos prazos de planejamento;

- A elaboração da matriz de usos x impactos poderá fornecerá subsídios para a seleção dos parâmetros prioritários;
- Recomenda-se, que os estudos partam dos parâmetros mais básicos, que já vem sendo recomendados e estudados dos PIRHs, a saber:
  - Oxigênio Dissolvido (OD) e Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Coliformes Termotolerantes e as cadeias de nutrientes: Nitrogênio (N) e Fósforo (P).
  - Deverá ser avaliada a disponibilidade de informações para o parâmetro DBO em função da substituição do DBO por COT no monitoramento da Cetesb. Neste caso, deverão ser feitas as considerações necessárias para adequação dos parâmetros;
  - Poderão ser avaliadas simplificações para os nutrientes (N e P) a fim de simular apenas as formas totais das substâncias, e não as frações;
  - O NT não possui limites regulamentados pela Resolução Conama nº 357/2005. Nesse sentido, é importante que cada comitê proponha os limites com base nas características da bacia hidrográfica e da qualidade da água desejada para o atendimento dos usos prioritários;
- Cada CBH tem autonomia para adicionar parâmetros a essa lista em função da realidade local e das expectativas em relação ao Enquadramento. Essa definição fica a cargo dos CBHs, para definição em cada caso;
- É importante que também sejam avaliados os benefícios, custos e limitações técnicas e econômicas associados aos parâmetros selecionados.

8.1.6. Participação social

- Devido a importância da participação social no processo de Enquadramento, deverá ser garantida maior amplitude na participação da sociedade, sem que haja restrição ao âmbito do CBH. Para isso, são propostos dois tipos de eventos:
  - Realização de oficinas no âmbito do CBH e CTs, para definição de questões técnicas (vazões e parâmetros de referência, por exemplo); e
  - Realização de Consultas Públicas (mais abertas), para informação e validação do processo de Enquadramento.

- Em função da forte interface do setor de saneamento com a proposta do Enquadramento, deverá ser garantida a mobilização das representações dos municípios.

8.1.7. Indicadores de acompanhamento

- Indicadores de acompanhamento da efetivação do Enquadramento devem ser utilizados para avaliar o atendimento das metas intermediarias e final, considerando a concentração meta dos parâmetros estabelecida a partir da Matriz de Uso x Impactos;

- Para o acompanhamento da proposta de Enquadramento dos corpos d'água é importante o CBH articular com os órgãos gestores (CETESB e DAEE) para verificar os aspectos legais e técnicos visando prover de dados de quantidade e qualidade, verificar a conformidade dos valores dos pontos de monitoramento em relação às metas de Enquadramento. Nesta articulação, o CBH, a CETESB e o DAEE poderão elaborar proposta/estratégia de avaliação periódica para avaliação das metas do Enquadramento, em pontos estratégicos de uma bacia, utilizando os pontos disponíveis das redes de monitoramento de qualidade já implantadas;

- Poderão ser utilizadas curvas de permanência da qualidade da água para avaliação do atendimento ao enquadramento;

- Além disso, a metodologia que trata da utilização de séries de vazão e curvas de permanência de qualidade da água e da aplicação de modelos matemáticos para representação dos reservatórios fornece subsídios importantes para estudos de Enquadramento em outras bacias, como as do Estado de São Paulo, que contemplam uma série de reservatórios e que carecem de um método para o seu Enquadramento

- Recomenda-se também a utilização do ICE para avaliação periódica do alcance das metas do Enquadramento.

8.2. Integração entre instrumentos de gestão

8.2.1. Planos de Recursos Hídricos

- A proposta de atualização do Enquadramento deve ser desenvolvida em conformidade com o Plano de Recursos Hídricos da bacia hidrográfica, preferencialmente durante a sua elaboração;
- Os critérios e as diretrizes para o Enquadramento deverão estar em conformidade com os resultados do Diagnóstico, do Prognóstico e do Cenário de Planejamento, para o qual serão estabelecidas as ações a serem desenvolvidas no período de abrangência do PRH;
- Os Planos de Recursos Hídricos deverão fornecer subsídios para os seguintes temas, relativos ao Enquadramento i) uso do solo; ii) áreas protegidas, sujeitas a regime especial de gestão; iii) usos das águas (demandas hídricas consuntivas e não consuntivas); e iv) cargas poluidoras; entre outros.
- Além destes dados, entende-se que, a base de dados sobre qualidade das águas deve ser a mais atual possível, para fins do Enquadramento, seja através da rede de monitoramento (quando disponível), ou utilizando-se de uma ferramenta de modelagem matemática, para a complementação da informação e geração de cenários (alternativas de Enquadramento).
- Porém, ressalta-se a necessidade de verificar, em cada caso, a existência de uma base sólida o suficiente para subsidiar os estudos de modelagem.
- O alcance ou manutenção das condições e dos padrões de qualidade, determinados pelas classes em que o corpo de água for enquadrado deve ser viabilizado por um programa para efetivação do enquadramento;
- O programa para efetivação do enquadramento deve conter propostas de ações de gestão e seus prazos de execução, os planos de investimentos e os instrumentos de compromisso;
- Recomenda-se que o programa para efetivação do enquadramento esteja inserido no Plano de Ações do Plano de Recursos Hídricos, promovendo a integração entre os instrumentos;

8.2.2. Outorga e Licenciamento

- O estabelecimento de metas intermediárias e final de qualidade determinarão, em conjunto com os padrões de emissão dos efluentes, condicionante para as outorgas de lançamento;
- Para isso, recomenda-se buscar ferramentas para promover maior integração entre as bases de dados DAEE e CETESB, a fim de melhorar a gestão das outorgas de lançamentos de efluentes e do licenciamento ambiental, promovendo ganhos no controle do alcance das metas de enquadramento;
- Conforme apontado no estudo para aprimoramentos dos instrumentos de gestão (Cobrape, 2022), a necessidade de definição da vazão de referência a ser adotada, com especificação sobre a consideração (ou não da sazonalidade) no âmbito dos comitês e CRHs, também deverão ser avaliados os impactos destas variações no alcance das metas de qualidade da água;
- Caso sejam avaliadas outorgas sazonais, deverá ser avaliada a possibilidade de emissão de outorgas sazonais para lançamento de efluentes, de forma compatível com as diretrizes de Enquadramento dos corpos d´água;

8.2.3. Sistemas de informação e base de dados

De acordo com a Lei Federal nº 9433/1997, o Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos é um sistema de coleta, tratamento, armazenamento e recuperação de informações sobre recursos hídricos e fatores intervenientes em sua gestão.

- A base de dados para o Enquadramento dos corpos d'água superficiais deverá estar em consonância entre o diagnóstico, prognóstico, plano de ação e programa de investimento da UGRHI, ou seja: Planos de Recursos Hídricos e Enquadramento podem ser construídos junto, ou, ao menos, utilizando a mesma base técnica.
- A base de dados sobre qualidade das águas deve ser a mais atual possível, para fins do Enquadramento, seja através da rede de monitoramento (quando disponível), ou utilizando-se de uma ferramenta de modelagem matemática, para a complementação da informação e geração de cenários (alternativas de Enquadramento).

- Porém, ressalta-se a necessidade de verificar, em cada caso, a existência de uma base sólida o suficiente para subsidiar os estudos de modelagem.

8.3. Proposta de Gestão Compartilhada entre UGRHIs e integração entre domínios

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. Sendo assim, são apontadas as seguintes diretrizes:

- Observar consistência no Enquadramento no sentido de jusante para montante;
- Bacias receptoras definem a condição de entrega;
- A proposta de enquadramento pode gerar custos na bacia de montante para promoção de melhorias da qualidade das águas com o objetivo de atender a condição de entrega estabelecida. Sendo assim, deve-se indicar a possibilidade da aplicação de recursos da bacia receptora na bacia de montante, considerando os benefícios a serem gerados em seu domínio;
- Conforme as recomendações do estudo de Cobrape (2022), que forneceram subsídios para os demais instrumentos de gestão, a sugestão é que as condições de entrega em termos quantitativos sejam monitoradas pelos pontos de controle que o DAEE pretende implementar nos exutórios de todas as UGRHIs e SubUGRHIs (que permitirão a definição de metas intermediárias dentro das próprias UGRHIs). Sendo assim, o estudo recomendou as seguintes ações e pré-requisitos, que se articulam com o Enquadramento:
  - Definir metas quali-quantitativas de entrega para cada uma das UGRHIs;
  - Discussão entre Comitês de Bacia Hidrográfica, CRH e ANA (quando couber) para estabelecimento de metas quali-quantitativas de entrega, inclusive para as UGRHIs litorâneas;
  - Realização de simulações, por meio de modelagem matemática, para auxiliar na definição de metas exequíveis e identificação de medidas necessárias para seu atingimento;

- O acompanhamento das metas será efetuado por meio da rede de monitoramento da qualidade da água da CETESB, com a seleção da estação mais próxima ao(s) exutório(s) de cada UGRHI;

- Entende-se que, para a definição das metas, serão necessárias discussões e articulações no âmbito dos CBHs, com mediação do CRH e, em bacias hidrográficas com corpos hídricos de domínio da União, com o apoio também da ANA.
- As metas definidas para entrega nos exutórios deverão ser viáveis e progressivas, incentivando a adoção de medidas concretas para a melhorias no balanço hídrico quali-quantitativo de cada uma das UGRHIs.
- A verificação deverá ser realizada por meio da análise de resultados de qualidade da água em pontos de controle de modo que uma condição de jusante não determine incompatibilidade com uma condição de montante;

9. Conteúdo mínimo para Relatório Técnico de Atendimento ao Enquadramento dos Corpos d'Água

A seguir é apresentado uma proposta de sumário para o Relatório Técnico do Atendimento ao Enquadramento. Para cada tópico, são propostos três itens, relativos a descrição, metodologia e base de dados.

Descrição da área de estudo

Descrição

Metodologia

Base de dados

Enquadramento dos corpos d'água área de estudo

Descrição

Metodologia

Base de dados

Caracterização do saneamento básico

Descrição

Metodologia

Base de dados

Monitoramento da qualidade da água

Descrição

Metodologia

Base de dados

Monitoramento de Chuva e Vazão

Descrição

Metodologia

Base de dados

Usos da água

Descrição

Metodologia

Base de dados

Verificação da classe estabelecida (percentil 75%)

Descrição

Metodologia

Base de dados

Índice de Conformidade ao Enquadramento

Descrição

Metodologia

Base de dados

Permanência da qualidade da água

Descrição

Metodologia

Base de dados

Análise da condição de entrega

Descrição

Metodologia

Base de dados

Recomendações para gestão

Descrição

Metodologia

Base de dados

10. Referências

DAEE/CETESB/AGÊNCIA PCJ (2021). Relatório Técnico de acompanhamento do atendimento às metas de atualização do enquadramento em trechos do Rio Jundiaí (Período 2019-2020). Disponível em: https://sigrh.sp.gov.br/public/uploads/documents//CRH/21021/9-relatorio-tecnico-atendimento-enquadramento-rio-jundiai.pdf

Adasa (2020a). Plano Paranaíba/ DF. Produto 4. http://repositorio-img-cbhparanaibadf.adasa.df.gov.br/portal_recursos_hidricos/Plano_recursos_hidricos/prh_paranaiba/Relatorios/produto_4/Produto4_prognostico.pdf

Adasa (2020a). Plano Paranaíba/ DF. Produto 5. Disponivel em: https://www.adasa.df.gov.br/images/storage/consultas_publicas/CP_005_2019/Produto_5_Diretrizes_para_implantacao_instrumento_gestao_arranjo_institucional.pdf

Agência Reguladora de Águas, Energia e Saneamento Básico do Distrito Federal (2021); Manual Técnico e Administrativo de Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos no Distrito Federal Versão: março/2021.

Brites, A. P. Z. (2010). Enquadramento dos corpos de água através de metas progressivas: probabilidade de ocorrência e custos de despoluição hídrica / A.P.Z. Brites. -- ed.rev. -- São Paulo, 2010. 177 p. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária

CALMON, A.P.S. Metodologia para suporte ao processo de enquadramento dos cursos d'água superficiais considerando curvas de permanência de qualidade e processo de autodepuração. 207 f. Dissertação. Universidade Federal do Espírito Santo. Vitória. 2015

CONSELHO DE RECURSOS HÍDRICOS DO DISTRITO FEDERAL RESOLUÇÃO Nº 02, DE 17 DE DEZEMBRO DE 2014. Aprova o Enquadramento dos corpos de água superficiais do Distrito Federal em classes, segundo os usos preponderantes, e dá encaminhamentos

Consórcio Profill-Rhama (2020). Plano de Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí, 2020 a 2035: Relatório Síntese. / executado por Consórcio Profill-Rhama e organizado por Comitês PCJ/Agência das Bacias PCJ. – Piracicaba (SP): Consórcio Profill-Rhama, 2020.

Ferreira, D. M; Fernandes, C. V. S, Kaviski, E. (2016) Curvas de permanência de qualidade da água como subsídio para o enquadramento de corpos d'água a partir de modelagem matemática em regime não permanente;

Resolução ADASA nº 350, de 23 de junho de 2006. Disponível em: https://www.adasa.df.gov.br/images/storage/programas/PIRHFinal/PGIRH_relatorio_sintese_versaofinal.pdf

ANA (2013). Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil. 434p. Disponível em: <http://arquivos.ana.gov.br/institucional/spr/conjuntura/webSite_relatorioConjuntura/projeto/index.html>. Acesso em 28 de março de 2023.

ANA (2016). Plano Integrado de Recursos Hídricos da Unidade de Gestão de Recursos Hídricos Paranapanema - PIRH Paranapanema. Relatório Final.

ANA (2022). Modelagem da Qualidade da Água na Bacia do Rio Paranapanema – Bases para o Enquadramento.

ANA (2017). O Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Grande – PIRH-Grande. Relatório Final. 310p. Agência Nacional de Águas – ANA.

ANA (2022). Plano Nacional de Recursos Hídricos 2022-2040. Plano de Ações. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico – ANA.

Brites, A. P. Z. (2010). Enquadramento dos corpos de água através de metas progressivas: probabilidade de ocorrência e custos de despoluição hídrica / A.P.Z. Brites. - ed.rev. - São Paulo, 2010. 177 p. Tese (Doutorado) Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária

COBRAPE (2020). Companhia Brasileira de Projetos e Empreendimentos. Relatório Final - Plano de Ação e Programa de Investimentos de Curto e Médio Prazos do PERH 2020-2023. Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERH) 2020-2023.

Cobrape (2022). Projeto de Apoio para o Fortalecimento da Capacidade de Prevenção e Gestão de Crises Hídricas no Estado de São Paulo. Prestação de Serviços de Engenharia Consultiva referentes à Elaboração de Estudos e Propostas para Aperfeiçoar os Instrumentos de Gestão de Recursos Hídricos, considerando situações de crises hídricas no Estado de São Paulo. RELATÓRIO FINAL. Setembro de 2022.

Profill (2019). revisão 03 do Produto Parcial 04- 2 (PP-04-2) – Diretrizes para os Instrumentos de Gestão. Complementação e Finalização do Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul e Elaboração dos Planos de Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas Afluentes.