



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL,
ARQUITETURA E URBANISMO**

Reenquadramento e Plano de Recursos Hídricos: Estudo de Caso das Bacias PCJ

Roberto Carneiro de Moraes

Campinas
2009

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL, ARQUITETURA E URBANISMO**

**Reenquadramento e Plano de Recursos Hídricos:
Estudo de Caso das Bacias PCJ**

Roberto Carneiro de Moraes

Dissertação apresentada à Comissão de Pós-graduação da Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da Universidade Estadual de Campinas, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil, na área de concentração de Recursos Hídricos

Orientador: Prof. Dr. Antonio Carlos Zuffo

Campinas
2009

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DA ÁREA DE ENGENHARIA E ARQUITETURA - BAE - UNICAMP

M792r Morais, Roberto Carneiro de
 Reenquadramento e plano de recursos hídricos:
 estudo de caso das bacias PCJ / Roberto Carneiro de
 Morais. --Campinas, SP: [199p.], 2009.

 Orientador: Antonio Carlos Zuffo.
 Dissertação de Mestrado - Universidade Estadual de
Campinas, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e
Urbanismo.

 1. Recursos hídricos. 2. Bacias hidrograficas. 3.
 Água - Qualidade. 4. Recursos hídricos - Planejamento.
 5. Recursos hídricos - Piracicaba, Rio, Bacias (SP). I.
 Zuffo, Antonio Carlos. II. Universidade Estadual de
Campinas. Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e
Urbanismo. III. Título.

Título em Inglês: Classification and water resources plans: PCJ basin case study

Palavras-chave em Inglês: Water resources, Watersheds, Water quality, Water
resources planning, Water resources Piracicaba, Rio, Bacias (SP)

Área de concentração: Recursos Hídricos

Titulação: Mestre em Engenharia Civil

Banca examinadora: Paulo Sergio Franco Barbosa, Luiz Ricardo dos Santos Malta

Data da defesa: 30/11/2009

Programa de Pós Graduação: Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e
Urbanismo

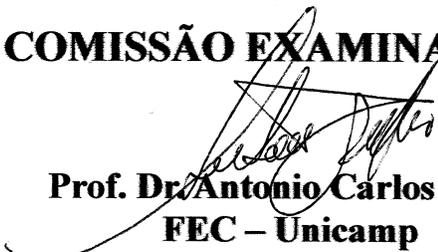
**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL, ARQUITETURA E URBANISMO**

Reenquadramento e Plano de Recursos Hídricos: Estudo de Caso das Bacias PCJ

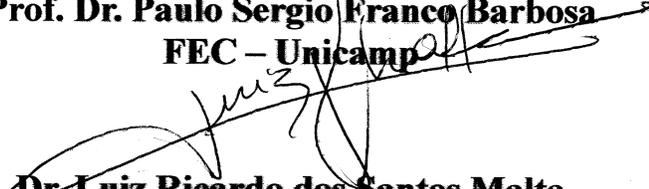
Roberto Carneiro de Moraes

Dissertação apresentada à Comissão de Pós-graduação da Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da Universidade Estadual de Campinas, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil, na área de concentração de Recursos Hídricos.

COMISSÃO EXAMINADORA


Prof. Dr. Antonio Carlos Zuffo
FEC – Unicamp


Prof. Dr. Paulo Sergio Franco Barbosa
FEC – Unicamp


Dr. Luiz Ricardo dos Santos Malta

Campinas, 30 de novembro de 2009

Dedicatória

À minha esposa Cristiane,
pelo amor e carinho,
pela paciência e apoio.

Agradecimento

Ao Único e Soberano DEUS.

À Diretoria Colegiada da ANA.

À Comissão de Pós-Graduação da ANA.

Ao Superintendente de Apoio a Gestão de Recursos Hídricos da ANA.

Ao Superintendente de Planejamento de Recursos Hídricos da ANA.

Ao colega da ANA, Dr. Marcelo Pires da Costa.

Aos professores da FEC/Unicamp, em especial Prof. Dr. Antonio Carlos Zuffo.

Aos colegas das disciplinas de pós-graduação em Recursos Hídricos e Ambientais.

Aos servidores da Unicamp.

À Diretoria dos Comitês PCJ.

À Câmara Técnica do Plano de Bacias dos Comitês PCJ.

À Coordenação e equipe da Agência PCJ.

*E não vos basta beber as águas
claras, senão que sujais o resto
com os vossos pés?*

Ezequiel 34:18

Resumo

MORAIS, Roberto C. **Reenquadramento e Plano de Recursos Hídricos: Estudo de Caso das Bacias PCJ**. Campinas: Faculdade de Engenharia Civil – UNICAMP, 2009. 199p. Dissertação (Mestrado).

A Política Nacional de Recursos Hídricos brasileira prevê que os instrumentos de gestão de recursos hídricos devem ser implantados de forma integrada pelo Sistema Nacional de Recursos Hídricos. Assim, analisa-se as condições de interação entre esses instrumentos, especialmente o Enquadramento dos Corpos de Água em Classes de Uso e Planos de Recursos Hídricos. A definição de parâmetros prioritários para o Enquadramento é uma dessas interações. Estudo de caso das Bacias PCJ permite avaliar os parâmetros prioritários adotados e a utilização de índices de qualidade da água para sua definição.

Palavras Chave: Recursos hídricos; Bacias hidrográficas; Água – Qualidade; Recursos hídricos – Planejamento; Recursos hídricos - Piracicaba, Rio, Bacias (SP).

Abstract

MORAIS, Roberto C. **Reenquadramento e Plano de Recursos Hídricos: Estudo de Caso das Bacias PCJ**. Campinas: Faculdade de Engenharia Civil – UNICAMP, 2009. 199p. Dissertação (Mestrado).

The Brazilian National Water Resources Policy should be deployed in an integrated manner by the National Water Resources System. Thus, analyze the conditions of interaction between these instruments, especially the classification of bodies of water according to the principal uses made of their water and the Water Resources Plans. The definition of priority parameters for the classification is one of those interactions. A case study from PCJ basins (Piracicaba, Capivari and Jundiaí Rivers Basins) to evaluate the priority parameters adopted and use of indicators of water quality for its definition.

Key words: Water resources, Watersheds, Water quality, Water resources planning, Water resources Piracicaba, Rio, Bacias (SP).

Lista de símbolos

Π – produtório

Σ – somatória

km – quilômetro

km² – quilômetro quadrado

µg/L – micrograma por litro

cel/mL – células por mililitro

mm³/L – milímetro cúbico por litro

mg/L – miligrama por litro

mg Pt/L – miligramas de Platina por litro

UNT – unidade nefelométrica de turbidez

pH – potencial hidrogeniônico

tDBO_{5,20}/dia – tonelada de carga orgânica lançada por dia

Q_{7,10} – vazão mínima de 7 dias com tempo de retorno de 10 anos

Q_{95%} – vazão com permanência de 95% do tempo

l/s – litros por segundo

m³/s – metros cúbicos por segundo

Lista de figuras

	Página
FIGURA 3.1 Processo de planejamento de recursos hídricos.....	37
FIGURA 3.2 Relação entre os instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos.....	38
FIGURA 3.3 Metas progressivas para o enquadramento.....	59
FIGURA 4.1 Processo de enquadramento.....	70
FIGURA 4.2 Oxigênio Dissolvido.....	78
FIGURA 4.3 Coliformes Fecais.....	79
FIGURA 4.4 pH.....	79
FIGURA 4.5 DBO _{5,20}	80
FIGURA 4.6 Nitrato Total.....	81
FIGURA 4.7 Fosfato Total.....	81
FIGURA 4.8 Turbidez.....	82
FIGURA 4.9 Sólidos Totais.....	82
FIGURA 4.10 Temperatura.....	83
FIGURA 5.1 Enquadramento dos corpos de água das Bacias PCJ.....	98
FIGURA 5.2 Usos de recursos hídricos nas Bacias PCJ.....	100
FIGURA 5.3 Classificação por usos mais restritivos das Bacias PCJ.....	101
FIGURA 5.4 Classificação por usos preponderantes das Bacias PCJ.....	102
FIGURA 5.5 Ponto PIMI02900 em outubro de 2009.....	103
FIGURA 5.6 Ponto ATIB02235 em outubro de 2009.....	104
FIGURA 5.7 Ponto PINO03900 em outubro de 2009.....	104
FIGURA 5.8 Ponto JAGR02400 em outubro de 2009.....	105
FIGURA 5.9 Ponto TREB02950 em outubro de 2009.....	105
FIGURA 5.10 Ponto CRUM2200 em outubro de 2009.....	106
FIGURA 5.11 Ponto CPIV02160 em junho de 2008.....	106
FIGURA 5.12 Ponto CPIV02200 em outubro de 2009.....	107
FIGURA 6.1 Distribuição do IQA das Bacias PCJ em 2008.....	113
FIGURA 6.2 Distribuição do ICE das Bacias PCJ em 2008.....	117
FIGURA 6.3 Variação dos parâmetros no ponto CPIV02160.....	120

FIGURA 6.4 Variação dos parâmetros no ponto CPIV02200.....	120
FIGURA 6.5 Variação dos parâmetros no ponto CPIV02700.....	121
FIGURA 6.6 Variação dos parâmetros no ponto TREB02950.....	121
FIGURA 6.7 Variação dos parâmetros no ponto CPIV02100.....	121
FIGURA 6.8 Variação dos parâmetros no ponto IRIS02250.....	122
FIGURA 6.9 Variação dos parâmetros no ponto JUNA02100.....	122
FIGURA 6.10 Variação dos parâmetros no ponto IRIS02200.....	122
FIGURA 6.11 Variação dos parâmetros no ponto JUMI00500.....	123
FIGURA 6.12 Variação dos parâmetros no ponto JAGR02400.....	123
FIGURA 6.13 Variação dos parâmetros no ponto PINO02100.....	123
FIGURA 6.14 Variação dos parâmetros no ponto JUNA02020.....	124
FIGURA 6.15 Variação dos parâmetros no ponto PIMI02900.....	124
FIGURA 6.16 Variação dos parâmetros no ponto JUMI00800.....	125
FIGURA 6.17 Variação dos parâmetros no ponto JUMI00100.....	125
FIGURA 6.18 Variação dos parâmetros no ponto JUNA02010.....	125
FIGURA 6.19 Variação dos parâmetros no ponto PCAB02135.....	126
FIGURA 6.20 Variação dos parâmetros no ponto ATIB02035.....	126
FIGURA 6.21 Variação dos parâmetros no ponto QUIL03900.....	127
FIGURA 6.22 Variação dos parâmetros no ponto PINO03900.....	127
FIGURA 6.23 Variação dos parâmetros no ponto CRUM02200.....	127
FIGURA B.1 Localização dos pontos de coletas nas Bacias PCJ.....	177

Lista de tabelas

	Página
TABELA 3.1 Classes de uso para águas doces.....	52
TABELA 4.1 Índices de qualidade da água.....	73
TABELA 4.2 Peso dos Parâmetros no IQA.....	84
TABELA 5.1 Áreas da Bacias PCJ.....	93
TABELA 5.2 Inserção dos municípios nas Bacias PCJ.....	95
TABELA 6.1 IQA das Bacias PCJ em 2008.....	112
TABELA 6.2 ICE das Bacias PCJ em 2008.....	114
TABELA 6.3 Pontos críticos das Bacias PCJ em 2008.....	118
TABELA 6.4 Usos associados aos parâmetros prioritários.....	129
TABELA B.1 Localização dos pontos de coleta das Bacias PCJ.....	174
TABELA B.2 Dados de qualidade de água das Bacias PCJ em 2008.....	178
TABELA B.3 Cálculo do IQA bimestral no ano de 2008 das Bacias PCJ.....	185

Lista de abreviaturas

ANA – Agência Nacional de Águas
Bacias PCJ – Bacias hidrográficas dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiá
CBH-PCJ – Comitê das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá (São Paulo)
CCME – *Canadian Council of Ministers of the Environment*
CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
CGT – *Cooperative Game Theory*
CNRH – Conselho Nacional de Recursos Hídricos
COBRAPE – Companhia Brasileira de Projetos e Empreendimentos
Comitês PCJ – Comitês das Bacias PCJ (União, São Paulo e Minas Gerais)
CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente
CORHI – Comitê Coordenador do Plano Estadual de Recursos Hídricos (São Paulo)
CPLEA – Coordenadoria de Planejamento Ambiental Estratégico e Educação Ambiental da SMA
CRH – Conselho Estadual de Recursos Hídricos (São Paulo)
DAEE – Departamento de Águas e Energia Elétrica (São Paulo)
DBO_{5,20} – Demanda Bioquímica de Oxigênio
DEPRN – Departamento Estadual de Proteção de Recursos Naturais (São Paulo)
DNAEE – Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica
DQO – Demanda Química de Oxigênio
FEHIDRO – Fundo Estadual de Recursos Hídricos (São Paulo)
GWP – *Global Water Partnership*
IAP – Índice Qualidade de Águas Brutas para Fins de Abastecimento Público
IAV – Índice de Preservação da Vida Aquática da CETESB
IB – Índice de Balneabilidade da CETESB
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICE – Índice de Conformidade ao Enquadramento
IQA – Índice de Qualidade da Água da CETESB
ISTO – Índice de Substâncias Tóxicas e Organolépticas da CETESB
MSIP – Modelo sistêmico de integração participativa
NSF – *National Sanitation Foundation*

OD – Oxigênio Dissolvido
OMS – Organização Mundial da Saúde
PNMA – Programa Nacional do Meio Ambiente
PNRH – Plano Nacional de Recursos Hídricos
QUAL2E – Modelo de simulação de qualidade da água da USEPA
RMSP – Região Metropolitana de São Paulo
SABESP – Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo
SINGRH – Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos
SISNAMA – Sistema Nacional de Meio Ambiente
SMA – Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo
SSD-PCJ – Sistema de Suporte a Decisão das Bacias PCJ
TVA – *Tennessee Valley Authority*
UGRHI – Unidade Hidrográficas de Gerenciamento de Recursos Hídricos (São Paulo)
USEPA – Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos
WQI – *Water Quality Index*

Sumário

	Lista de símbolos.....	9
	Lista de figuras.....	10
	Lista de tabelas.....	12
	Lista de abreviaturas.....	13
1.	INTRODUÇÃO.....	17
2.	OBJETIVOS.....	19
3.	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	21
3.1	Gestão de recursos hídricos no Brasil.....	21
3.1.1	Política Nacional de Recursos Hídricos.....	26
3.1.2	Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos.....	27
3.2	Instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos.....	31
3.2.1	Planos de Recursos Hídricos.....	36
3.2.2	Outorga dos direitos de uso de recursos hídricos.....	39
3.2.3	Cobrança pelo uso de recursos hídricos.....	41
3.2.4	Compensação a Municípios.....	41
3.2.5	Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos.....	42
3.2.6	Enquadramento dos corpos de água em classes.....	44
3.2.6.1	Qualidade da água.....	48
3.2.6.2	Classificação dos corpos de água.....	50
3.2.6.3	Parâmetros de qualidade de água.....	53
3.2.6.4	Padrões de qualidade de água.....	54
3.2.6.5	Vazão de referência para o enquadramento.....	55
3.2.6.6	Projeção da qualidade dos corpos de água.....	57
3.2.6.7	Metas e objetivos de qualidade.....	58
3.2.6.8	Efetivação do enquadramento.....	60
3.2.6.9	Participação pública.....	61
4.	METODOLOGIA.....	63
4.1	Interação dos instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos.....	64
4.1.1	Interação do Enquadramento e Planos de Recursos Hídricos.....	67
4.1.2	Fluxograma de interação.....	69

4.2	Usos preponderantes e parâmetros de qualidade de água.....	71
4.3	Índices de qualidade de água.....	72
4.3.1	Índice de Qualidade de Água - IQA.....	75
4.3.2	Índice de conformidade ao enquadramento.....	85
4.4	Definição de parâmetros prioritários para o enquadramento.....	88
5.	ESTUDO DE CASO.....	91
5.1	Consolidação do Diagnóstico das Bacias PCJ.....	92
5.2	Plano das Bacias PCJ 2008-2011.....	93
5.3	Enquadramento dos corpos de água das Bacias PCJ.....	97
5.4	Trechos críticos de qualidade das Bacias PCJ.....	103
6.	RESULTADOS.....	111
6.1	IQA das Bacias PCJ em 2008.....	111
6.2	ICE das Bacias PCJ em 2008.....	114
6.3	Pontos Críticos das Bacias PCJ em 2008.....	118
6.4	Variação acumulada dos parâmetros nos pontos críticos.....	119
6.5	Parâmetros prioritários e usos da água nas Bacias PCJ.....	128
6.5.1	Coliformes termotolerantes.....	129
6.5.2	DBO _{5,20}	131
6.5.3	OD.....	131
6.5.4	Fósforo.....	132
6.5.5	Turbidez.....	132
6.5.6	Alumínio e Manganês.....	133
7.	DISCUSSÃO.....	135
7.1	Parâmetros adotados no Plano das Bacias PCJ 2008-2020.....	135
7.2	Comparação dos parâmetros prioritários para as Bacias PCJ.....	138
8.	CONCLUSÕES.....	141
	Referências bibliográficas.....	145
	Glossário.....	149
	Apêndices.....	151
	Apêndice A – Estudos das Bacias PCJ.....	153
A.1.1	Plano de Recursos Hídricos das Bacias PCJ 1994-1995.....	153
A.1.2	Relatório de Situação dos Recursos Hídricos 1993.....	155
A.1.3	Bacia do Rio Piracicaba: Estabelecimento de Metas Ambientais e Reenquadramento dos Corpos de Água.....	156
A.1.4	Relatório de Situação dos Recursos Hídricos 1994.....	159
A.1.5	Relatório de Situação dos Recursos Hídricos 1995.....	160
A.1.6	Plano Integrado de Aproveitamento e Controle dos Recursos Hídricos das Bacias Alto Tietê, Piracicaba e Baixada Santista.....	163
A.1.7	Relatório de Situação dos Recursos Hídricos das Bacias PCJ 2000-2001.....	166
A.1.8	Relatório da Situação dos Recursos Hídricos das Bacias PCJ 2002-2003.....	166
A.1.9	Plano de Bacias Hidrográficas 2004-2007 das Bacias PCJ.....	167
A.1.10	Relatório de Situação dos Recursos Hídricos 2004-2006.....	168
A.1.11	Programa para a Proteção e Aproveitamento das Bacias PCJ.....	169
	Apêndice B – Dados de qualidade de água das Bacias PCJ em 2008.....	173
B.1	Dados de qualidade de água das Bacias PCJ do ano de 2008.....	173
B.2	Cálculo do IQA em 2008 das Bacias PCJ.....	185
	Anexo – Resolução CNRH nº 91/2008.....	193

1. INTRODUÇÃO

A Constituição do Brasil prevê que as águas superficiais ou subterrâneas, fluentes, emergentes e em depósito, enquanto nestas condições, são bens sob administração pública, que exerce o controle sobre seu uso. Para o aproveitamento econômico e social dessas águas, o Poder Público pode outorgar direitos de uso aos interessados no livre exercício de qualquer atividade econômica, desde que tenham por objetivo o bem estar e a justiça sociais.

A administração pública, também por força constitucional, deve atuar de forma sistêmica e sujeita a participação dos usuários, na forma da lei, sendo que a gestão de recursos ambientais, considerada a sua complexidade, deve ser descentralizada para permitir a interveniência dos diversos interessados.

O conjunto de ações e procedimentos da administração que visam a resolução de conflitos porventura existentes na alocação de recursos e bens públicos denomina-se Política Pública, sendo que para as águas brasileiras foi instituída a Política Nacional de Recursos Hídricos pela Lei nº 9.433, de 1997. Esta Lei criou o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, estabelecendo os integrantes responsáveis pela execução da Política e definindo suas competências para tanto.

Os procedimentos regulamentados na Política Nacional de Recursos Hídricos são

denominados instrumentos, sendo de responsabilidade do sistema instituído a implementação integrada destes. São definidos seis instrumentos: Plano de Recursos Hídricos, enquadramento, outorga, cobrança, compensação a municípios e sistema de informações, que serão detalhados na revisão bibliográfica.

A interação dos instrumentos ao longo de sua implantação é condição fundamental para atingir os objetivos da Política Nacional. O presente estudo analisa a imperativa interação entre os instrumentos enquadramento dos corpos de água em classes de uso e Plano de Recursos Hídricos. Para tanto, a Metodologia trata do tema indicando fluxograma de interação.

Responsável pela definição das classes de uso, parâmetros, condições e padrões de qualidade, o CONAMA (Conselho Nacional de Meio Ambiente) indicou que o enquadramento deve ser definido pelos usos preponderantes mais restritivos da água, atuais ou pretendidos. Além disso, o CNRH (Conselho Nacional de Recursos Hídricos) ratificou essa determinação, ampliando a necessidade de que a proposta de enquadramento deve ser desenvolvida em conformidade com o Plano de Recursos Hídricos, preferencialmente durante a sua elaboração.

Dentre as diversas possibilidades de interação desses instrumentos, destaca-se a seleção do conjunto de parâmetros prioritários de qualidade de água para subsidiar a proposta de enquadramento, que deverá ser monitorado periodicamente pelo Poder Público.

O estudo de caso sobre a elaboração conjunta do Plano de Recursos Hídricos 2008-2020 e o enquadramento dos corpos de água das Bacias PCJ (Bacias Hidrográficas dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiá), que resultou no Plano das Bacias PCJ 2008-2011, permite a análise do processo de escolha dos parâmetros prioritários e a aplicação prática dos conceitos apresentados na Metodologia.

Finalmente, após discussão sobre os resultados obtidos, são apresentadas conclusões sobre a imperativa interação dos instrumentos enquadramento dos corpos de água em classes de uso e Plano de Recursos Hídricos.

2. OBJETIVOS

A Pesquisa tem por objetivo específico a análise da interação do Plano de Recursos Hídricos e o enquadramento dos corpos de água na seleção de parâmetros prioritários para o enquadramento, por meio do estudo de caso da elaboração do Plano de Recursos Hídricos 2008-2020 e o reenquadramento dos corpos de água das Bacias PCJ.

Propõe-se a utilização de índices de qualidade de água para a definição de parâmetros prioritários durante o processo de enquadramento de corpos de água em classes de uso, calculando-se a variação acumulada dos parâmetros em relação aos padrões estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357, de 2005, em um determinado período, nos pontos considerados críticos das bacias.

Para tanto, faz-se necessária uma revisão bibliográfica do processo de gestão dos recursos hídricos no Brasil, com foco na Política Nacional de Recursos Hídricos vigente, e conceituação dos instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos, em especial o processo de enquadramento dos corpos de água em classes de uso.

As possibilidades de interação entre os instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos são descritas, com detalhamento da interação do enquadramento dos corpos de água em classes de uso e Plano de Recursos Hídricos e apresentação de fluxograma.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Gestão de recursos hídricos no Brasil

Setti *et al.* (2001), define gestão de recursos hídricos, em sentido lato, como a forma pela qual se pretende equacionar e resolver as questões de escassez relativa desses recursos, bem como fazer o uso adequado, visando a otimização dos recursos em benefício da sociedade.

Os problemas de escassez hídrica não se restringem a aspectos de quantidade disponível do recurso, mas também a sua qualidade, uma vez que advém da combinação do exagerado crescimento das demandas localizadas e da degradação da qualidade das águas.

Com foco nas águas superficiais, elege-se a bacia hidrográfica como unidade básica de gestão dos recursos hídricos, uma vez que os limites da área de drenagem definem um sistema fechado sob o ponto de vista hidrológico.

Ainda Setti *et al.* (2001) afirma que a condição fundamental para que a gestão de recursos hídricos se realize é a motivação política, de forma a tornar possível planejar o aproveitamento e o controle dos recursos hídricos e ter meios de implantar as obras e medidas recomendadas, controlando-se as variáveis que possam afastar os efeitos nocivos ao planejado.

Lanna (1999) e Silva e Pruski (2000) identificaram três formas de gestão ou modelos de gerenciamento de recursos hídricos:

- a) Burocrático;
- b) Econômico-financeiro; e
- c) Sistêmico de integração participativa.

No modelo burocrático, a administração dos recursos hídricos está limitada a cumprir e fazer cumprir os dispositivos vigentes negociados no âmbito do Poderes da República, com extensa legislação a ser obedecida relativa as concessões e autorizações de uso, licenciamento de obras, ações de fiscalização, interdição e multa.

Segundo Lanna (1999), o modelo burocrático vigorou no Brasil a partir do início do século XX, mais especificamente na década de 30, traduzindo-se em formas autoritárias, centralizadoras e sistemas extremamente rigorosos de comando-controle.

Em 1933, foi criada a Diretoria de Águas, depois Serviço de Águas, no Ministério da Agricultura. Logo em seguida, em 1934, esse serviço foi transferido para a estrutura do Departamento Nacional de Pesquisa Mineral, quando é editado o Decreto nº 24.643, de 1934, que estabelece o Código de Águas.

Ainda que muito avançado para a época, Setti *et al.* (2001) considera que a visão do processo de gestão era fragmentada, o desempenho estava restrito ao cumprimento de normas muitas vezes conflitantes e de difícil interpretação, havia dificuldade de adaptação a mudanças internas ou externas, centralização do poder decisório, excesso de formalismo e pouca importância eram dados ao ambiente externo. A inadequação desse modelo de gestão tinha como consequência o agravamento dos conflitos de uso e de proteção das águas e a realimentação do processo com a elaboração de novos instrumentos legais.

O modelo econômico-financeiro está fundamentado em princípios oriundos da Economia, mais especificamente de John Maynard Keynes, e amplia a atuação do Poder Público como empreendedor e introduz instrumentos econômicos e financeiros para induzir à obediência as disposições legais vigentes, além da necessidade do planejamento estratégico para utilização

dos recursos disponíveis.

Ainda Setti *et al.* (2001) registra que no Brasil a implantação desse modelo se desenvolveu a partir da inoperância do modelo burocrático, sendo que essa segunda etapa da gestão dos recursos hídricos brasileiros começou com a criação da Companhia de Desenvolvimento do Vale do São Francisco em 1948, inspirado no modelo norte-americano do Vale do Tennessee.

Também inspirado no TVA (*Tennessee Valley Authority*), o Departamento de Águas e Energia Elétrica foi criado em dezembro de 1951 no Estado de São Paulo. Dentre suas atividades iniciais, destaca-se o fornecimento de grupos geradores para municípios não atendidos pelas empresas concessionárias de energia elétrica, os estudos preliminares das primeiras usinas que seriam construídas no médio e baixo Tietê, gestão do aproveitamento da várzea do rio Paraíba do Sul, permitindo à agricultura da região obter melhores resultados, estudos de implantação da navegação do Tietê e coordenação do primeiro estudo integrado de aproveitamento múltiplo dos recursos hídricos da Bacia do Alto Tietê e Cubatão, responsável por quase todas as obras de uso múltiplo do Tietê: controle de inundações, abastecimento público e industrial, irrigação e regularização de vazão.

Caracterizado por uma forte intervenção do Estado, com predomínio das negociações político-representativas e econômicas, o modelo econômico-financeiro visava a promoção do desenvolvimento econômico, nacional ou regional, fundamentado em prioridades setoriais do governo central. Sua força motora eram os programas de investimentos em saneamento, irrigação, eletrificação, entre outros e tinha como entidades privilegiadas as autarquias e as empresas públicas (PNRH, 2006).

O modelo foi marcado, em geral, por duas orientações: as prioridades setoriais do governo, constituídas pelos programas de investimento em setores usuários de água e o desenvolvimento integral da bacia hidrográfica, segundo o PNRH (Plano Nacional de Recursos Hídricos). Sendo que a última diretriz era difícil de ser aplicada, pois as superintendências de bacia ficavam vinculadas a ministério ou secretaria estadual setorial, com atribuições limitadas ao segmento específico de atuação.

O PNRH (2006) indica que as principais falhas do modelo econômico-financeiro estão relacionadas à sua incapacidade de incorporar as necessidades locais e não considerar as intenções espaciais e temporais de uso e proteção do recurso, além de se restringir ao tratamento setorial das questões e favorecer o surgimento de instituições públicas com grandes poderes.

Em 1961, o Departamento Nacional de Pesquisa Mineral passou a integrar o Ministério das Minas e Energia e, já em 1965, o Serviço de Águas, transformado em Divisão, tomou a configuração de Departamento Nacional de Águas e Energia. Esse mesmo departamento, em 1968, passou a denominar-se Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica (DNAEE).

Incorporando os princípios da Conferência Mundial do Meio Ambiente de Estocolmo de 1972, foi criada a Secretaria Especial de Meio Ambiente, vinculada ao Ministério do Interior. Essa secretaria passou a atuar, ouvindo o DNAEE, na classificação das águas interiores.

Na década de 1980, começaram as discussões em torno dos pontos críticos da gestão dos recursos hídricos no Brasil, sendo que alguns comitês de bacia hidrográfica, a exemplo do Paraíba do Sul, Paranapanema e Doce, começaram a evoluir. Verificava-se que o setor de energia era o único que criava demanda por regulação e, em consequência, assumia o papel de gestor dos recursos hídricos, pois detinha todas as informações disponíveis sobre a água.

Foi criado o Conselho Nacional do Meio Ambiente que estabeleceu em 1986 a classificação das águas doces, salobras e salinas, em todo o território brasileiro, em nove classes, segundo seus usos preponderantes.

A reinstalação da democracia no país e a promulgação da Constituição do Brasil, em 1988, representam marcos referenciais importantes da atual etapa da gestão dos recursos hídricos brasileiros, criando as condições para o surgimento do modelo sistêmico de integração participativa (MSIP), ampliando as formas de negociação social para resolução dos conflitos, tendo sido adotado na definição da Política Nacional de Recursos Hídricos brasileira.

Concebido em um novo contexto internacional sobre meio ambiente, aceito e praticado em vários países, o modelo tem como característica básica a incorporação, de forma sinérgica,

de quatro tipos de negociação social (CETEC,1996):

- a) Econômica;
- b) Política direta;
- c) Político-representativa; e
- d) Jurídica.

O modelo fundamenta a criação de uma estrutura sistêmica, na forma de matriz institucional de gerenciamento, responsável pela execução de funções específicas e adota o planejamento estratégico por bacia hidrográfica, a tomada de decisão por intermédio de deliberações multilaterais descentralizadas e o estabelecimento de instrumentos legais e financeiros.

Os princípios de descentralização, participação e integração constituem a base e a espinha dorsal desse novo modelo de gestão de recursos hídricos e apontam para uma nova e moderna forma de gestão desses recursos naturais e do próprio Estado.

Após uma ampla negociação foi promulgada a Lei nº 9.433, de 1997, iniciando uma nova política brasileira para os recursos hídricos, em que todos os agentes envolvidos na atividade de gerenciamento desses recursos começaram a gozar da necessária legitimidade para prosseguir em seus respectivos cursos de ação. Destaca-se entre as diversas características dessa nova Lei, a singularidade em sintetizar os princípios fundamentais do setor, criando os instrumentos de gestão do uso dos recursos hídricos e estabelecendo um arranjo institucional objetivando garantir o igual direito de uso a todos os usuários dos recursos hídricos.

A Lei dos Recursos Hídricos configura as forças políticas regionais capazes de arrecadar recursos com a cobrança pelo uso da água, promover seu uso adequado e cuidar de sua proteção. Com o advento dessa Lei, o país alcançou as condições básicas para entrar em nova fase de gerenciamento de seus recursos hídricos, na qual todos os usuários, as comunidades envolvidas e os governos regionais e locais decidem pelo melhor uso da água e pelos investimentos necessários, organizados em torno de suas bacias.

O conjunto dos princípios e instrumentos estabelecidos é capaz de exercer uma grande

influência em quase todo o universo de gerenciamento e planejamento dos usos da água. Contudo, isso exige das instituições envolvidas um trabalho coordenado, sinérgico e encadeado, com a participação dos múltiplos atores e usuários da água no país.

Assim, a Lei nº 9.433, de 1997, por seu processo de construção, bem como por seu conteúdo, constitui-se em uma das mais modernas e arrojadas propostas de gestão pública de nosso País, representando um marco histórico para a implementação do sistema de gestão integrado e participativo no Brasil.

3.1.1 Política Nacional de Recursos Hídricos

A Política Nacional de Recursos Hídricos baseia-se nos seguintes fundamentos:

- a) A água é um bem de domínio público;
- b) A água é um recurso natural limitado, dotado de valor econômico;
- c) Em situações de escassez, o uso prioritário dos recursos hídricos é o consumo humano e a dessedentação de animais;
- d) A gestão dos recursos hídricos deve sempre proporcionar o uso múltiplo das águas;
- e) A bacia hidrográfica é a unidade territorial para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos; e
- f) A gestão dos recursos hídricos deve ser descentralizada e contar com a participação do Poder Público, dos usuários e das comunidades.

São objetivos da Política Nacional de Recursos Hídricos:

- a) Assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos;
- b) A utilização racional e integrada dos recursos hídricos, incluindo o transporte aquaviário, com vistas ao desenvolvimento sustentável; e
- c) A prevenção e a defesa contra aos eventos hidrológicos críticos de origem natural ou decorrentes do uso inadequado dos recursos naturais.

Constituem diretrizes gerais de ação para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos:

- a) A gestão sistemática dos recursos hídricos, sem dissociação dos aspectos de quantidade e qualidade;
- b) A adequação da gestão de recursos hídricos às diversidades físicas, bióticas, demográficas, econômicas, sociais e culturais das diversas regiões do País;
- c) A integração da gestão de recursos hídricos com a gestão ambiental;
- d) A articulação do planejamento de recursos hídricos com o dos setores usuários e com os planejamentos regional, estadual e nacional;
- e) A articulação da gestão de recursos hídricos com a do uso do solo; e
- f) A integração da gestão das bacias hidrográficas com a dos sistemas estuarinos e zonas costeiras.

Essas definições da Lei nº 9.433, de 1997, de acordo com o PNRH (2006), oferecem novos rumos em matéria de gestão das águas, a começar pelo entendimento de que a superação dos graves problemas ecológicos atuais e a condução do desenvolvimento econômico rumo a cenários sócio-ambientais sustentáveis passa pelo cruzamento das questões ecológicas, das questões sócio-econômicas e das questões político-financeiras de sustentabilidade do sistema de gestão dos recursos hídricos.

Portanto, foram criadas as condições para o debate democrático permanente, confirmando a necessidade crescente da participação de todos – comunidades, empresários e órgãos públicos – no planejamento e gestão das águas.

3.1.2 Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos

Para o sucesso da Política Nacional de Recursos Hídricos, faz-se necessário que sua implementação seja integrada, ou seja, que as entidades relacionadas a recursos hídricos não só busquem atingir os objetivos estabelecidos, mas que suas atividades sejam feitas em interação com as demais, de forma sistêmica.

Segundo Lima (2006) ao longo do século XX a ciência propôs uma nova maneira de se pesquisar, estudar e compreender o mundo, suas especificidades e suas relações. Da época da especialização, do isolamento, da análise como fim em si mesma e cada vez mais atomística, chegou-se à era da síntese, do global, do macro, da agregação, da busca do comum, das interfaces, da complementariedade nas várias áreas de conhecimento.

Essa nova abordagem é reforçada na II Guerra Mundial, quando as equipes trabalhavam interdisciplinarmente, com especialistas originários de várias áreas, para equacionar os complexos problemas surgidos naquele período, emergindo, então, a Teoria Geral dos Sistemas, como um instrumento apropriado para lidar com a complexidade organizada e as ideias comuns às várias disciplinas ou ciências.

A Teoria Geral de Sistemas, concebida por Ludwig von Bertalanffy, tem por finalidade identificar as propriedades, princípios e leis característicos dos sistemas em geral, independentemente do tipo de cada um, da natureza de seus elementos componentes e das relações entre eles. Ela não se limita aos sistemas materiais, mas aplica-se a todo e qualquer sistema constituído por componentes em interação, incluindo sistemas sociais.

Dawson (2007) registra a citação de Ervin Laszlo no prefácio do livro “*Perspectives on General Systems Theory*” de autoria de Von Bertalanffy, publicado em 1975, que o pesquisador iniciou algo muito mais compreensivo ou de maior importância do que uma simples teoria, uma vez que este desenvolveu um paradigma para o desenvolvimento de novas teorias. Estas teorias são e deverão ser teorias relacionadas a sistemas quando lidarem com estruturas sistêmicas, tais como organismos animais, populações, ecologia, grupos, sociedade e similares.

Além disso, apresentou três razões para a aplicação da teoria dos sistemas relacionada as atividades humanas (DAWSON, 2007):

- a) A teoria dos sistemas fornece uma excelente direção para o desenvolvimento de novas teorias;
- b) A teoria dos sistemas permite a transferência de informação entre as diversas disciplinas do conhecimento humano; e
- c) O conceito de “sistema” apresentado é altamente adequado para as atividades

humanas.

Maximiano (2007) destaca que uma das premissas mais importantes do moderno enfoque sistêmico é a noção de que a natureza dos sistemas é definida pelo observador, ou seja, para enfrentar a complexidade, é preciso ter a capacidade de enxergá-la. Para enxergar sistemas, é preciso educar-se para perceber os elementos da realidade como parte de sistemas. Para usar o enfoque sistêmico, é preciso aprender a delimitar fronteiras de sistemas para entendê-los e manejá-los.

Dentre as diversas teorias decorrentes do pensamento sistêmico destaca-se a publicação do livro “*Organization and Environment*” em 1967, por Jay Lorsch, professor de gestão e relações humanas na *Harvard University*, em conjunto com Paul Lawrence, cujas conclusões tiveram uma importante contribuição para o surgimento e desenvolvimento da abordagem situacional. Os pesquisadores concluíram que os principais problemas das organizações são a diferenciação e a integração, ou seja:

a) A diferenciação representa as diferenças de atitudes e de estilos de trabalho existentes entre os diferentes subsistemas ou departamentos, cada um deles com tarefas e objetivos específicos, interagindo num contexto ambiental igualmente específico; e

b) A integração, conceito antagônico da especialização, refere-se à coordenação das atividades com vista a unidade de esforços entre os diferentes subsistemas ou departamentos por meio de sistemas formais de coordenação, hierarquias administrativas e utilização de grupos interfuncionais.

A conclusão a que chegaram Lawrence e Lorsch foi que quanto menor for o grau de diferenciação, menor será a dificuldade de integração, levando à tendência para a utilização de soluções de coordenação mais simples, por exemplo o sistema de relacionamentos formais entre os subsistemas. Por outro lado, quanto maior for a diferenciação, maiores e mais complexos serão os problemas de integração, obrigando as organizações a utilizar um maior número de meios de integração ou coordenação tais como os sistemas de informação vertical e os sistemas de relacionamentos horizontais ou ainda a utilização de grupos interfuncionais.

A Teoria Geral dos Sistemas define que um sistema compreende um conjunto de

elementos em interação de natureza ordenada e não fortuita. O aspecto mais importante do conceito de sistema é a ideia de um conjunto de elementos interligados para formar um todo. O todo apresenta propriedades e características próprias que não são encontradas em nenhum dos elementos isolados.

Desta forma, um sistema pode ser definido como um conjunto de partes ou componentes interativos, que podem ser analisados, de forma geral, com a definição de:

- a) Objetivos do sistema;
- b) Ambiente do sistema, ou seja, aquilo que está situado fora do controle dos sistemas e também algo que determina em parte o funcionamento dele;
- c) Recursos do sistema, que são os meios internos que o sistema usa para desempenhar suas tarefas e alcançar os objetivos propostos;
- d) Componentes do sistema; e
- e) Administração do sistema, envolvendo a criação de planos para o sistema considerando todos os aspectos que se discute na visão sistêmica, os objetivos globais, o ambiente e os subsistemas.

A administração de um sistema, além de estabelecer os planos do sistema, deve também assegurar que estes planos sejam executados de acordo com suas ideias originais. Esta atividade é em geral chamada de controle. Contudo, controle não significa unicamente examinar se os planos estão sendo executados corretamente, mas também implica em sua avaliação e, conseqüentemente, sua revisão ou alteração.

A Lei nº 9.433, de 1997, firmou os seguintes objetivos para a criação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos:

- a) Coordenar a gestão integrada das águas;
- b) Arbitrar administrativamente os conflitos relacionados com os recursos hídricos;
- c) Implementar a Política Nacional de Recursos Hídricos;
- d) Planejar, regular e controlar o uso, a preservação e a recuperação dos recursos hídricos; e
- e) Promover a cobrança pelo uso de recursos hídricos.

Observa-se que a instituição da cobrança garante autossustentação do sistema criado, minorando o vínculo com o ambiente externo do sistema, a saber, os recursos públicos ordinários e os interesses governamentais envolvidos na distribuição dos recursos orçamentários do Estado entre as diversas Políticas Públicas.

A estrutura do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos contida no Art. 33 da Lei nº 9.433, de 1997, com os acréscimos da Lei nº 9.984, de 2000, é composta das seguintes entidades:

- a) Conselho Nacional de Recursos Hídricos;
- b) Agência Nacional de Águas;
- c) Conselhos de Recursos Hídricos dos Estados e do Distrito Federal;
- d) Comitês de Bacia Hidrográfica e Agências de Água ou entidades delegatárias de suas funções; e
- e) Órgãos e entidades da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios, cujas competências se relacionem com a gestão dos recursos hídricos.

A ação dos componentes do sistema está sujeita a legislação que versa sobre controle público, considerando a natureza jurídica das águas, e deve ter por objetivo a implantação dos instrumentos definidos para a Política Nacional de Recursos Hídricos.

Finalmente, registra-se que nas bacias hidrográficas nas quais o sistema de gerenciamento já está implementado, surgem as dificuldades da democracia apresentadas por Huntington (1975), cientista político conservador que defendeu a tese de que a governabilidade está ameaçada pelos excessos na participação e sobrecargas de demandas.

3.2 Instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos

Para a correta gestão de um bem público, faz-se necessária a prévia definição das medidas necessárias a serem executadas pelos respectivos gestores, de forma a garantir a obediência aos princípios constitucionais de legalidade, impessoalidade, moralidade, publicidade

e eficiência.

Estas medidas resultam da escolha de um conjunto de instrumentos em função dos objetivos, objeto e tema central nela enfocados (SANTOS, 2004), específicos para a respectiva Política Pública, com a definição de diretrizes gerais para sua implantação.

Segundo Maciel Jr. (2000), esses instrumentos pode ser regulatórios (licenças ambientais e outorgas), punitivos (multas), financeiros (cobrança e medidas compensatórias), de planejamento (zoneamento ambiental, enquadramento e plano de bacia) e de avaliação e informação (monitoramento e sistema de informações).

No caso brasileiro, foram inicialmente propostos no Projeto de Lei nº 2.249, de 1991, os seguintes instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos:

“ ...

I – a outorga dos direitos de uso dos recursos hídricos, segundo critérios e prioridades estabelecidos no Código de Águas e na legislação subsequente e correlata;

II – a cobrança pela utilização dos recursos hídricos, que será efetivada por meio de tarifas a serem fixadas pelo Poder Executivo e realizada considerando-se os seguintes critérios:

a) as peculiaridades regionais e das bacias hidrográficas;

b) a disponibilidade hídrica e a vazão e seu regime de variação;

c) a classe de uso preponderante em que for enquadrado o corpo de água;

d) o grau de regularização assegurado pela obras hidráulicas;

e) a carga de efluentes de sistemas de esgotos e outros líquidos e seu regime de variação;

f) os parâmetros físico-químicos e orgânicos, dentre outros, dos efluentes assim como a natureza da atividade responsável pelos mesmos.

III – o rateio de custos das obras de aproveitamento múltiplo, dos recursos hídricos, de interesse comum ou coletivo, entre os usuários setoriais;

IV – os incentivos à produção e instalação de equipamentos, à criação de tecnologia, à conservação e proteção dos recursos hídricos e à capacitação de recursos humanos, voltados para a racionalização do uso da água;

V – a conscientização pública da necessidade de utilização racional, conservação, proteção e preservação dos recursos hídricos; e,

VI – a instituição de áreas de proteção de mananciais para abastecimento das populações.

...”

Além disso, o legislador, neste item, ressaltou que “os responsáveis pelos lançamentos dos efluentes ficam obrigados ao cumprimento das normas e padrões legalmente estabelecidos

para o controle da poluição das águas.”

Após os trâmites regulares da Câmara dos Deputados, o projeto foi encaminhado à Comissão de Defesa do Consumidor, Meio Ambiente e Minorias, com a apresentação de dois substitutivos de autoria do Deputado Fábio Feldmann, em junho de 1993 e dezembro de 1994, que não obtiveram consenso daquela comissão.

Em março de 1995, o Deputado Aroldo Cedraz, atualmente Ministro do Tribunal de Contas da União, assume a relatoria do projeto, apresentando à referida comissão, em maio de 1996, substitutivo que recebeu emendas do Deputado José Machado, atual Diretor-Presidente da Agência Nacional de Águas, e do Deputado Inácio Arruda.

O substitutivo então aprovado pela Comissão de Defesa do Consumidor, Meio Ambiente e Minorias foi apresentado ao plenário da Câmara dos Deputados, em agosto de 1996, e definia os seguintes instrumentos da Política Nacional:

“ ...
 I – os Relatórios sobre a Situação dos Recursos Hídricos;
 II – os Planos de Recursos Hídricos;
 III – o enquadramento dos corpos de água em classes de uso;
 IV – a outorga dos direitos de uso de recursos hídricos;
 V – o rateio de custo das obras de usos múltiplo ou de interesse comum ou coletivo;
 VI – a cobrança pelo uso de recursos hídricos; e
 VII – o Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos.
 ...”

Faltavam ainda os pareceres necessários da Comissão de Minas e Energia, da Comissão de Finanças e Tributação e da Comissão de Constituição e Justiça e de Redação, apresentados respectivamente pelos Deputados Romel Anizio, Ayrton Xerez e José Genoíno, em consenso com o Deputado Aroldo Cedraz, resultando em substitutivo final no qual os instrumentos “Relatórios sobre a Situação dos Recursos Hídricos” e “rateio de custo das obras de usos múltiplo ou de interesse comum ou coletivo” foram suprimidos da relação proposta e incluído o instrumento “Compensação a Municípios”.

Os relatórios sobre a situação dos recursos hídricos incorporam-se, de certa forma, ao processo de acompanhamento dos Planos de Recursos Hídricos e do ritmo de sua implementação.

A não obrigatoriedade, porém, não impossibilita a sua elaboração pelas Agências de Água, que no Estado de São Paulo se formatam com base em uma matriz de correlação de indicadores para avaliação da qualidade e disponibilidade dos recursos hídricos e da funcionalidade das políticas públicas, e não simplesmente uma atualização do diagnóstico dos Planos.

Ainda que suprimido de sua relação de instrumentos, o substitutivo ao Projeto de Lei nº 2.249, de 1991, mantinha em seu texto a possibilidade do rateio de custos das obras de aproveitamento múltiplo dos recursos hídricos, de interesse comum ou coletivo, entre os usuários setoriais.

Lanna (1999) define o rateio de custos como uma forma de cobrança na qual os custos de uma intervenção são rateados entre os interessados diretos. Trata-se, portanto, da aplicação do princípio “beneficiário-pagador”.

O rateio de custo é inspirado no instituto da cobrança de melhoria, de larga aplicação em diversos países, que, segundo Lima (2005), remonta ao ano de 1250, ao ser cobrado em Londres pela construção de diques para o rio Tâmis, bem como a retificação e o saneamento de suas margens que permitiram sua navegabilidade e o incremento da vida econômica da população ribeirinha.

Lima (2005) relata que a rainha da Inglaterra determinou a feitura das obras no rio Tâmis num raio de aproximadamente 120 km, pois Londres era uma cidade vulnerável a enchentes e inundações em virtude da ausência de diques contentores no rio, todavia, a obra custou muito aos cofres públicos da época.

Por conseguinte, vários imóveis de particulares que se situavam às margens do rio Tâmis e que então não passavam de terrenos pantanosos e alagadiços, perceberam extraordinária valorização ante a feitura da obra pública.

O fato da valorização não passou despercebido e veio da Câmara dos Lords a ideia de se cobrar um tributo pela valorização dos imóveis, a ser paga pelos proprietários, pois não seria justo que alguns particulares obtivessem mais valia às custas do dinheiro público, já que a obra

do rio Tâmbisa havia sido financiada por toda a sociedade.

No caso do rateio de custos em recursos hídricos, o fator a ser considerado é o potencial aproveitamento decorrente da obra de uso múltiplo, de interesse comum ou coletivo, pelos possíveis beneficiários. Para tanto, o Plano de Recursos Hídricos deve indicar a oportunidade da execução do projeto e a negociação dos critérios de rateio deve ser pública, no âmbito dos Comitês de Bacia Hidrográfica.

O instrumento então previsto no Art. 28 do substitutivo aprovado pelo Congresso Nacional foi vetado pela Presidência da República, restando somente uma designação de competência aos Comitês de Bacia Hidrográfica no inciso IX do Art. 38, sem a necessária regulamentação para sua implantação pela Política Nacional de Recursos Hídricos.

Restavam, portanto, os seis instrumentos listados pelo Congresso Nacional e sancionados pela Presidência da República por meio da Lei nº 9.433, de 1997, que serão detalhados nos itens subsequentes:

- a) Planos de Recursos Hídricos;
- b) Enquadramento dos corpos de água em classes, segundo os usos preponderantes;
- c) Outorga dos direitos de uso de recursos hídricos;
- d) Cobrança pelo uso de recursos hídricos;
- e) Compensação a municípios; e
- f) Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos.

Estes instrumentos devem ser considerados como processos que envolvem atividades que não se esgotam na produção de documentos e regulamentos, ampliando a participação dos gestores e da sociedade na sua implementação e no monitoramento e avaliação do alcance de seus objetivos.

Portanto, os instrumentos não se resumem a edição do Plano de Recursos Hídricos, a apresentação do quadro de metas de enquadramento, a publicação da outorga, a divulgação de uma página da Internet contendo informações sobre recursos hídricos ou do envio de um boleto para pagamento da cobrança.

3.2.1 Planos de Recursos Hídricos

Os Planos de Recursos Hídricos, de acordo com o disposto no Art. 6º da Lei nº 9.433, de 1997, são planos que visam fundamentar e orientar a implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos no âmbito da bacia hidrográfica e o gerenciamento desses recursos.

Segundo Barth (1987): "*Planejamento no conceito da ciência econômica, onde é bastante empregado, é a forma de conciliar recursos escassos e necessidades abundantes*". Especificamente para os recursos hídricos, o planejamento envolve um conjunto de procedimentos organizados que orienta o atendimento das demandas de água, considerada a disponibilidade restrita deste recurso.

Teixeira (2008) considera que tendo a gestão de recursos hídricos o objetivo de assegurar a disponibilidade de água em quantidade e qualidade suficientes e satisfatórias para a atual e futuras gerações, é necessária a busca pelo planejamento do uso racional da água e de medidas que venham minimizar problemas a ela relacionados.

A Lei prevê a elaboração dos planos com horizonte de planejamento compatível com o período de implantação de seus programas e projetos, contendo no mínimo:

- a) Diagnóstico da situação atual dos recursos hídricos;
- b) Análise de alternativas de crescimento demográfico, de evolução de atividades produtivas e de modificações dos padrões de ocupação do solo;
- c) Balanço entre disponibilidades e demandas futuras dos recursos hídricos, em quantidade e qualidade, com identificação de conflitos potenciais;
- d) Metas de racionalização de uso, aumento da quantidade e melhoria da qualidade dos recursos hídricos disponíveis;
- e) Medidas a serem tomadas, programas a serem desenvolvidos e projetos a serem implantados, para o atendimento das metas previstas;
- f) Prioridades para outorga de direitos de uso de recursos hídricos;
- g) Diretrizes e critérios para a cobrança pelo uso dos recursos hídricos; e
- h) Propostas para a criação de áreas sujeitas a restrição de uso.

Refletir as demandas socioeconômicas e as diretrizes político-representativas também devem ser objetivos dos planos. A Figura 3.1, adaptada de SMA/CEPLEA (2004), ilustra o processo de elaboração dos Planos de Recursos Hídricos, destacando os três meios nos quais se desenvolve.

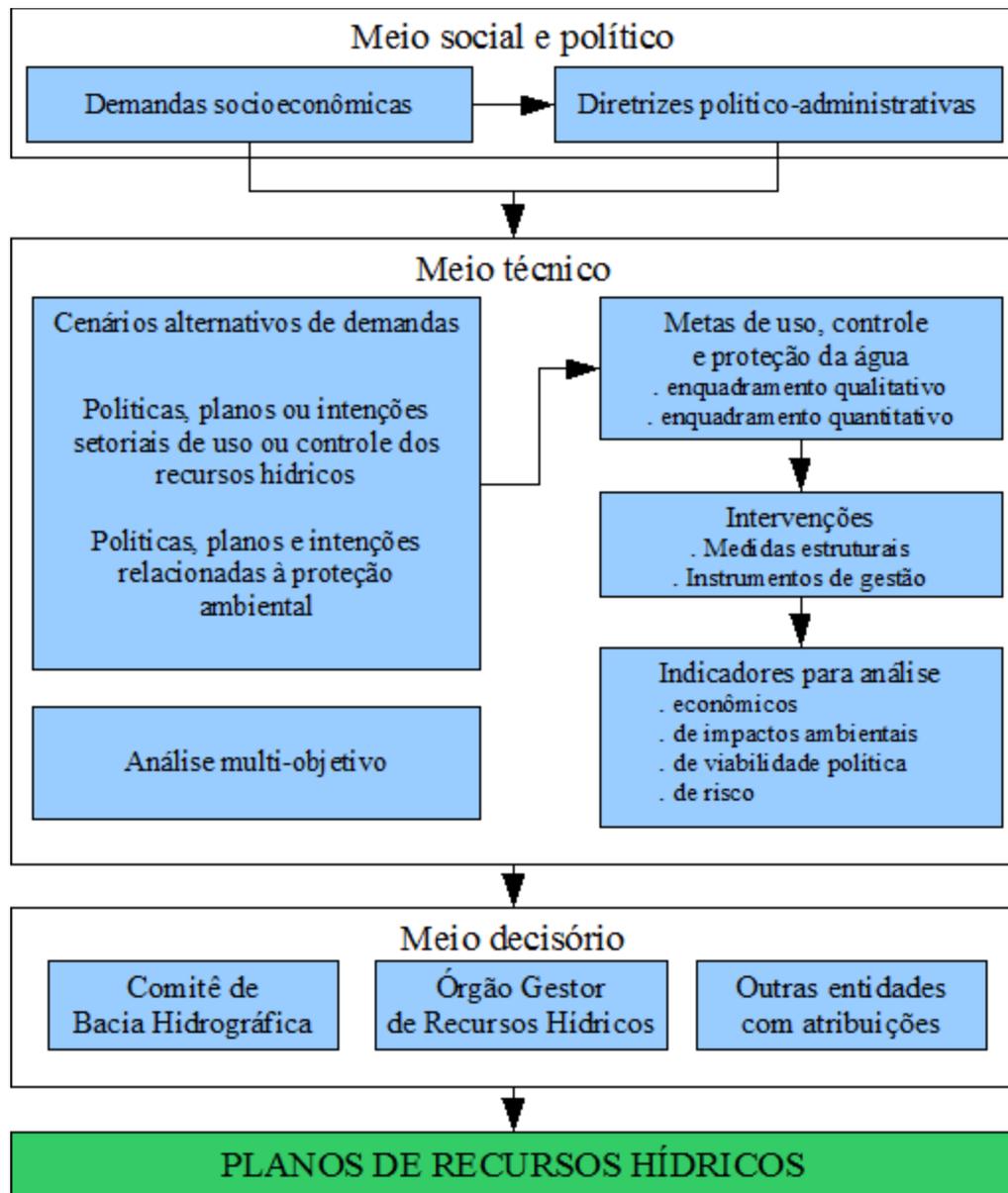


Figura 3.1 Processo de Planejamento de Recursos Hídricos (SMA/CEPLEA, 2004)

As Resoluções CNRH nº 17, de 2001, e nº 22, de 2002, complementam o conteúdo mínimo previsto na Lei: a primeira estabelece as diretrizes para os planos por bacia hidrográfica,

detalhando os tópicos que integram seu conteúdo mínimo recomendado, além de apresentar um fluxograma do processo de elaboração desses planos, e a segunda contempla diretrizes para inserção dos estudos sobre águas subterrâneas nos Planos de Recursos Hídricos, incorporando a temática dos múltiplos usos dessas águas, as peculiaridades dos aquíferos e os aspectos relacionados à sua qualidade e quantidade (PNRH, 2006).

Segundo Silva e Pruski (2000), considerando que o conteúdo dos planos é de ordem pública, o conteúdo mínimo previsto na legislação é indispensável, sendo que sua insuficiência deve acarretar a nulidade do mesmo, sem ser necessário que se prove o prejuízo ocorrido com a omissão.

Os Planos de Recursos Hídricos visam, também, orientar a implementação dos instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos e indicar diretrizes de interação e articulação desses instrumentos (Figura 3.2).

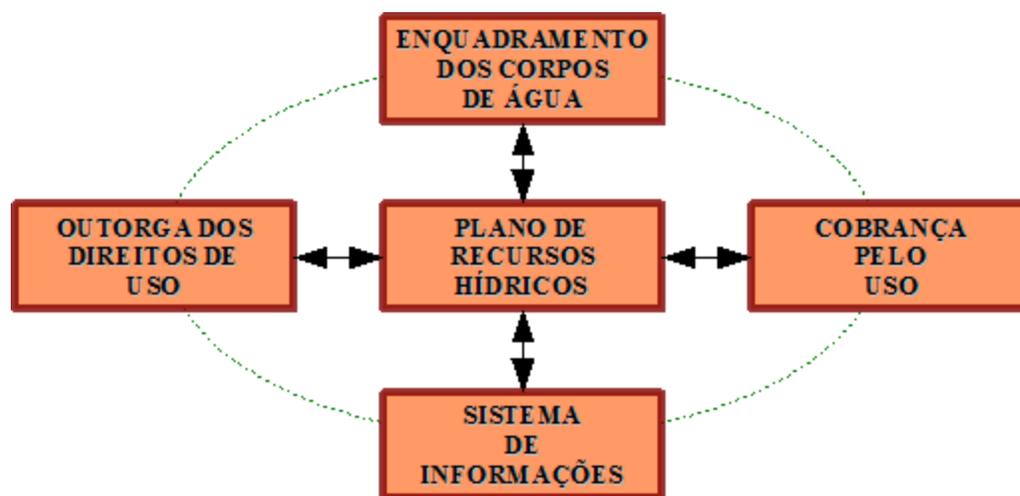


Figura 3.2 Relação entre os instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos

Elaborados pelas Agências de Água, os Planos de Recursos Hídricos de bacias hidrográficas são submetidos à apreciação e aprovação dos respectivos Comitês de Bacia Hidrográfica. Enquanto não houver Agências de Água ou entidade delegatária de suas funções, estes poderão ser elaborados pelas entidades gestoras detentoras do poder outorgante.

A não existência de Comitês de Bacia Hidrográfica, todavia, não impede que as

competentes entidades ou os órgãos da Administração Pública responsáveis pela gestão de recursos hídricos, com a participação dos usuários de água e das entidades civis de recursos hídricos, elaborem uma proposta de Plano, que deverá incluir, em sua implementação, as ações necessárias à criação do respectivo Comitê, que finalmente será responsável pela aprovação do referido Plano.

3.2.2 Outorga dos direitos de uso de recursos hídricos

A outorga pode ser considerada o primeiro instrumento de gestão de recursos hídricos da nação, uma vez que autorizações administrativas e concessões de uso da água remontam ao período colonial brasileiro.

A garantia do direito de uso dos recursos hídricos é o que permite a viabilidade dos mais diversos empreendimentos e a subsistência das populações. Para tanto, a Constituição Brasileira reservou à União a competência para definir critérios de outorga que atendam principalmente aos princípios da impessoalidade e da eficiência.

Assim, o regime de outorga de direitos de uso de recursos hídricos tem como objetivos assegurar o controle quantitativo e qualitativo dos usos da água e o simples e efetivo exercício dos direitos de acesso à água, sem que, no entanto, implique na alienação parcial das águas, que são inalienáveis.

Sujeitam-se a outorga:

- a) Derivação ou captação de parcela da água existente em um corpo de água para consumo final, inclusive abastecimento público, ou insumo de processo produtivo;
- b) Extração de água de aquífero subterrâneo para consumo final ou insumo de processo produtivo;
- c) Lançamento em corpo de água de esgotos e demais resíduos líquidos ou gasosos, tratados ou não, com o fim de sua diluição, transporte ou disposição final;
- d) Aproveitamento dos potenciais hidrelétricos; e

e) Outros usos que alterem o regime, a quantidade ou a qualidade da água existente em um corpo de água.

Contudo, a legislação excluiu da obrigatoriedade de outorga o uso de recursos hídricos para a satisfação das necessidades de pequenos núcleos populacionais, distribuídos no meio rural, e para as acumulações de volumes de água, derivações, captações e lançamentos considerados insignificantes pelos Comitês de Bacia Hidrográfica.

Condicionada às prioridades de uso estabelecidas nos Planos de Recursos Hídricos, a outorga deve respeitar a classe em que o corpo de água estiver enquadrado, propiciar a manutenção de condições adequadas ao transporte aquaviário, quando for o caso, e preservar o uso múltiplo dos recursos hídricos. No caso de utilização de recursos hídricos para fins de geração de energia elétrica a outorga está subordinada ao Plano Nacional de Recursos Hídricos.

A outorga efetivar-se-á por ato da autoridade competente do Poder Executivo, respeitada a dominialidade das águas e por prazo não excedente a trinta e cinco anos, sendo que a Agência Nacional de Águas tem delegado a alguns Estados a competência para conceder outorga de direito de uso de recurso hídrico de domínio da União.

A ação fiscalizadora dos órgãos competentes complementa o processo de outorga, aferindo a necessidade de suspensão parcial ou total, definitiva ou por prazo determinado, nas seguintes circunstâncias:

- a) Não cumprimento pelo outorgado dos termos da outorga;
- b) Ausência de uso por três anos consecutivos;
- c) Necessidade premente de água para atender a situações de calamidade, inclusive as decorrentes de condições climáticas adversas;
- d) Necessidade de se prevenir ou reverter grave degradação ambiental;
- e) Necessidade de se atender a usos prioritários, de interesse coletivo, para os quais não se disponha de fontes alternativas; e
- f) Necessidade de serem mantidas as características de navegabilidade do corpo de água.

3.2.3 Cobrança pelo uso de recursos hídricos

A cobrança é um instrumento de gestão de recursos hídricos que vem sendo utilizado há algumas décadas em diversos países. O reconhecimento da água como bem econômico, a arrecadação de recursos financeiros para investimentos em ações de recuperação das bacias hidrográficas, previstas nos Planos de Recursos Hídricos, e o incentivo a eficiência do uso da água são seus objetivos.

O uso de instrumentos econômicos, tais como a cobrança, foi previsto na Declaração do Rio de Janeiro da Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e Desenvolvimento de 1992 que indica a necessidade de considerar o conceito de que o poluidor deve, em princípio, assumir o custo da poluição. Contudo, a cobrança instituída pela Lei nº 9.433, de 1997, não se restringiu somente ao princípio “poluidor-pagador” e considera as derivações, captações e extrações de água no seu cálculo (“usuário-pagador”).

Outra característica da cobrança brasileira é o vínculo com os critérios de outorga de direitos de uso das águas, pois o art. 20 da Lei define que “serão cobrados os usos de recursos hídricos sujeitos a outorga”. Essa disposição integra um instrumento econômico, a cobrança, com um instrumento de regulação, a outorga, com o objetivo de combater a prática de solicitação de uma vazão a ser outorgada maior do que a real necessidade de seu uso, conduzindo a uma mais eficiente utilização da disponibilidade hídrica.

Os recursos arrecadados, então, devem cumprir o objetivo da cobrança por meio de sua aplicação, prioritária na bacia hidrográfica em que foram gerados, em ações previstas nos Planos de Recursos Hídricos por meio do financiamento de estudos, programas, projetos e obras.

3.2.4 Compensação a Municípios

A disposição aprovada pelo Congresso Nacional permitiria aos Municípios receberem

compensação financeira ou de outro tipo quando tivessem áreas inundadas por reservatórios ou sujeitas a restrições de uso do solo com finalidade de proteção de recursos hídricos, esclarecendo que a compensação financeira a Município visa a ressarcir suas comunidades da privação das rendas futuras que os terrenos, inundados ou sujeitos a restrições de uso do solo, poderiam gerar.

Este instrumento teve suas disposições vetadas pela Presidência da República quando da sanção da Lei nº 9.433, de 1997, mas continua a figurar como instrumento da Política Nacional de Recursos Hídricos, considerando que o inciso V, do artigo 5º da Lei não foi vetado, e está previsto em alguns estados, tais como Paraná e Minas Gerais.

As razões apresentadas pelo Senhor Presidente para o não acatamento da regulamentação proposta para o instrumento foram as seguintes:

“O estabelecimento de mecanismo compensatório aos Municípios não encontra apoio no texto da Carta Magna, como é o caso da compensação financeira prevista no § 1º do art. 20 da Constituição, que abrange exclusivamente a exploração de recursos hídricos para fins de geração de energia elétrica.

Ao acarretar despesas adicionais para a União o disposto no § 2º trará como consequência a impossibilidade de utilização da receita decorrente da cobrança pelo uso de recursos hídricos para financiar eventuais compensações. Como decorrência, a União deverá deslocar recursos escassos de fontes existentes para o pagamento da nova despesa.

Além disso, a compensação financeira poderia ser devida em casos em que o poder concedente fosse diverso do federal, como por exemplo decisões de construção de reservatórios por parte de Estado ou Município que trouxesse impacto sobre outro Município, com incidência da compensação sobre os cofres da União.”

Portanto, dada a inexistência de regulamentação para este instrumento, a possibilidade de sua implantação na Política Nacional de Recursos Hídricos fica prejudicada.

3.2.5 Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos

O Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos envolve a coleta, tratamento, armazenamento e recuperação de informações sobre recursos hídricos e fatores intervenientes em sua gestão.

Em um sistema, várias partes trabalham juntas visando um objetivo em comum. Em um sistema de informações não é diferente, sendo seu objetivo um fluxo mais confiável e menos burocrático das informações e, quando bem construído, suas principais vantagens são:

- a) Otimização do fluxo de informação permitindo maior agilidade e organização;
- b) Redução de custos operacionais e administrativos e ganho de produtividade;
- c) Maior integridade e veracidade da informação;
- d) Maior estabilidade; e
- e) Maior segurança de acesso à informação.

A utilização dos conhecimentos e ferramentas desenvolvidas pela Ciência da Computação é indispensável, em seu atual estágio de evolução, para a aplicabilidade de um Sistema de Informações que, no caso dos recursos hídricos, devem utilizar, também, os recursos dos Sistemas de Informação Geográfica.

Este instrumento está regulamentado nos Artigos 25 a 27 da Lei nº 9.433, de 1997, que prevê que todos os dados gerados pelos órgãos e entidades deverão ser incorporados ao Sistema Nacional de Informações de Recursos Hídricos.

A descentralização da obtenção e produção de dados e informações, a coordenação unificada do sistema e o acesso aos dados e informações garantido a toda a sociedade são os princípios básicos para o desenvolvimento dos Sistemas de Informações de Recursos Hídricos.

A necessária publicidade das informações constantes do Sistema de Informações, a quantidade dos atores envolvidos na aquisição e a disponibilização de dados exige que sua concepção envolva também sistemas de telecomunicações eficientes e de baixo custo.

Os objetivos deste instrumento são:

- a) Reunir, dar consistência e divulgar os dados e informações sobre a situação qualitativa e quantitativa dos recursos hídricos no Brasil;
- b) Atualizar permanentemente as informações sobre disponibilidade e demanda de recursos hídricos em todo o território nacional; e
- c) Fornecer subsídios para a elaboração dos Planos de Recursos Hídricos.

O PNRH (2006) registra a importância desse instrumento em um modelo de gestão pautado na participação da sociedade no processo decisório. Além das informações sobre os recursos hídricos serem basilares para aplicação de todos os instrumentos da política, a disseminação de informações confiáveis será peça fundamental para a tomada de decisões seguras e responsáveis por parte das comunidades, dos usuários e do Poder Público.

3.2.6 Enquadramento dos corpos de água em classes

Costa (2005) define o enquadramento dos corpos de água em classes como um instrumento de planejamento que tem por objetivo estabelecer o nível de qualidade a ser alcançado ou mantido em um segmento de corpo de água, ao longo do tempo, por meio de metas progressivas intermediárias e finais de qualidade de água.

Segundo Porto (2007), o enquadramento de corpos de água tem as seguintes características básicas:

- a) Representa a visão global da bacia, já que para se tomar a decisão de quais são os usos prioritários em cada trecho de rio é necessário olhar o todo, numa visão de macroescala;
- b) Representa a visão futura da bacia e, portanto, são metas de qualidade a serem alcançados no médio e longo prazos; e
- c) Faz parte do plano de bacia, como garantia de integração entre os aspectos quantitativos e qualitativos do uso da água.

Pórreca (1998) menciona que o enquadramento reconhece a valorização ambiental dos recursos hídricos e a valorização econômica e social dos corpos de água, buscando solucionar conflitos decorrentes da multiplicidade dos usos, na medida em que estes usos requerem níveis diferenciados de qualidade de águas.

Esses usos podem ser prejudicados pela introdução não controlada de certas formas de matéria ou energia, caracterizando assim a poluição, que seria prejudicial ao uso preponderante desejado para as águas em determinado trecho do corpo de água.

Os usos preponderantes da água variam de região a região, daí o enfoque predominante em sua definição, enquadrando os corpos hídricos em classes compatíveis nas quais são estabelecidos padrões de qualidade e indicadores que possam aferir as condições e usos possíveis dos mesmos.

Essa garantia da qualidade da água, segundo Granziera (2001), possui um sentido de proteção da saúde pública, pois existe a preocupação em segregar a água para os usos que afetam diretamente a subsistência das comunidades, tais como irrigar hortaliças que são consumidas cruas ou aquelas que servem para abastecimento público.

Teixeira (2008) afirma que além de assegurar às águas qualidade compatível com os usos mais exigentes a que forem destinadas, este instrumento também objetiva diminuir os custos de combate à poluição mediante ações preventivas permanentes e assegurar a qualidade dos recursos hídricos também para o equilíbrio ecológico aquático.

O enquadramento dos corpos de água, segundo Costa (2005), é mais do que uma simples classificação e a classe do enquadramento a ser alcançada no futuro, para um corpo de água, deverá ser definida num pacto construído pela sociedade, levando em conta as prioridades de uso da água. A discussão e o estabelecimento desse pacto devem ocorrer dentro do fórum estabelecido pela Lei nº 9.433, de 1997: o Comitê de Bacia Hidrográfica.

A Lei determina que a participação da sociedade é indispensável para a implantação de seus instrumentos. Assim, o enquadramento deve traduzir os anseios da comunidade e dos usuários, muitas vezes antagônicos, por meio de transparente negociação das metas de qualidade de água dentro dos Comitês de Bacia Hidrográfica.

Em 1955, o Estado de São Paulo regulamentou o primeiro sistema de classificação dos corpos de água do País, e enquadrando alguns rios por meio de Decreto Estadual. O primeiro sistema de enquadramento dos corpos de água na esfera federal foi a Portaria nº 13, de 1976, do Ministério do Interior, que classificava as águas doces conforme os usos preponderantes a que estas se destinam.

Na década de 80, com a implantação do SISNAMA, o enquadramento foi estabelecido pela legislação ambiental, sendo regulamentado pela Resolução CONAMA nº 20, de 1986, substituída pelas Resoluções CONAMA nº 357, de 2005, e nº 396, de 2008.

O processo de enquadramento pode determinar classes diferenciadas por trecho ou porção de um mesmo corpo de água, que correspondem a exigências a serem alcançadas ou mantidas de acordo com as condições e os padrões de qualidade a elas associadas, devendo 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.

Regulamentado pela Resolução CNRH nº 91, de 2008, apresentada no Anexo, o processo de enquadramento envolve as seguintes fases:

- a) Diagnóstico;
- b) Prognóstico;
- c) Propostas de metas relativas às alternativas de enquadramento; e
- d) Programa para efetivação.

Na fase de diagnóstico deverão ser abordados os seguintes aspectos:

a) Caracterização geral da bacia hidrográfica e do uso e ocupação do solo incluindo a identificação dos corpos de água superficiais e subterrâneos e suas interconexões hidráulicas, em escala compatível;

b) Identificação e localização dos usos e interferências que alterem o regime, a quantidade ou a qualidade da água existente em um corpo de água, destacando os usos preponderantes;

c) Identificação, localização e quantificação das cargas das fontes de poluição pontuais e difusas atuais, oriundas de efluentes domiciliares, industriais, de atividades agropecuárias e de outras fontes causadoras de degradação dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos;

d) Disponibilidade, demanda e condições de qualidade das águas superficiais e subterrâneas;

e) Potencialidade e qualidade natural das águas subterrâneas;

f) Mapeamento das áreas vulneráveis e suscetíveis a riscos e efeitos de poluição, contaminação, super-exploração, escassez de água, conflitos de uso, cheias, erosão e subsidência,

entre outros;

- g) Identificação das áreas reguladas por legislação específica;
- h) Arcabouço legal e institucional pertinente;
- i) Políticas, planos e programas locais e regionais existentes, especialmente os planos setoriais, de desenvolvimento socioeconômico, plurianuais governamentais, diretores dos municípios e ambientais e os zoneamentos ecológico-econômico, industrial e agrícola;
- j) Caracterização socioeconômica da bacia hidrográfica; e
- k) Capacidade de investimento em ações de gestão de recursos hídricos.

No prognóstico deverão ser avaliados os impactos sobre os recursos hídricos superficiais e subterrâneos advindos da implementação dos planos e programas de desenvolvimento previstos, considerando a realidade regional com horizontes de curto, médio e longo prazos, e formuladas projeções consubstanciadas em estudos de simulação dos seguintes itens:

- a) Potencialidade, disponibilidade e demanda de água;
- b) Cargas poluidoras de origem urbana, industrial, agropecuária e de outras fontes causadoras de alteração, degradação ou contaminação dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos;
- c) Condições de quantidade e qualidade dos corpos de água; e
- d) Usos pretensos de recursos hídricos superficiais e subterrâneos, considerando as características específicas de cada bacia.

A proposta de metas relativas às alternativas de enquadramento deve ser elaborada com vistas ao alcance ou manutenção das classes de qualidade de água pretendidas em conformidade com os cenários de curto, médio e longo prazos, 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.

Este conjunto de parâmetros denominados prioritários deve ser definido em função dos usos pretensos dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos, considerando os diagnósticos e prognósticos elaborados e deve ser utilizado como base para as ações prioritárias de prevenção, controle e recuperação da qualidade das águas da bacia hidrográfica.

A apresentação dessas metas se dá por meio de quadro comparativo entre as condições atuais de qualidade das águas e aquelas necessárias ao atendimento dos usos pretensos identificados, acompanhado de estimativa de custo para a implementação das ações de gestão, incluindo planos de investimentos e instrumentos de compromisso.

O programa para efetivação do enquadramento deve conter recomendações para subsidiar a integração dos instrumentos de gestão ambiental e de recursos hídricos, além de abordar a atuação do Sistema Nacional de Recursos Hídricos, indicando as atribuições e compromissos a serem assumidos para o alcance dos objetivos de qualidade e propostas de articulação com os planos, programas e projetos de desenvolvimento e dos planos de uso e ocupação do solo de responsabilidade dos poderes públicos federal, estadual e municipal.

A aprovação final do enquadramento acontece no âmbito dos Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos ou do Conselho Nacional de Recursos Hídricos, conforme o domínio do curso de água.

3.2.6.1 Qualidade da água

Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS, 1996), qualidade da água é um termo que pode ser utilizado para expressar a adequação da água para permitir os mais variados usos e processos. Cada uso em particular contém certos requisitos para as características físicas, químicas ou biológicas da água, como, por exemplo, concentração de substâncias tóxicas para o abastecimento humano ou restrições de temperatura e pH para o suporte de comunidades de invertebrados.

Conseqüentemente, a qualidade de água pode ser definida por uma série de parâmetros que limitam seu uso. Cada uso, então, possui requisitos próprios de qualidade da água, sendo que para certos parâmetros, estes podem ser comuns a diversos usos.

As condições naturais dos corpos de água, segundo Maciel Jr. (2000), são variáveis em

função das especificidades do meio local, sejam geológicas, biológicas, dentre outras, e das interferências climáticas, com destaque para a precipitação, evapotranspiração e a umidade.

Os efeitos das atividades humanas sobre as águas são, em grande parte, poluidores, por exemplo:

- a) O uso industrial provoca poluição orgânica e bacteriológica, despeja substâncias tóxicas e eleva a temperatura do corpo de água;
- b) A irrigação propicia o carreamento de agrotóxicos e fertilizantes para os cursos de água;
- c) A navegação lança óleos e combustíveis; e
- d) O lançamento de esgotos provoca poluição orgânica, física, química e bacteriológica.

A geração de energia elétrica, por sua vez, não é diretamente poluidora, mas provoca alteração no regime e na qualidade das águas. A construção de grandes represas, com inundação de áreas com vegetação abundante, não apenas compromete bastante a qualidade da água, como pode repercutir em todo o meio ambiente do entorno.

Além disso, a qualidade da água depende também do controle do uso e de ocupação do solo, exercido pelas municipalidades, por meio de Planos Diretores e Leis de Zoneamento, uma vez que a implantação de empreendimentos e o uso do solo podem interferir por meio da chamada poluição difusa, ou seja, que não pode ser diretamente identificada.

Os requisitos de qualidade para consumo de água nas diversas atividades humanas são variáveis, por exemplo: o abastecimento urbano, a aquicultura e a pesca exigem alto padrão de qualidade; o abastecimento industrial e a irrigação toleram água com padrão médio de qualidade; e a geração de energia e a navegação podem usar água de baixa qualidade.

A vida no meio aquoso depende da quantidade de oxigênio dissolvido, de modo que o excesso de dejetos orgânicos e tóxicos na água reduz o nível de oxigênio e impossibilita o ciclo biológico normal. Portanto, segundo a OMS (1996), o estado da vida aquática é um sensível indicador das alterações ou deterioração da qualidade da água, adicionalmente às informações físicas e químicas. Portanto, o enquadramento dos corpos de água em classes de uso é um

instrumento de integração do gerenciamento de recursos hídricos e do meio ambiente, uma vez que trata das condições dos corpos de água com níveis de qualidade compatíveis com os usos possíveis sem esquecer a manutenção dos ecossistemas aquáticos ou que deles dependam.

A qualidade desejada da água, então, deve ser fixada levando-se em conta as características que lhe conferem uma adequação de uso, com um grau de exigência suficiente.

Segundo Batalha e Parlatore (1977), para o estabelecimento da qualidade que faz que um produto satisfaça a uma necessidade, as seguintes etapas devem ser cumpridas:

- a) Estabelecimento do uso que será feito do produto;
- b) Análise do significado da adequação ao uso;
- c) Investigação das características representativas da qualidade que confere adequação ao uso; e
- d) Quantificação das características.

Então, a legislação ambiental brasileira observa essas etapas ao considerar a água como um bem público e, também, um produto que deverá estar a disposição dos usuários em padrões de qualidade suficientes, mantidas as condições mínimas necessárias para a subsistência dos ecossistemas naturais.

Para tanto, a metodologia adotada pelo CONAMA envolve a determinação de usos considerados para a classificação das águas, condições de qualidade necessárias para sua caracterização, parâmetros que representem a qualidade das águas, padrões indicados para a diversas classe de uso e programa de ações necessárias para o alcance da qualidade desejada.

3.2.6.2 Classificação dos corpos de água

A arte de classificar, tão antiga quanto a humanidade, progrediu do status de arte para o de ciência apenas recentemente, quando adquiriu uma base teórica adequada. Esta base fundamenta a organização sistemática do conhecimento segundo alguma ideia preconcebida. Assim, a classificação pode distinguir os seguintes tipos de conceitos, de acordo com as formas

categoriais últimas de suas características:

- a) Conceitos de relação entre objetos;
- b) Conceitos de relação entre fenômenos;
- c) Conceitos de relação entre processos;
- d) Conceitos de relação entre propriedades;
- e) Conceitos de relação entre relações; e
- f) Conceitos de relação entre dimensões.

Existem metodologias diferenciadas para a classificação de corpos de água, sendo que algumas envolvem a classificação por classes de qualidade, englobando vários usos cujas restrições sejam semelhantes, ou simplesmente pelos usos designados para um determinado trecho do rio.

No caso brasileiro, segundo o Ministério do Meio Ambiente, a classificação dos corpos de água é uma técnica de agrupar elementos com características comuns. Uma classificação pode se basear em critérios como química da água, uso econômico e tipos de comunidades aquáticas.

A Resolução CONAMA nº 357, de 2005, adota o sistema de classes de qualidade, classificando as águas em função dos usos preponderantes para três grupos considerada a salinidade separadamente como:

- a) Águas doces, com salinidade igual ou inferior a 0,5 ‰;
- b) Águas salobras, com salinidade superior a 0,5 ‰ e inferior a 30 ‰; e
- c) Águas salinas, com salinidade igual ou superior a 30 ‰..

Dentre os múltiplos usos possíveis das águas, o CONAMA considerou para efeito de classificação os seguintes:

- a) Consumo humano;
- b) Preservação das comunidades aquáticas;
- c) Proteção das comunidades aquáticas;
- d) Preservação dos ambientes aquáticos;
- e) Recreação;
- f) Irrigação;

- g) Aquicultura e pesca;
- h) Dessedentação de animais;
- i) Navegação; e
- j) Harmonia paisagística.

Então, a qualidade requerida para os usos preponderantes existentes ou pretendidos é definida pelas respectivas classes. A tabela 3.1 apresenta o agrupamento dos usos em classes para as águas doces.

Tabela 3.1 Classes de uso para as águas doces

Classe	Usos
Especial	Abastecimento para consumo humano, com desinfecção.
	Preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas.
	Preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação.
1	Abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado.
	Proteção das comunidades aquáticas.
	Recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho.
	Irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas rentes ao solo.
2	Proteção das comunidades aquáticas em Terras Indígenas.
	Abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional.
	Proteção das comunidades aquáticas.
	Recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho.
	Irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins e campos.
3	Aquicultura e atividade de pesca.
	Abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado.
	Irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras.
	Pesca amadora.
4	Recreação de contato secundário.
	Dessedentação de animais.
	Navegação.

O sistema de classificação por classes de qualidade conduz para que os padrões de qualidade estabelecidos para cada classe sejam formados pelos mais restritivos dentre todos os usos contemplados. Isto pode causar uma ineficiência sob o ponto de vista econômico, uma vez que pode estar se exigindo um valor muito restritivo para um determinado parâmetro, com todas as suas consequências sobre o esforço e o investimento necessário ao seu controle, sem que aquele uso esteja previsto para o corpo de água específico.

3.2.6.3 Parâmetros de qualidade de água

Dentre os mais de 6 milhões de substâncias conhecidas pelo Homem, o CONAMA determinou uma série de parâmetros representativos da qualidade da água, cuja presença acima de certos níveis de diluição indicariam os efeitos da ação antrópica na bacia hidrográfica e, considerando a capacidade de assimilação dessas substâncias, o nível de poluição das águas.

Na formulação da Resolução CONAMA nº 357, de 2005, foram adotados os seguintes parâmetros físicos: materiais flutuantes (inclusive espumas não naturais), óleos e graxas, gosto ou odor, corantes provenientes de fontes antrópicas, resíduos sólidos objetáveis, turbidez, cor verdadeira, potencial hidrogeniônico, sólidos dissolvidos totais, substâncias que produzem cor, odor e turbidez, e substâncias facilmente sedimentáveis que contribuam para o assoreamento de canais de navegação.

Os parâmetros inorgânicos adotados são: Alumínio dissolvido, Antimônio, Arsênio total, Bário total, Berílio total, Boro total, Cádmio total, Chumbo total, Cianeto livre, Cloreto total, Cloro residual total (combinado + livre), Cobalto total, Cobre dissolvido, Cromo total, Ferro dissolvido, Fluoreto total, Fósforo total, Lítio total, Manganês total, Mercúrio total, Níquel total, Nitrato, Nitrito, Nitrogênio amoniacal total, Prata total, Selênio total, Sulfato total, Sulfeto (H_2S não dissociado), Urânio total, Vanádio total e Zinco total.

Estão previstos os seguintes parâmetros orgânicos: Acrilamida, Ala cloro, Aldrin + Dieldrin, Atrazina, Benzeno, Benzidina, Benzo(a)antraceno, Benzo(a)pireno, Benzo(b)fluoranteno, Benzo(k)fluoranteno, Carbaril, Clordano (cis + trans), 2-Clorofenol, Criseno, 2,4-D, Demeton (Demeton-O + Demeton-S), Dibenzo(a,h)antraceno, 3,3-Diclorobenzidina, 1,2-Dicloroetano, 1,1-Dicloroetano, 2,4-Diclorofenol, Diclorometano, DDT (p,p'-DDT + p,p'-DDE + p,p'-DDD), Dodecacloro pentaciclodecano, Endossulfan (α + β + eem sulfato), Endrin, Estireno, Etilbenzeno, Fenóis totais (substâncias que reagem com 4-aminoantipirina), C_6H_5OH , Glifosato, Gution, Heptacloro epóxido + Heptacloro, Hexaclorobenzeno, Indeno(1,2,3-cd)pireno, Lindano (γ -HCH), Malation, Metolacloro, Metoxicloro, Paration, PCBs - Bifenilas policloradas, Pentaclorofenol, Simazina, substâncias

tensoativas que reagem com o azul de metileno, 2,4,5-T, Tetracloroeto de Carbono, Tetracloroetano, Tolueno, Toxafeno, 2,4,5-TP, Tributilestano, Triclorobenzeno (1,2,3-TCB + 1,2,4-TCB), Tricloroetano, 2,4,6-Triclorofenol, Trifluralina e Xileno.

E, finalmente, os parâmetros biológicos: Clorofila-*a*, coliformes termotolerantes, densidade de cianobactérias, efeito tóxico crônico a organismos, Demanda Biológica de Oxigênio em 5 dias a 20°C, Oxigênio Dissolvido e Carbono orgânico total.

Em relação aos seus efeitos, seguem alguns exemplos:

- a) Arsênio, associado à ocorrência de câncer;
- b) Bário, associado a problemas no coração, vasos sanguíneos e nervos;
- c) Boro, danos em culturas irrigadas;
- d) Cádmio, associado a disfunções renais (proteinúria e glicosúria);
- e) Chumbo, envenenamento pela sua acumulação;
- f) Cobre, tóxico a uma ampla variedade de espécies aquáticas, desde bactérias a peixes;
- g) Fluoreto total, pode eventualmente causar flourese dentária e danos ao esqueleto;
- h) Fósforo total, associado ao crescimento de plantas aquáticas nocivas; e
- i) Mercúrio, repercussões no sistema nervoso central.

Eventuais interações entre substâncias podem conferir às águas características capazes de causar efeitos letais ou alteração de comportamento, reprodução ou fisiologia da vida.

3.2.6.4 Padrões de qualidade de água

A Resolução CONAMA nº 357, de 2005, estabelece os padrões de qualidade da água, ou seja, os limites individuais para cada parâmetro ou substância em cada classe.

Os padrões têm origem no controle de qualidade da água para consumo humano e na capacidade de remoção dessas substâncias pelas diversas tecnologias de tratamento da água disponíveis. Alguns, padrões, todavia, podem ser mais restritivos quando a presença de certas

substâncias afete diretamente os usos preponderantes da respectiva classe.

Os valores máximos estabelecidos para os parâmetros relacionados em cada uma das classes de enquadramento deverão ser obedecidos nas condições de vazão de referência e quando a vazão do corpo de água estiver abaixo da vazão de referência, o Poder Público pode estabelecer restrições e medidas adicionais, de caráter excepcional e temporário.

O Poder Público pode também, a qualquer momento, acrescentar outras condições e padrões de qualidade para um determinado corpo de água, ou torná-los mais restritivos, tendo em vista as condições locais, mediante fundamentação técnica.

3.2.6.5 Vazão de referência para o enquadramento

A vazão de um corpo de água é resultado, basicamente, do escoamento superficial, que é a parcela do ciclo hidrológico em que a água se desloca na superfície da bacia até encontrar uma calha definida (TUCCI, 2001) e da contribuição do lençol subterrâneo.

Esses dois componentes, segundo Pinto (1973), possuem propriedades sensivelmente diferentes, sendo que as águas superficiais preponderam na formação das enchentes e a contribuição subterrânea pouco se altera, e isso muito lentamente em consequência de grandes precipitações.

Além disso, a vazão depende do uso e ocupação do solo, de ações de captação de água e lançamento de efluente em pontos diferentes e a construção de barragens para o abastecimento de água, irrigação, regularização e geração de energia.

Para a gestão dos recursos hídricos há que se determinar a potencialidade natural do rio, destacando a vazão mínima e o grau de permanência de qualquer valor de vazão. Sendo assim, a aleatoriedade intrínseca dos fenômenos hidrológicos conduz a utilização de conceitos de Probabilidade e Estatística, aplicados aos dados obtidos sistematicamente ao longo do tempo.

Essa manipulação dos dados de vazão e sua apresentação gráfica permitem proporcionar uma melhor visualização do regime do rio, ou destacar algumas de suas características. Nesse sentido, os valores das vazões médias diárias podem ser apresentados sob a forma de fluviogramas, fluviogramas médios, curvas de permanência e curvas de massa.

A curva de permanência representa para várias vazões de referência qual a percentagem do tempo que esta será igualada ou superada. Uma curva de permanência é obtida por meio da avaliação das séries históricas dos dados observados de vazões diárias.

Tendo em vista o uso múltiplo das águas e a necessária articulação das instâncias dos Sistemas Ambiental e de Recursos Hídricos, faz-se necessário definir uma vazão de referência para o enquadramento, ou seja, uma vazão mínima a ser considerada no segmento do corpo de água, de forma a garantir que a qualidade da água seja compatível com o uso preponderante dos recursos hídricos, durante a maior parte do tempo.

Porto (2007) registra que a Resolução CONAMA nº 357, de 2005, também estabelece que os valores máximos para cada um dos parâmetros relacionados em cada uma das classes de enquadramento deverão ser obedecidas nas condições da vazão de referência utilizada como base para o processo de gestão.

As concentrações dos parâmetros de qualidade são influenciadas pelas atividades desenvolvidas na bacia hidrográfica, tais como o crescimento da população nas bacias hidrográficas urbanas e o aumento das áreas agrícolas cultivadas nas bacias rurais.

Assim, uma problemática atual para os órgãos gestores é além de definir a vazão de referência, relacioná-la com as concentrações dos parâmetros de qualidade de água, uma vez que tratam de variáveis fisicamente muito dinâmicas.

Vazões de referência que aceitam riscos maiores permitem que sejam utilizadas técnicas mais econômicas de tratamento de esgotos, e conseqüentemente requerem maiores vazões para o processo de autodepuração dos rios, uma vez que estas técnicas têm menor eficiência de remoção.

A vazão mencionada deve ser determinada em função dos condicionantes hidrológicos críticos, associados aos eventos de cheia ou seca. Tal observação se faz necessária, pois para poluentes que têm como origem principal fontes pontuais, como por exemplo a matéria orgânica, a condição crítica se relaciona a pequenas vazões no corpo de água receptor ($Q_{7,10}$, $Q_{95\%}$, etc.), pois o lançamento é praticamente constante ao longo do tempo. Ou seja, quanto menor o volume de água no corpo de água, menor a capacidade de diluição o que implica em maior concentração.

No entanto, quando se trata de carga poluidora por fonte difusa, a determinação da vazão de referência torna-se complexa, pois esta chega aos corpos de água por meio do “*run-off*” superficial decorrente de precipitação, não sendo tão fácil a sua determinação tampouco sua exclusão, pois contribui significativamente para a manutenção do ciclo hidrológico.

Além disso, relacionada a vazão de referência para o enquadramento faz-se necessária a análise da vazão mínima residual, ou vazão ecológica, que se trata da vazão que deve ser mantida no trecho de rio a jusante de um barramento ou de uma retirada de água. O conceito de vazão ecológica está associado à redução da diversidade de espécies ou da população de determinada espécie e deve ser definida considerando diversos aspectos do regime hidrológico que são fundamentais para a manutenção dos ecossistemas.

3.2.6.6 Projeção da qualidade dos corpos de água

No processo de definição do enquadramento, faz-se necessário um prognóstico da qualidade dos corpos de água ao longo do tempo por meio de cenários de desenvolvimento e ocupação da bacia.

Segundo Porto (2007), a simulação da qualidade da água deve ser entendida como uma importante etapa para o apoio ao processo de tomada de decisões, em especial, na implementação dos instrumentos de gestão dos recursos hídricos.

Nesse contexto, um modelo matemático de qualidade da água é uma ferramenta

metodológica básica, pois permite identificar o comportamento atual da dinâmica de diferentes constituintes no corpo hídrico, bem como avaliar os diferentes impactos em termos de melhoria de qualidade ambiental.

Utilizam-se modelos de quantidade e qualidade dos corpos de água, alimentados pelas informações obtidas na etapa de diagnóstico, construídos de forma a simular a qualidade de água dos segmentos de corpos de água em diversos cenários obtidos na etapa de prognóstico.

Entre os mais utilizados modelos de qualidade de água, destaca-se o *River and Stream Water Quality Model* – QUAL2E – disponibilizado pela USEPA (Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos).

Os horizontes e prazos das projeções são estabelecidos pela entidade responsável pela elaboração da proposta de enquadramento, considerando as diretrizes e as recomendações existentes para a bacia hidrográfica, formuladas pelo Comitê de Bacia Hidrográfica, pelo órgão gestor de recursos hídricos ou pelo Conselho de Recursos Hídricos competente.

Na formulação das projeções devem ser considerados os diferentes cenários de uso e ocupação do solo, previstos nos Planos de Recursos Hídricos e demais políticas públicas.

3.2.6.7 Metas e objetivos de qualidade

As metas de qualidade da água indicadas pelo enquadramento se constituem de objetivos definidos para atender aos usos requeridos no corpo de água, e as metas devem corresponder ao resultado final de um processo que leva em conta os fatores ambientais, sociais e econômicos (PORTO, 2007).

Uma das principais vantagens em utilizar metas de qualidade da água como instrumento de gestão está em colocar o foco da gestão da qualidade da água sobre os problemas específicos a serem resolvidos na bacia, tanto no que se refere aos impactos causados pela poluição, como nos

usos futuros que possam vir a ser planejados. Desta forma, a Resolução CONAMA n° 357, de 2005, insere o conceito de metas intermediárias e final para alcançar os objetivos estabelecidos, configurando-se em metas progressivas.

O conceito de metas progressivas (Figura 3.3) pressupõe a determinação de metas intermediárias de forma a escalonar a diminuição da concentração de poluentes no rio ao longo do tempo para que se atinja a meta final de qualidade da água. Para cada meta progressiva é necessário um conjunto de medidas de despoluição e conseqüentemente a necessidade de investimentos para a implementação das medidas.

Neste contexto, as metas progressivas podem ser entendidas como o escalonamento de investimentos no tempo, estimando-se os investimentos necessários para a implantação de medidas de despoluição no horizonte de curto, médio e longo prazos.

Ao se relacionar com o estabelecimento de metas intermediárias de qualidade da água, obtendo um maior controle de poluição na bacia, o risco aceitável diminui, e as vazões de referência exigidas tornam-se mais baixas, restringindo a carga que aporta no corpo de água receptor até que se chegue à meta final do enquadramento.

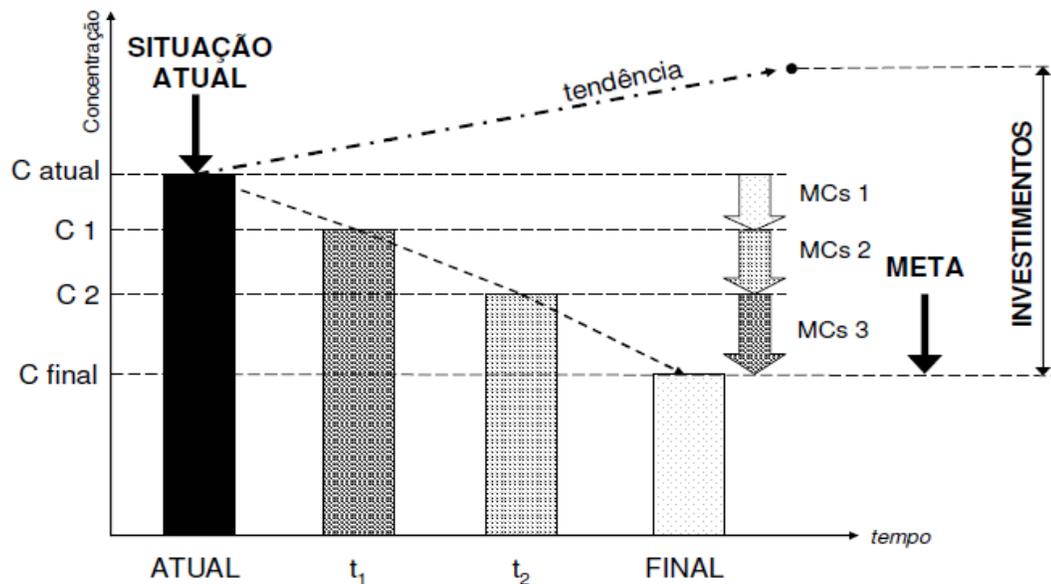


Figura 3.3 Metas progressivas para o enquadramento (PORTO, 2007)

3.2.6.8 Efetivação do enquadramento

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, previsto na Resolução CNRH n° 91, de 2008, consiste de um conjunto de medidas ou ações progressivas e obrigatórias, necessárias ao atendimento das metas intermediárias e final de qualidade de água estabelecidas para o enquadramento do corpo de água.

Este programa, como expressão de objetivos e metas articulados ao correspondente Plano de Recursos Hídricos da bacia hidrográfica, quando existente, deve conter propostas de ações de gestão e seus prazos de execução, os planos de investimentos e os instrumentos de compromisso que compreendam, entre outros:

a) Recomendações para os órgãos gestores de recursos hídricos e de meio ambiente que possam subsidiar a implementação, integração ou adequação de seus respectivos instrumentos de gestão, de acordo com as metas estabelecidas, especialmente a outorga de direito de uso de recursos hídricos e o licenciamento ambiental;

b) Recomendações de ações educativas, preventivas e corretivas, de mobilização social e de gestão, identificando-se os custos e as principais fontes de financiamento;

c) Recomendações aos agentes públicos e privados envolvidos, para viabilizar o alcance das metas e os mecanismos de formalização, indicando as atribuições e compromissos a serem assumidos;

d) Propostas a serem apresentadas aos poderes públicos federal, estadual e municipal para adequação dos respectivos planos, programas e projetos de desenvolvimento e dos planos de uso e ocupação do solo às metas estabelecidas na proposta de enquadramento; e

e) Subsídios técnicos e recomendações para a atuação dos comitês de bacia hidrográfica.

Segundo Maciel Jr. (2000), o plano de efetivação do enquadramento deve procurar valorizar e integrar as ações que se encontram em andamento na bacia hidrográfica. Sugerindo

que a cada quatro anos, no mínimo, as fases de diagnóstico e prognóstico sejam revisadas e o plano realimentado anualmente com novas informações, uma vez que o instrumento enquadramento é um processo dinâmico.

Apesar da existência de dificuldades para a condução do processo de enquadramento, principalmente em se tratando do exercício de planejamento em instituições públicas que não possuem esta tradição, é fundamental que esta prática seja incorporada pelo sistema ambiental com acompanhamento dos Conselhos de Meio Ambiente, além dos Comitês de Bacia Hidrográfica.

3.2.6.9 Participação pública

Segundo Porto (2007), o enquadramento dos corpos de água é um importante instrumento de planejamento, em que o objetivo de qualidade da água a ser alcançado deve representar um pacto construído pela sociedade por meio dos Comitês de Bacias Hidrográfica.

O processo de elaboração da proposta de enquadramento, segundo a Resolução CNRH nº 91, de 2008, dar-se-á com ampla participação da comunidade da bacia hidrográfica, por meio da realização de consultas públicas, encontros técnicos, oficinas de trabalho e outros métodos.

Santos (2004) afirma que:

“Participar, em planejamento, significa tomar parte, integrar-se pela razão ou sentimento, fazer saber, saber comunicar, reconhecer diferentes interesses, expectativas e valores, identificar analogias, debater, negociar, evidenciar pontos comuns, definir interesses, promover alianças, promover ajustes e tomar decisões de consenso sobre aquilo que é do uso e direito de todos, na presença de todos.”

O Proença (2007) cita que uma das etapas mais importantes para a participação da sociedade é a de identificação dos atores e dos problemas, o que necessita de uma organização previa ou então poderá comprometer os próximos passos.

Desta forma a participação na primeira etapa de qualquer processo de planejamento deve seguir os seguintes passos:

- a) Escolha da área que vão ser desenvolvido os estudos;
- b) Identificação das Prefeituras;
- c) Identificação das Instituições que atuam na área escolhida e que trabalham com recursos hídricos;
- d) Identificação das necessidades e dos problemas;
- e) A análise do problema; e
- f) O comprometimento de cooperação do poder local.

A Lei nº. 9433, de 1997, traz a necessidade de incorporar a sociedade civil e usuários no processo de enquadramento dos corpos de água, porém os arranjos institucionais geralmente afetam a decisão dos atores sociais. A resposta a essa questão requer um trabalho de qualificação da rede institucional voltada para a gestão das águas como também requer a identificação dos atores sociais que de modo proativo têm condições de influenciar a ação coletiva e modelar a própria organização social.

Assim, colocar as dimensões culturais e política no centro do debate da gestão, com o fortalecimento do capital social, entendido como o conjunto de *“características da organização social, como confiança, normas e sistemas, que contribuam para aumentar a eficiência da sociedade, facilitando as ações coordenadas”* (PUTNAM, 1996).

Finalmente, os pesquisadores do Proenqua (2007) concluem que essa rede de relações sociais possui um papel fundamental na construção de uma proposta de enquadramento que efetivamente possa transformar-se em realidade.

4. METODOLOGIA

Conhecidos os instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos, faz-se necessária uma análise de sua interação, considerando que estes não podem ser implantados de forma isolada e estanque.

Existem relações de precedência entre os instrumentos como, por exemplo, a cobrança esta condicionada ao programa de investimentos definido no respectivo Plano de Recursos Hídricos.

O foco desta Pesquisa é o relacionamento interativo do Plano de Recursos Hídricos e o enquadramento dos corpos de água em classes de uso, considerando que o primeiro indica as diretrizes gerais para a gestão dos recursos hídricos na bacia hidrográfica, subsidiando a necessária definição de parâmetros prioritários para o processo de enquadramento.

Além disso, índices de qualidade de água são estudados para que se possa estabelecer a espacialização das condições críticas de qualidade de água na bacia hidrográfica, permitindo um direcionamento de ações a serem previstas no programa de efetivação do enquadramento.

4.1 Interação dos instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos

As diretrizes da Política Nacional de Recursos Hídricos indicam que seus instrumentos devem ser implementados, dentro da gestão sistemática dos recursos, sem dissociação dos aspectos de quantidade e qualidade, integrados com a gestão ambiental e dos sistemas estuarinos e zonas costeiras, articulados com a gestão do uso do solo e adequados às diversidades físicas, bióticas, demográficas, econômicas, sociais e culturais das diversas regiões do País. Os instrumentos de planejamento, além disso, devem ser articulados com o planejamento dos setores usuários e com os planejamentos municipal, regional, estadual e nacional.

Porto (2007) menciona que de acordo com o GWP (*Global Water Partnership*), parte do desafio desta integração consiste na necessidade da articulação de objetivos, crenças, interesses e conhecimentos dos diferentes usuários muitas vezes divergentes entre si, ou seja, a articulação dos conflitos dos diferentes usos da água, incluindo conflitos entre usuários e gestores.

Segundo o GWP, para responder a este desafio a criação de capacidade social e política é tão importante quanto a integração dos aspectos técnicos, hidráulicos, sociais e econômicos que permitam adotar estratégias holísticas de gestão de qualidade das águas. De forma que a integração da gestão das águas envolva a definição de estratégia institucional associada à implantação de instrumentos e ferramentas de gestão articulados para atendê-la de acordo com as melhores práticas e princípios internacionais.

Maciel Jr. (2000) indica que o planejamento e o controle são atividades complementares que só alcançam resultados se caminham sincronizados, daí a redundância: “*a eficácia do planejamento depende da eficiência do controle e a eficiência do controle depende da eficácia do planejamento*”.

Desta forma, para uma gestão eficiente da qualidade e quantidade das águas, segundo Maciel Jr. (2000), os órgãos responsáveis pelo trabalho devem ser organizados e instituídos de ferramentas que possibilitem executar o trabalho com um mínimo de garantia de eficácia. Para o alcance da classe de qualidade definida pelo enquadramento é necessária uma total interação

entre os diversos instrumentos de gestão ambiental: outorga, fiscalização, licenciamento de fontes poluidoras, cobrança pelo uso ou poluição dos recursos hídricos, zoneamento ambiental, normatização das atividades rurais e florestais, planos diretores de bacias, dentre muitos outros.

Portanto, uma característica importante dos instrumentos é que não podem ser aplicados isoladamente, sem que haja interação entre eles. Esses pontos de contato direto são encontrados ao longo da Lei nº 9.433, de 1997:

a) Os Planos de Recursos Hídricos são planos diretores que visam a fundamentar e orientar a implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e, conseqüentemente, dos demais instrumentos;

b) Os Planos de Recursos Hídricos devem ter em seu conteúdo prioridades para outorga de direitos de uso de recursos hídricos;

c) Os Planos de Recursos Hídricos devem ter em seu conteúdo, diretrizes e critérios para a cobrança pelo uso dos recursos hídricos;

d) A outorga esta condicionada às prioridades de uso estabelecidas nos Planos de Recursos Hídricos;

e) A outorga deve respeitar a classe em que o corpo de água estiver enquadrado;

f) Os valores arrecadados com a cobrança pelo uso de recursos hídricos devem ser aplicados prioritariamente na bacia hidrográfica em que foram gerados e utilizados no financiamento de estudos, programas, projetos e obras incluídos nos Planos de Recursos Hídricos; e

g) O Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos tem por objetivo fornecer subsídios para a elaboração dos Planos de Recursos Hídricos.

Sem pretensão de esgotar o assunto, além dessas interações, muitas outras podem ser identificadas na Lei e sua regulamentação constante em Resoluções do CNRH, por exemplo:

a) A proposta de enquadramento deve ser desenvolvida em conformidade com o Plano de Recursos Hídricos, preferencialmente durante a sua elaboração;

b) O programa para efetivação do enquadramento deve apresentar objetivos e metas articulados ao correspondente Plano de Recursos Hídricos, quando existente;

c) O programa para efetivação do enquadramento deve conter instrumentos de

compromisso que compreendam recomendações para os órgãos gestores de recursos hídricos e de meio ambiente que possam subsidiar a implementação, integração ou adequação de seus respectivos instrumentos de gestão, de acordo com as metas estabelecidas, especialmente a outorga de direito de uso de recursos hídricos e o licenciamento ambiental;

d) Nas outorgas de direito de uso de recursos hídricos podem ser definidos limites progressivos para cada parâmetro de qualidade de água e condições de uso, compatíveis com as metas intermediárias e final do enquadramento estabelecido para os respectivos corpos de água;

e) A outorga de direito de uso de recursos hídricos, na cobrança pelo uso da água, bem como na aplicação dos demais instrumentos da gestão de recursos hídricos que tenham o enquadramento como referência para sua aplicação, devem ser considerados, nos corpos de água superficiais ainda não enquadrados, os padrões de qualidade da classe correspondente aos usos preponderantes mais restritivos existentes no respectivo corpo de água;

f) A cobrança pelo uso dos recursos hídricos deve ser implementada considerando as informações advindas dos demais instrumentos da Política;

g) São cobrados os usos de recursos hídricos sujeitos a outorga;

h) A cobrança esta condicionada ao processo de regularização de usos de recursos hídricos sujeitos à outorga na respectiva bacia, incluindo o cadastramento dos usuários da bacia hidrográfica;

i) Para a fixação dos valores a serem cobrados pelo uso de recursos hídricos deve ser observada a classe em que estiver enquadrado o corpo de água, no ponto de uso, da derivação ou do lançamento;

j) A autoridade outorgante competente, ao analisar pedidos de outorga de uso de recursos hídricos, deve considerar os usos prioritários estabelecidos nos Planos de Recursos Hídricos;

k) No estabelecimento das metas, estratégias, programas e projetos dos Planos de Recursos Hídricos, deve ser incorporado o elenco de ações necessárias à sua implementação, visando minimizar os problemas relacionados aos recursos hídricos superficiais e subterrâneos, otimizando o seu uso múltiplo e integrado, compreendendo um programa para a implementação dos instrumentos de gestão previstos na Lei nº 9.433, de 1997, contemplando os seguintes aspectos: os limites e critérios de outorga para os usos dos recursos hídricos, as diretrizes e critérios para a cobrança pelo uso da água, a proposta de enquadramento dos corpos de água e a sistemática de implementação do Sistema de Informações da bacia;

l) As informações geradas nos Planos de Recursos Hídricos devem ser incorporadas aos Sistemas de Informações de Recursos Hídricos;

m) A outorga de direito de uso de recursos hídricos deve ter o prazo máximo de vigência de trinta e cinco anos, contados da data da publicação do respectivo ato administrativo, respeitados os seguintes limites de prazo: até dois anos para início da implantação do empreendimento objeto da outorga e até seis anos para conclusão da implantação do empreendimento projetado, que podem ser prorrogados respeitando-se as prioridades estabelecidas nos Planos de Recursos Hídricos;

n) A emissão de outorgas preventivas de uso de recursos hídricos, com a finalidade de declarar a disponibilidade de água para os usos requeridos, deve observar as prioridades estabelecidas nos Planos de Recursos Hídricos;

o) A outorga deve observar os Planos de Recursos Hídricos e, em especial: as prioridades de uso estabelecidas e a classe em que o corpo de água estiver enquadrado, em consonância com a legislação ambiental;

p) Os Planos de Recursos Hídricos de bacias hidrográficas devem considerar as outorgas existentes em suas correspondentes áreas de abrangência e recomendar às autoridades outorgantes, quando for o caso, a realização de ajustes e adaptações nos respectivos atos;

q) A outorga de direito de uso da água para o lançamento de efluentes deve prever a quantidade de água necessária para a diluição da carga poluente, que pode 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 de água receptor; e

r) As informações sobre o cadastro dos usuários de recursos hídricos e o registro das outorgas devem integrar o Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos.

4.1.1 Interação do Enquadramento e Planos de Recursos Hídricos

A Política Nacional de Recursos Hídricos indica que o processo de enquadramento deve ser desenvolvido preferencialmente durante a elaboração do Plano de Recursos Hídricos, sendo que o programa para efetivação do enquadramento deve apresentar objetivos e metas articulados ao correspondente Plano, que deve incorporar em suas metas, estratégias, programas e projetos o

elenco de ações necessárias à implementação da proposta de enquadramento dos corpos de água em classes.

Segundo Porto (2007), o enquadramento é um instrumento de gestão de recursos hídricos que tem um papel significativamente importante como elemento integrador dos demais instrumentos. A integração representa um dos maiores desafios do sistema de recursos hídricos para a gestão das águas e é reconhecida internacionalmente como componente essencial para a eficiência da gestão das águas.

Porto (2007) destaca ainda a dificuldade da articulação para a garantia da qualidade das águas que, segundo a autora, dá-se e, função de três fatores principais, tais como:

- a) Multiplicidade das disciplinas técnicas envolvidas;
- b) Necessidade da integração de escalas - desde a visão macroscópica que enxerga a totalidade da bacia e suas vocações até a visão na microescala que visa agir sobre o poluidor e controlar seus impactos; e
- c) Necessidade de integração de instrumentos de gestão que geralmente se encontram em instituições distintas, tais como da área ambiental e de recursos hídricos, ou diversos níveis de governo, pois as normas tendem a ser desenvolvidas pelo governo central.

Para a solução efetiva do problema da integração, segundo a autora, é essencial o envolvimento da comunidade local, inclusive porque a observação desta da comunidade é o melhor mecanismo de acompanhamento de evolução da qualidade da água.

A interação entre esses instrumentos é fundamental, evitando-se valores e dados incongruentes e díspares, de forma a possibilitar a correta a definição das classes e usos atendidos. Para tanto, algumas ferramentas para a interação dos instrumentos são necessárias:

- a) Seleção da vazão de referência para o enquadramento;
- b) Definição de usos preponderantes desejados por trecho;
- b) Seleção de parâmetros prioritários para o enquadramento; e
- d) Cenário da evolução das cargas poluidoras e demandas.

4.1.2 Fluxograma de interação

A Superintendência de Planejamento de Recursos Hídricos da ANA (Agência Nacional de Águas) disponibiliza um fluxograma das etapas do processo de enquadramento dos corpos de água em classe de uso, constante da figura 4.1.

O processo de enquadramento é dividido em quatro etapas principais:

- a) Diagnóstico da Bacia Hidrográfica;
- b) Prognóstico da Bacia Hidrográfica;
- c) Elaboração da proposta de enquadramento; e
- d) Análise e deliberações dos Comitês de Bacia Hidrográfica e dos Conselhos de Recursos Hídricos.

Após a deliberação do Conselho de Recursos Hídricos, inicia-se a implementação do Programa de Efetivação do Enquadramento e o monitoramento das metas ajustadas, que devem ser revistas periodicamente.

As vantagens de analisar o processo de enquadramento por meio de um fluxograma são:

- a) Permitir verificar como se distribuem as etapas;
- b) Entendimento mais simples e objetivo;
- c) Facilitar e localizar deficiências; e
- d) Rápido e fácil entendimento de qualquer alteração no processo.

Além disso, com base nesse fluxograma, pode-se identificar os pontos de interação entre os instrumentos Plano de Recursos Hídricos e enquadramento dos corpos de água em classes de uso.

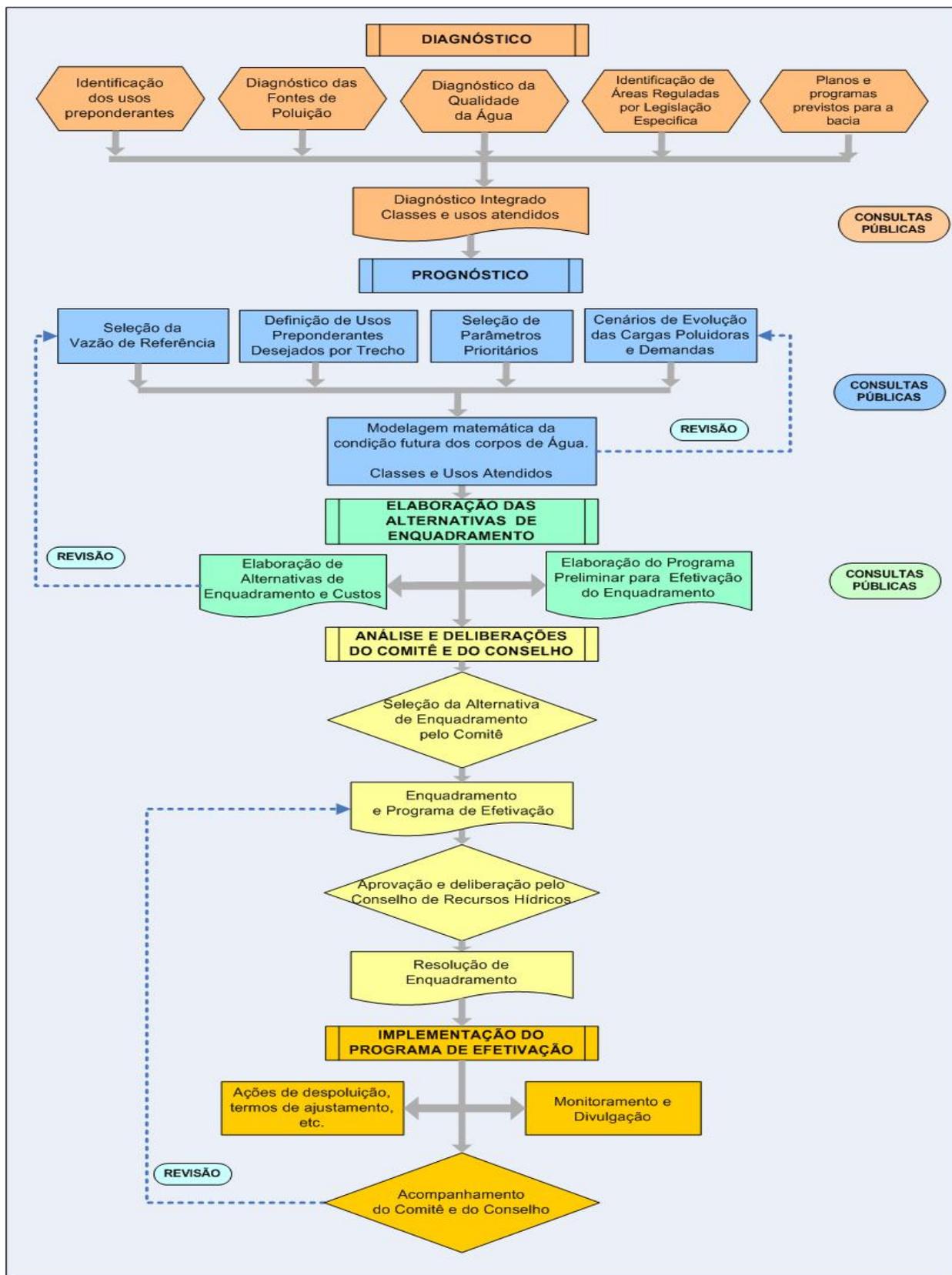


Figura 4.1 Processo de enquadramento (ANA, 2007)

4.2 Usos preponderantes e parâmetros de qualidade de água

Com o advento da revolução industrial, a capacidade do homem para modificar o ambiente tornou-se ampla e profunda. Portanto, um grande número de substâncias químicas tem sido lançado nos ecossistemas aquáticos.

A metodologia brasileira do enquadramento dos corpos de água em classes prevê diversos parâmetros de controle de qualidade da água, descritos no item 3.2.6.3, que incluem indicadores e substâncias que, fora de certos limites, podem inviabilizar o uso dos recursos hídricos.

Esses parâmetros guardam relação direta com os usos estabelecidos para os recursos hídricos, tanto para as restrições de uso advindas de não conformidade, quanto para identificar as predominâncias de fontes poluidoras que afetam diretamente um corpo de água.

Assim, os parâmetros previstos na Resolução CONAMA nº 357, de 2005, podem ser associados aos usos dos recursos hídricos, sendo que, em termos gerais, os principais poluentes no Brasil estão relacionados à diluição de esgotos domésticos.

Neste caso, os parâmetros a serem analisados são: turbidez; OD (Oxigênio dissolvido); DBO_{5,20} (Demanda bioquímica de Oxigênio); série nitrogenada (amônia, nitrito, nitrato e nitrogênio total); série fosfatada (Fosfato total, Ortofosfato); óleos e graxas; Coliformes termotolerantes; Clorofila *a* (ambiente lântico); e, Fitoplâncton (ambiente lântico).

Havendo outras fontes poluidoras, os parâmetros a serem considerados variam, por exemplo:

a) Agricultura e produção animal: Coliformes termotolerantes, DBO_{5,20}, sólidos sedimentáveis, fósforo, nitrogênio e organoclorados aromáticos;

b) Frigoríficos e abatedouros: Coliformes termotolerantes, cor, DBO_{5,20}, DQO (Demanda Química de Oxigênio), óleos e graxas, sólidos sedimentáveis, Fósforo, Nitrogênio e Alquil Benzeno Sulfonatos; e

c) Indústria têxtil: Antimônio, Arsênio, Nitrogênio e organoclorados aromáticos.

Contudo, a metodologia brasileira não regulamentou os critérios para a definição da predominância dos usos na bacia hidrográfica ou em trechos da mesma, restando sua definição durante o processo de elaboração da proposta de enquadramento.

Os usos preponderantes podem ser definidos, por exemplo, pela relação entre a demanda total do uso e a disponibilidade hídrica local, ou pelo número dos respectivos usuários em relação a totalidade dos usuários existentes, ou também pelo impacto econômico do uso na região considerada e outros critérios estabelecidos pelos Comitês de Bacia Hidrográfica.

4.3 Índices de qualidade de água

Segundo Zuffo e Genovez (2006), os índices ambientais nasceram como resultado da crescente preocupação social com os aspectos ambientais do desenvolvimento, processo que requer um número elevado de informações em graus de complexidade cada vez maiores. Por outro lado, tornaram-se fundamentais no processo decisório das políticas públicas e no acompanhamento de seus efeitos. Esta dupla vertente apresenta-se como um desafio permanente de gerar índices que tratem um número cada vez maior de informações, de forma sistemática e acessível, para os tomadores de decisão.

Os índices devem apresentar fundamentalmente as seguintes características:

- a) Facilidade de aplicação;
- b) Aceitação dos órgãos responsáveis pelo monitoramento da qualidade da água; e
- c) Definição inicial de parâmetros e possibilidade de determinação de novos parâmetros.

No caso da qualidade de água, a utilização de índices tem crescido nos últimos anos (Tabela 4.1), devido a facilidade em transmitir informações sobre o grau de poluição de corpos hídricos utilizados pela comunidade.

Tabela 4.1 Índices de qualidade da água. (PNMA II, 2003)

ÍNDICE	USO	PARÂMETROS
PRATI	Lótico Índice implícito de poluição	OD, pH, DBO _{5,20} , DQO, Permanganato, sólidos suspensos, Amônia, Nitratos, Cloretos, Ferro, Manganês, ABS, CCE
DINIUS	Lótico Índice de contabilidade social	Condutividade elétrica, cor, pH, temperatura, alcalinidade, Cloretos, DBO _{5,20} , dureza, OD, coliforme fecal, coliforme total
McDUFFIE	Lótico Índice da poluição dos rios	OD, DBO _{5,20} , DQO, sólidos suspensos, coliforme fecais, Nitrogênio total, Fosfato total, e temperatura.
STONER	Lótico Índice de abastecimento e irrigação	Abastecimento público: cor, pH, ABS, Cloretos, Cobre, Fenóis, Ferro, Fluoreto, Amônia, Nitrito, Sulfato, Zinco, coliformes. Irrigação: condutividade elétrica, Alumínio, Arsênio, Berílio, Boro, Cádmiio, Cobalto, Cobre, Cromo, Fluoreto, Manganês, Níquel, Sódio, Vanádio, Zinco, coliforme fecais.
HORTON	Lótico Índice geral de qualidade da água	condutividade específica, Oxigênio dissolvido, coliformes, pH, temperatura, CCE, Cloretos, tratamento de esgoto (% de população atendida), alcalinidade.
O'CONNOR	Lótico	Sustentação da vida selvagem e peixes: OD, sólidos dissolvidos, turbidez, Fenóis, Fosfato, Níquel, N. amoniacal, pH, temperatura. Abastecimento público: cor, pH, turbidez, alcalinidade, Cloretos, dureza, Fenóis, Fluoretos, Nitrato, OD, sólidos suspensos, coliformes fecais, Sulfatos.
DEININGER E LADWEHR	Lótico Índice para abastecimento público.	OD, DBO _{5,20} , cor, pH, temperatura, turbidez, dureza, Fenóis, Ferro, Fluoreto, Nitrato, sólidos dissolvidos, coliformes fecais
WALSKI E PARKER	Lótico Índice para recreação.	Cor, pH, temperatura, turbidez, DBO _{5,20} , dureza, Fenóis, Fluoreto, Nitrato, Oxigênio dissolvido, sólidos dissolvidos, coliformes fecais.
NUMEROW E SUMIMOTO	Lótico	Composto de três índices para usos específico: OD, pH, temperatura, turbidez, dureza, Sulfatos, metais (Ferro e Manganês), cor, Cloretos, Nitrogênio total, sólidos dissolvidos, sólidos em suspensão, alcalinidade, coliformes fecais.
IQAD	Lótico Índice de qualidade de água distribuída	Cloro residual, cor aparente, Ferro, Fluor, pH, turbidez e coliformes totais.

Tabela 4.1 (cont.) Índices de qualidade da água. PNMA II (2003)

ÍNDICE	USO	PARÂMETROS
IQAR	Lóticos e Lênticos Índice de qualidade das águas brutas	pH, turbidez, coliformes fecais, DBO _{5,20} , Nitrogênio total, Fosfato total, temperatura, resíduo total, OD
IGQA	Lótico Índice de qualidade de água distribuída	Bacteriológico: coliformes totais. Que podem afetar a saúde da população: Cádmio, Chumbo, Cloro residual livre, Cromo total, Trihalometano, Fluor Que podem interferir na qualidade organoléptica da água: Alumínio, cor aparente, Ferro total, pH, turbidez.
IPMCA	Lótico e Lêntico Índice para a preservação da vida aquática	Grupo de substâncias tóxicas: Cobre, Zinco, Chumbo, Mercúrio, Níquel, Cádmio, surfactantes e Fenóis. Grupo essenciais: OD, pH e toxicidade
IET	Lênticos Índice para avaliação do estado trófico	Lagos, estuários e reservatórios: Fósforo total, Nitrogênio total, transparência, Clorofila, Ortofosfato solúvel
DIST. PROB. DE ESTADO TRÓFICO	Lêntico Índice para avaliação do estado trófico	Fósforo total
MODELO SIMPLIFICADO PARA AVALIAÇÃO DO ESTADO TRÓFICO	Lêntico Índice para avaliação do estado trófico	Fósforo total
IVA	Lótico e Lêntico Índice de proteção a vida aquática	Todos do IET + todos do IPMCA
IT	Lótico e Lêntico Índice de toxidez	Cádmio, Chumbo, Cobre, Cromo total, Mercúrio, Níquel e Zinco.
AVALIAÇÃO DE TOXIDADE AGUDA	Lótico	Fator de diluição para <i>daphnia magna</i>

Além dos índices citados, a CETESB (Companhia Ambiental do Estado de São Paulo) desde 2002 utiliza índices específicos para cada uso dos recursos hídricos:

- a) IAP – Índice de Qualidade de Águas Brutas para Fins de Abastecimento Público;
- b) IVA – Índice de Preservação da Vida Aquática;
- c) IB – Índice de Balneabilidade.

O IAP é um índice da qualidade da água bruta a ser captada, que após tratamento, será distribuída para a população. Do mesmo modo, o IVA pode ser considerado um indicador mais adequado da qualidade da água visando a proteção da vida aquática, por incorporar, com ponderação mais significativa, variáveis mais representativas, especialmente a toxicidade e a eutrofização. Observa-se, ainda, que ambos os índices poderão ser aprimorados com o tempo, com a supressão ou inclusão de variáveis de interesse.

Para refletir a qualidade das águas para seus múltiplos usos, tem-se, ainda o IB, que avalia as condições da água para fins de recreação de contato primário, sendo aplicado em praias de águas interiores, localizadas em rios e reservatórios. Este índice é calculado a partir das densidades de *E. coli*.

4.3.1 Índice de Qualidade de Água - IQA

A CETESB utiliza desde 1975, o IQA (Índice de Qualidade de Água), com vistas a servir de informação básica de qualidade de água para o público em geral, bem como para o gerenciamento ambiental das vinte e duas Unidades de Gerenciamento dos Recursos Hídricos do Estado de São Paulo.

Segundo Zuffo e Genovez (2006), as principais vantagens do índice são a facilidade de comunicação com o público leigo, o status maior do que os parâmetros isolados e o fato de representar uma média de diversos parâmetros em um único número, combinando unidades de medidas diferentes em uma única unidade. No entanto, sua principal desvantagem consiste na perda de informação dos parâmetros individuais e da sua interação. O índice, apesar de fornecer

uma avaliação integrada, jamais substituirá uma avaliação detalhada da qualidade das águas de uma determinada bacia hidrográfica.

Os parâmetros de qualidade, que fazem parte do cálculo do IQA, refletem, principalmente, a contaminação dos corpos de água ocasionada pelo lançamento de esgotos domésticos. É importante também salientar que este índice foi desenvolvido para avaliar a qualidade das águas, tendo como determinante principal a sua utilização para o abastecimento público, considerando aspectos relativos ao tratamento dessas águas.

A crescente urbanização e industrialização de algumas regiões do Estado de São Paulo têm como consequência um maior comprometimento da qualidade das águas dos rios e reservatórios, devido à maior complexidade de poluentes que estão sendo lançados no meio ambiente e à deficiência do sistema de coleta e tratamento dos esgotos gerados pela população. Sendo assim, a qualidade da água obtida por meio do IQA apresenta algumas limitações, entre elas a de considerar apenas a sua utilização para o abastecimento público e de considerar poucos indicadores de poluição industrial.

Além disso, mesmo considerando-se esse fim específico, o índice não contempla outras variáveis, tais como: metais pesados, compostos orgânicos com potencial mutagênico, substâncias que afetam as propriedades organolépticas da água, número de células de cianobactérias e o potencial de formação de Trihalometanos das águas de um manancial. Variáveis essas não presentes, ou em concentrações diminutas, na maioria dos cursos de água paulistas na ocasião da elaboração do IQA pela CETESB em 1975.

O IQA foi adaptado e desenvolvido a partir de um estudo realizado em 1970 pela NSF (*National Sanitation Foundation*) dos Estados Unidos, que incorpora nove variáveis consideradas relevantes para a avaliação da qualidade das águas, tendo como determinante principal a sua utilização para abastecimento público.

A criação do IQA por Brown *et al.* baseou-se na aplicação do método *Delphi* por meio de uma pesquisa de opinião junto a 142 especialistas em qualidade de água, que indicaram as variáveis a serem avaliadas, o peso relativo e a condição com que cada parâmetro se apresenta,

segundo uma escala de valores “*rating*”.

Dos 35 parâmetros de qualidade de água inicialmente propostos, somente nove foram selecionados, a saber:

- a) Coliformes Fecais;
- b) pH;
- c) Demanda Bioquímica de Oxigênio;
- d) Nitrogênio Total;
- e) Fósforo Total;
- f) Temperatura (afastamento da temperatura de equilíbrio);
- g) Turbidez;
- h) Resíduo Total; e
- i) Oxigênio Dissolvido (% de saturação).

No caso de não se dispor do valor de algum dos parâmetros, o cálculo do IQA é inviabilizado. Para estes parâmetros foram estabelecidas curvas de variação da qualidade das águas de acordo com o estado ou a condição, bem como seu peso relativo correspondente.

O PNMA-II (2005) estabelece equações para a determinação das curvas médias de variação de qualidade dos nove parâmetros selecionados, por meio de regressões polinomiais e com auxílio do programa Excel, resultando nas seguintes equações:

- a) Oxigênio Dissolvido (OD)

O primeiro passo para a determinação do índice para Oxigênio Dissolvido é a determinação da concentração de saturação de oxigênio por meio da Equação 4.1.

$$C_s = (14,2 \times e^{-0,0212T} - (0,0016 \times C_{Cl} \times e^{-0,0264T})) \times (0,994 - (0,0001042 \times H)) \quad (\text{Equação 4.1})$$

Em que:

C_s – concentração de saturação de oxigênio dissolvido (mg/L)

T – temperatura (°C)

C_{Cl} – Concentração de Cloreto (mg/L)

H – Altitude (m)

Então calcula-se a porcentagem de oxigênio dissolvido pela Equação 4.2.

$$OD_{\%} = (OD/C_s) \times 100 \quad (\text{Equação 4.2})$$

Em que:

OD% – porcentagem de oxigênio dissolvido

OD – oxigênio dissolvido (mg/L)

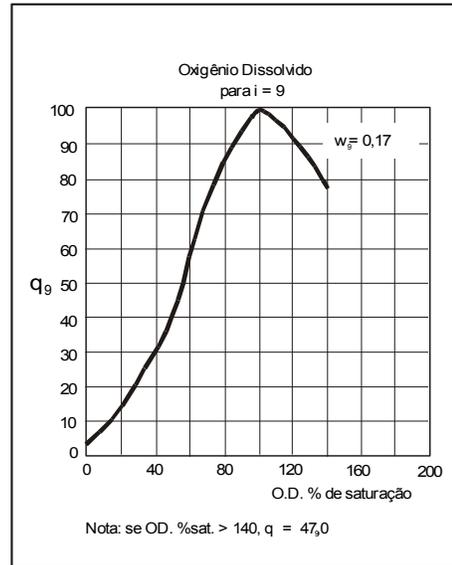


Figura 4.2 Oxigênio Dissolvido (CETESB, 2009)

As equações para o cálculo do q_s para o parâmetro Oxigênio dissolvido, baseadas na Figura 4.2, são expressas nas Equações 4.3 a 4.9.

- Para $OD\% \leq 100$

$$q_s = 100 \times (\text{sen}(y_1))^2 - [(2,5 \times \text{sen}(y_2) - 0,018 \times OD\% + 6,86) \times \text{sen}(y_3)] + \frac{12}{e^{y_4} + e^{y_5}} \quad (\text{Equação 4.3})$$

Sendo

$$y_1 = 0,01396 \times OD\% + 0,0873 \quad (\text{Equação 4.4})$$

$$y_2 = \frac{\pi}{56} \times (OD\% - 27) \quad (\text{Equação 4.5})$$

$$y_3 = \frac{\pi}{85} - (OD\% - 15) \quad (\text{Equação 4.6})$$

$$y_4 = \frac{(OD\% - 65)}{10} \quad (\text{Equação 4.7})$$

$$y_5 = \frac{(65 - OD\%)}{10} \quad (\text{Equação 4.8})$$

- Para $100 < OD_{\%} \leq 140$

$$q_s = -0,00777142857142832 \times (OD_{\%})^2 + 1,27854285714278 \times OD_{\%} + 49,8817148572$$

(Equação 4.9)

- Para $OD_{\%} > 140$

$$q_s = 47$$

b) Coliformes Fecais (CF)

A Equação 4.10 para o parâmetro Coliformes Fecais baseia-se na Figura 4.3.

- Para $CF \leq 10^5$ NMP/100mL

$$q_s = 98,24034 - 34,7145 \times (\log(CF)) + 2,614267 \times (\log(CF))^2 + 0,107821 \times (\log(CF))^3$$

(Equação 4.10)

- Para $CF > 10^5$ NMP/100mL

$$q_s = 3$$

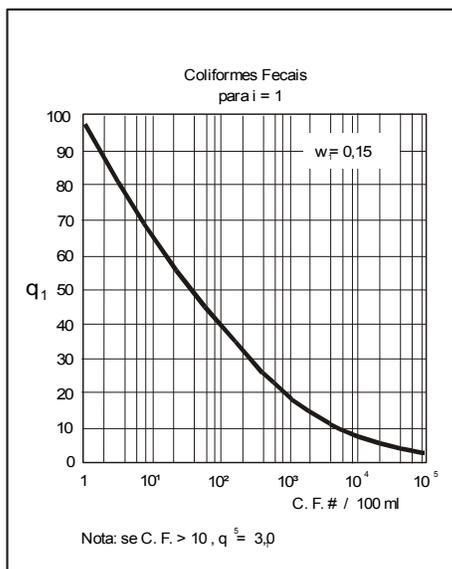


Figura 4.3 Coliformes Fecais (CETESB,2009)

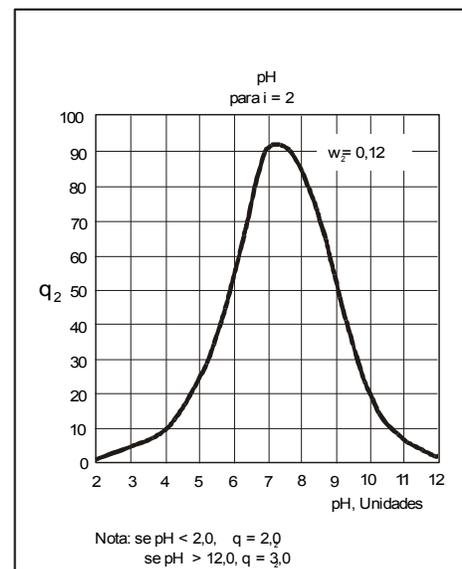


Figura 4.4 pH (CETESB, 2009)

c) Potencial Hidrogeniônico (pH)

As Equações 4.11 a 4.13 expressam o cálculo do q_s para o parâmetro Potencial Hidrogeniônico por meio da curva apresentada na Figura 4.4.

- Para $pH \leq 2,0$

$$q_s = 2,0$$

- Para $2,0 < \text{pH} \leq 6,9$

$$q_s = -37,1085 + 41,91277 \times \text{pH} - 15,7043 \times \text{pH}^2 + 2,417486 \times \text{pH}^3 - 0,091252 \times \text{pH}^4$$

(Equação 4.11)

- Para $6,9 < \text{pH} \leq 7,1$

$$q_s = -4,69365 - 21,4593 \times \text{pH} - 68,4561 \times \text{pH}^2 + 21,638886 \times \text{pH}^3 - 1,59165 \times \text{pH}^4$$

(Equação 4.12)

- Para $7,1 < \text{pH} \leq 12$

$$q_s = -7.698,19 + 3.262,031 \times \text{pH} - 499,494 \times \text{pH}^2 + 33,1551 \times \text{pH}^3 - 0,810613 \times \text{pH}^4$$

(Equação 4.13)

- Para $\text{pH} > 12$

$$q_s = 3$$

d) Demanda Bioquímica de Oxigênio ($\text{DBO}_{5,20}$)

A equação para o cálculo do q_s para o parâmetro Demanda Bioquímica de Oxigênio ($\text{DBO}_{5,20}$) é a Equação 4.14 (Figura 4.5).

- Para $\text{DBO}_{5,20} \leq 30 \text{ mg/L}$

$$q_s = 100,9571 - 10,7121 \times \text{DBO} + 0,49544 \times \text{DBO}^2 - 0,011167 \times \text{DBO}^3 + 0,0001 \times \text{DBO}^4$$

(Equação 4.14)

- Para $\text{DBO}_{5,20} > 30,0 \text{ mg/L}$

$$q_s = 2$$

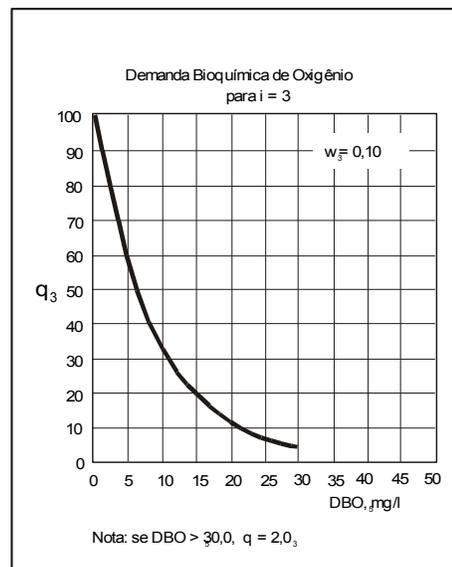


Figura 4.5 $\text{DBO}_{5,20}$ (CETESB, 2009)

e) Nitrato Total (NO_3)

A curva apresentada para o parâmetro Nitrato Total (NO_3) na Figura 4.6 pode ser calculada pelas Equações 4.15 a 4.17.

- Para $\text{NO}_3 \leq 10 \text{ mg/L}$

$$q_s = -5,1 \times \text{NO}_3 + 100,17 \quad (\text{Equação 4.15})$$

- Para $10 < \text{NO}_3 \leq 60 \text{ mg/L}$

$$q_s = 22,853 \times \ln(\text{NO}_3) + 101,18 \quad (\text{Equação 4.16})$$

- Para $60 < \text{NO}_3 \leq 90 \text{ mg/L}$

$$q_s = 10.000.000.000 \times (\text{NO}_3)^{-5,1161} \quad (\text{Equação 4.17})$$

- Para $\text{NO}_3 > 90 \text{ mg/L}$

$$q_s = 1$$

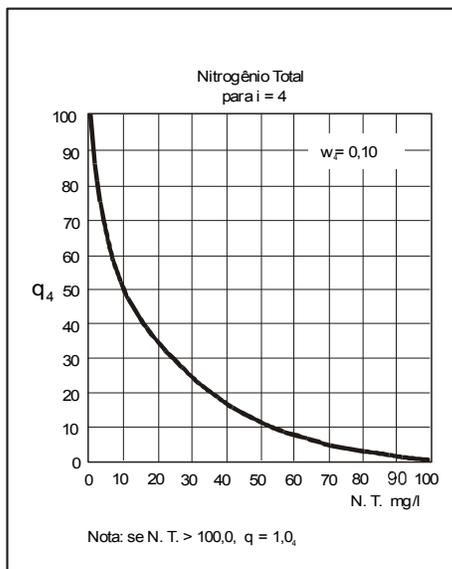


Figura 4.6 Nitrato Total (CETESB, 2009)

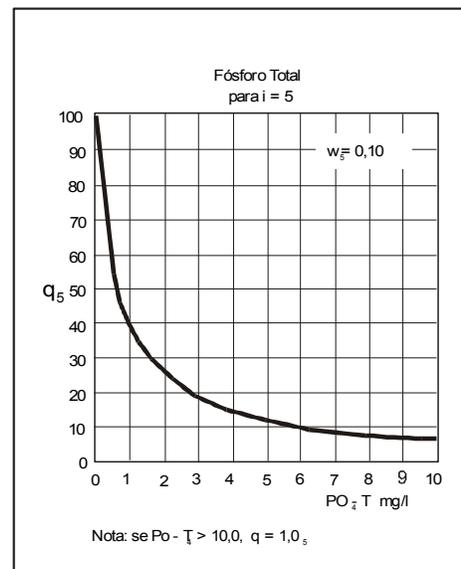


Figura 4.7: Fosfato Total (CETESB, 2009)

f) Fosfato Total (PO_4)

A equação para o cálculo do q_s (Figura 4.7) para o parâmetro Fosfato Total (PO_4) é a Equação 4.18.

- Para $\text{PO}_4 \leq 10 \text{ mg/L}$

$$q_s = 79,7 \times (\text{PO}_4 + 0,821) - 1,15 \quad (\text{Equação 4.18})$$

- Para $\text{PO}_4 > 10,0 \text{ mg/L}$

$$q_s = 5$$

g) Turbidez (Tu)

A equação para o cálculo do q_s apresentado na Figura 4.8 para o parâmetro Turbidez é a Equação 4.19.

- Para $Tu \leq 100$

$$q_s = 90,37 \times e^{(-0,0169 \times Tu)} - 15 \times \cos(0,0571 \times (Tu - 30)) + 10,22 \times e^{(-0,231 \times Tu)} - 0,8 \quad (\text{Equação 4.19})$$

· Para $Tu > 100$

$$q_s = 5$$

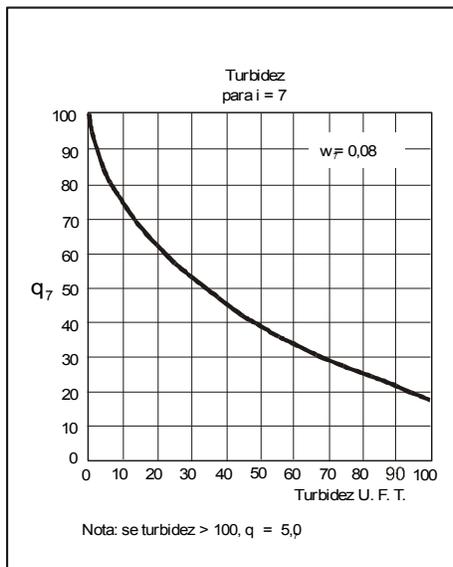


Figura 4.8: Turbidez (CETESB, 2009)

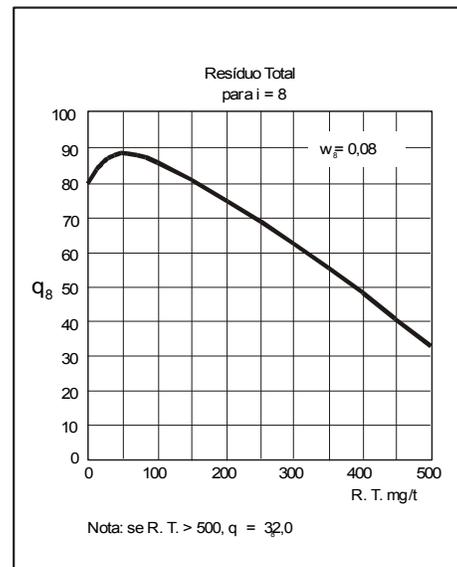


Figura 4.9 Sólidos Totais (CETESB, 2009)

h) Sólidos Totais (ST)

A Equação 4.20 é adotada para o parâmetro Sólidos Totais (Figura 4.9).

- Para $ST \leq 500$

$$q_s = 133,17 \times e^{(-0,0027 \times ST)} - 53,17 \times e^{(-0,0141 \times ST)} + [(-6,2 \times e^{(-0,00462 \times ST)}) \times \text{sen}(0,0146 \times ST)] \quad (\text{Equação 4.20})$$

· Para $ST > 500$

$$q_s = 30$$

i) Variação de Temperatura

A curva desenvolvida pela NSF para a temperatura leva em consideração as características dos corpos de água e variações climáticas dos EUA, sendo a variação de

temperatura de equilíbrio o principal parâmetro afetado (Figura 4.10). Como no nosso caso, os ambientes não recebem cargas térmicas elevadas, além de nosso inverno não ser tão rigoroso quando ao dos EUA, a curva não condiz com a realidade brasileira, pois a variação da temperatura de equilíbrio é próxima de zero, portanto nesta Pesquisa o q_s utilizado para este parâmetro será igual a 93.

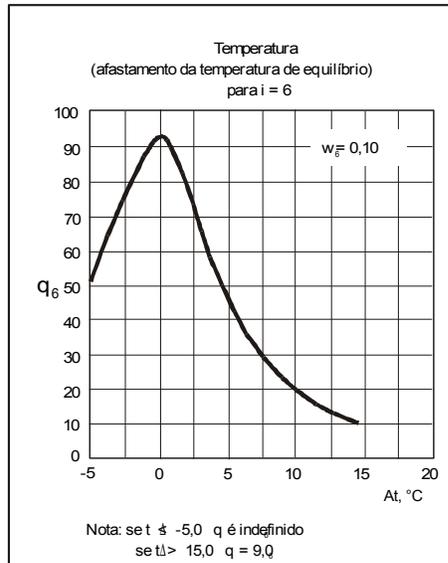


Figura 4.10 Temperatura (CETESB, 2009)

Na metodologia original da NSF, segundo Wills e Irvine (1996), após a determinação de cada q_s , estes devem ser multiplicados pelos respectivos pesos dos parâmetros. Estes índices resultantes para cada parâmetro devem ser somados para se estabelecer o IQA do posto de coleta, resultando, portanto, em uma média ponderada.

No Brasil, no entanto, o IQA é calculado pelo produtório do conjunto das variáveis citadas que integram o índice (BRAGA *et al.*, 2005), elevados às suas respectivas potências, representadas pelos pesos padronizados, utilizando-se a seguinte equação:

$$IQA = \prod_{i=1}^n q_i^{w_i} \quad (\text{Equação 4.21})$$

Em que:

- IQA: Índice de Qualidade das Águas, um número entre 0 e 100;
- q_i : qualidade do i -ésimo parâmetro, um número entre 0 e 100, obtido da respectiva curva

média de variação de qualidade, em função de sua concentração ou medida; e

- w_i : peso padronizado correspondente ao i -ésimo parâmetro, um número entre 0 e 1, atribuído em função da sua importância para a conformação global de qualidade, sendo que:

$$\sum_{i=1}^9 w_i = 1 \quad (\text{Equação 4.22})$$

A Tabela 4.2 apresenta os pesos relativos aos parâmetros adotados pela CETESB.

Tabela 4.2 Peso dos Parâmetros no IQA

Parâmetro	Peso - w_i
Oxigênio dissolvido – OD (% OD)	0,17
Coliformes fecais (NMP/100 mL)	0,15
pH	0,12
Demanda Bioquímica de Oxigênio – DBO (mg/L)	0,1
Nitratos (mg/L NO ₃)	0,1
Fosfatos (mg/L PO ₄)	0,1
Variação na Temperatura (°C)	0,1
Turbidez (UNT)	0,08
Resíduos totais (mg/L)	0,08

Zuffo e Genovez (2006) concluem que métodos cuja estrutura de seu arcabouço corresponda a um somatório não se mostram ideais para analisar e classificar a qualidade das águas de corpos de água, uma vez que podem mascarar a classificação real da qualidade da água. Portanto, o método desenvolvido utilizado pela CETESB no IQA, baseado no CGT (*Cooperative Game Theory*), cujo arcabouço corresponde a um produtório é mais eficiente para este tipo de análise do que o original da NSF.

A partir do cálculo efetuado, pode-se determinar a qualidade das águas brutas indicada pelo IQA classificada nas seguintes faixas:

- a) Ótima, entre 79 e 100, inclusive;
- b) Boa, entre 51 e 79, inclusive;
- c) Regular, entre 36 e 51, inclusive;
- d) Ruim, entre 19 e 36, inclusive; e

e) Péssima, menor que 19, inclusive.

Registra-se que, atualmente, a CETESB utiliza o IAP, que é o produto da ponderação dos resultados do IQA e do ISTO (Índice de Substâncias Tóxicas e Organolépticas), este último composto pelo grupo de substâncias que afetam a qualidade organoléptica da água, bem como de substâncias tóxicas.

O IAP classifica a qualidade das águas da mesma forma que o IQA e é calculado a partir do produto entre o antigo IQA e o ISTO, segundo a seguinte expressão:

$$\text{IAP} = \text{IQA} \times \text{ISTO} \quad (\text{Equação 4.23})$$

O IAP completo é designado como sendo aquele que inclui no grupo de Substâncias Tóxicas do ISTO, o Teste de Ames e o Potencial de Formação de Trihalometanos, sendo aplicado para todos os pontos da Rede de Monitoramento que são utilizados para abastecimento público. Nos demais pontos, o IAP é calculado excluindo-se tais variáveis.

Parte das variáveis do ISTO apresenta frequência semestral, uma vez que os dados históricos retratam concentrações baixas nas águas. Sendo assim, nos meses em que não existem resultados para essas variáveis, o ISTO é calculado desconsiderando tais ausências.

4.3.2 Índice de conformidade ao enquadramento

O ICE (Índice de Conformidade ao Enquadramento) é uma adaptação do modelo de índice de qualidade da água CCME-WQI desenvolvido pela Subcomissão Técnica de Qualidade da Água do Canadá (CCME, 2001). A escolha deste índice deve-se ao fato de sua aplicação ser muito simples e por permitir sua adaptação à verificação da conformidade do corpo de água ao seu enquadramento segundo os usos preponderantes.

O ICE foi desenvolvido como uma fotografia instantânea da qualidade da água, de forma a permitir que a comunidade não especializada possa ter uma visão sobre a qualidade da

água e indicação de potenciais problemas relativos.

Segundo Amaro *et al.* (2008), o índice permite a verificação, para os diversos trechos de uma bacia, da condição de “aderência” ao enquadramento atualmente vigente ou mesmo identificar se os trechos estão ou não conformes com um novo enquadramento proposto.

O valor resultante possibilita a comparação entre a qualidade da água em regiões diferentes, contudo não deve ser usado isoladamente para o processo de planejamento das ações de controle de poluição dos recursos hídricos.

O ICE pode incluir todos os parâmetros de análise da qualidade da água previstos na Resolução CONAMA nº 357, de 2005, desde que disponíveis resultados amostrais e tem por referência as condições e padrões estabelecidos para as classes de uso.

Lumb *et al.* (2006) descrevem o ICE como o resultado de três fatores calculados para um determinado período, a saber:

a) Fator F1 (Escopo ou abrangência), calculado de acordo com a Equação 4.24, permite avaliar a não conformidade, ou seja, o número de parâmetros que ultrapassaram os limites estabelecidos.

$$F1 = \frac{\text{Quantidade de variáveis que falharam}}{\text{Número total de variáveis}} \times 100 \quad (\text{Equação 4.24})$$

b) Fator F2 (Frequência), calculado de acordo com a Equação 4.25, representa quantas ocasiões o valor do parâmetro estava acima dos limites aceitáveis.

$$F2 = \frac{\text{Número de testes com resultados fora dos limites}}{\text{Número total de testes}} \times 100 \quad (\text{Equação 4.25})$$

c) Fator F3 (Amplitude), que relaciona a variação entre os valores encontrados nos testes e os padrões adotados, sendo calculado, segundo Amaro *et al.* (2008), em três etapas, a saber:

1 – Calcula-se o quanto a concentração individual é proporcionalmente maior que o objetivo, ou seja, o limite da classe, por meio da Equação 4.26.

$$\text{variação} = \left(\frac{\text{Valor testado que falhou}}{\text{Objetivo}} \right) - 1 \quad (\text{Equação 4.26})$$

Para os casos em que o valor do teste não deve ser abaixo do objetivo, deve-se utilizar a Equação 4.27 (no caso, proporcionalmente menor).

$$\text{variação} = \left(\frac{\text{Objetivo}}{\text{Valor testado que falhou}} \right) - 1 \quad (\text{Equação 4.27})$$

2 – A variação total dos testes individuais que apresentam não conformidade, denominada soma normalizada das variações (snv), é calculada somando-se as variações individuais em relação aos objetivos obtidas na primeira etapa e dividido-se pelo número total de testes, de acordo com a Equação 4.28.

$$\text{snv} = \frac{\sum_{i=1}^n \text{variações}_i}{\text{número total de testes}} \quad (\text{Equação 4.28})$$

3 – O valor de F3 é resultado da padronização, entre 0 e 100, da soma normalizada das variações, utilizando-se a Equação 4.29.

$$F3 = \left(\frac{\text{snv}}{0,01 \cdot \text{snv} + 0,01} \right) \quad (\text{Equação 4.29})$$

O ICE é finalmente calculado como:

$$\text{ICE} = 100 - \left(\frac{\sqrt{F1^2 + F2^2 + F3^2}}{1,732} \right) \quad (\text{Equação 4.30})$$

O quociente 1,732 mantém a escala do índice nos valores de 0 a 100. Uma vez que individualmente os três fatores alcancem o valor 100, o comprimento do vetor resultante seria de 173,2, como demonstrado:

$$\sqrt{F1^2 + F2^2 + F3^2} = \sqrt{100^2 + 100^2 + 100^2} = \sqrt{30000} = 173,2 \quad (\text{Equação 4.31})$$

Os valores obtidos entre 0 e 100 representam, numericamente, o estado da qualidade da água. Sendo que zero significa uma água de qualidade inferior, enquanto que valores próximos a 100 representam uma excelente qualidade da água.

Em função dos valores obtidos, o ICE classifica os corpos de água em 5 categorias:

- a) Excelente – de 95 a 100;
- b) Bom – de 80 a 94;
- c) Imparcial (“*fair*”) – de 60 a 79;
- d) No limite (“*marginal*”) – de 45 a 59; e
- e) Ruim (“*poor*”) – de 0 a 44.

4.4 Definição de parâmetros prioritários para o enquadramento

A Resolução CONAMA n° 357, de 2005, prevê que os Comitês de Bacia Hidrográfica selecionem um conjunto de parâmetros de qualidade de água para subsidiar a proposta de enquadramento, que deverá ser monitorado periodicamente pelo Poder Público. Os parâmetros pertencentes a este conjunto são denominados prioritários.

Além das razões de ordem econômica que impossibilitam o controle sistemático de todos os parâmetros envolvidos na classificação dos corpos de água (mais de 100 parâmetros listados no item 3.2.6.3), a escolha de poucos parâmetros que representem significativamente a qualidade da água em um trecho do corpo de água facilita a aplicação da metodologia do enquadramento, resultando no direcionamento das ações previstas no programa de efetivação.

Quanto mais simples e perceptível pela sociedade for a definição das metas de qualidade, mais eficiente será a aplicação do enquadramento. Assim, a adoção do menor número de parâmetros de qualidade de água auxilia na comunicação e entendimento pelos atores envolvidos diretamente no processo e, principalmente, pela população em geral.

A metodologia adotada nesta Pesquisa para a seleção dos parâmetros prioritários para o enquadramento envolve a análise dos parâmetros que apresentem não conformidade ao longo dos pontos de coleta, de acordo com o ICE e o IQA destes.

A interação do Plano de Recursos Hídricos e do enquadramento dos corpos de água em classes de uso, por meio da definição dos parâmetros prioritários, é imperativa no processo de gestão dos recursos hídricos das bacias hidrográficas brasileiras e casos concretos, tais como o planejamento nas Bacias PCJ, servem de referência para esta Pesquisa.

5. ESTUDO DE CASO

Em uma experiência inovadora para os Comitês PCJ, considerando a possibilidade de interação dos instrumentos, o Consórcio Intermunicipal das Bacias dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí, entidade delegatária de funções de Agência de Água das Bacias PCJ, contratou a empresa COBRAPE (Companhia Brasileira de Projetos e Empreendimentos) para o desenvolvimento e elaboração do Plano das Bacias PCJ para o período de 2008 a 2020, com proposta de reenquadramento dos corpos de água das bacias.

As atividades iniciaram-se em julho de 2007 e, além de relatórios gerenciais de programação e andamento dos trabalhos, estão previstos:

- a) Relatório de consolidação do diagnóstico das Bacias PCJ;
- b) Cinco relatórios de subsídios para cinco *workshops*; e
- c) Relatório final contendo o Plano das Bacias PCJ 2008-2020.

O último relatório de subsídios para os *workshops* (COBRAPE, 2008) encontra-se sob análise da Câmara Técnica do Plano de Bacias dos Comitês PCJ, servindo de base para a conclusão do Relatório Final a ser apresentado para aprovação dos Comitês PCJ oportunamente.

5.1 Consolidação do Diagnóstico das Bacias PCJ

As Bacias PCJ possuem um processo de planejamento extenso, então a consolidação do diagnóstico das Bacias PCJ é resultado da análise pela COBRAPE de alguns estudos existentes com apresentação de avaliações, ponderações e conclusões sobre o respectivo conteúdo.

A análise destes estudos precedentes foi disponibilizada pela Agência PCJ e contribuiu para a orientação do Plano de Recursos Hídricos e o enquadramento dos corpos de água, a saber:

- a) Plano de Recursos Hídricos das Bacias PCJ 1994-1995 (CBH-PCJ, 1993);
- b) Relatório de Situação dos Recursos Hídricos 1993 (CBH-PCJ, 1994);
- c) Bacia do Rio Piracicaba: Estabelecimento de Metas Ambientais e Reenquadramento do Corpos de Água (SMA/CPLA, 1994);
- d) Relatório de Situação dos Recursos Hídricos 1994 (CBH-PCJ, 1995);
- e) Relatório de Situação dos Recursos Hídricos 1995 (CBH-PCJ, 1996);
- f) Plano Integrado de Aproveitamento e Controle dos Recursos Hídricos das Bacias Alto Tietê, Piracicaba e Baixada Santista (CONSÓRCIO HIDROPLAN, 1997);
- g) Relatório de Situação dos Recursos Hídricos das Bacias PCJ 2000-2001 (CETEC, 2001);
- h) Relatório da Situação dos Recursos Hídricos das Bacias PCJ 2002-2003 (IRRIGART, 2004);
- i) Plano de Bacias Hidrográficas 2004-2007 das Bacias PCJ (SHS, 2006);
- j) Relatório de Situação dos Recursos Hídricos 2004-2006 (IRRIGART, 2007); e
- j) Programa de Investimentos para a Proteção e Aproveitamento dos Recursos Hídricos das Bacias PCJ (CONSÓRCIO FIGUEIREDO FERRAZ e COPLASA, 1999).

O resumo das informações levantadas nesses estudos com referência a qualidade da água e enquadramento dos corpos de água nas Bacias PCJ está apresentado no Apêndice A.

5.2 Plano das Bacias PCJ 2008-2011

O Plano das Bacias PCJ 2008-2011 foi elaborado pela empresa STS Engenharia Ltda. considerando o conteúdo dos relatórios parciais do Plano das Bacias PCJ 2008-2020 se encontra em discussão na Câmara Técnica do Plano de Bacias dos Comitês PCJ.

Em novembro de 2008 a Agência PCJ disponibilizou também o relatório “R6 – Relatório de Subsídios para o Workshop 5” elaborado pela empresa COBRAPE, que inclui subsídios para o processo de discussão do enquadramento dos corpos de água em classes de usos nas Bacias PCJ.

O diagnóstico das bacias aborda os aspectos físicos, socioeconômicos, de uso do solo, vegetação e áreas protegidas, além da situação dos instrumentos de gestão de recursos hídricos e os principais programas existentes para as Bacias PCJ, além de análises concernentes à disponibilidade hídrica, qualidade da água, demandas e balanço hídrico resultante.

A área de abrangência dos estudos compreende a porção territorial pertencente às Bacias PCJ. Este recorte espacial possui área de 15.303,67 km², sendo 92,6% no Estado de São Paulo e 7,4% no Estado de Minas Gerais, e está detalhado na Tabela 5.1. Situada entre os meridianos 46° e 49° O e latitudes 22° e 23,5° S, apresenta extensão aproximada de 300 km no sentido Leste-Oeste e 100 km no sentido Norte-Sul.

Tabela 5.1 Áreas da Bacias PCJ (IRRIGART, 2007)

Bacias	Área – SP (km ²)	Área – MG (km ²)	Área total (km ²)	Área total (%)
Piracicaba	11.402,84	1.165,88	12.568,72	82,10
Capivari	1.620,92		1.620,92	10,60
Jundiaí	1.114,03		1.114,03	7,30
Total PCJ	14.137,79	1.165,88	15.303,67	100

As Bacias PCJ estão localizadas na borda Centro-Leste da Bacia Sedimentar do Paraná, sendo formadas por grande variedade de litologias que podem ser agrupadas em quatro grandes domínios geológicos: o embasamento cristalino, as rochas sedimentares, as rochas ígneas básicas (efusivas/intrusivas) e as coberturas sedimentares Cenozoicas.

Quanto a sua caracterização hidrogeológica, as Bacias PCJ possuem as seguintes principais unidades aquíferas:

- a) Aquífero Cristalino, com 6.884,06 km² (44,98%);
- b) Aquífero Tubarão, com 3.198,58 km² (20,90%);
- c) Aquicluda Passa Dois, com 1.219,17 km² (8,17%);
- d) Aquífero Diabásico, com 755,78 km² (4,94%);
- e) Aquífero Guarani, com 2.115,65 km² (13,82%);
- f) Aquífero Serra Geral, com 108,54 km² (0,71%);
- g) Aquífero Itaqueri (correlato ao Bauru), com 117,5 km² (0,77%); e
- h) Aquífero Cenozoico, com 873,22 km² (5,71%).

As Bacias PCJ estão inseridas em três grandes compartimentos geomorfológicos:

- a) Planalto Atlântico, situado a Leste, caracterizado pelo embasamento cristalino;
- b) Depressão Periférica, composta por sedimentos, localizada na porção Centro-Oeste das Bacias PCJ; e
- c) Cuestas Basálticas, no extremo Oeste da região.

Os principais tipos de solo encontrados são:

- a) Latossolo Vermelho Amarelo (LVA) do tipo distrófico;
- b) Latossolo Vermelho (LV), ocorrendo nas variantes vermelho-escuro distroférico, distrófico e acriférico;
- c) Gleissolo Háplico (GX) distrófico e eutrófico;
- d) Argissolo Vermelho-Amarelo (PVA) distrófico e eutrófico;
- e) Cambissolo Háplico (CX) distrófico;
- f) Planossolo Háplico (SX);
- g) Neossolo Litólico (RL);
- h) Neossolo Quartzarênico (RQ) nas variantes órtico distrófico e órtico;

i) Nitossolo Vermelho (NV).

Utilizando-se a base hidrográfica no SSD-PCJ (Sistema de Suporte à Decisão das Bacias PCJ) e a base dos limites municipais do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), determina-se os municípios totalmente inseridos nas Bacias PCJ, os municípios cuja área de drenagem encontra-se parcialmente contida nas Bacias PCJ e os municípios externos limítrofes às Bacias PCJ, representados na Tabela 5.2.

Tabela 5.2 Inserção dos municípios nas Bacias PCJ (COBRAPE, 2008)

Inserção nas Bacias PCJ	Municípios	Nº de Municípios
Totalmente Inseridos	Águas de São Pedro, Americana, Artur Nogueira, Atibaia, Bom Jesus dos Perdões, Bragança Paulista, Campinas, Campo Limpo Paulista, Capivari, Cosmópolis, Charqueada, Extrema, Holambra, Hortolândia, Iracemápolis, Ipeúna, Itapeva, Itatiba, Itupeva, Jaguariúna, Jarinu, Joanópolis, Louveira, Mombuca, Monte Alegre do Sul, Monte Mor, Morungaba, Nova Odessa, Paulínia, Pedra Bela, Pedreira, Pinhalzinho, Piracaia, Santa Bárbara d'Oeste, Santa Maria da Serra, Santa Gertrudes, Santo Antônio de Posse, Sumaré, Toledo, Tuiuti, Valinhos, Vargem, Várzea Paulista e Vinhedo	44
Parcialmente Inseridos	Amparo, Analândia, Anhembi, Cabreúva, Camanducaia, Cordeirópolis, Corumbataí, Dois Córregos, Elias Fausto, Engenheiro Coelho, Indaiatuba, Itirapina, Itu, Jundiá, Limeira, Mairiporã, Moji-Mirim, Nazaré Paulista, Piracicaba, Rafard, Rio Claro, Rio das Pedras, Saltinho, Salto, São Pedro, Sapucaí-Mirim, Serra Negra, Socorro, Tietê e Torrinha	29
Limítrofes Externos	Araras, Botucatu, Brotas, Cajamar, Cambuí, Conchal, Franco da Rocha, Francisco Morato, Gonçalves, Igaratá, Itapira, Mineiros do Tietê, Munhoz, Paraisópolis, Porto Feliz, Santa Isabel, São José dos Campos e Senador Amaral	18

Para a elaboração de prognósticos adotam-se criados cenários socioeconômicos, sendo um cenário tendencial e três cenários alternativos, com suas respectivas projeções populacionais, de áreas irrigadas e de demandas industriais, de maneira a expandir o leque de possibilidades futuras e orientar o processo de planejamento dos recursos hídricos.

O cenário tendencial é resultante das tendências de evolução populacional e demandas hídricas, considerando que as políticas e situações não irão diferir radicalmente das atuais. Trata-se de um cenário que mantém a distribuição espacial da população e de demandas existentes e também as tendências de concentração já verificadas, tais como na região dos eixos das rodovias Anhanguera e Bandeirantes.

O cenário Alternativo I considera um crescimento econômico acelerado, no qual a região das Bacias PCJ seria um polo de atração populacional, especialmente da RMS (Região Metropolitana de São Paulo).

O cenário Alternativo II resultaria de exigências ambientais mais intensas que determinariam um crescimento econômico moderado. O ritmo de crescimento da população das Bacias PCJ se daria a taxas próximas às projetadas para o município de São Paulo para a próxima década e as exigências ambientais nas Bacias PCJ funcionariam como limitantes do crescimento.

O cenário Alternativo III, por sua vez, possui uma distribuição dirigida do crescimento socioeconômico, tendo maior crescimento populacional e industrial no setor central das Bacias PCJ e um crescimento mais restrito nos setores Oeste e Leste.

Após a apresentação dos cenários socioeconômicos em diversas reuniões, foi definido pelos Comitês PCJ como cenário esperado aquele denominado cenário tendencial, com desdobramento em dois tipos de cenários: Desejável e Possível. No primeiro, considera-se a hipótese de aporte ilimitado de recursos financeiros para a efetivação do enquadramento proposto. No segundo cenário, são considerados os recursos financeiros realmente disponíveis para serem investidos, verificando-se as melhorias de qualidade da água possíveis de serem alcançadas.

5.3 Enquadramento dos corpos de água das Bacias PCJ

Por meio do Decreto nº 10.755, de 1977, o Estado de São Paulo regulamentou o enquadramento dos corpos de água do território do Estado, bem como as respectivas bacias ou sub-bacias que compreendem seus formadores e afluentes, em obediência à classificação prevista no artigo 7º do Decreto n.º 8.468, de 1976.

Os corpos de água das Bacias PCJ (Figura 5.1) foram enquadrados em sua totalidade na Classe 2, exceto:

a) Classe 1: Rio Atibainha e todos os seus afluentes até a barragem da SABESP no Município de Nazaré Paulista; Rio Cachoeira e todos os seus afluentes até a barragem da SABESP no Município de Piracaia; Rio Jaguari e todos os seus afluentes até a confluência com o Rio Jacareí, no Município de Bragança Paulista; e, Ribeirão Jundiáí-Mirim e todos os seus afluentes até a captação de água para abastecimento de Jundiáí.

b) Classe 3: Ribeirão Claro a jusante da captação de água de abastecimento para Rio Claro até a confluência com o Córrego Santa Gertrudes, no Município de Rio Claro; Ribeirão Pinheiros, afluente do Rio Atibaia, no Município de Valinhos; Ribeirão Quilombo até a confluência com o Rio Piracicaba, no Município de Americana; Ribeirão Tijuco Preto até a confluência com o Rio Piracicaba, no Município de Piracicaba; e Ribeirão dos Toledos a jusante da captação de água de abastecimento para Santa Bárbara d'Oeste até a confluência com o Rio Piracicaba, no Município de Santa Bárbara d'Oeste.

c) Classe 4: Córrego da Servidão até a confluência com o Rio Corumbataí, no Município de Rio Claro; Ribeirão Anhumas, afluente do Rio Atibaia, no Município de Campinas; Ribeirão Lavapés, afluente do Rio Jaguari, no Município de Bragança Paulista; Ribeirão Tatu, afluente do Rio Piracicaba; no trecho do Município de Limeira; Ribeirão do Piçarrão, no município de Campinas; Córrego Castanho a partir da confluência com o Córrego Japiguaçu até a confluência com o Rio Jundiáí no município de Jundiáí; e trecho do Rio Judiai a partir da confluência com o Córrego Pinheirinho ate a confluência com o Rio Tietê, no município de Salto.

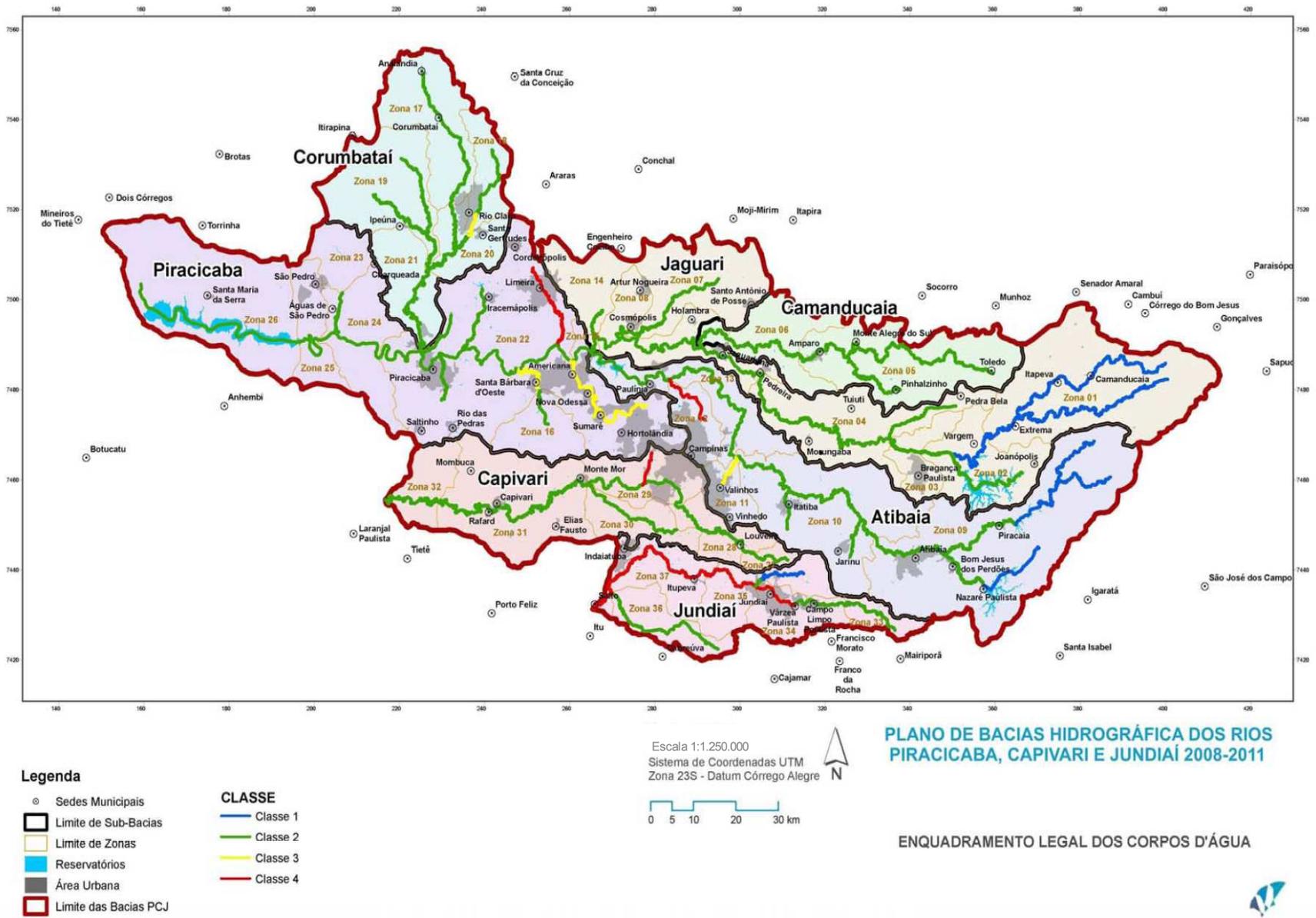


Figura 5.1 Enquadramento dos corpos de água das Bacias PCJ (STS,2008)

Observando as legislações, pode-se constatar que os usos previstos na Classe 1 da Resolução CONAMA n° 357, de 2005, são bem menos restritivos do que os previstos na Classe 1 da legislação estadual que, por suas características, aproxima-se muito mais da Classe Especial estabelecida naquela Resolução.

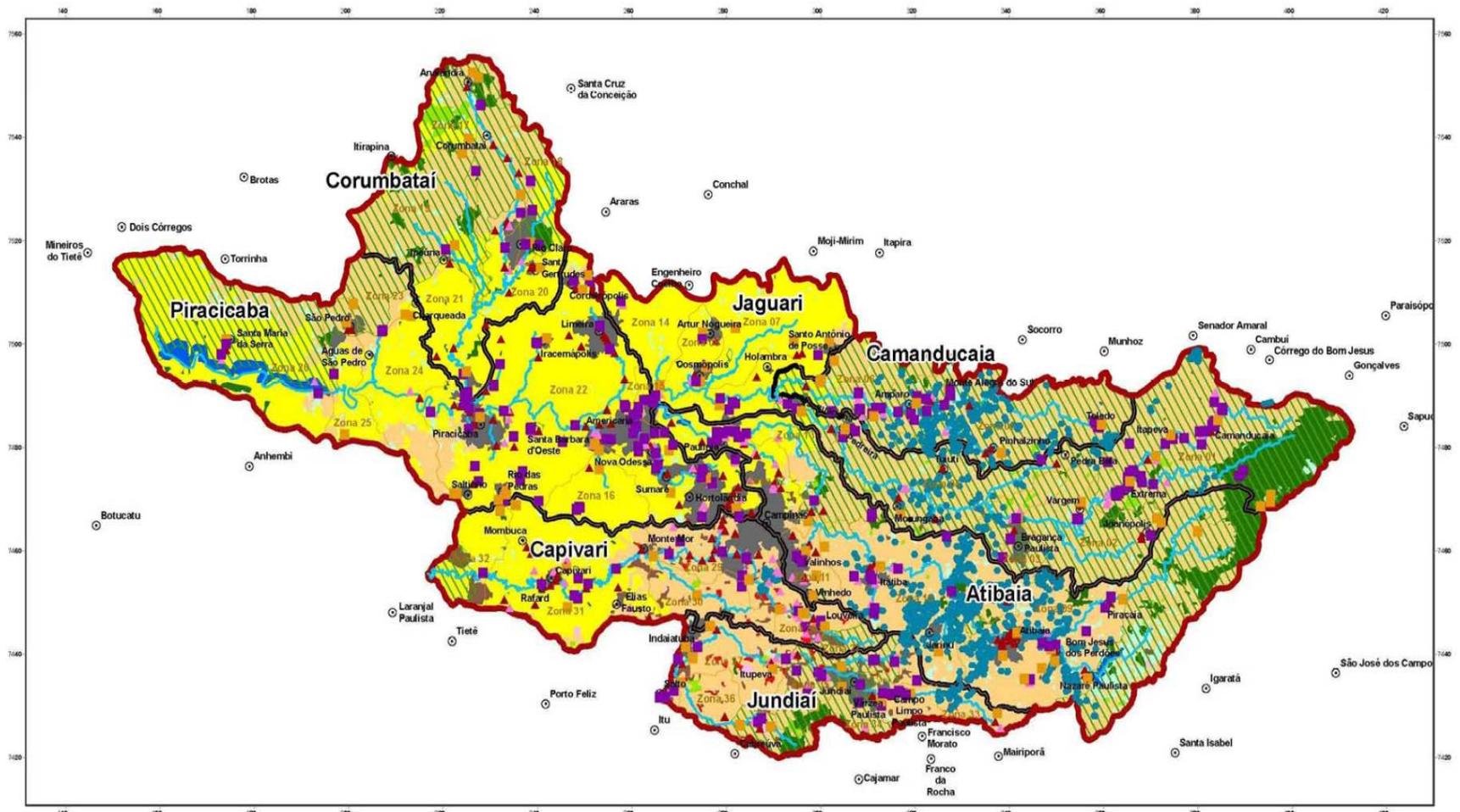
A metodologia adotada para a proposição do reenquadramento em conjunto com a elaboração do Plano de Recursos Hídricos das Bacias PCJ 2008-2020 (COBRAPE, 2008) envolve determinar a classificação por usos mais restritivos e usos preponderantes, e discutir a classificação proposta com a comunidade das Bacias PCJ.

As informações sobre os usos nas Bacias PCJ foram obtidas de diversas fontes, a saber:

- a) Cadastro Federal;
- b) Cadastro Estadual Paulista;
- c) Cadastro Estadual Mineiro;
- d) Cadastro de Irrigantes
- e) Visitas a locais de pesca amadora;
- f) Pontos de monitoramento de balneabilidade da CETESB;
- g) Pesquisa junto aos iates clubes;
- h) Mapas de Unidades de Conservação;
- i) Dados sobre navegação constantes do Plano 2004-2007, entre outras.

A Figura 5.2 apresenta o mapa de usos de acordo com os tipos previstos pela Resolução CONAMA n° 357, de 2005, que subsidiou a elaboração do mapa de classificação dos corpos de água por usos mais restritivos identificados (Figura 5.3). Sendo que os usos preponderantes foram identificados pelos técnicos da COBRAPE, resultando em um mapa de classificação de acordo com estes usos, apresentado na Figura 5.4, segundo as classes possíveis para cada uso de acordo com a Resolução citada.

Ao final das discussões, a proposta de reenquadramento deverá ser aprovada pelos Comitês PCJ, em conjunto com o Plano de Recursos Hídricos das Bacias PCJ 2008-2020, e finalmente encaminhada aos respectivos Conselhos de Recursos Hídricos para aprovação, nos termos da Lei n° 9.433, de 1997, e das respectivas legislações estaduais.



Legenda

- ⊙ Sedes Municipais
- Irrigação
- ▭ Limite de Sub-Bacias
- ▭ Limite de Zonas
- ▨ Unidade de conservação
- ▭ Limite das Bacias PCJ

USO E OCUPAÇÃO DO SOLO

- Área urbana
- Cana de açúcar
- Corpos d'água
- Culturas anuais
- Culturas perenes
- Outros
- Pastagem
- Reforestamento
- Solo exposto
- Vegetação nativa

CAPTAÇÃO

- Abastecimento público
- Industrial
- Doméstico
- Industrial

LANÇAMENTO

- ▲ Doméstico
- ▲ Industrial

Escala 1:1.250.000
 Sistema de Coordenadas UTM
 Zona 23S - Datum Córrego Alegre



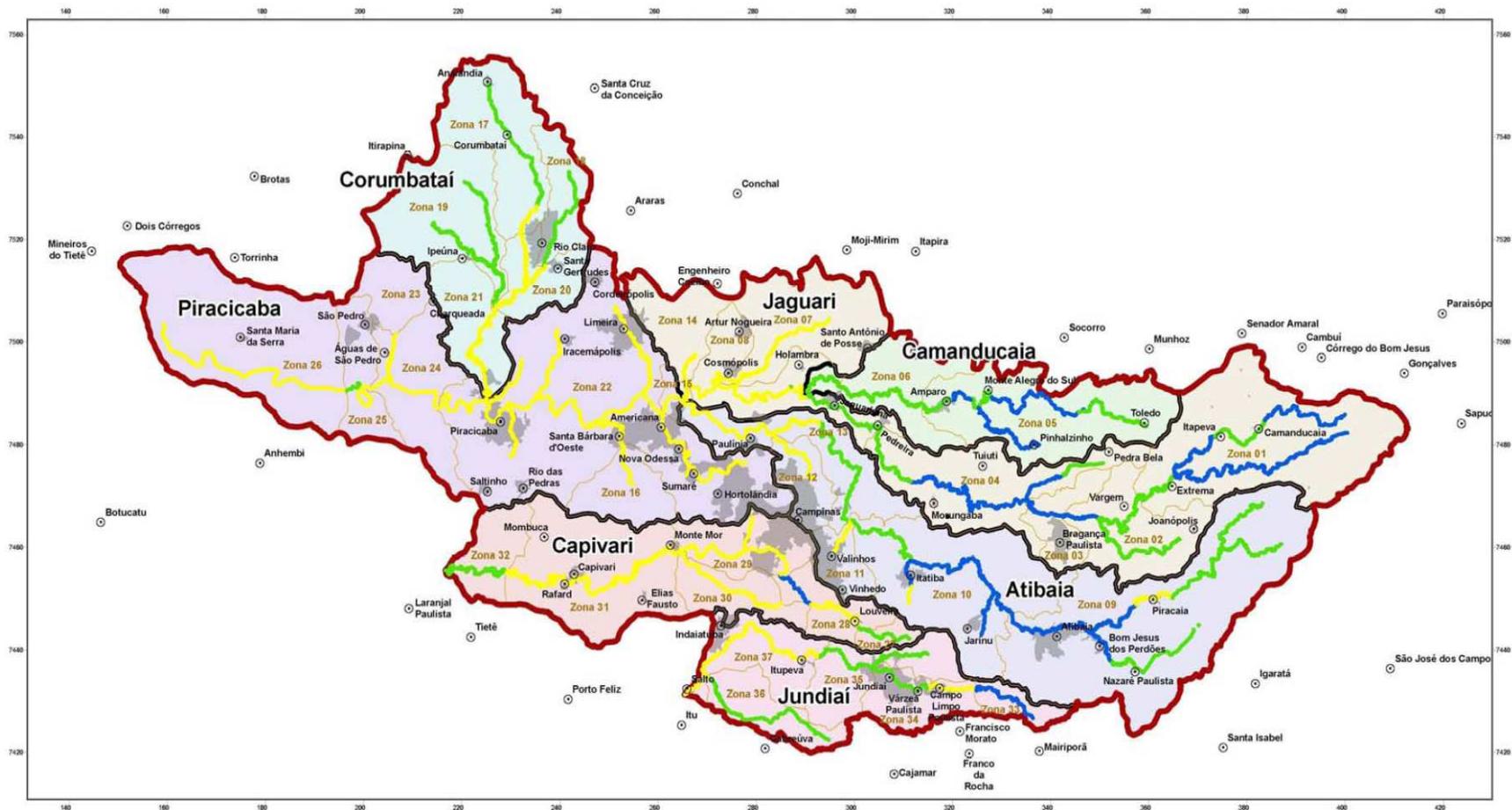
**PLANO DE BACIAS HIDROGRÁFICA DOS RIOS
 PIRACICABA, CAPIVARI E JUNDIÁ 2008-2011**

MAPA DE USOS



Comitês PCJ

Figura 5.2 Usos de recursos hídricos nas Bacias PCJ (STS,2008)



Legenda

- Sedes Municipais
- ▭ Limite de Sub-Bacias
- ▭ Limite de Zonas
- ▭ Área Urbana
- ▭ Limite das Bacias PCJ

CLASSES DE ACORDO COM USO MAIS RESTRITIVO

- classe 1
- classe 2
- classe 3

Escala 1:1.250.000
 Sistema de Coordenadas UTM
 Zona 23S - Datum Córrego Alegre



**PLANO DE BACIAS HIDROGRÁFICA DOS RIOS
 PIRACICABA, CAPIVARI E JUNDIAÍ 2008-2011**

**MAPA DE CLASSIFICAÇÃO DE CORPOS
 D'ÁGUA POR USOS MAIS
 RESTRITIVOS IDENTIFICADOS**

Figura 5.3 Classificação por usos mais restritivos das Bacias PCJ (STS,2008)

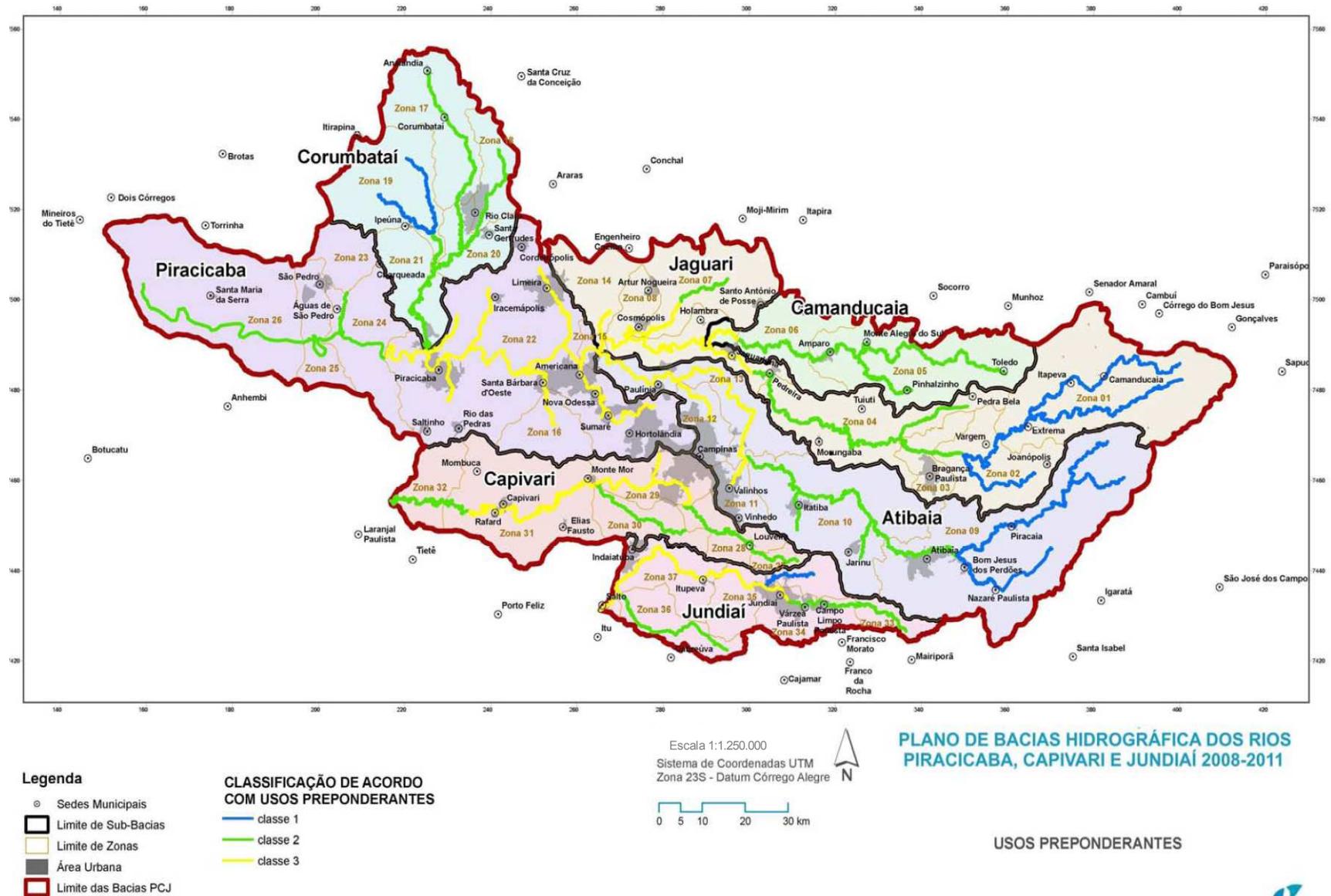


Figura 5.4 Classificação por usos preponderantes das Bacias PCJ (STS,2008)

5.4 Trechos críticos de qualidade das Bacias PCJ

O Relatório COBRAPE (2008) apresenta uma identificação dos trechos críticos das Bacias PCJ em relação a qualidade da água, baseada no Relatório de Situação 2004-2006 e nos dos relatórios anuais da CETESB e conclui que, de maneira geral, a tendência da qualidade das águas superficiais é de melhoria no desempenho do IQA, pois os investimentos estão se concentrando na área de coleta e tratamento dos esgotos sanitários.

Identificam-se como trechos críticos, os trechos dos corpos de água classificados em 2004 a 2006 com IQA “ruim” ou “péssimo” ou classificados como de classe 4 ou pior que a classe 4 da Resolução CONAMA nº 357, de 2005. Estes trechos dos corpos de água identificados como críticos são apresentados, a seguir, de acordo com a respectiva sub-bacia:

a) Sub-bacia do Piracicaba

- O trecho do rio Piracicaba entre o município de Americana e foz do rio Corumbataí, próximo ao município de Piracicaba, pois apresenta qualidade “ruim”; e

- A qualidade das águas do trecho a jusante de Piracicaba está pior do que as condições previstas para a classe 4.



Figura 5.5 Ponto PIMI02900 em outubro de 2009

b) Sub-bacia do rio Atibaia

- O trecho crítico localizado a montante do reservatório de Salto Grande e a jusante do município de Paulínia tem apresentado uma qualidade como de condição de classe 4; e

- Em toda a extensão do reservatório Salto Grande, a qualidade das águas está em condição de classe 4 (o reservatório apresenta grande potencial recreacional).



Figura 5.6 Ponto ATIB02235 em outubro de 2009



Figura 5.7 Ponto PINO03900 em outubro de 2009

c) Sub-bacia do rio Jaguari

- Define-se como crítico o trecho relativo ao município de Bragança Paulista, que apresenta condições de classe 4; e

- O trecho localizado a jusante do município de Bragança Paulista enquadra-se como de qualidade “péssima”. Após o município de Jaguariúna volta a ser considerada “boa”, até o encontro com o rio Camanducaia.



Figura 5.8 Ponto JAGR02400 em outubro de 2009



Figura 5.9 Ponto TREB02950 em outubro de 2009

d) Sub-bacia do rio Corumbataí

- Apenas um trecho foi evidenciado como crítico: o trecho do rio Corumbataí, a jusante do município de Rio Claro até a altura do município de Santa Gertrudes, mostrando-se em condições de Classe 4.



Figura 5.10 Ponto CRUM02200 em outubro de 2009

e) Sub-bacia do rio Capivari

- Pode-se identificar como trecho crítico: trecho do rio Capivari entre os municípios de Valinhos e jusante da sede de Monte Mor, encontrando-se em situação correspondente a um rio com enquadramento na condição de classe 4.



Figura 5.11 Ponto CPIV02160 em junho de 2008 (Eduardo M. P. Dantas)



Figura 5.12 Ponto CPIV02200 em outubro de 2009

f) Sub-bacia do rio Jundiáí

- O trecho de pior qualidade da água do Rio Jundiáí localiza-se próximo à foz, no município de Salto. De maneira geral, a qualidade da água piora de montante para jusante, o que se justifica pela concentração de municípios após o primeiro posto. Em termos gerais, a qualidade da água do Rio Jundiáí varia de boa a péssima, concentrando-se nas faixas de “regular” a “ruim”.

A sub-bacia do rio Camanducaia apresenta, de um modo geral, boa qualidade, não tendo sido identificados trechos críticos.

Além disso, baseado nos Relatórios de Qualidade das Águas Interiores no Estado de São Paulo disponíveis, o relatório COBRAPE (2008) levanta as seguintes considerações:

a) Os corpos de água que compõem as Bacias PCJ se encontram em uma região de alta densidade populacional, tendo como finalidade preponderante o abastecimento público. Estes mesmos corpos de água encontram-se em alto grau de eutrofização, devido às elevadas cargas de Fósforo total, decorrentes, em boa parte do lançamento de esgotos domésticos. O tratamento de esgoto doméstico é fundamental, considerando a remoção de carga orgânica e a eliminação de

nutrientes, tais como Nitrogênio e Fósforo, que causam a eutrofização e o crescimento da comunidade fitoplanctônica. As estações de tratamento de esgotos existentes, em sua maioria, contemplam apenas os tratamentos primários e secundários, que têm por característica baixa eficiência na remoção de nutrientes. Nesta regiões é fundamental considerar a implantação de tratamentos avançados.

b) Bacia do rio Capivari: o adensamento urbano na região e o expressivo aporte de esgoto doméstico no rio Capivari, afetam de forma significativa a qualidade de suas águas. Em comparação com 2006, observa-se a piora dessa qualidade motivada principalmente pelas altas concentrações de Coliformes Termotolerantes e de $DBO_{5,20}$ verificadas no monitoramento. A remoção de carga orgânica a ser promovida pelas estações de tratamento de esgotos em fase de implantação nos municípios de Louveira (a montante de Campinas), Vinhedo, Campinas e Capivari, possivelmente irá contribuir para a recuperação da qualidade de suas águas;

c) Bacia do rio Jundiá: o lançamento de esgotos domésticos sem tratamento continua causando a degradação de suas águas. As ações adotadas para a melhoria da qualidade repercutiram no compromisso de implantação de futuras estações de tratamento de esgotos nos municípios da região. Os resultados positivos de mutagenicidade no trecho Classe 4 indicam a necessidade de investigação de possíveis fontes de contaminantes que possam causar esse efeito;

d) Bacia do rio Atibaia: em 2007, a qualidade das águas do rio Atibaia no ponto de captação do município de Sumaré, a jusante de Paulínia, foi comprometida devido ao elevado potencial de formação de Trihalometanos, verificado principalmente no período chuvoso, provavelmente em decorrência da poluição proveniente da carga difusa. Recomenda-se que as estações de tratamento de água sejam orientadas quanto à possível formação desses compostos durante a cloração das águas e as implicações na saúde humana. A piora na qualidade das águas e as concentrações de contaminantes associadas aos efeitos deletérios à biota, observados no monitoramento de sedimentos no trecho de foz do Atibaia e no Reservatório de Salto grande, indicam a necessidade de diagnóstico e ampliação do monitoramento;

e) Bacia do rio Jaguari: em relação a 2006, observou-se a degradação da qualidade de suas águas, sendo que no trecho próximo às captações de Paulínia e Hortolândia e na captação de Jaguariúna essa piora foi causada pelas altas concentrações de coliformes termotolerantes e pelo elevado potencial de formação de Trihalometanos, este último gerado provavelmente em decorrência da carga difusa. Houve ocorrência de intensa floração de algas no Reservatório

Jaguari em meados de 2007;

f) Bacia do rio Piracicaba: continua com sua qualidade comprometida nas variáveis sanitárias em decorrência da falta de tratamento de esgotos domésticos. A eutrofização constatada ao longo de sua extensão tem causado significativa floração de algas, tal como ocorreu no ponto à jusante da foz do ribeirão Piracicamirim, onde suas águas são utilizadas eventualmente para o abastecimento de Piracicaba, na qual o valor encontrado para cianobactérias foi de 30.900 células/mL.

6. RESULTADOS

Em função da metodologia desta Pesquisa para a seleção de parâmetros prioritários para enquadramento de corpos de água, são aplicados índices de qualidade de água para identificar os trechos críticos das Bacias PCJ, nos quais são identificados os parâmetros que apresentam maior desconformidade em relação à respectiva Classe prevista no enquadramento dos corpos de água das Bacias PCJ.

6.1 IQA das Bacias PCJ em 2008

Com as equações do item 4.2 e os dados extraídos do Relatório de Qualidade das Águas Interiores do Estado de São Paulo 2008 (CETESB, 2009) apresentados no Apêndice B.1, calcula-se o IQA, quando disponíveis as necessárias variáveis para os pontos de coleta existentes.

A planilha de cálculo bimestral desse índice é apresentada no Apêndice B.2, com o resultado na média anual de 2008 do IQA dos pontos de coleta apresentado na Tabela 6.1.

Tabela 6.1 IQA das Bacias PCJ em 2008

Ponto	IOA
JAGR02800	57
PCAB02100	57
ATIB02010	62
JAGR02100	42
ATIB02065	56
CPIV02130	45
CPIV02160	31
JUNA02010	48
JUNA02020	39
JUNA04270	47
ATIB02030	62
CMDC02900	52
JAGR02300	54
PCAB02135	37
TATU04850	21
CPIV02060	51
CMDC02050	50
CPIV02200	33
ATIB02605	53
ATIB02800	45
JAGR02500	58
JAGR02200	59
CRUM02500	58
PCAB02192	38
PCAB02220	39
PCAB02800	43
CRUM02200	44
JUNA04900	26
CPIV02900	48
ATIB02035	62
JARI00800	83
IRIS02900	68
PCBP02500	75

Esta informação, então, é apresentada na forma de mapa (figura 6.1) no qual se pode verificar a distribuição espacial do índice ao longo dos corpos de água das Bacias PCJ.

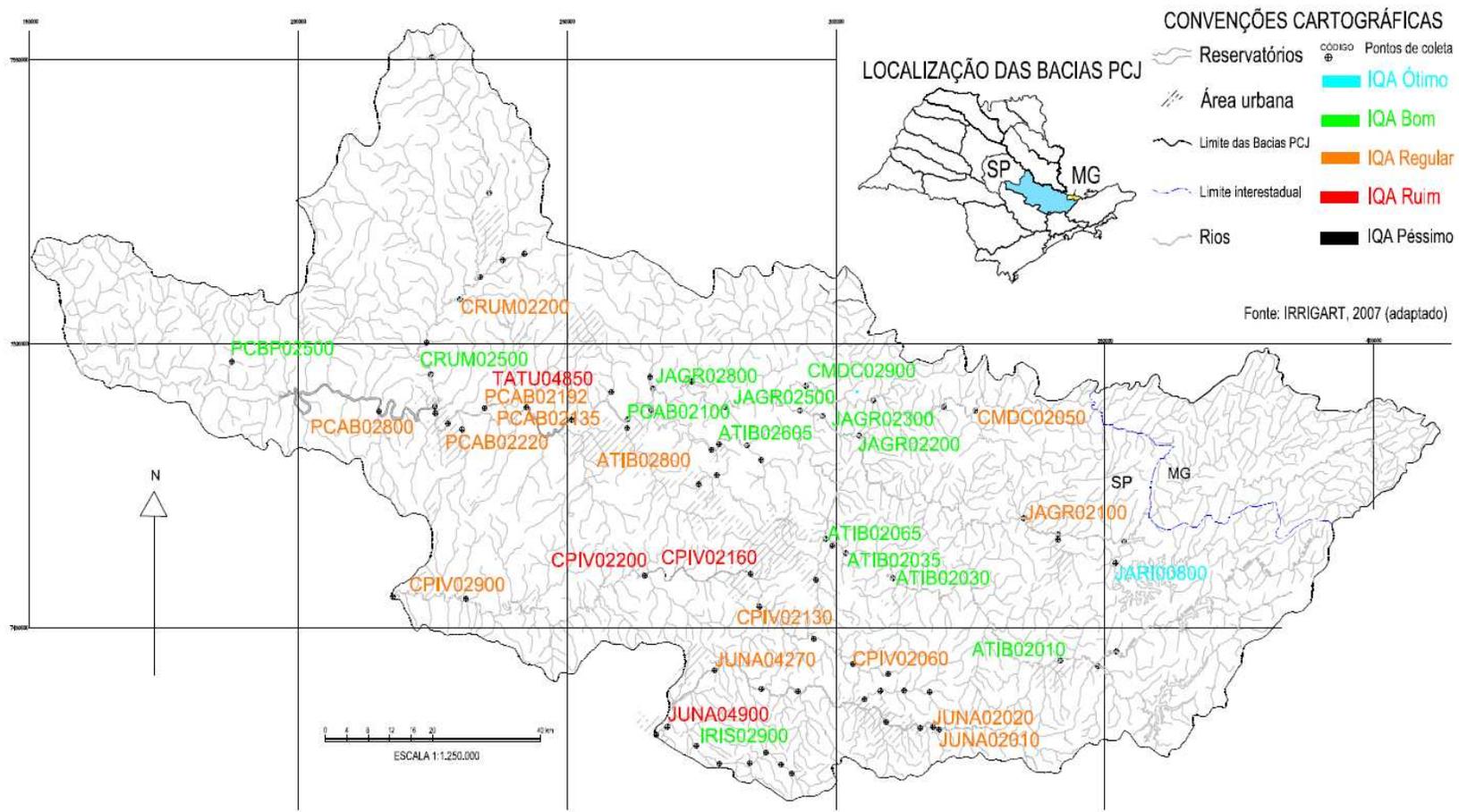


Figura 6.1 Distribuição do IQA das Bacias PCJ em 2008

6.2 ICE das Bacias PCJ em 2008

Com os dados obtidos anteriormente, também é possível calcular o ICE anual para os pontos de amostra (Tabela 6.2).

Tabela 6.2 – ICE das Bacias PCJ em 2008

Ponto	Classe	F1	F2	F3	ICE
ATIB02900	2	16,67	8,33	5,03	89
JAGR02800	2	40	14	37,56	67
PCAB02100	2	46,15	17,95	49,77	59
QUIL03900	3	47,06	15,69	86,45	42
CMDC02300	2	53,85	38,46	67,78	45
CMDC02400	2	40	30	66,25	52
CRUM02050	2	18,18	4,55	4,07	89
ATIB02010	2	37,5	15,97	20,12	74
BAIN02950	2	60	40	64,91	45
CAXO02800	2	40	16,67	76,78	49
JAGR02010	2	70	14,67	18,55	57
JAGR02100	2	41,67	20,14	30,95	68
LAPE04900	4	10	1,67	6,25	93
IRIS02100	2	46,15	16,67	80,54	46
IRIS02200	2	66,67	33,33	97,95	29
IRIS02250	2	66,67	47,22	98,86	26
IRIS02400	2	50	31,67	27,49	62
IRIS02600	2	50	19,44	46,99	59
ATIB02065	2	42,31	20	61,19	56
CPIV02130	2	53,85	24,36	61,66	51

Tabela 6.2 – ICE das Bacias PCJ em 2008(cont.)

Ponto	Classe	F1	F2	F3	ICE
CPIV02160	2	56	31,33	84,3	39
JUNA02010	2	50	23,81	87,86	40
JUNA02020	2	56,52	26,09	89,58	37
JUNA02100	2	66,67	44,44	98,26	27
CRUM02300	2	20	6,67	1,32	88
TREB02950	2	70	53,33	99,15	23
JUNA04270	4	4,35	0,72	0,02	97
ATIB02030	2	42,86	26,51	30,74	66
JUNA04190	4	10	3,33	4	93
JUNA04200	4	10	3,33	2,41	94
CMDC02900	2	39,13	21,74	49,41	62
JAGR02300	2	50	28,57	58,1	53
JAGR02400	2	66,67	27,78	85,88	35
JUMI00100	especial	40	16,67	95,58	39
CPIV02030	2	33,33	19,44	77,87	50
JUMI00250	especial	33,33	25	80,77	48
JUMI00500	especial	66,67	30,56	96,28	30
PCAB02135	2	54,17	26,39	84,19	40
PIAL02900	2	10	5	1,9	93
TATU04850	4	4,55	3,79	38,22	78
CPIV02060	2	32	15	50,1	65
CMDC02050	2	34,78	21,74	43,49	65
CMDC02100	2	33,33	26,67	76,13	50
CPIV02200	2	66,67	33,33	75,79	39
ATIB02300	2	42,86	9,52	26,72	70
ATIB02605	2	45,83	20,28	43,19	62
ATIB02800	2	60	33,33	66,83	45
JAGR02500	2	48	18,67	31,68	65
NUMA04900	4	0	0	0	100
JAGR02200	2	28,57	17,86	57,32	62

Tabela 6.2 – ICE das Bacias PCJ em 2008(cont.)

Ponto	Classe	F1	F2	F3	ICE
CRUM02500	2	32	12,9	28,2	74
CRUM02900	2	50	28,33	77,96	44
PCAB02192	2	50	21,53	71,28	48
PCAB02220	2	40,74	20,99	57,94	57
PCAB02300	2	33,33	5,71	4,16	80
PCAB02800	2	41,67	19,44	56,22	58
PIMI02900	2	50	36,11	88,27	38
CPIV02700	2	66,67	63,89	98,6	22
CRUM02100	2	37,5	9,38	28,77	72
CRUM02200	2	39,13	20,29	86,87	44
LARO02900	2	33,33	14,81	31,89	72
JUNA04700	4	16,67	2,78	0,15	90
JUNA04900	4	4,35	1,45	12,78	92
GERT02200	2	16,67	11,11	13,27	86
GERT02500	2	28,57	7,14	1,39	83
QUIL03200	3	28,57	23,81	70,57	54
TIJU02900	2	37,5	35,42	83,59	45
CPIV02900	2	50	25	36,69	61
ATIB02035	2	50	30,21	83,25	41
PINO03900	3	33,33	25	88,45	44
JUNA04150	4	16,67	13,89	22,78	82
CPIV02100	2	66,67	52,78	99,75	24
PINO02100	2	33,33	33,33	98,63	37
JAGR00002	especial	30	18,33	80,55	49
JARI00800	especial	16	5,33	6,43	90
IRIS02900	2	25	8,33	9,23	84
JUMI00800	especial	35,71	26,83	97,76	38
PCBP02500	2	32	10	18,16	78

Para uma melhor visualização é apresentado mapa das Bacias PCJ (Figura 6.2) com a distribuição espacial do índice ao longo dos corpos de água.

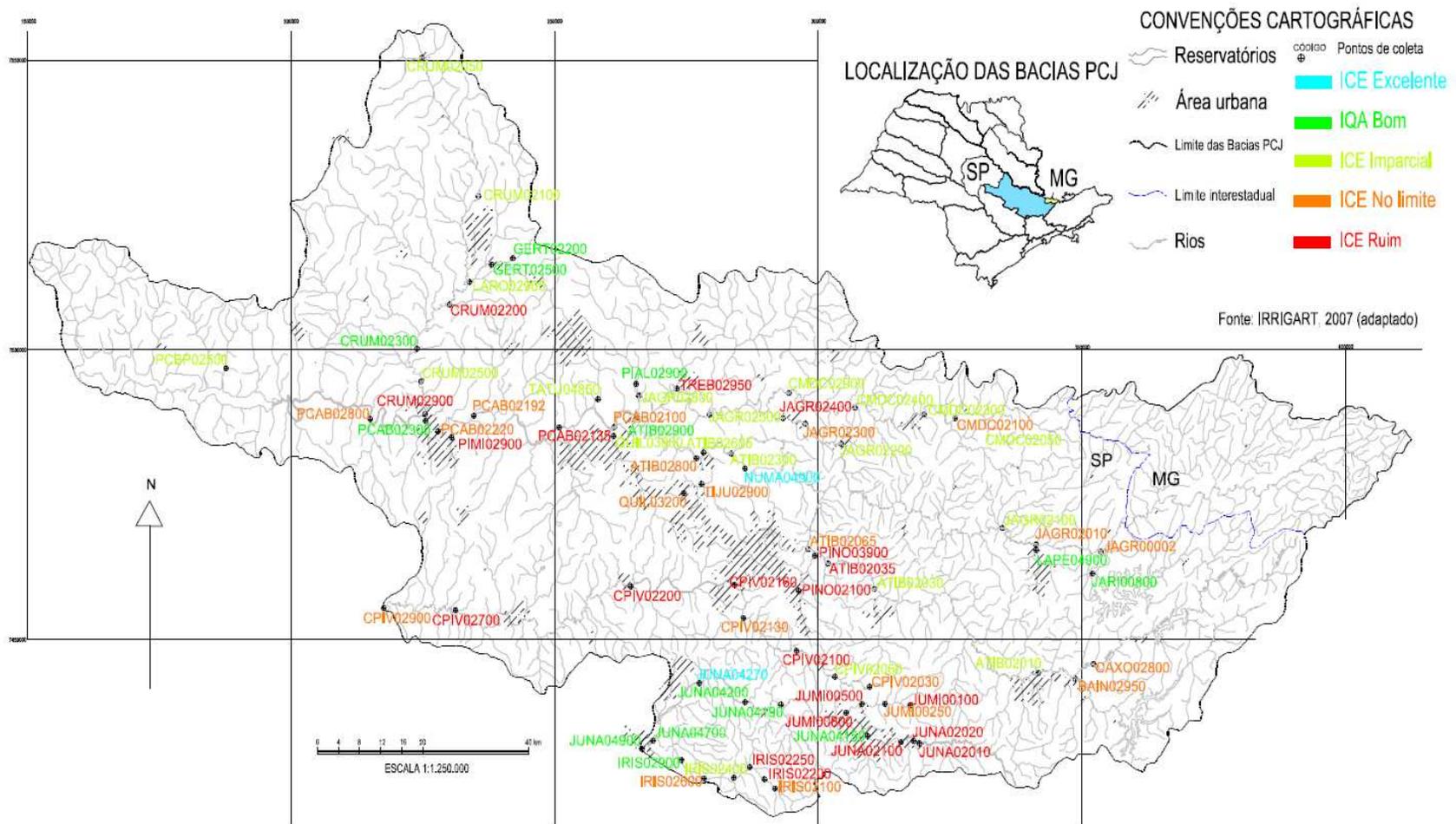


Figura 6.2 Distribuição do ICE das Bacias PCJ em 2008

6.3 Pontos Críticos das Bacias PCJ em 2008

Para esta Pesquisa adota-se o critério de criticidade em relação aos índices de qualidade da água calculados para o ano de 2008 das Bacias PCJ (Tabela 6.3), na seguinte ordem:

a) Os pontos de coleta que apresentam ICE ruim ($ICE \leq 44$) e, também, IQA ruim ($IQA \leq 36$), em ordem crescente do ICE calculado; e

b) Os pontos de coleta que apresentam ICE ruim ($ICE \leq 44$) e cujo IQA é melhor que regular ou não pode ser calculado pela ausência de valores para as variáveis necessárias, também em ordem crescente do ICE calculado.

Tabela 6.3 Pontos críticos das Bacias PCJ em 2008

Ordem	Ponto	ICE	IQA
1	CPIV02160	39	31
2	CPIV02200	39	33
3	CPIV02700	22	
4	TREB02950	23	
5	CPIV02100	24	
6	IRIS02250	26	
7	JUNA02100	27	
8	IRIS02200	29	
9	JUMI00500	30	
10	JAGR02400	35	
11	PINO02100	37	
12	JUNA02020	37	39
13	PIMI02900	38	
14	JUMI00800	38	
15	JUMI00100	39	
16	JUNA02010	40	48
17	PCAB02135	40	37
18	ATIB02035	41	62
19	QUIL03900	42	
20	PINO03900	44	
21	CRUM02200	44	44

Merece destaque que os pontos relativos ao ribeirão Tatu, próximo a sua foz no rio Piracicaba, e o rio Jundiá, próximo a sua foz no rio Tietê, ainda que apresentem um IQA considerado como ruim, possuem ICE considerado imparcial e excelente, respectivamente, uma vez que estão enquadrados na Classe 4 da Resolução CONAMA nº 357, de 2005.

6.4 Variação acumulada dos parâmetros nos pontos críticos

Com as informações de qualidade do ano de 2008 disponíveis para as Bacias PCJ, pode-se aferir os parâmetros que apresentam maior desconformidade com os padrões estabelecidos para as respectivas classes de uso constantes da Resolução CONAMA nº 357, de 2005.

Assim, tendo por base a metodologia utilizada para a composição do ICE, obtêm-se os valores relativos ao ano de 2008 do desvio acumulado das variações por parâmetro, denominado dac_{par} , dos pontos considerados críticos. Ou seja, a somatória das variações apresentadas nas Equações 4.25 e 4.26 do item 4.5 desta Pesquisa, por parâmetro segundo a Equação 6.1.

$$dac_{par} = \sum_{i=1}^n \text{variações}_i \quad \text{Equação 6.1}$$

Em que n é o número de amostras do parâmetro que apresentaram desconformidades no período.

Para facilitar a comparação entre os diversos parâmetros que apresentam desconformidades nos pontos críticos em 2008, essas informações estão apresentadas na forma de gráficos com escala fixa no limite de até $dac_{par}=500$, uma vez que, para esta Pesquisa, a identificação dos parâmetros prioritários se dá particularmente para desvios acumulados na faixa de 10 a 30 vezes o padrão estabelecido na respectiva classe. Assim, são apresentados os resultados obtidos para os pontos de coleta das Bacias PCJ nas figuras a seguir:

a) Código do Ponto: 00SP05244CPIV02160 - Classe: 2 - Local: Rio Capivari, na estrada de terra que liga Campinas a Monte Mor (Figura 6.3).

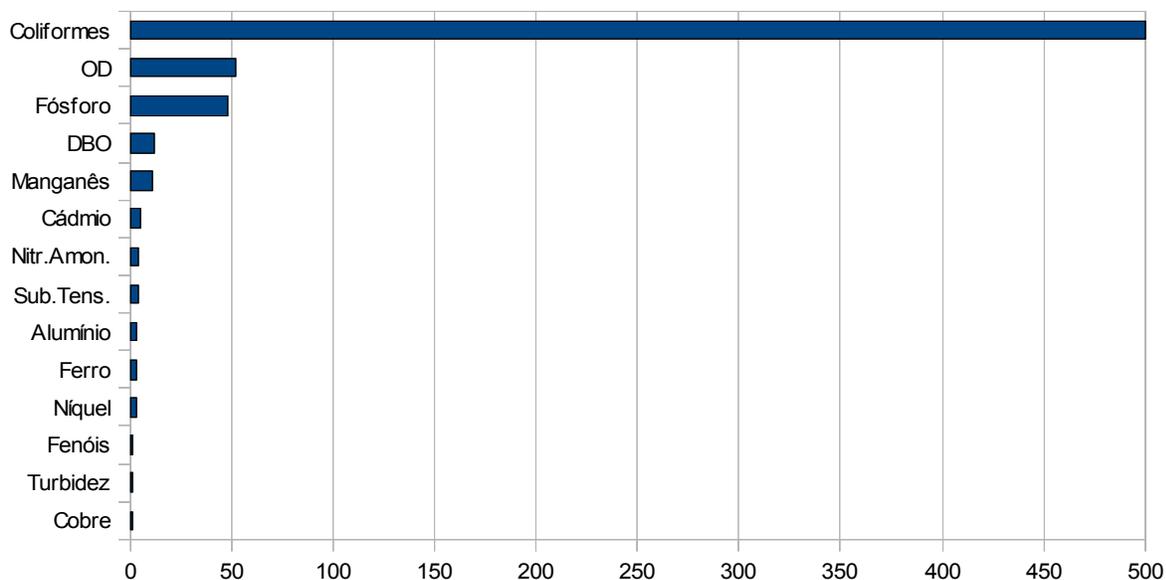


Figura 6.3 Variação dos parâmetros no ponto CPIV02160

b) Código do Ponto: 00SP05465CPIV02200 - Classe: 2 - Local: Rio Capivari, ponte de madeira na estrada que liga Monte Mor a Fazenda Rio Acima (Figura 6.4).

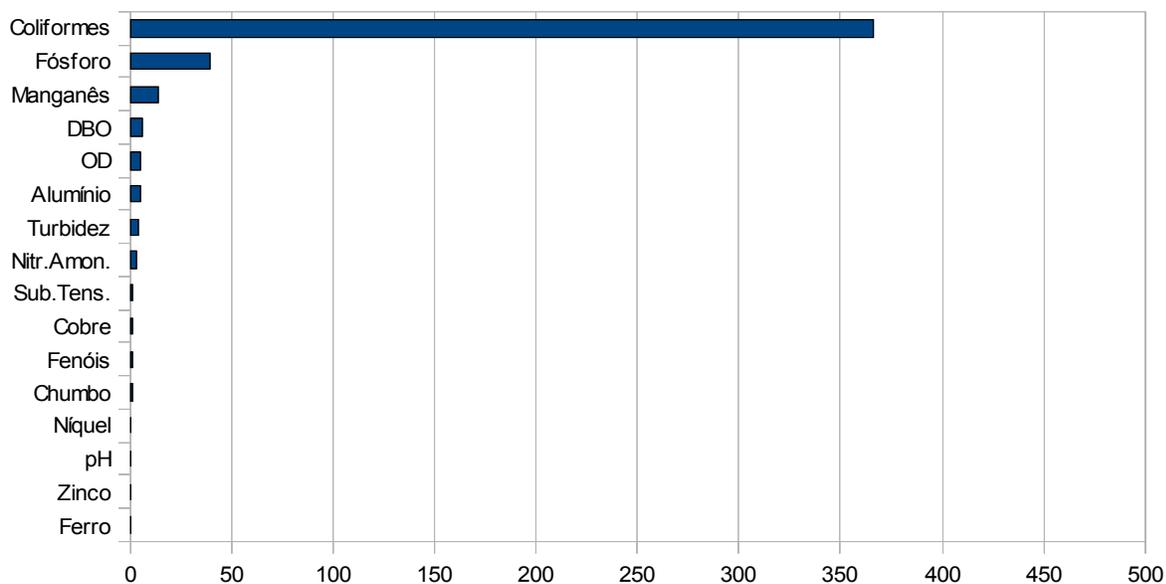


Figura 6.4 Variação dos parâmetros no ponto CPIV02200

c) Código do Ponto: 00SP05569CPIV02700 - Classe: 2 - Local: Rio Capivari, ponte na Represa da Usina São Paulo (Figura 6.5).

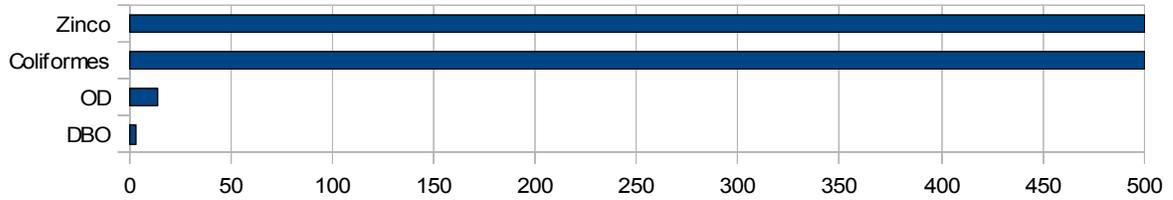


Figura 6.5 Variação dos parâmetros no ponto CPIV02700

d) Código do Ponto: 00SP05276TREB02950 - Classe: 2 - Local: Ribeirão Três Barras, na foz com o Rio Pirapitingui (Figura 6.6).

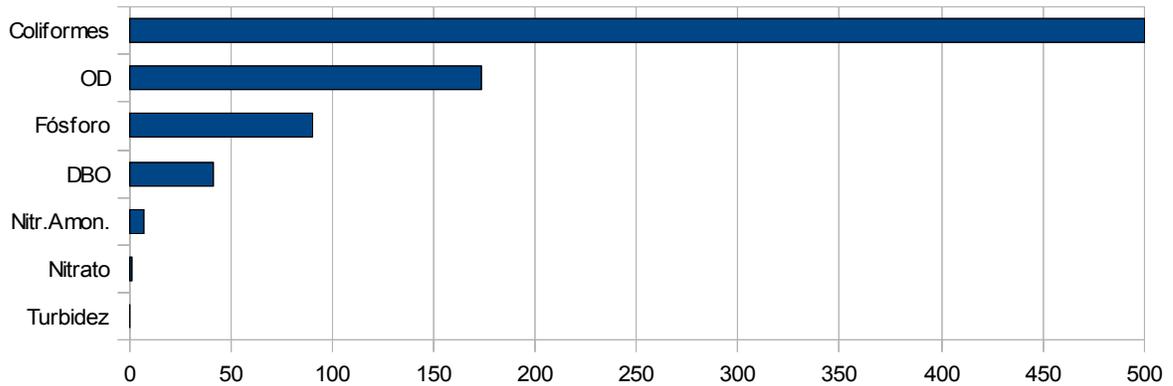


Figura 6.6 Variação dos parâmetros no ponto TREB02950

e) Código do Ponto: 00SP05714CPIV02100 – Classe: 2 - Local: Rio Capivari, no condomínio São Joaquim, em Vinhedo (Figura 6.7).

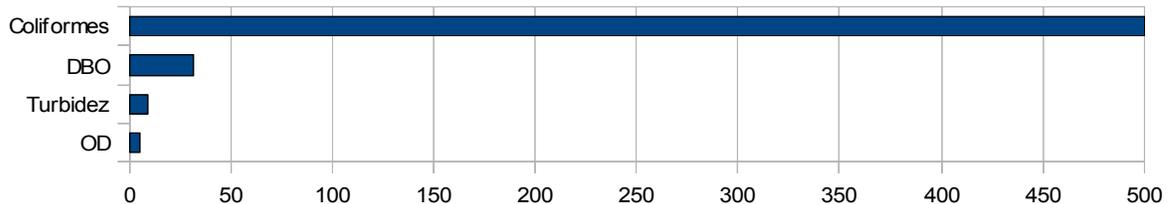


Figura 6.7 Variação dos parâmetros no ponto CPIV02100

f) Código do Ponto: 00SP05233IRIS02250 - Classe: 2 - Local: Rio Piraí, na estrada de terra, antes da indústria BIC (Figura 6.8).

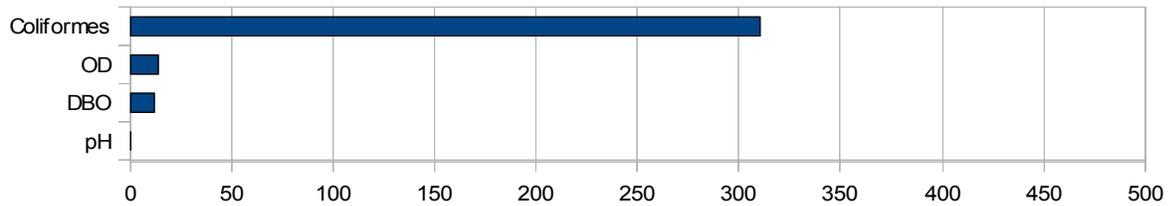


Figura 6.8 Variação dos parâmetros no ponto IRIS02250

g) Código do Ponto: 00SP05245JUNA02100 - Classe: 2 - Local: Rio Jundiá, na Estrada da Várzea, número 3001 (Figura 6.9).

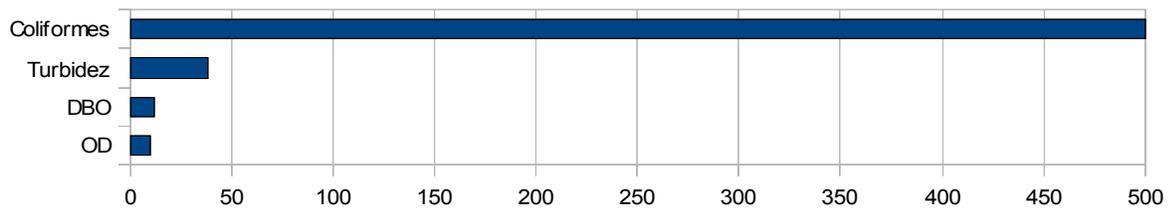


Figura 6.9 Variação dos parâmetros no ponto JUNA02100

h) Código do Ponto: 00SP05233IRIS02200 - Classe: 2 - Local: Rio Piraí, na ponte da Rodovia Marechal Rondon, em frente a indústria Crown Cork (Figura 6.10).

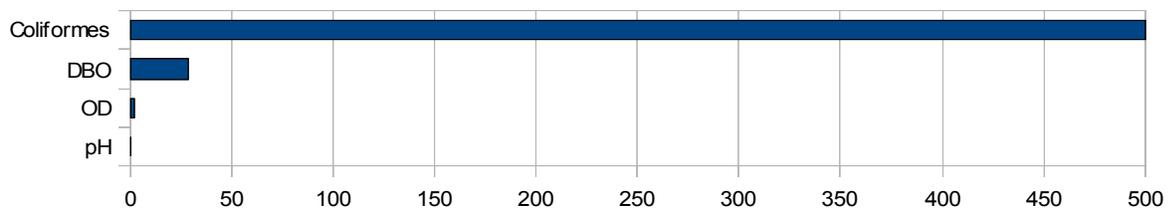


Figura 6.10 Variação dos parâmetros no ponto IRIS02200

i) Código do Ponto: 00SP05407JUMI00500 - Classe: Especial - Local: Ribeirão Jundiá-Mirim, na ponte a jusante da indústria Cereser (Figura 6.11).

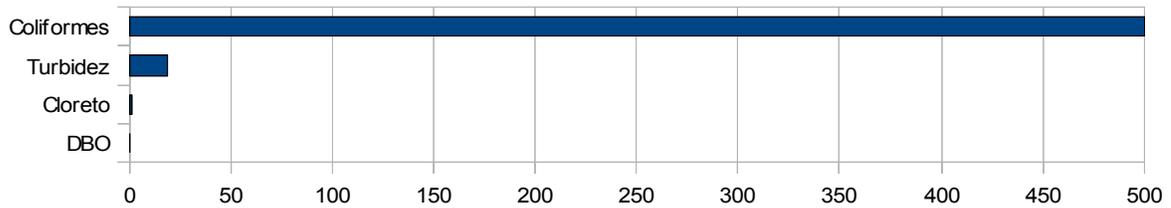


Figura 6.11 Variação dos parâmetros no ponto JUMI00500

j) Código do Ponto: 00SP05395JAGR02400 - Classe: 2 - Local: Rio Jaguari, na ponte da rodovia SP-340 (Figura 6.12).

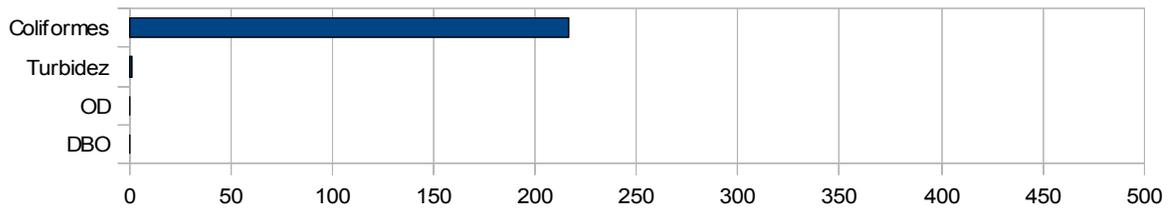


Figura 6.12 Variação dos parâmetros no ponto JAGR02400

k) Código do Ponto: 00SP05714PINO02100 - Classe: 2 - Local: Ribeirão Pinheiros, na ponte a montante da Estação de Tratamento de Esgotos de Vinhedo, paralelamente a das Rodovia dos Andradas, no trecho urbano de Vinhedo (Figura 6.13).

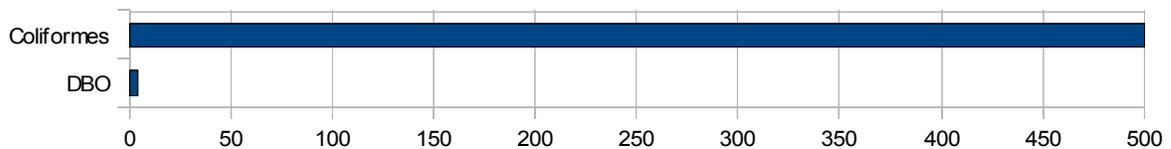


Figura 6.13 Variação dos parâmetros no ponto PINO02100

l) Código do Ponto: 00SP05245JUNA02020 - Classe: 2 - Local: Rio Jundiaí, na ponte da Av. Aderbal da Costa Madeira, cinquenta metros a jusante do lançamento da indústria siderúrgica Krupp (Figura 6.14).

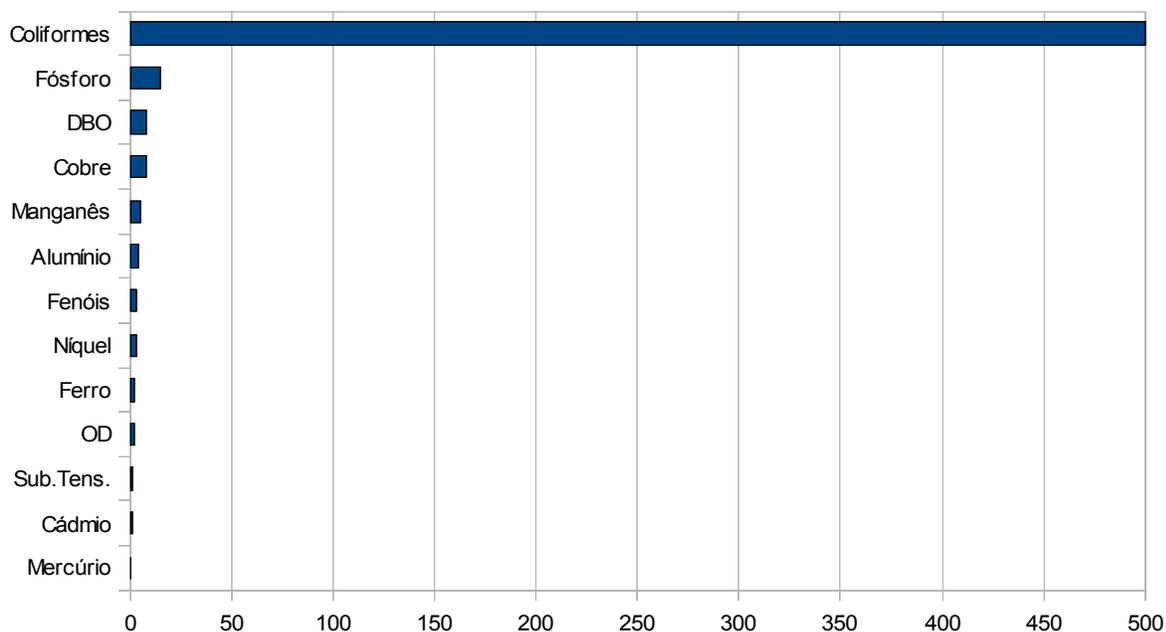


Figura 6.14 Variação dos parâmetros no ponto JUNA02020

m) Código do Ponto: 00SP05535PIMI02900 - Classe: 2 - Local: Ribeirão Piracicamirim, na foz com o Rio Piracicaba (Figura 6.15).

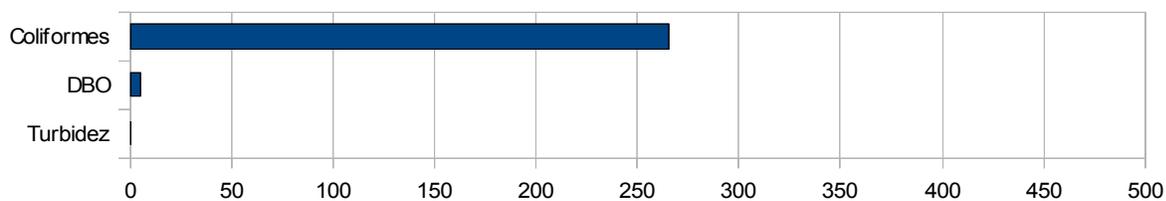


Figura 6.15 Variação dos parâmetros no ponto PIMI02900

n) Código do Ponto: 01SP05407JUMI00800 - Classe: Especial - Local: Ribeirão Jundiá-Mirim, na captação do município de Jundiá (Figura 6.16).

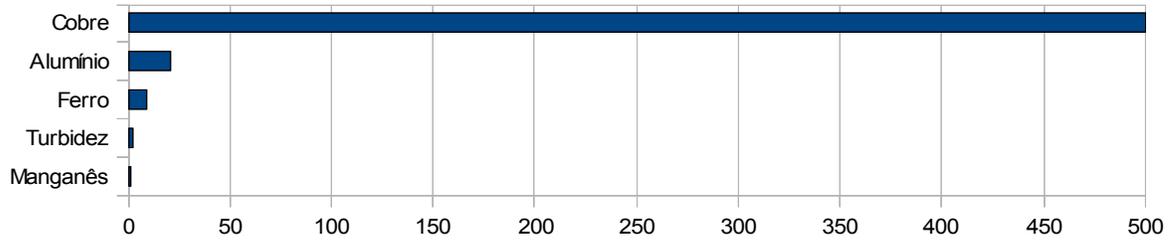


Figura 6.16 Variação dos parâmetros no ponto JUMI00800

o) Código do Ponto: 00SP05400JUMI00100 - Classe : Especial - Local: Ribeirão Jundiá-Mirim, no bairro Pitangal, município de Jarinu (Figura 6.17).

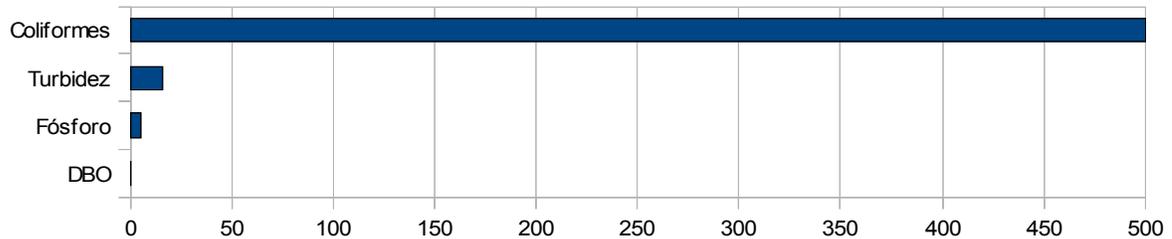


Figura 6.17 Variação dos parâmetros no ponto JUMI00100

p) Código do Ponto: 00SP05245JUNA02010 - Classe: 2 – Local: Rio Jundiá, na captação do município de Campo Limpo Paulista (Figura 6.18).

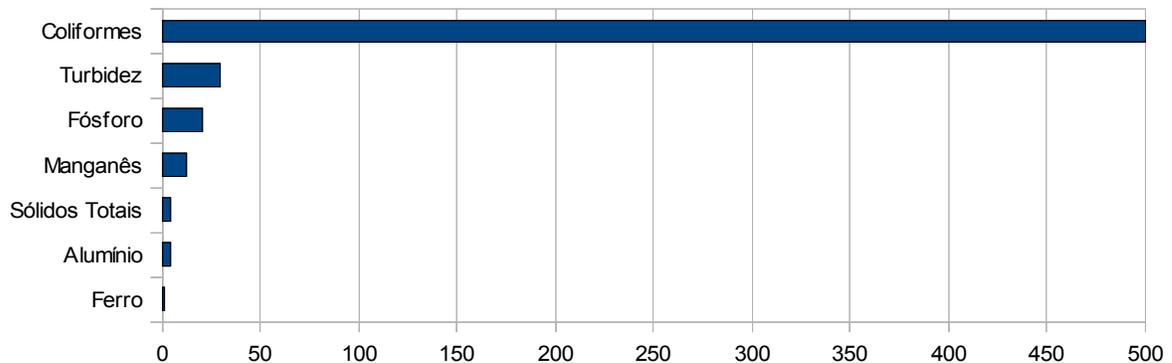


Figura 6.18 Variação dos parâmetros no ponto JUNA02010

q) Código do Ponto: 00SP05417PCAB02135 - Classe: 2 - Local: Rio Piracicaba, na ponte de concreto da estrada Americana-Limeira, na divisa de Limeira e Santa Bárbara d'Oeste (Figura 6.19).

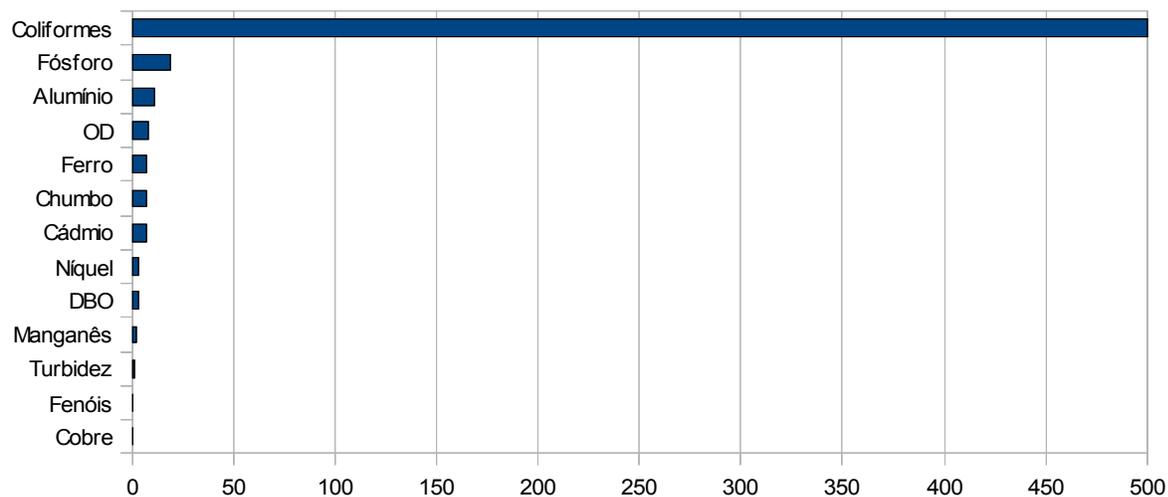


Figura 6.19 Variação dos parâmetros no ponto PCAB02135

r) Código do Ponto: 00SP05708ATIB02035 - Classe: 2 - Local: Rio Atibaia, na captação do município de Valinhos (Figura 6.20).

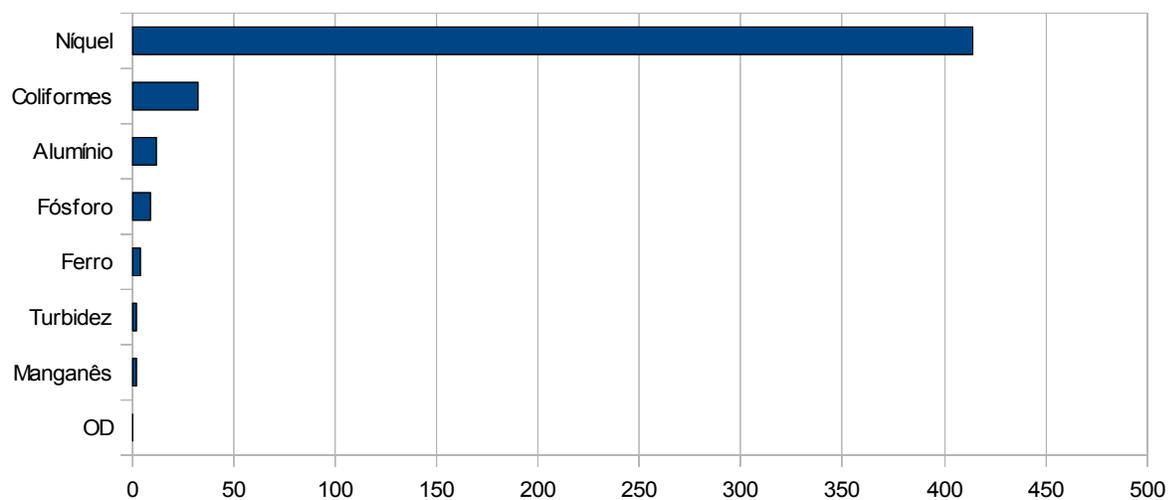


Figura 6.20 Variação dos parâmetros no ponto ATIB02035

s) Código do Ponto: 00SP05165QUIL03900 - Classe: 3 - Local: Ribeirão Quilombo, na foz com o Rio Piracicaba, próximo a Estação de Tratamento de Esgotos de Americana, no bairro Carioba (Figura 6.21).

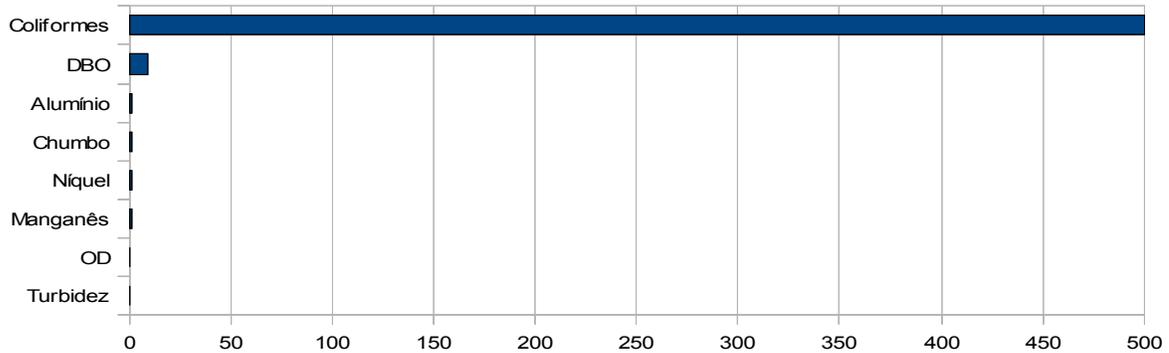


Figura 6.21 Variação dos parâmetros no ponto QUIL03900

t) Código do Ponto: 00SP05708PINO03900 - Classe: 3 - Local : Ribeirão Pinheiros, na ponte da marginal paralela à Rodovia Dom Pedro (sentido Campinas), próximo à foz no Rio Atibaia (Figura 6.22).

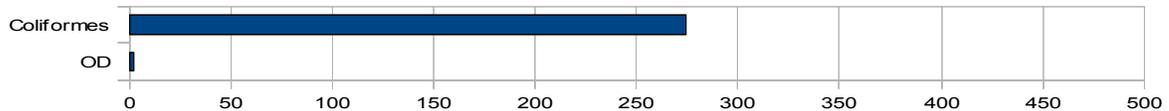


Figura 6.22 Variação dos parâmetros no ponto PINO03900

u) Código do Ponto: 00SP05587CRUM02200 - Classe: 2 - Local : Rio Corumbataí, na ponte da Estrada. Assistência/Paraisolândia (Figura 6.23).

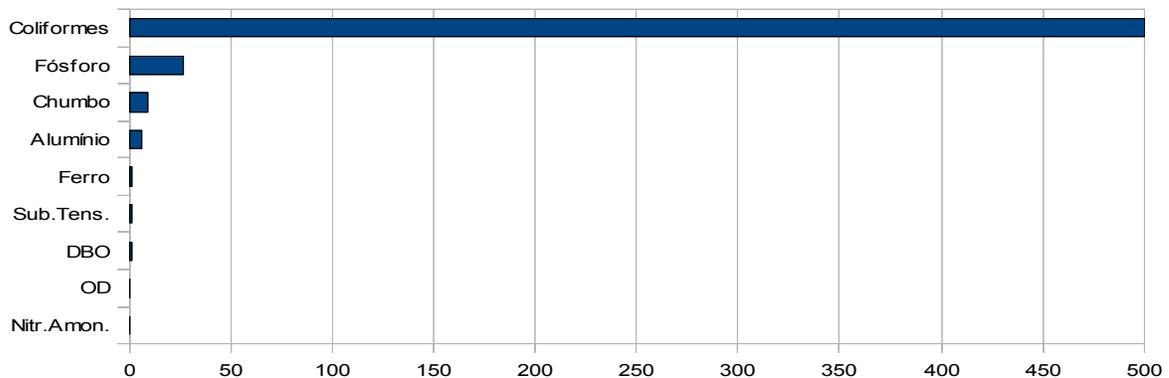


Figura 6.23 Variação dos parâmetros no ponto CRUM02200

6.5 Parâmetros prioritários e usos da água nas Bacias PCJ

A variação acumulada dos parâmetros nos pontos de coleta críticos indica a necessidade de inclusão dos mesmos como parâmetros prioritários para o enquadramento dos corpos de água em classes de uso das Bacias PCJ.

Analisando-se a presença de variação acumulada dos parâmetros nos pontos de coleta críticos, constata-se que os seguintes parâmetros comprometeram a qualidade da água das Bacias PCJ em 2008:

- a) Praticamente na totalidade dos pontos de coleta: Coliformes termotolerantes;
- b) Em aproximadamente metade dos pontos de coleta: DBO_{5,20}, OD e Fósforo; e
- c) Por volta de um quarto dos pontos de coleta: Turbidez, Alumínio e Manganês.

Outros parâmetros apresentam desconformidades em até 3 pontos de coleta, tais como Nitrogênio Amoniacal, Ferro, Cobre, Níquel, Chumbo, Cádmiio, Cobre, Zinco, sólidos totais, substâncias tensoativas e Fenóis, e, portanto, podem ser considerados como casos isolados que merecem atenção particular do órgãos ambientais das Bacias PCJ.

Todavia, merecem destaque as seguintes desconformidades:

- a) Níquel, no ponto próximo à captação do município de Valinhos no rio Atibaia;
- b) Cobre, no ponto próximo à captação do município de Jundiaí no ribeirão Jundiaí-Mirim; e
- c) Zinco, na represa da Usina São Paulo no rio Capivari.

Uma vez conhecidas as desconformidades, segundo Zuffo *et al.* (2002), é necessário relacioná-las as possíveis fontes de poluição, que, quando comparadas com à lista de atividades ocorrentes na região, fornecem a provável relação de causa e efeito da degradação da qualidade da água (Tabela 6.4).

Tabela 6.4 – Usos associados aos parâmetros prioritários

Parâmetros prioritários	Usos associados
Coliformes termotolerantes	Agricultura e produção animal, aterro de resíduos industriais, aterro de resíduos urbanos, curtume, esgoto doméstico, frigorífico e abatedouro, granjas de suínos, hospitais e congêneres, indústria de Cimento e Amianto, lixão, tinturaria
DBO _{5,20} e OD	Agricultura e produção animal, aterro de resíduos industriais, aterro de resíduos urbanos, beneficiamento de cereais, cerâmica e colorificios, curtume, esgoto doméstico, frigorífico e abatedouro, granjas de suínos, hospitais e congêneres, indústria de alimentos, indústria de laticínios, lixão, oleodutos e gasodutos, postos de combustíveis, tinturaria
Fósforo	Agricultura e produção animal, aterro de resíduos industriais, aterro de resíduos urbanos, esgoto doméstico, frigorífico e abatedouro, granjas de suínos, hospitais e congêneres, indústria de alimentos, indústria de fertilizantes, indústria de laticínios, lixão
Turbidez	Esgoto doméstico, erosão acelerada, uso inadequado do solo, mineração, movimentação de terra, beneficiamento de minério
Alumínio	Produção de energia (Gás, Nuclear, etc.), Estação de Tratamento de Água, indústria de alimentos, indústria de medicamentos, indústria de metais não-ferrosos, minerações, indústria de produtos metálicos e máquinas
Manganês	Aterro de resíduos industriais, aterro de resíduos urbanos, beneficiamento de Carvão, beneficiamento de minério, depósito de rejeitos piritosos, drenagem de áreas de lavra, drenagem de mineração de Carvão, indústria de metais não-ferrosos, indústria de papel, indústria química orgânica em geral, indústria siderúrgica, indústria de vidros, lixão, minerações, indústria de produtos metálicos e máquinas

6.5.1 Coliformes termotolerantes

Incluem-se no grupo coliforme, segundo o *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, todas as bactérias aeróbias ou anaeróbias facultativas, gram negativas, não esporuladas e na forma de bastonete, as quais fermentam a lactose com formação de gás dentro de 48 horas a 35°C.

Segundo Moura *et al.* (2009) o grupo inclui cerca de 20 espécies, dentre as quais

encontram-se as bactérias do trato gastrintestinal de humanos e outros animais endotérmicos e também diversos gêneros de bactérias não entéricas, como *Serratia* e *Aeromonas*. Além dos coliformes totais, esse grupo de bactérias apresenta espécies atualmente chamadas de Coliformes termotolerantes ou Coliformes a 45°C, um grupo capaz de fermentar a lactose com produção de gás, entre 24 e 48 horas a temperaturas entre 44,5°C a 45,5°C, conhecidos pelo menos três gêneros: *Escherichia*, *Enterobacter* e *Klebsiella*.

Uma das vantagens principais dos Coliformes termotolerantes como indicadores de poluição reside no fato do seu número na água estar correlacionado no tempo com o decréscimo das bactérias patogênicas intestinais.

Portanto, a determinação da concentração dos coliformes assume importância como parâmetro indicador do lançamento de esgotos sanitários *in natura* e da possibilidade da existência de microrganismos patogênicos e que transmitem doenças tais como: febre tifoide, febre paratifoide, disenteria bacilar e cólera.

Contudo, os padrões adotados tem gerado dúvidas entre os especialistas considerando a alta variação da presença dos organismos nos corpos de água, especialmente relacionada a estação do ano. Geralmente há um aumento na contagem na estação de verão quando comparada ao inverno, devido a ocorrência de um índice pluviométrico maior, como com carreamento dos microrganismos presentes no entorno dos mananciais, ocorrendo uma possível contaminação de forma mais intensa, bem como variação na temperatura da água (MOURA *et al.*, 2009).

Como exemplo, as prováveis causas de impactos nos recursos hídricos relativas ao parâmetro Coliformes identificadas em Cotia no estudo de Zuffo *et al.* (2002) são:

- a) Fauna silvestre e animais de criação; e
- b) Despejos de esgotos de pequenos centros urbanos.

6.5.2 DBO_{5,20}

Parâmetro usual para a medida da poluição orgânica, o DBO_{5,20} é a quantidade de oxigênio necessária para que microrganismos aeróbios mineralizem a matéria orgânica carbonada de uma amostra, incubada a 20°C por cinco dias.

O lançamento de matéria orgânica biodegradável nos corpos de água pode ser aferido por este parâmetro, com origem mais frequente no esgoto doméstico. Contudo, outras atividades principalmente relacionadas com a industrialização de alimentos e produtos de origem animal também podem contribuir para o aumento da matéria orgânica disponível.

Portanto, pode-se aferir que o indicador DBO_{5,20} guarda estreita relação com o parâmetro Coliformes termotolerantes com referência as prováveis fontes poluidoras, principalmente o lançamento de esgotos sanitários.

6.5.3 OD

O índice OD, em mg/L, é a quantidade de oxigênio dissolvido na água e é um dos mais importantes para a avaliação da capacidade de um corpo de água em suportar atividade biológica de organismos aquáticos. Nas águas naturais de superfície seu valor apresenta grande variação, contudo um teor de 5 a 6 mg/L já é o suficiente para suportar uma população variada de peixes.

O oxigênio dissolvido na água origina-se de duas fontes: do oxigênio da atmosfera dissolvido diretamente e no oxigênio proveniente da fotossíntese de plantas aquáticas, sendo influenciado pelos seguintes fatores: temperatura, altitude, velocidade e tipo de fluxo da água, estação do ano, quantidade de matéria em suspensão, quantidade de nutrientes, profundidade, mata ciliar e poluição.

Uma grande parte da poluição que é lançada nos corpos de água é composta de matéria

orgânica proveniente dos esgotos domésticos. A decomposição desta matéria orgânica pelas bactérias aeróbicas leva à diminuição do oxigênio dissolvido e a consequente morte da vida aquática. O lançamento do esgoto *in natura*, isto é, não tratado, responde por alto índice de mortalidade de peixes em nossos rios.

6.5.4 Fósforo

O Fósforo na água pode se apresentar de diversas formas, sendo a mais importante para o metabolismo biológico o ortofosfato. Este elemento químico é um nutriente e não traz problemas de ordem sanitária para a água, pois não são encontrados relatos de toxicidade em indivíduos do meio aquático e seres humanos.

A presença de Fósforo nas águas pode ter origem na dissolução de compostos do solo (escala muito pequena), despejos domésticos e industriais, fertilizantes, excrementos de animais e detergentes.

Concentrações elevadas de Fósforo podem contribuir para a proliferação de algas e acelerar, indesejavelmente, em determinadas condições, o processo de eutrofização. Por outro lado, o Fósforo é um nutriente fundamental para o crescimento e multiplicação das bactérias responsáveis pelos mecanismos bioquímicos de estabilização da matéria orgânica.

6.5.5 Turbidez

A turbidez da água é atribuída principalmente às partículas sólidas em suspensão e ao material coloidal, que diminuem a claridade e reduzem a transmissão da luz no meio aquático. Pode ser provocada por plâncton, algas, detritos orgânicos e outras substâncias (Zinco, Ferro, composto de Manganês e areia) resultantes do processo natural de erosão ou lançamento de despejos domésticos ou industriais.

Para os usos no abastecimento humano, além de representar um requisito estético de qualidade, a turbidez pode reduzir a eficiência da cloração, pela proteção física dos microrganismos do contato direto com os desinfetantes.

6.5.6 Alumínio e Manganês

As concentrações de Alumínio e Manganês podem ser relacionadas com as características geológicas e pedológicas dos trechos a montante dos pontos de coleta, caso apresentem estes elementos na formação das rochas e solos da região.

Assim, um aumento na presença destes elementos nos meses chuvosos pode ter origem na dissolução de compostos do solo por precipitações intensas, além de despejos industriais e lançamento de efluentes.

Ainda que não influenciem diretamente a potabilidade da água sob o aspecto de vista sanitário, podem causar alterações a coloração da água manchando roupas e outros produtos industrializados.

7. DISCUSSÃO

Em função da metodologia aplicada nesta Pesquisa para a seleção de parâmetros prioritários para enquadramento de corpos de água, foram aplicados índices de qualidade de água para identificar os trechos críticos das Bacias PCJ, nos quais são identificados os correspondentes parâmetros que apresentaram desconformidades no ano de 2008.

O cruzamento dessas informações com os parâmetros prioritários indicados nas Bacias PCJ no decurso da elaboração do Plano de Recursos Hídricos das Bacias PCJ 2008-2020 possibilita vislumbrar a evolução necessária na gestão da qualidade da água nas Bacias PCJ.

7.1 Parâmetros adotados no Plano das Bacias PCJ 2008-2020

O relatório COBRAPE (2008) apresenta uma divisão setorial e caracterização de trinta e seis zonas que, mesmo considerando suas limitações, permitem alimentar a modelagem de cenários futuros tendo por ponto de partida a calibragem da situação atual.

Foram utilizados os seguintes critérios no citado zoneamento:

a) Foz de rio principal (entrega de água);

- b) Manancial presente ou futuro a preservar;
- c) Montante de importante captação de abastecimento público;
- d) Jusante de importante lançamento de esgotos e ou de efluentes industriais;
- e) Uso do solo (áreas urbanas, cana-de-açúcar); e
- f) Unidades de conservação.

Cada zona é caracterizada no diagnóstico por:

- a) Localização: nome da sub-bacia, do rio ou ribeirão e suas coordenadas da seção de jusante;
- b) Importância do trecho para a gestão dos recursos hídricos (jusante de lançamentos, Áreas de Preservação Ambiental, foz de rio principal, manancial potencial, entre outras);
- c) Caracterização em termos de principais potencialidades, problemas e conflitos;
- d) Vazão disponível na seção de controle em $Q_{7,10}$;
- e) Situação em 2008: vazões superficiais captadas (industrial, abastecimento urbano, irrigação) e porcentagem incremental em relação à zona de montante, vazões de lançamentos e cargas orgânicas remanescentes (domésticas e industriais), classe de uso mais restritivo identificado no trecho de rio com base na classificação de usos da água da Resolução CONAMA nº 357, de 2005;
- f) Balanço hídrico em 2008 ($Q_{cap}/Q_{7,10}$, $Q_{cap}/Q_{95\%}$, $Q_{lanç}/Q_{7,10}$, $Q_{lanç}/Q_{95\%}$ e os saldos em $Q_{7,10}$ e em $Q_{95\%}$ e em porcentagens incrementais em relação à zona de montante).
- g) Qualidade na seção de controle (concentração em $DBO_{5,20}$ e OD) e sua correspondente classificação com base nestes dois parâmetros pela Resolução CONAMA nº 357, de 2005; e
- h) Criticidade em quantidade e qualidade em 2008.

Além disso, toda a modelagem de qualidade dos corpos de água é apresentada em mapas com os resultados das simulações para as classes de qualidade de acordo com a Resolução CONAMA nº 357, de 2005, para as variáveis $DBO_{5,20}$ e OD consideradas em separado e para estas variáveis consideradas em conjunto.

Conclui a COBRAPE (2008) que: *“Apesar dos esforços feitos, o problema principal das Bacias PCJ continua sendo o esgoto lançado sem tratamento (ou com baixa eficiência de tratamento), sem que estejam presentes as condições de diluição ou abatimento natural da carga*

poluidora.

A qualidade das águas é afetada principalmente pela presença de matéria orgânica, responsável pelos altos índices de $DBO_{5,20}$ e baixo OD. A baixa qualidade das águas se intensifica nos períodos de estiagem e nas primeiras chuvas da primavera, quando ocorre revolvimento dos resíduos e lodos depositados nas calhas e margens dos rios, fenômeno este que rebaixa, significativamente, o OD, resultando em dificuldades operativas nas estações de tratamento de água, e, às vezes, mortandade de peixes em trechos localizados.

A poluição difusa e industrial remanescente e outras formas de redução da qualidade dos corpos de água tem sido considerada como etapa futura de enfrentamento, quando as metas de redução de DBO provenientes dos esgotos atingirem índices acima de 80%.

A revisão do enquadramento dos corpos de água em classes de uso, instituído na década de 1970, tem sido considerada necessária, face a sua inadequação à realidade. A sugestão de classes de uso, em função de metas a serem alcançadas, atinge toda a sociedade e impacta mais diretamente os executivos municipais e empreendedores. Trata-se, portanto, de um longo processo de debate.

Dentro da disponibilidade de dados de monitoramento de qualidade da água e de caracterização dos efluentes lançados, as variáveis Oxigênio Dissolvido e Demanda Bioquímica de Oxigênio se mostraram com melhor possibilidade de modelagem e de permitir a proposição inicial de reenquadramento para as Bacias PCJ. Os estudos recentes da Agência Nacional de Águas preconizam a simplicidade no processo de definição e implantação do enquadramento dos corpos de água enquanto instrumento de planejamento e gerenciamento de toda a bacia hidrográfica. Assim, a utilização de parâmetros prioritários, tais como OD e $DBO_{5,20}$, estariam de acordo com este princípio.

Entretanto, a resolução CONAMA n° 357, de 2005, determina padrões de qualidade por meio de limites individuais para muitas substâncias em cada classe. Dessa maneira, em situações e trechos de rio com maior pressão de usos de diferentes classes será necessária gestão específica com a sinalização de restrições para usos mais exigentes e a incorporação de outros fatores que intervêm na qualidade da água.”

7.2 Comparação dos parâmetros prioritários para as Bacias PCJ

No item 6.5 desta Pesquisa, os parâmetros prioritários definidos para as Bacias PCJ, considerando os dados de qualidade do ano de 2008 nos pontos considerados críticos, são: Coliformes termotolerantes, $DBO_{5,20}$, OD, Fósforo, turbidez, Alumínio e Manganês.

Como se pode observar, o processo de gestão de recursos hídricos das Bacias PCJ adota somente os parâmetros prioritários $DBO_{5,20}$ e OD, que se confirmam como adequados, porém não considera os demais parâmetros levantados.

Destaca-se que esses parâmetros (OD e $DBO_{5,20}$) são utilizados no modelo de simulação do estudo Estabelecimento de Metas Ambientais e Reenquadramento dos Corpos de Água das Bacias PCJ (SMA/CPLA, 1994) e no Projeto Qualidade das Águas e Controle da Poluição Hídrica – PQA (Consórcio Figueiredo Ferraz e COPLASA, 1999).

Sem dúvida, a simplicidade de interpretação pelos atores sociais envolvidos na negociação de proposta de reenquadramento dos corpos de água das Bacias PCJ é um dos pontos decisivos para a escolha dos parâmetros prioritários. Daí a manutenção no processo de planejamento em curso dos dois parâmetros indicados é relevante e resulta em maior celeridade.

Contudo, os demais parâmetros merecem ser incluídos nessa discussão não só por apresentar desconformidades, mas também para alargar o conhecimento dos atores sociais das peculiaridades das Bacias PCJ e direcionar seu planejamento.

Assim, a inclusão do parâmetro Fósforo como prioritário pode ensejar a necessária discussão sobre o uso recreacional dos reservatórios existentes e futuras acumulações previstas para as Bacias PCJ, principalmente para restabelecer o contato da comunidade com o seu bem público ora mais precioso: a água na natureza. Além disso, casos de eutrofização acelerada, com concomitante aumento de odores e gosto na água, toxicidade sobre todos os organismos aquáticos especialmente peixes e interferências no processo de tratamento da água (coagulação e floculação, por exemplo), são presentes ao longo da história das Bacias PCJ.

O parâmetro Coliformes termotolerantes talvez possa, pelas dificuldades de entendimento dos padrões estabelecidos e seu forte vínculo com o lançamento de esgotos domésticos, cujas ações de redução de carga orgânica refletem também nos parâmetros OD e $DBO_{5,20}$, causar certo desconforto na negociação do programa de efetivação do enquadramento.

Os processos naturais de erosão, decorrentes da ação das águas da chuva e o conseqüente transporte de substâncias poluentes nas suas diversas formas, além da descarga de esgotos domésticos e industriais, interferem na turbidez. Daí, a utilização de um parâmetro de amplo espectro, uma vez que envolve poluição difusa e pontual, pode trazer também dificuldades práticas na definição de metas, sejam intermediárias ou finais, ao longo dos corpos de água das Bacias PCJ.

A indicação de desconformidade dos elementos Alumínio e Manganês merece uma atenção especial dos programas previstos no Plano de Recursos Hídricos para a identificação de suas fontes potenciais, para que então se possa incluí-los na gestão de qualidade das águas superficiais das Bacias PCJ.

Ainda que não sejam considerados como prioritários, os parâmetros Nitrogênio Amoniacal, Ferro, Cobre, Níquel, Chumbo, Cádmio, Cobre, Zinco, sólidos totais, substâncias tensoativas e Fenóis, devem ser considerados no processo de planejamento das Bacias PCJ. Pois apesar da maioria das águas servidas lançadas nas Bacias PCJ ser proveniente de esgotos domésticos, cerca de 45% da vazão total captada, 36% do uso tem origem industrial (STS, 2008), e, desta maneira, requer controle mais rigoroso dos lançamentos.

8. CONCLUSÕES

A Lei nº 9.433, de 1997, por seu processo de construção, bem como por seu conteúdo, constitui-se em uma das mais modernas e arrojadas propostas de gestão pública de nosso País, pois criou as condições para o surgimento do modelo sistêmico de integração participativa no Brasil, ampliando as formas de negociação social para resolução dos conflitos. Isto pode ser observado na definição da Política Nacional de Recursos Hídricos e criação de uma estrutura sistêmica, na forma de matriz institucional de gerenciamento, responsável pela execução de funções específicas e adota o planejamento estratégico por bacia hidrográfica, a tomada de decisão por intermédio de deliberações multilaterais descentralizadas e o estabelecimento de instrumentos legais e financeiros.

Os princípios de descentralização, participação e integração, portanto, constituem a base e a espinha dorsal desse modelo de gestão de recursos hídricos e estão identificados nas diretrizes gerais de ação para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos, em especial a gestão sistemática dos recursos hídricos, sem dissociação dos aspectos de quantidade e qualidade, e a integração da gestão de recursos hídricos com a gestão ambiental.

Uma vez criadas as condições para o debate democrático permanente, confirmadas pelo enfoque sistêmico da gestão de recursos hídricos, é preciso enfrentar sua complexidade, delimitando adequadamente suas fronteiras e objetivos, quais sejam coordenar a gestão integrada

das águas, arbitrar os conflitos, implementar a Política Nacional de Recursos Hídricos e planejar, regular e controlar o uso, a preservação e a recuperação dos recursos hídricos.

Contudo, as inevitáveis dificuldades da democracia tem surgido ao longo desse processo, uma vez que sua sustentação pode estar ameaçada pelos excessos na participação e sobrecargas de demandas.

O relacionamento interativo do Plano de Recursos Hídricos e do enquadramento dos corpos de água em classes de uso, este último detendo um papel significativamente importante como elemento integrador dos demais instrumentos, representa um desafio.

As ferramentas necessárias para a interação desses instrumentos na fase de prognóstico envolvem a seleção da vazão de referência para o enquadramento, a definição de usos preponderantes existentes e desejados por trecho, a seleção de parâmetros prioritários para o enquadramento e o desenvolvimento de cenários da evolução das cargas poluidoras e demandas, como observado no fluxograma do item 4.1.2.

Em relação à seleção de parâmetros prioritários, a adoção do menor número de parâmetros de qualidade de água possível auxilia na comunicação e entendimento pelos atores envolvidos diretamente no processo e, principalmente, pela população em geral, pois quanto mais simples e perceptível pela sociedade for a definição das metas de qualidade, mais eficiente será a aplicação do enquadramento.

Esta Pesquisa propõe a definição dos parâmetros prioritários para o enquadramento por meio de análise fundamentada de sua não conformidade ao longo dos pontos de coleta críticos, de acordo com os respectivos ICE e complementados pelo IQA.

Considerando a oportunidade do planejamento integrado de recursos hídricos e gestão ambiental em andamento nas Bacias PCJ, pode-se identificar os parâmetros prioritários adequados para a gestão de qualidade naquela região, mantidos os princípios de simplicidade e eficiência.

Espera-se que no amplo universo de gestão de recursos hídricos brasileiros, que envolve uma diversidade social, do conhecimento e da cultura de negociação peculiar de cada região do nosso Brasil, encontrem-se ferramentas adequadas para essa imperativa interação entre os instrumentos, no sentido de atingir o objetivo primaz da gestão de recursos hídricos: assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água também em padrões de qualidade adequados aos múltiplos usos da água.

Referências bibliográficas

AMARO, C. A. *et al.* **Estudo preliminar de um índice de conformidade ao enquadramento de corpos hídricos**. Rio de Janeiro: II Simpósio de Recursos Hídricos do Sul-Sudeste, ABRH, 2008.

ANA. **Panorama do enquadramento dos corpos de água do Brasil e qualidade das águas subterrâneas no Brasil**. Brasília: ANA, 2007.

BARTH, F. T.. *et al.* **Modelos para gerenciamento de recursos hídricos**. São Paulo: Nobel, ABRH, 1987.

BATALHA, Ben-Hur L. e PARLATORE, Antonio C. **Controle da qualidade da água para consumo humano: bases conceituais e operacionais**. São Paulo: CETESB, 1977.

BRAGA, Benedito. *et al.* **Introdução à engenharia ambiental**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil: texto constitucional promulgado em 5 de outubro de 2008**. Brasília: Senado Federal, 2003.

BRASIL. **Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997**. Brasília: Imprensa Nacional, 1997.

BRASIL. **Resolução nº 91, de 5 de novembro de 2008, do Conselho Nacional de Recursos Hídricos**. Brasília: Imprensa Nacional, 2009.

CBH-PCJ. **Plano de Recursos Hídricos das Bacias PCJ 1994-1995**. Piracicaba: CBH-PCJ, 1993

CBH-PCJ. **Relatório de situação dos recursos hídricos 1993**. Piracicaba: CBH-PCJ, 1994.

- CBH-PCJ. **Relatório de situação dos recursos hídricos 1994**. São Paulo: DAEE, 1995.
- CBH-PCJ. **Relatório de situação dos recursos hídricos 1995**. São Paulo: DAEE, 1996.
- CCME. **Canadian water quality guidelines for the protection of aquatic life: CCME WQI index user's manual**. Winnipeg: Manitoba Statutory Publications, 2001.
- CETEC. **Desenvolvimento metodológico para modelo de gerenciamento ambiental de bacias hidrográficas**. Belo Horizonte: CETEC, 1996.
- CETEC. **Relatório de situação dos recursos hídricos das Bacias PCJ 2000-2001**. Piracicaba: FEHIDRO/CBH-PCJ, 2001.
- CETESB. **Relatório de qualidade das águas interiores no Estado de São Paulo 2008**. São Paulo: Cetesb, 2009.
- COBRAPE. **R1 – Relatório de programação para elaboração do Plano de Bacias PCJ**. Piracicaba: Agência PCJ, 2007.
- COBRAPE. **R2 – 2 – Segundo relatório de andamento dos trabalhos**. Piracicaba: Agência PCJ, 2007.
- COBRAPE. **R6 – Relatório de subsídios para o Workshop 5**. Piracicaba: Agência PCJ, 2008.
- CONSÓRCIO FIGUEIREDO FERRAZ e COPLASA. **Programa de investimentos para proteção e aproveitamento dos recursos hídricos das bacias dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiá**. São Paulo: SEPURB, 1999.
- CONSÓRCIO HIDROPLAN. **Plano integrado de aproveitamento e controle dos recursos hídricos das bacias Alto Tietê, Piracicaba e Baixada Santista**. São Paulo: DAEE, 1997.
- COSTA, Marcelo P. **A regulação dos recursos hídricos e a gestão da qualidade da água: o caso da bacia do rio São Francisco** (Tese de doutorado). São Paulo: USP/ Instituto de Geociências, 2005.
- DAWSON, B. **Bertalanffy revisited: operationalizing a General Systems Theory based business model through General Systems Theory thinking, modeling, and practice**. Tóquio: 51st Annual Meeting of International Society for the Systems Sciences, 2007.
- GRANZIERA, M. L. M. **Direito de águas: disciplina jurídica das águas doces**. São Paulo: Atlas, 2001.
- HUNTINGTON, Samuel P. **The crisis of democracy**. New York: New York University Press, 1975.
- IRRIGART. **Relatório de situação dos recursos hídricos das Bacias PCJ 2002-2003**. Piracicaba: Consórcio PCJ, 2004.

IRRIGART. **Relatório de situação dos recursos hídricos 2004-2006**. Piracicaba: FEHIDRO/CBH-PCJ, 2007.

LANNA, Antonio E. L. **Gestão das águas**. Porto Alegre: ABRH, 1999.

LIMA, Elizabeth C. R. **Qualidade de água da baía de Guanabara e saneamento: uma abordagem sistêmica**. Rio de Janeiro: UFRJ, 2006.

LIMA, Robson L. R.. **Contribuição de melhoria**. Teresina: Jus Navigandi, ano 9, nº 775, 2005. Disponível em: <<http://jus2.uol.com.br/doutrina/texto.asp?id=7138>>. Acesso em: 27 out. 2008.

LUMB, Ashok; HALLIWELL, Doug e SHARMA, Tribeni. **Application of CCME Water Quality Index to monitor water quality: a case of the Mackenzie river basin, Canada**. Environmental Monitoring and Assessment, v. 113, 2006, p. 411-429.

MACIEL JR., Paulo. **Zoneamento das águas**. Belo Horizonte: IGAM, 2000.

MAXIMIANO, Antonio C. A. **Teoria geral da administração: da revolução urbana à revolução digital**. São Paulo: Atlas, 2007.

MOURA, A. C *et al.* **Monitoramento físico-químico e microbiológico da água do rio Cascavel durante o período de 2003 a 2006**. Cascavel: Faculdade Assis Gurgacz, 2009.

OMS. **Water quality monitoring: a practical guide to the design and implementation of freshwater quality studies and monitoring programmes**. São Paulo: Genebra: UNEP/WHO, 1996.

PINTO, Nelson L. de S. *et al.* **Hidrologia básica**. São Paulo: Ed. Edgard Blücher, 1973.

PNMA II. **Subcomponente monitoramento da qualidade da água: o projeto do Estado de Pernambuco**. Recife: SRH-PE, 2003.

PNMA II. **Subcomponente monitoramento da qualidade da água: estabelecimento das equações do índice de qualidade das águas (IQA)**. Belo Horizonte: SEMAD, 2005.

PNRH. **Plano Nacional de Recursos Hídricos – Volume 1 – panorama e estado dos recursos hídricos no Brasil**. Brasília: MMA, 2006.

PORRÉCA, L.M. **Enquadramento dos corpos d'água: instrumento de gestão ambiental e de recursos hídricos**. Brasília: IBAMA, 1998.

PORTO, Monica F. do A. (coord.) **Projeto enquadramento – bacias críticas: bases técnicas para a definição de metas progressivas para seu enquadramento e a integração com os demais instrumentos de gestão**. São Paulo: USP, 2007.

PROENQUA. **Proposta metodológica para enquadramento dos corpos de água em bacias de regiões semi-áridas**. Salvador: UFBA/CTHIDRO, 2007.

PUTNAM, R. D. **Comunidade e democracia: a experiência da Itália moderna**. Rio de Janeiro: Ed. Fundação Getúlio Vargas, 1996.

SANTOS, Rozely F. **Planejamento ambiental: teoria e prática**. São Paulo: Oficina de Textos, 2004.

SÃO PAULO. **Decreto nº 10.755, 22 de novembro de 1977**. São Paulo: Imprensa Oficial, 1977.

SETTI, Arnaldo A. *et al.* **Introdução ao gerenciamento de recursos hídricos**. Brasília: ANEEL, 2001.

SHS. **Plano de Bacias Hidrográficas 2004-2007 das Bacias PCJ**. São Carlos: SABESP, 2006.

SILVA, Demetrius D. e PRUSKI, Fernando F. **Gestão de recursos hídricos: aspectos legais, econômicos, administrativos e sociais**. Porto Alegre: ABRH, 2000.

SMA/CPLA. **Estabelecimento de metas ambientais e reenquadramento dos corpos de água: Bacia do Rio Piracicaba**. São Paulo: SMA, 1994.

SMA/CPLEA. **Gestão participativa das águas**. São Paulo: SMA, 2004.

STS Engenharia. **Plano das Bacias Hidrográficas dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiá para o período de 2008 a 2011**. Piracicaba: Agência PCJ, 2008.

TEIXEIRA, E. C. (coord.) **Enquadramento de corpos de água como instrumento de planejamento para o desenvolvimento sustentável regional**. Vitória: UFES, 2008.

TUCCI, Carlos E. M. (organiz.) **Hidrologia: ciência e aplicação**. Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS, 2001.

WILLS, Martin e IRVINE, Kim N. **Application of the National Sanitation Foundation Water Quality Index in the Cazenovia Creek, NY, pilot watershed management project**. New York: Middle States Geographer, 1996.

ZUFFO, A. C. *et al.* **Aplicação de métodos multicriteriais ao planejamento de recursos hídricos**. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, Vol. 7, No. 1, ABRH, 2002.

ZUFFO, A. C. e GENOVEZ, A. M. **Método multicriterial utilizado como indicador da qualidade de água**. Guavana: XXII Congresso Latinoamericano de Hidráulica, 2006.

Glossário

(Art. 2º da Resolução CONAMA nº 357, de 2005)

Águas doces: águas com salinidade igual ou inferior a 0,5 ‰.

Águas salobras: águas com salinidade superior a 0,5 ‰ e inferior a 30 ‰.

Águas salinas: águas com salinidade igual ou superior a 30 ‰.

Ambiente lântico: ambiente que se refere à água parada, com movimento lento ou estagnado.

Ambiente lótico: ambiente relativo a águas continentais moventes.

Carga poluidora: quantidade de determinado poluente transportado ou lançado em um corpo de água receptor, expressa em unidade de massa por tempo.

Classe de qualidade: conjunto de condições e padrões de qualidade de água necessários ao atendimento dos usos preponderantes, atuais ou futuros.

Classificação: qualificação das águas doces, salobras e salinas em função dos usos preponderantes (sistema de classes de qualidade) atuais e futuros.

Condição de qualidade: qualidade apresentada por um segmento de corpo de água, num determinado momento, em termos dos usos possíveis com segurança adequada, frente às Classes de Qualidade.

Controle de qualidade da água: conjunto de medidas operacionais que visa avaliar a melhoria e a conservação da qualidade da água estabelecida para o corpo de água.

Corpo receptor: corpo hídrico superficial que recebe o lançamento de um efluente.

Efetivação do enquadramento: alcance da meta final do enquadramento.

Enquadramento: estabelecimento da meta ou objetivo de qualidade da água (classe) a ser, obrigatoriamente, alcançado ou mantido em um segmento de corpo de água, de acordo com os usos preponderantes pretendidos, ao longo do tempo.

Indicador de qualidade: relação matemática que mede numericamente as características da água, com o objetivo de comparar com padrões pré-estabelecidos.

Índice de qualidade: valor numérico que permite com facilidade transmitir informações sobre o grau de poluição de corpos hídricos utilizados pela comunidade.

Metas: é o desdobramento do objeto em realizações físicas e atividades de gestão, de acordo com unidades de medida e cronograma preestabelecidos, de caráter obrigatório.

Monitoramento: medição ou verificação de parâmetros de qualidade e quantidade de água, que pode ser contínua ou periódica, utilizada para acompanhamento da condição e controle da qualidade do corpo de água.

Padrão: valor limite adotado como requisito normativo de um parâmetro de qualidade de água ou efluente.

Parâmetro de qualidade da água: substâncias ou outros indicadores representativos da qualidade da água.

Programa para efetivação do enquadramento: conjunto de medidas ou ações progressivas e obrigatórias, necessárias ao atendimento das metas intermediárias e final de qualidade de água estabelecidas para o enquadramento do corpo hídrico.

Tributário (ou curso de água afluente): corpo de água que flui para um rio maior ou para um lago ou reservatório.

Vazão de referência: vazão do corpo hídrico 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;

Virtualmente ausentes: que não é perceptível pela visão, olfato ou paladar.

Zona de mistura: região do corpo receptor onde ocorre a diluição inicial de um efluente.

Apêndices

Apêndice A – Estudos das Bacias PCJ

A.1.1 Plano de Recursos Hídricos das Bacias PCJ 1994-1995

Elaborado em novembro de 1993 (CBH-PCJ, 1993), caracteriza as bacias pela abundância do recurso hídrico superficial, porém, em sua maior parte, com qualidade comprometida por cargas poluidoras de origem urbana, industrial e agropecuária, destacando os seguintes problemas:

- a) Longos trechos dos rios principais bastante poluídos;
- b) Ocorrência de interrupções nos sistemas de captação e tratamento de água, mortandade de peixes, queixas da população quanto a odores e gosto na água distribuída e a proliferação de focos de doenças de veiculação hídrica, principalmente na estiagem, devido à concentração industrial, às extensas áreas com intensa atividade agrícola e irrigação, à ausência de tratamento de esgotos urbanos, às crescentes demandas de água e às reversões de bacia;
- c) Existência de altos riscos de contaminação do manancial subterrâneo, principalmente na zona de recarga do aquífero Botucatu;
- d) Registros de problemas isolados de inundação em áreas de concentração urbana nas épocas de chuvas;
- e) Grande déficit de água para abastecimento na parte de montante das bacias do Jundiá e Capivari;

- f) Escassez de água superficial nas porções média e baixa da bacia do Piracicaba;
- g) Estado avançado de eutrofização da Represa de Americana.

Sendo apontadas, então, as seguintes diretrizes gerais para as Bacias PCJ:

a) Efetuar a recuperação sanitária dos cursos de água aonde a poluição vem resultando em decréscimos na qualidade dos serviços de abastecimento público, indicando a necessidade de execução de ações voltadas para proteger os mananciais atuais e futuros em face da grande dependência da bacia dos mananciais superficiais;

b) Desenvolver e proteger os recursos hídricos, de modo a superar as situações de déficits próximos, por meio do monitoramento e da operação dos reservatórios existentes, estudando-se quando necessárias as transferências entre sub-bacias;

c) Desenvolver um programa para adequação da política tarifária dos serviços autônomos de águas e esgotos municipais;

d) Fortalecer os mecanismos de gestão de recursos hídricos já existentes nas bacias, permitindo sua efetiva participação na implementação de obras e administração dos recursos financeiros gerados;

e) Racionalizar o uso dos recursos hídricos nos sistemas públicos de abastecimento, mediante diminuição de perdas e desperdícios: na indústria, por meio da promoção do uso eficiente com recirculação da água e reúso de efluentes e na agricultura por meio do uso eficiente de água para irrigação;

f) Desenvolver os instrumentos técnicos, administrativos, legais, financeiros e Institucionais para gestão de recursos hídricos; e

g) Recuperar e conservar a qualidade e a quantidade dos recursos hídricos.

A respeito desse Plano 1994-1995, o relatório COBRAPE (2007, R1) apresenta as seguintes avaliações, ponderações e conclusões:

a) O plano trata apenas da porção paulista das Bacias PCJ, sem incluir a área de cabeceiras no Estado de Minas Gerais, o que compromete um enfoque mais completo para gestão dos recursos hídricos superficiais;

b) O diagnóstico destaca a existência de longos trechos de rios bastante poluídos e o estado avançado de eutrofização da Represa de Americana. As causas destes problemas são

pouco exploradas, abordando-se apenas o fato da qualidade das águas estar comprometida por cargas poluidoras de origem urbana, industrial e agropecuária e também a constatação da existência de déficit orçamentário crônico dos serviços de água e esgoto em diversos municípios da região;

c) As causas de outros problemas como inundações e escassez de água não são abordadas;

d) Não há análise da disponibilidade de água e demanda, bem como com suas projeções;

e) Tanto as diretrizes gerais como as específicas são bastante genéricas, não apresentando suas justificativas; e

f) Considerando o caráter pioneiro do documento, apresenta certo alinhamento com a abordagem de planejamento por meio das projeções de demanda, dos investimentos necessários escalonados em cenários e das diretrizes apresentadas.

A.1.2 Relatório de Situação dos Recursos Hídricos 1993

Elaborado em abril de 1994 (CBH-PCJ, 1994), esse Relatório de Situação tem caráter excepcional: mais do que avaliar o andamento do Plano 1994-1995 e propor eventuais ajustes, compete-lhe destacar as propostas de atuação dos diversos órgãos envolvidos e os esforços de coordenação de suas atividades, visando justamente sua implementação.

São abordados nesse relatório três itens principais:

a) Situação dos Recursos Hídricos: tendo sido apresentados mapas temáticos, gráficos e tabelas que permitem rápida visualização espacial dos principais problemas e uma síntese dos estudos e planos existentes;

b) Plano de Metas: apresenta a compilação das programações estabelecidas pelos Municípios e Estado e as proposições do próprio CBH-PCJ, permitindo aferição pela comunidade, do andamento das metas definidas para 1994, destacando-se a prioridade dada às obras de tratamento de esgotos urbanos, sem omitir ações de planejamento, pesquisa e de base à implantação de um sistema de informações; e

c) Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos: são listadas as

deliberações ou regulamentações da Lei Estadual nº 7663, de 1991, ocorridas em 1993, referentes ao CRH (Conselho Estadual de Recursos Hídricos), CBH-PCJ, FEHIDRO (Fundo Estadual de Recursos Hídricos) e CORHI (Comitê Coordenador do Plano Estadual de Recursos Hídricos), bem como relacionadas as outorgas e licenças emitidas pelo DEPRN (Departamento Estadual de Proteção de Recursos Naturais) e DAEE (Departamento de Águas e Energia Elétrica).

Com relação ao uso das águas, são apresentadas as informações sobre as demandas urbanas, industriais e de irrigação das águas superficiais e subterrâneas, as cargas poluidoras urbanas e industriais e os perfis sanitários dos cursos de água em questão, utilizando-se os parâmetros coliformes fecais, demanda bioquímica de oxigênio e oxigênio dissolvido.

Dentre as avaliações, ponderações e conclusões constantes do relatório COBRAPE (2007, R1), destaca-se que o relatório de situação não apresenta diagnóstico que pudesse identificar as áreas potencialmente problemáticas para a gestão da quantidade e qualidade dos recursos hídricos.

Contudo, as metas enunciadas foram adequadamente detalhadas, fazendo deste relatório um diagnóstico da referida situação da bacia com uma orientação na linha da sustentabilidade ambiental e dos recursos hídricos.

A.1.3 Bacia do Rio Piracicaba: Estabelecimento de Metas Ambientais e Reenquadramento do Corpos de Água

Este trabalho, elaborado em dezembro de 1994 (SMA/CPLA, 1994), teve como pauta o reordenamento institucional, então em andamento, e o fornecimento de subsídios para orientações referentes às ações necessárias para a proteção, recuperação, conservação e utilização dos recursos hídricos da bacia do rio Piracicaba.

O novo enquadramento dos corpos de água da bacia do rio Piracicaba, proposto neste documento, obedeceu às diretrizes da Resolução CONAMA nº 20, de 1986, vigente quando da sua elaboração.

Neste trabalho são apresentadas duas abordagens: a primeira, de caráter institucional e socioeconômico, analisou a organização governamental e da sociedade civil, com ênfase em questões relativas à dinâmica do crescimento regional e suas peculiaridades. A segunda fez relação da então situação existente com a situação futura dos recursos hídricos, preocupando-se com a caracterização da demanda, a identificação das fontes de poluição e a qualidade das águas.

Referente ao enquadramento dos corpos de água da bacia do rio Piracicaba, pondera-se que não podia ser pensado isoladamente como um instrumento normativo. Sua efetivação está fortemente condicionada às mudanças ocorridas no sistema de gestão dos recursos hídricos.

Para uma melhor localização espacial dos problemas na bacia, propõe-se sua subdivisão em compartimentos ambientais, que são trechos de uma sub-bacia que guardam certa homogeneidade em termos de uso do solo e água. Mediante a necessidade de aprofundar o estudo das diferenças regionais e das características ambientais da bacia, o compartimento ambiental é adotado como unidade de planejamento. Para cada compartimento ambiental é realizado um diagnóstico da demanda de água e da carga poluidora das atividades urbanas, industriais e agrícolas.

O diagnóstico sobre os recursos hídricos apresenta as seguintes óticas:

- a) Disponibilidade;
- b) Demandas (urbana, industrial e agrícola);
- c) Água consumida e devolvida;
- d) Cargas de esgoto lançadas (urbana, industrial e agrícola);
- e) Condição dos corpos de água da bacia.

Neste último tópico são apresentadas medições dos indicadores $DBO_{5,20}$ e OD, seguido de uma análise das desconformidades referentes ao enquadramento dos corpos de água, representadas em mapas.

Para traçar um quadro da situação da qualidade dos mananciais, elabora-se um diagnóstico e uma avaliação do impacto ambiental potencial causado pelas atividades econômicas nos mananciais da bacia.

Com relação à qualidade, os corpos de água da bacia do Rio Piracicaba são agrupados em 5 categorias (grupos) de acordo com o seu potencial para o uso (atual e futuro), bem como com as características da sua localização, além de considerar a classificação atual de enquadramento. Destes grupos, 4 tiveram a definição das respectivas classes de forma direta.

Para o grupo restante (grupo A) são definidos seis cenários que apresentavam variações em dois fatores: taxa de remoção da carga poluidora e vazão de referência adotada. De acordo com as medidas propostas em cada um destes cenários, é possível estabelecer para cada um, por meio de uma modelagem matemática específica a classe consequente em cada corpo de água.

No capítulo “Reflexões Visando a Efetivação do Reenquadramento”, o documento aborda a necessidade de ruptura com o paradigma tradicional da gestão dos recursos hídricos, em função da efetivação de qualquer iniciativa a ser adotada, inclusive, um novo enquadramento.

O relatório COBRAPE (2007, R2-2) apresenta as seguintes avaliações, ponderações e conclusões sobre o trabalho:

a) O contexto de apresentação e conclusão dos trabalhos tem uma visão integradora dos temas abordados. Trata-se de um estudo com estrutura de instrumento de planejamento, apresentando diagnósticos, prognósticos e propostas, além de estabelecer cenários e metas. Os investimentos necessários, no entanto, tem uma abordagem superficial;

b) Os resultados apresentados, por meio de alternativas de novo enquadramento, oferece aos gestores um apoio para a tomada de decisão no que se refere à definição do enquadramento dos corpos de água em questão, bem como das medidas necessárias para que se cumpra com esta definição; e

c) Por outro lado, é adequadamente assinalado que a tarefa de enquadramento dos cursos de água “está relacionada à utilização atual e futura, que deve ser definida para cada compartimento (ambiental da bacia) e só será viável por meio de um plano de utilização das águas”. No entanto, tal plano de utilização da águas não é objeto de estudo deste trabalho.

A.1.4 Relatório de Situação dos Recursos Hídricos 1994

Elaborado em março de 1995 (CBH-PCJ, 1995), o relatório constata que a sub-bacia do rio Atibaia é a que possui maior demanda de água para abastecimento urbano, mesmo desconsiderando a captação de água para abastecimento da cidade de Jundiaí, correspondente a 700 l/s. A sub-bacia do Piracicaba é a que apresenta maior demanda industrial, e a sub-bacia do Jaguari, a maior demanda para irrigação.

A comparação entre as demandas globais de água, por sub-bacia, e as disponibilidades hídricas superficiais naturais, tem por objetivo demonstrar a criticidade de várias sub-bacias com relação ao uso de suas águas. Assim, verifica-se que em bacias hidrográficas como as dos rios Atibaia, Capivari, Jundiaí e Jaguari, as demandas superam as vazões de estiagem.

Com relação à qualidade das águas, o relatório apresenta resultados de cálculos e levantamentos de dados efetuados pela CETESB, referentes à carga orgânica, em toneladas de $\text{DBO}_{5,20}$ por dia, produzidas e lançadas nas Bacias PCJ.

Dos 57 municípios da porção paulista das Bacias PCJ, 18 eram operados pela SABESP e apresentam remoção de 10% da carga orgânica potencial, que totaliza cerca de 16 t $\text{DBO}_{5,20}$ /dia, e os demais municípios apresentam remoção de 3,3%, para uma carga potencial total de cerca de 157 t $\text{DBO}_{5,20}$ /dia.

As cargas potenciais domésticas são obtidas com base em projeções das populações urbanas dos municípios enquanto que as cargas remanescentes foram obtidas com base na eficiência dos sistemas de tratamento de esgotos, eventualmente existentes.

As cargas orgânicas industriais correspondem as das indústrias que se enquadram dentro da "curva A" estabelecida pela CETESB, que corresponde àquelas que totalizam 85% da carga remanescente total de cada sub-bacia. Os valores apresentados são obtidos por meio de resultados de amostragens e análises laboratoriais, ou estimados por meio de fatores de emissão, considerando-se os tipos e quantidades dos produtos fabricados.

Também são mostradas as cargas potenciais das indústrias do setor sucroalcooleiro, na área do CBH-PCJ. Os principais efluentes dessas indústrias (lavagem de cana, águas condensadas, águas de colunas barométricas e restilo) são reciclados nos processos industriais ou dispostos nas áreas de cultura de cana-de-açúcar, com objetivo de fertirrigação. São efluentes de altas cargas poluidoras, mas que devido a essa forma de manejo, não vem apresentando cargas poluidoras significativas lançadas em corpos de água.

O Grupo de Monitoramento Hidrológico da Bacia do Piracicaba, durante a estiagem de 1994, desenvolveu um trabalho de monitoramento especial da qualidade das águas dos rios principais da bacia do Piracicaba, consistindo na realização de coletas e análises semanais das águas de diversos pontos dos cursos de água principais da região, com o intuito de obter o Índice de Qualidade das Águas - IQA, conforme metodologia da CETESB, auxiliando os trabalhos de monitoramento e fiscalização.

Foram analisados em 19 pontos dos cursos de água os seguintes parâmetros: pH; temperatura da água; Oxigênio Dissolvido; Demanda Bioquímica de Oxigênio; Coliforme Fecal; Nitrogênio Total; Fósforo Total; Resíduo Total e Turbidez, todos utilizados para cálculo do IQA; Demanda Química de Oxigênio - DQO; Fenol; Coliforme Total; Surfactantes; Cor e Vazão.

A constatação de que o programa mais importante na região, o de recuperação da qualidade da água, teve realizado apenas 9% da meta prevista, com o agravante de que as obras realizadas concentram-se praticamente em afastamento dos esgotos (interceptores ou emissários), sendo insignificantes os investimentos feitos em tratamento, explica a baixa recuperação dos índices de qualidade das águas no período.

A.1.5 Relatório de Situação dos Recursos Hídricos 1995

Elaborado em agosto de 1996 (CBH-PCJ, 1996), destaca-se a apresentação dos dados obtidos com o monitoramento especial das populações de algas, desenvolvido pelo Grupo Técnico de Monitoramento Hidrológico - Subgrupo de Algas, na bacia do Piracicaba durante o

período compreendido entre os meses de maio a dezembro de 1995.

Com relação à qualidade das águas, os municípios operados pela SABESP apresentam remoção de 11% da carga orgânica potencial, que totaliza cerca de 18 tDBO_{5,20}/dia, e os demais municípios apresentam remoção de 2,5%, para uma carga potencial total de cerca de 163 tDBO_{5,20}/dia.

No período de 1994 a 1995, na bacia do rio Piracicaba, nota-se uma diminuição na carga poluidora gerada pelas usinas de açúcar e álcool que se encontram instaladas nesta região, provavelmente em decorrência do fechamento de algumas delas.

Na bacia do rio Capivari, nota-se um aumento de aproximadamente 20% na carga poluidora potencial. Este aumento ocorreu principalmente devido as usinas de açúcar e álcool. Todavia cabe ressaltar que a porcentagem de remoção manteve praticamente constante.

Na bacia do rio Jundiaí, verifica-se que a carga poluidora potencial, remanescente total e porcentagem de remoção total, comparativamente para os anos de 1994 e 1995, apresentam valores semelhantes com tendência de queda. Nota-se, porém, que os valores de carga potencial poluidora e remanescente correspondentes ao município apresentam um aumento de 12% e 16%, respectivamente.

A CETESB continuou, em 1995, o levantamento dos perfis sanitários dos principais rios na área do CBH-PCJ, definidos em termos de OD, DBO_{5,20} e Coliformes Fecais, com dados fornecidos pela Regional da CETESB em Campinas.

Em relação ao perfil sanitário do rio Piracicaba, verifica-se que os valores médios de OD e DBO_{5,20} encontram-se dentro do limite da Classe 2 somente nos dois pontos iniciais de amostragens. Na cidade de Americana, este rio recebe a contribuição do ribeirão Quilombo que contém os esgotos sanitários e efluentes industriais de Campinas, Sumaré, Nova Odessa e Americana. A jusante deste ponto, recebe ainda os esgotos sanitários e efluentes industriais das cidades de Limeira e Cordeirópolis, provenientes do ribeirão Tatu; e das cidades de Santa Bárbara d'Oeste, Iracemápolis e Rio das Pedras.

Nos perfis referentes ao rio Atibaia, constata-se que os valores médios de OD apresentam valores superiores ao limite da Classe 2 e os valores médios de $DBO_{5,20}$ apresentam valores inferiores a 5 mg/l. Porém, após os pontos de amostragens AT-1 e AT-7 os valores médios de $DBO_{5,20}$ ultrapassam o valor limite. Este rio tem sua qualidade comprometida em função de receber a maior parte do esgoto de Campinas pelo rio Anhumas.

Os perfis sanitários do rio Jaguari atestam que os valores médios de $DBO_{5,20}$ e OD encontram-se dentro dos padrões cujo rio esta enquadrado. Contudo, no rio Corumbataí, onde foram efetuadas análises somente de $DBO_{5,20}$, verifica-se que os valores médios encontram-se abaixo daquele limite estabelecido para rio Classe 2. Com relação ao rio Capivari, observa-se que os valores médios de $DBO_{5,20}$ encontram-se acima do valor limite após receber lançamentos de esgotos sanitários e efluentes industriais de Campinas, provenientes do ribeirão do Piçarrão, Monte Mor, Valinhos e Vinhedo.

Em decorrência das frequentes ocorrências de florações de algas na Represa de Salto Grande, que, dentre os diversos efeitos sanitários causados por esses fenômenos está a liberação de toxinas em águas de abastecimento público, o subgrupo de Algas realizou um programa de monitoramento hidrobiológico no período de julho de 1995 a fevereiro de 1996, com análises semanais de fitoplâncton em pontos de amostragem na represa e no rio Piracicaba (captação dos municípios de Americana e Piracicaba), que foram realizadas pela CETESB.

Os resultados das análises mostram a ocorrência de florações de algas com maior intensidade nos meses de junho, julho, agosto e setembro, decaindo nos meses subsequentes com florações esporádicas durante o ano e, as espécies predominantes foram as Cianofíceas (*Anabaena* e *Microcystis*). Sabe-se que muitas espécies de algas azuis (cianofíceas) produzem toxinas extremamente potentes (hepatotoxinas e neurotoxinas).

Em agosto de 1995, a CETESB realizou análises do extrato da floração ocorrida onde predominava a espécie *Microcystis aeruginosa*, e os resultados apresentaram toxicidade aguda aos camundongos testados, sendo que a entidade recomendou aos Departamentos de Águas dos municípios de Americana e Piracicaba, a utilização de carvão ativado nas estações de tratamento de água, visando à redução das toxinas que porventura possam estar presentes na água.

A.1.6 Plano Integrado de Aproveitamento e Controle dos Recursos Hídricos das Bacias Alto Tietê, Piracicaba e Baixada Santista

Elaborado em março de 1997 (CONSÓRCIO HIDROPLAN, 1997), foi um dos Programas recomendados no Plano Estadual de Recursos Hídricos de 1991, em face dos aspectos críticos de utilização dos recursos hídricos das bacias envolvidas.

O estudo conjunto dessas três UGRHI (Unidade Hidrográfica de Gerenciamento de Recursos Hídricos) e o planejamento simultâneo do uso, controle e conservação de seus recursos hídricos justifica-se por serem elas contíguas e hidraulicamente vinculadas por transposições de água, realizadas com diferentes finalidades. Além disso, os municípios abrangidos por essas bacias encontram-se intensamente interligados por relações econômico-culturais, e sistemas urbanos que progressivamente os aproximam.

O problema geral, caracterizado no Plano, apresentou, de um lado, o aprofundamento da industrialização na Área de Abrangência Principal do Plano, nas duas últimas décadas, permitiu a reorganização de suas atividades econômicas e uma redistribuição mais equitativa da população, de outro, trouxe, também, a disseminação de problemas característicos de grandes cidades, entre os quais os relativos ao saneamento básico e à degradação de seus recursos naturais.

São anotadas as dificuldades quanto à Vinculação Hídrica das Bacias, e como resultado do Balanço Hídrico, a situação da bacia do Jundiaí é considerada a mais grave, configurando-se déficit no balanço hídrico global uma vez que as disponibilidades hídricas aproveitáveis por tratamento convencional já eram inferiores, embora apenas ligeiramente, às perdas consuntivas na bacia.

A intensa ocupação antrópica dessas bacias, com destacada vocação industrial em meio ao uso alternadamente rural e urbano, proporciona uma cobertura dos solos onde predominam a pastagem e cultivos perenes, substituindo a cobertura vegetal original há várias décadas.

O acelerado processo de industrialização que se verificou no país a partir dos anos 50

seguiu uma tendência concentradora, aprofundando as desigualdades inter-regionais e conferindo à capital do Estado de São Paulo o papel de maior polo industrial nacional.

Até o final dos anos 60, a então nascente RMSP era responsável, sozinha, por 45% do produto industrial do país e quase 75% do total do Estado, exercendo absoluta primazia produtiva nos mercados estadual e nacional.

O Plano relata que o processo de desconcentração industrial da RMSP transformou a região que abrange as Bacias PCJ em uma das frentes mais avançadas da economia paulista, com destaque para a elevada diversificação de sua base produtiva e para a importância da presença de plantas industriais intensivas em capital e tecnologia, concentradas principalmente nos municípios de Sumaré, Indaiatuba, e Paulínia.

As questões ambientais de maior relevância para o Plano, referiam-se aos aspectos que têm repercussão direta sobre os recursos hídricos, como é o caso daqueles de que decorre a poluição das águas e dos processos erosivos e o decorrente assoreamento dos corpos de água, ou que deles sofram consequência, como no caso da saúde pública. Os dois últimos aspectos são abordados após a apresentação de uma síntese da caracterização das condições ambientais e do comprometimento da área de estudo com a legislação ambiental vigente. A poluição das águas, dada sua relevância, é abordada em item específico desse plano.

A ocupação urbana desordenada e a falta de tratamento dos efluentes domésticos e industriais são as principais causas da deterioração da qualidade das águas superficiais; a exaustão do sistema de abastecimento, com elevadas perdas, pressionada por novas fontes para abastecimento ou outras medidas para equilibrar demanda e oferta. De fato é mais grave o problema da qualidade da água que o da quantidade, tanto na bacia do Alto Tietê, como nas Bacias PCJ.

Para o atendimento às demandas de todos os municípios, esse plano analisa diversas alternativas, conjugando quantidade e qualidade das águas. Quanto aos sistemas de produção, são analisadas as seguintes obras:

- a) Aumento da vazão transposta do rio Atibaia para o rio Jundiá Mirim, de 800 l/s para

1.700 l/s;

b) Barragem no rio Fazenda Velha para a criação do reservatório de regularização do rio Atibaia;

c) Barragem no rio Jaguari (Panorama);

d) Barragem e reservatório no rio Camanducaia;

e) Barragem e reservatório no rio Jundiá;

f) Sistema Piraí-Jundiuvira composto de barragem no rio Piraí, barragem e reservatório no rio Jundiuvira e túnel para reversão das águas do reservatório Jundiuvira para o Piraí.

Os estudos de qualidade da água na bacia do rio Piracicaba são efetuados de acordo com a metodologia relatada a seguir. Primeiramente, é feita uma avaliação das cargas poluidoras em todas as áreas de drenagem considerando uma "programação uniforme de implantação de obras de sistemas de esgotamento sanitário" para os anos de 1993, 2000 e 2020. Este programa prevê que todas as cidades, gradual e independentemente uma das outras, venham a atingir o mesmo nível de coleta e tratamento de esgotos. A partir do ano 2010, os índices se manterão estáveis.

Em segundo lugar, utilizando o modelo QUAL2E (Modelo de simulação de qualidade desenvolvido por Brown e Barnwell em 1987 que permite simular 15 parâmetros indicativas de qualidade das águas) da USEPA é realizada a calibração para retratar o efeito das cargas e das vazões nos cursos de água com os valores de concentração monitorados. Em seguida, com o modelo calibrado, são simuladas diversas situações de interesse para a bacia considerando os seguintes efeitos:

a) Evolução das cargas até o ano 2020;

b) Circulação de vazões críticas ($Q_{7,10}$) e vazões mínimas ($Q_{95\%}$);

c) Obras de regularização de vazão na bacia (barragens de Camanducaia, Panorama e Fazenda Velha); e

d) Liberação de vazões do Sistema Cantareira.

A.1.7 Relatório de Situação dos Recursos Hídricos das Bacias PCJ 2000-2001

Nesse relatório (CETEC, 2001) a descrição da Situação dos Recursos Hídricos é aprofundada, tomando-se por base a quantidade e qualidade das águas superficiais e subterrâneas, as demandas atuais e o balanço demanda/disponibilidade hídrica.

São apresentados dados coletados nos pontos de amostragem, nos anos de 1995, 1996 e 1997, relativos aos parâmetros que permitirão definir os níveis de criticidade, de acordo com a metodologia estabelecida pelo CORHI.

Pelas informações coletadas é evidenciado o mau estado sanitário dos principais rios da Bacia do Piracicaba, todos eles enquadrados na Classe 2. O fato demonstra o forte lançamento de esgotos domésticos não tratados e, em diversos casos, também o lançamento de esgoto industrial.

É verificado na região de estudo que a intensa ocupação antrópica, e a alteração de suas características naturais, transformaram em críticas as condições da qualidade da água de longos trechos de seus rios e de seus reservatórios.

A.1.8 Relatório da Situação dos Recursos Hídricos das Bacias PCJ 2002-2003

Elaborado em dezembro de 2004 (IRRIGART, 2004), o relatório apresenta metodologia que divide as cargas poluidoras em potencial e remanescente provenientes do lançamento de efluentes pelos municípios ou pelas indústrias, com destaque para as sucroalcooleiras considerando a elevada carga potencial produzida.

São apresentados os lançamentos de efluentes líquidos de diversas origens, nos cursos de água das Bacias PCJ e cadastrados pelo DAEE, e os respectivos valores de cargas poluidoras industriais de 1994, 1995 e 1999, que podem ser comparados com os valores do ano de 2003. Adicionados os dados de carga orgânica poluidora de origem doméstica para o ano de 2003 nas

Bacias PCJ, finalmente são apresentados os valores das cargas poluidoras por bacia hidrográfica.

Finalmente, o relatório destaca que a bacia do rio Piracicaba possui parte de suas cabeceiras (rios Jaguari e Camanducaia) no Estado de Minas Gerais, classificado então como um corpo de água federal, com influência direta nas premissas de Gestão dos Recursos Hídricos das Bacias PCJ.

A.1.9 Plano de Bacias Hidrográficas 2004-2007 das Bacias PCJ

Elaborado em dezembro de 2006 (SHS, 2006), tem por objetivo a compatibilização entre oferta e demanda de água em quantidade e qualidade, nas Bacias PCJ, até 2025.

É apresentada uma caracterização geral dos seguintes aspectos:

- a) Área de abrangência com ilustração da localização no Estado de São Paulo e dos municípios pertencentes, além de seus principais acessos e limites;
- b) Definição de bacias e sub-bacias com descrição da área de drenagem, desníveis e rios e afluentes relevantes, além das áreas dos municípios e localização em função das sub-bacias; e
- c) Principais interfaces e conflitos relacionados aos recursos hídricos:
 - Município de Jundiaí: reverte até 1200 l/s do Rio Atibaia para uma represa existente no Rio Jundiaí – Mirim;
 - Município de Campinas: capta aproximadamente 4000 l/s no rio Atibaia, sendo que aproximadamente 1050 l/s são revertidos, na forma de esgoto, para a bacia do rio Capivari e aproximadamente 250 l/s para a bacia do rio Piracicaba pela sub-bacia do ribeirão do Quilombo;
 - Municípios de Paulínia, Hortolândia e Monte Mor: pelo sistema integrado de abastecimento destes municípios, a SABESP reverte do rio Jaguari aproximadamente 900 l/s para as bacias dos rios Atibaia e Capivari; e
 - Interestadual: as nascentes do rio Jaguari (e um pequeno ribeirão afluente do rio Atibaia) encontram-se no Estado de Minas Gerais e escoam para o Estado de São Paulo; e
 - Sistema Cantareira, com detalhes sobre o processo de renovação de sua outorga.

São apresentadas simulações da carga poluidora de origem urbana (doméstica) para as bacias PCJ considerando-se os seguintes cenários de simulação:

- a) Sem atendimento aos Termos de Ajustamento de Conduta firmados com a CETESB e o Ministério Público do Estado de São Paulo, sem atendimento às metas de coleta/afastamento,

tratamento e eficiência de tratamento;

b) Com atendimento aos Termos de Ajustamento de Conduta firmados com a CETESB e o Ministério Público do Estado de São Paulo, sem atendimento às metas de coleta/afastamento, tratamento e eficiência de tratamento;

c) Sem atendimento aos Termos de Ajustamento de Conduta firmados com a CETESB e o Ministério Público do Estado de São Paulo, com atendimento às metas de coleta/afastamento, tratamento e eficiência de tratamento;

d) Com atendimento aos Termo de Ajustamento de Conduta firmados com a CETESB e o Ministério Público do Estado de São Paulo, com atendimento às metas de coleta/afastamento, tratamento e eficiência de tratamento.

Como sugestão para os estudos de qualidade e quantidade de água nas bacias PCJ, éi apresentado o modelo de simulação MIKE BASIN (Modelo de rede de fluxo desenvolvido pela empresa dinamarquesa *DHI Water & Environment*) no qual os rios e seus principais afluentes são representados por de uma rede de “arcos” e “nós”. Os nós representam reservatórios, demandas, reversões, confluências e com algumas simulações realizadas neste Plano de Bacias para os seguintes cenários:

- a) Ano seco (pluviosidade abaixo da média);
- b) Ano típico (pluviosidade “normal”, ou média); e
- c) Ano chuvoso (pluviosidade acima da média).

A.1.10 Relatório de Situação dos Recursos Hídricos 2004-2006

O relatório foi elaborado (IRRIGART, 2007) com o objetivo de avaliar quantitativa e qualitativamente os recursos hídricos nas Bacias PCJ no período, por meio da compilação de informações existentes em banco de dados e relatórios oficiais.

A caracterização dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos tem por objetivo a parametrização quantitativa e qualitativa das bacias hidrográficas e unidades aquíferas presentes nas Bacias PCJ, com o intuito de se avaliar o estado das águas durante o período 2004 a 2006.

Esta caracterização é dividida em superficiais e subterrâneas. Na caracterização dos recursos superficiais são apresentados dados de pluviometria, fluviometria e disponibilidade hídrica real nas bacias. Nas subterrâneas, apresentam-se quadros com área de afloramento e vazão dos principais aquíferos associados às unidades geológicas nas Bacias PCJ.

A análise da qualidade das águas superficiais nas Bacias PCJ é realizada tendo como base os relatórios anuais publicados pela CETESB, que mantém uma rede de monitoramento em todo o Estado de São Paulo. É apresentada a vulnerabilidade dos aquíferos no trecho paulista e a qualidade das águas subterrâneas no trecho mineiro.

Já no uso industrial é constatado que a região de Campinas concentra um dos maiores polos industriais do Estado de São Paulo. Servida por uma malha de rodovias em ótimas condições, a região apresenta um ótimo crescimento econômico. Com isso, surge a preocupação com a sustentabilidade desta expansão, uma vez que grande parte das indústrias utiliza água em seus processos. Mesmo com a expansão das indústrias é apontada uma tendência de queda nos níveis de captação de água para fins industriais. O relatório aponta captações industriais da ordem de 13,56 m³/s, ante 14,56 m³/s apresentados no Relatório de Situação 2002 a 2003, ou seja, uma diminuição de 6,8%.

A questão do tratamento de esgoto também merece destaque, pois o percentual de tratamento sobre o esgoto coletado saltou de menos de 17% para quase 40%. A redução da carga orgânica doméstica potencial também saltou de 15,3% para 27%. Fica assinalado que estas ações refletiram a tendência de melhora dos índices de IQA registrados nos principais rios das Bacias PCJ.

A.1.11 Programa para a Proteção e Aproveitamento das Bacias PCJ

Elaborado em 1999 (SMA/CPLA, 1999) pela Secretaria de Recursos Hídricos, Saneamento e Obras do Estado de São Paulo, com recursos do Ministério do Planejamento e Orçamento viabilizados pelo Projeto de Qualidade das Águas e Controle da Poluição Hídrica –

PQA, apresenta além do necessário diagnóstico e projeção da situação dos recursos hídricos, saneamento ambiental e qualidade das águas nas Bacias PCJ, um Plano de Ação com o respectivo arranjo institucional para sua implantação.

O Plano de Ação tem por objetivo possibilitar a gestão dos recursos hídricos nas Bacias PCJ, efetuar a recuperação da qualidade de suas águas, possibilitando a melhoria do meio ambiente, e promover o desenvolvimento da oferta e proteção dos recursos hídricos, envolvendo recursos na ordem de 1,4 bilhões de Reais.

No capítulo Qualidade das Águas são elaboradas simulações de qualidade das águas das Bacias PCJ com a aplicação do modelo QUAL2E, para as seguintes condições:

- a) Vazões nos trechos de rios para as contribuições naturais mínimas de $Q_{7,10}$ e $Q_{95\%}$;
- b) Consideradas somente as vazões descarregadas pelo Sistema Cantareira de $4 \text{ m}^3/\text{s}$;
- c) Cargas poluidoras remanescentes estimadas em função do programa proposto para a implantação dos sistemas de tratamento de esgotos urbanos;
- d) Despejos das cargas poluidoras industriais em acordo com os dados da CETESB à época;
- e) Simulação para a condição de não implantação do programa proposto; e
- f) Simulação de qualidade das águas considerando a implantação das ações e obras previstas no programa proposto.

Em relação a qualidade das águas superficiais das Bacias PCJ, o estudo indica que em logos trechos de seus principais rios apresenta-se degradada, em decorrência, primordialmente, da falta de tratamento de efluentes urbanos e da contribuição dos lançamentos de cargas poluidoras remanescentes industriais, resultando assim uma situação de escassez de água com qualidade que permita seu uso para abastecimento urbano com tratamento convencional.

São apresentadas duas proposições de Enquadramento para os parâmetros OD e $\text{DBO}_{5,20}$, obtidos pela aplicação do modelo de simulação de qualidade das águas, com $Q_{95\%}$, para situação planejada para o ano de 2020.

A primeira proposição indica trechos dos rios das Bacias PCJ enquadrados nas Classes 2

e 3 da Resolução CONAMA nº 20, de 1986, considerando as limitações legais impostas para os parâmetros de qualidade, de forma a se restringir o lançamento indiscriminado de metais e substâncias orgânicas nos corpos de água, o que não ocorre para as águas de Classe 4.

A proposição denominada B indica trechos dos rios enquadrados na Classe 4, além das Classes 2 e 3 da proposição anterior, indicando que os Comitês PCJ deveriam posteriormente definir as cargas limites a serem lançadas nos diferentes trechos dos corpos de água.

Ambas as proposições enquadram todos os corpos de água à montante do Sistema Cantareira, o rio Cachoeira até sua foz no rio Atibaia e pequena porção da cabeceira do rio Corumbataí na Classe 1 da Resolução CONAMA nº 20, de 1986.

Apêndice B – Qualidade da água das Bacias PCJ em 2008

B.1 Dados de qualidade de água das Bacias PCJ do ano de 2008

Os dados de qualidade adotados para as Bacias PCJ relativos à rede de monitoramento de qualidade constam do Relatório de Qualidade das Águas Interiores do Estado de São Paulo Ano 2008 (CETESB, 2009). As Bacias PCJ possuem uma densidade de 6,4 pontos de coleta por 1.000 km².

Os pontos de coleta das Bacias PCJ são descritos no Relatório de Situação 2004-2006 (IRRIGARTE, 2007), que apresenta as respectivas coordenadas geográficas dos mesmos constantes da Tabela B.1.

Para melhor visualização, os pontos estão locados no mapa das Bacias PCJ, adaptado de Irrigarte (2007), na Figura B.1, onde se pode observar a distribuição espacial ao longo dos corpos de água das bacias.

A Tabela B.2 apresenta os dados obtidos da Cetesb (2009) relativos às Bacias PCJ e digitalizados em planilha eletrônica. Esses dados são utilizados para o cálculo do IQA e ICE, de acordo com as equações descritas na Metodologia.

As planilhas de cálculo do IQA relativo ao ano de 2008, nos pontos onde há disponibilidade dos parâmetros necessários é apresentada no item B.2 e apresentadas resumidamente no capítulo Resultados.

Tabela B.1 Localização dos pontos de coleta das Bacias PCJ (IRRIGART, 2007)

Código do Ponto	Latitude	Longitude	Descrição	Tipo de amostragem
ATIB02010	23° 06' 12"	46° 32' 42"	Rio Atibaia	Rede Básica de Monitoramento
ATIB02030	22° 58' 09"	46° 50' 52"	Rio Atibaia	Monitoramento Regional
ATIB02035	22° 56' 16"	46° 56' 01"	Rio Atibaia	Monitoramento Regional
ATIB02065	22° 54' 18"	46° 58' 26"	Rio Atibaia	Rede de Sedimento
ATIB02300	22° 45' 25"	47° 06' 39"	Rio Atibaia	Monitoramento Regional
ATIB02605	22° 45' 47"	47° 09' 18"	Rio Atibaia	Monitoramento Regional
ATIB02605	22° 45' 09"	47° 09' 17"	Rio Atibaia	Monitoramento Regional
ATIB02800	22° 45' 41"	47° 10' 24"	Rio Atibaia	Rede de Sedimento
ATIB02900	22° 41' 54"	47° 17' 27"	Rio Atibaia	Monitoramento Regional
BAIN02950	23° 06' 46"	46° 28' 43"	Rio Atibainha	Monitoramento Regional
CACH00902	23° 03' 22"	47° 19' 08"	Res. Cachoeira	Balneabilidade de Rios e Lagos
CAXO02800	23° 05' 43"	46° 26' 31"	Rio Cachoeira	Monitoramento Regional
CMDC02100	22° 42' 17"	46° 41' 42"	Rio Camanducaia	Monitoramento Regional
CMDC02300	22° 42' 09"	46° 44' 58"	Rio Camanducaia	Monitoramento Regional
CMDC02400	22° 41' 21"	46° 52' 51"	Rio Camanducaia	Monitoramento Regional
CMDC02900	22° 39' 42"	47° 00' 11"	R Camanducaia	Rede Básica de Monitoramento
CPIV02030	23° 06' 54"	46° 51' 09"	Rio Capivari	Monitoramento Regional
CPIV02060	23° 06' 06"	46° 55' 20"	Rio Capivari	Monitoramento Regional
CPIV02100	23° 03' 48"	46° 58' 58"	Rio Capivari	Monitoramento Regional
CPIV02130	22° 00' 22"	47° 05' 60"	Rio Capivari	Rede Básica de Monitoramento
CPIV02160	22° 57' 18"	47° 14' 37"	Rio Capivari	Monitoramento Regional
CPIV02160	22° 57' 18"	47° 14' 37"	Rio Capivari	Monitoramento Regional
CPIV02200	22° 57' 34"	47° 17' 51"	Rio Capivari	Rede Básica de Monitoramento
CPIV02900	22° 59' 21"	47° 45' 17"	Rio Capivari	Rede Básica de Monitoramento
CRUM02050	22° 07' 47"	47° 40' 03"	Rio Corumbataí	Monitoramento Regional

Tabela B.1 (cont.)Localização dos pontos de coleta das Bacias PCJ (IRRIGART, 2007)

Código do Ponto	Latitude	Longitude	Descrição	Tipo de amostragem
CRUM02100	22° 20' 49"	47° 34' 12"	Rio Corumbataí	Monitoramento Regional
CRUM02200	22° 30' 54"	47° 37' 26"	Rio Corumbataí	Monitoramento Regional
CRUM02300	22° 34' 53"	47° 41' 01"	Rio Corumbataí	Monitoramento Regional
CRUM02500	22° 38' 01"	47° 40' 58"	Rio Corumbataí	Rede Básica de Monitoramento
CRUM02900	22° 41' 04"	47° 40' 37"	Rio Corumbataí	Monitoramento Regional
GERT02100	22° 25' 52"	47° 28' 22"	Córr. S. Gertrudes	Monitoramento Regional
GERT02200	22° 26' 12"	47° 29' 22"	Córr. S. Gertrudes	Monitoramento Regional
IRIS02100	23° 15' 43"	47° 03' 28"	Rio Pirai	Monitoramento Regional
IRIS02200	23° 14' 52"	47° 04' 24"	Rio Pirai	Monitoramento Regional
IRIS02250	23° 14' 24"	47° 05' 01"	Rio Pirai	Monitoramento Regional
IRIS02400	23° 15' 44"	47° 07' 13"	Rio Pirai	Monitoramento Regional
IRIS02600	23° 15' 23"	47° 10' 34"	Rio Pirai	Monitoramento Regional
IRIS02900	23° 11' 12"	47° 14' 44"	Rio Pirai	Rede Básica de Monitoramento
JAGR00002	22° 52' 53"	46° 23' 28"	Rio Jaguari	Monitoramento Regional
JAGR00005	22° 54' 54"	46° 25' 41"	Rio Jaguari	Monitoramento Regional
JAGR02010	22° 54' 30"	46° 32' 37"	Rio Jaguari	Monitoramento Regional
JAGR02100	22° 52' 36"	46° 36' 35"	Rio Jaguari	Rede Básica de Monitoramento
JAGR02200	22° 44' 48"	46° 53' 52"	Rio Jaguari	Monitoramento Regional
JAGR02300	22° 42' 44"	46° 58' 17"	Rio Jaguari	Monitoramento Regional
JAGR02400	22° 42' 15"	47° 00' 51"	Rio Jaguari	Monitoramento Regional
JAGR02500	22° 41' 56"	47° 09' 07"	Rio Jaguari	Rede Básica de Monitoramento
JAGR02800	22° 39' 44"	47° 16' 40"	Rio Jaguari	Rede Básica de Monitoramento
JARI00521	23° 00' 21"	46° 24' 59"	Res. Jaguari	Balneabilidade de Rios e Lagos
JARI00701	22° 58' 59"	46° 26' 23"	Res. Jaguari	Monitoramento Regional
JUMI00100	23° 07' 18"	46° 46' 15"	Rio Jundiá-Mirim	Monitoramento Regional
JUMI00250	23° 08' 47"	46° 48' 22"	Rio Jundiá-Mirim	Monitoramento Regional
JUMI00500	23° 08' 43"	46° 51' 04"	Rio Jundiá-Mirim	Monitoramento Regional
JUMI00800	23° 09' 30"	46° 54' 34"	Rio Jundiá-Mirim	Monitoramento Regional
JUNA02010	23° 12' 30"	46° 46' 07"	Rio Jundiá	Monitoramento Regional
JUNA02020	23° 12' 13"	46° 46' 23"	Rio Jundiá	Rede Básica de Monitoramento
JUNA02100	23° 12' 29"	46° 48' 30"	Rio Jundiá	Monitoramento Regional
JUNA04150	23° 11' 52"	46° 51' 59"	Rio Jundiá	Monitoramento Regional
JUNA04190	23° 08' 49"	47° 01' 22"	Rio Jundiá	Monitoramento Regional

Tabela B.1 (cont.) Localização dos pontos de coleta das Bacias PCJ (IRRIGART, 2007)

Código do Ponto	Latitude	Longitude	Descrição	Tipo de amostragem
JUNA04190	23° 08' 49"	47° 01' 22"	Rio Jundiaí	Monitoramento Regional
JUNA04200	23° 08' 18"	47° 05' 05"	Rio Jundiaí	Monitoramento Regional
JUNA04270	23° 06' 26"	47° 10' 24"	Rio Jundiaí	Rede Básica de Monitoramento
JUNA04700	23° 11' 42"	47° 16' 07"	Rio Jundiaí	Monitoramento Regional
JUNA04900	23° 12' 36"	47° 17' 28"	Rio Jundiaí	Rede de Sedimento
LAPE02900	22° 54' 12"	46° 32' 50"	Rib. Lavapés	Monitoramento Regional
LARO02900	22° 28' 00"	43° 35' 00"	Rio Claro	Monitoramento Regional
NUMA04900	22° 45' 56"	47° 06' 00"	Rib. Anhumas	Monitoramento Regional
PCAB02100	22° 42' 39"	47° 19' 22"	Rio Piracicaba	Rede Básica de Monitoramento
PCAB02130	22° 41' 28"	47° 22' 46"	Rio Piracicaba	Rede de Sedimento
PCAB02135	22° 41' 51"	47° 23' 14"	Rio Piracicaba	Rede Básica de Monitoramento
PCAB02192	22° 41' 20"	47° 34' 58"	Rio Piracicaba	Rede Básica de Monitoramento
PCAB02220	22° 42' 44"	47° 38' 58"	Rio Piracicaba	Rede Básica de Monitoramento
PCAB02300	22° 41' 44"	47° 40' 19"	Rio Piracicaba	Monitoramento Regional
PCAB02600	22° 42' 00"	47° 42' 42"	Rio Piracicaba	Monitoramento Automático
PCAB02800	22° 41' 31"	47° 46' 39"	Rio Piracicaba	Rede Básica de Monitoramento
PCBP02500	22° 37' 44"	48° 10' 27"	Br. Piracicaba	Rede Básica de Monitoramento
PIAL02900	22° 39' 35"	47° 16' 33"	Rib. Pinhal	Monitoramento Regional
PIMI02900	22° 41' 57"	47° 37' 46"	Rio Piracicamirim	Monitoramento Regional
PINO02100	23° 00' 38"	46° 58' 54"	Rib. Pinheiros	Monitoramento Regional
QUIL03200	22° 49' 07"	47° 11' 55"	Rib. Quilombo	Monitoramento Regional
QUIL03900	22° 42' 52"	47° 20' 02"	Rib. Quilombo	Monitoramento Regional
RAIN00402	23° 13' 03"	46° 23' 52"	Repr. Atibainha	Balneabilidade de Rios e Lagos
RAIN00802	23° 10' 09"	46° 22' 37"	Repr. Atibainha	Balneabilidade de Rios e Lagos
RAIN00901	23° 11' 03"	46° 23' 35"	Repr. Atibainha	Balneabilidade de Rios e Lagos
TATU04850	22° 39' 36"	47° 21' 09"	Rib. Tatu	Monitoramento Regional
TIJU02900	22° 48' 39"	47° 10' 24"	Rib.Tijuco Preto	Monitoramento Regional
TOLE03900	22° 44' 14"	47° 26' 42"	Rib Toledos	Monitoramento Regional
TREB02950	22° 12' 13"	47° 17' 14"	Rib. T.Barras	Monitoramento Regional

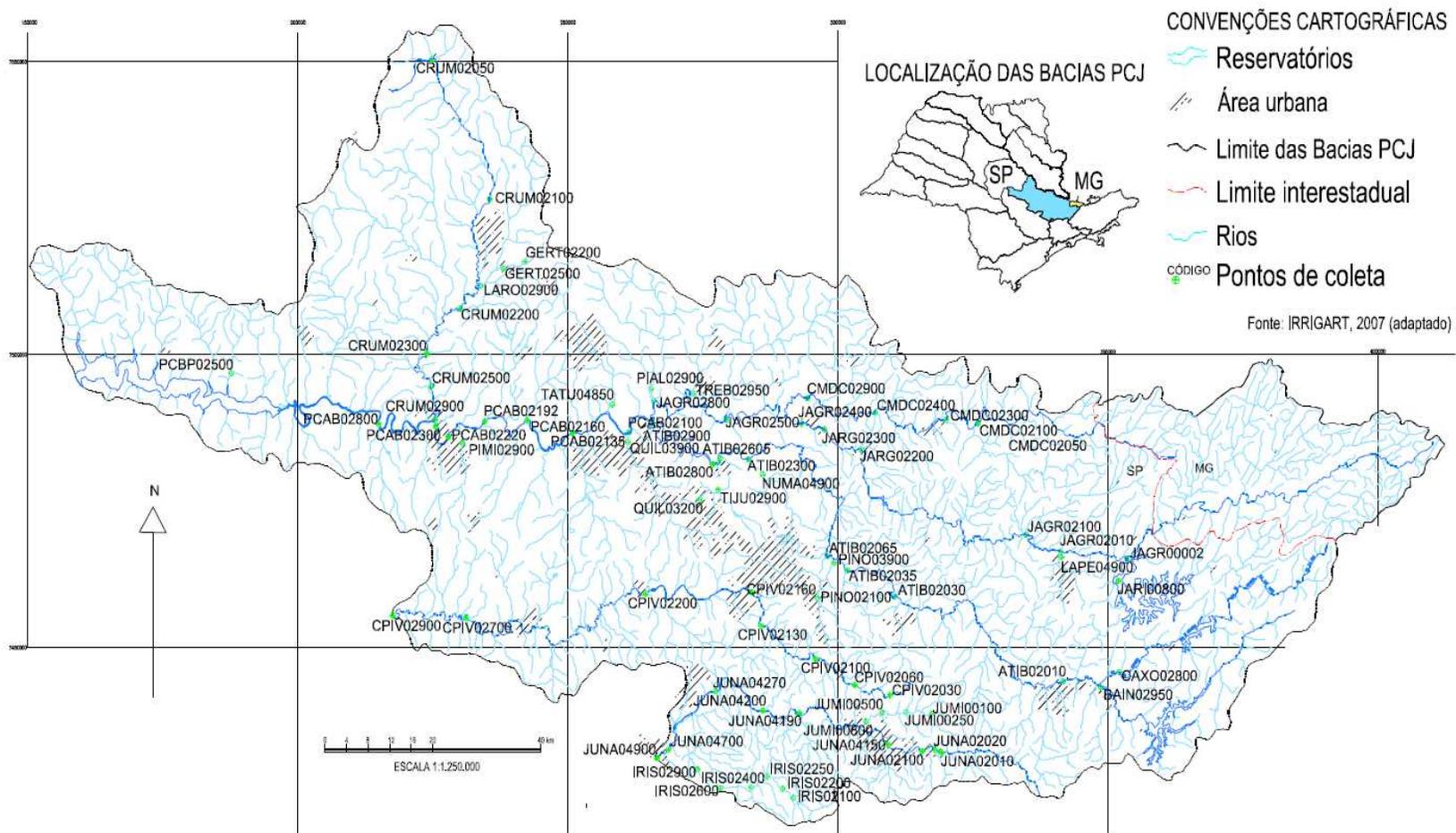


Figura B.1 Localização dos pontos de coleta nas Bacias PCJ (Irrigarte, 2007, adaptado)

Tabela B.2 Dados de qualidade de água das Bacias PCJ em 2008 (CETESB, 2009)

Ponto	Classe	Data	pH	Temp	Alumínio	Boro	Cádmio	Chumbo	Cloreto	Cobre	Cor	Cromo	DBO	Fenóis	Ferro	Fluoreto	Fósforo	Manganês	Mercurio	N.Amon.	Níquel	Nitrato	Nitrito	OD	Sól.	Sub.Tens.	Sulfato	Turbidez	Zinco	Coli	Clorofila	Cianob.
005P05353JUNA04270	4	11/06/2008	6,8	19	0,05		0	0,01	41	0,01	14		0	0,3		0,7	0,1	0	0	5	0,01	5	0,3	6,2	267	0,2	29	43	0,03	94000		
005P05353JUNA04270	4	12/08/2008	6,6	19,5	0,3		0	0,01	18	0	12		0	0,4		0,6	0,2	0	2	0,01	2,4	0,3	6,5	233	0,1	20	92	0,02	17000			
005P05353JUNA04270	4	15/10/2008	7,3	25,5	0,07		0	0,01	41	0	18		0	0,4	0,07	1	0,2	0	7	0,01	2,9	0,5	4,1	234	0,09	34	46	0,02	13000			
005P05353JUNA04270	4	09/12/2008	6,8	25	0,02		0	0,01	37	0	10		0	0,2		0,5	0,2	0	12	0,01	1,4	0,3	5,4	224	0,06	27	32	0,05	50000			
005P05382ATIB02030	2	15/01/2008	6,6	25	0,59				4				3	0,54			0,18		0,9		1,1	0,03	6,2	276			168		2300			
005P05382ATIB02030	2	24/03/2008	6	23	0,3				4				2	0,6		0,02	0,08		0,8		1,8	0,02	6,4	187			30		3300			
005P05382ATIB02030	2	26/05/2008	6,2	17	0,1				4				2	1		0,2	0,07		0,06		2,6	0,03	7,6	164			9		1400			
005P05382ATIB02030	2	14/07/2008	6,7	16,5	0,1				5				3	0,3		0,2	0,04		0,05		2,3	0,03	7,5	158			9		3500			
005P05382ATIB02030	2	08/09/2008	6,3	20	0,2				3				2	0,5		0,2	0,1		0,3		1,6	0,02	7,2	187			13		7900			
005P05382ATIB02030	2	03/11/2008	6,9	23	0,2				4				2	0,8		0,2	0,2		0,5		1	0,04	6,6	64			21		2600			
005P05388JUNA04190	4	18/02/2008	6,8	24					11				5			0,3			1		1,2	0,05	3,8				68		23000			
005P05388JUNA04190	4	08/04/2008	7,2	24					28				9			0,6			3		9,4	0,1	2				52		1100000			
005P05388JUNA04190	4	11/06/2008	6,6	20					37				13			2			6		3,8	0,1	3,9				24		170000			
005P05388JUNA04190	4	12/08/2008	6,7	21					28				22			0,8			2		1,4	0,2	5				66		79000			
005P05388JUNA04190	4	15/10/2008	7,1	26					67				24			2			10		1	0,1	1				43		13000000			
005P05388JUNA04190	4	09/12/2008	6,7	26					48				46			1			11		0,8	0,01	0,8				41		1040000			
005P05388JUNA04200	4	18/02/2008	6,9	26,5					15				7			0,7			3		1,5	0,1	3,8				190		170000			
005P05388JUNA04200	4	08/04/2008	7,2	24					25				9			0,6			3		6,9	0,09	2,7				40		790000			
005P05388JUNA04200	4	11/06/2008	6,7	21					36				10			0,8			5		4,4	0,1	3,8				23		220000			
005P05388JUNA04200	4	12/08/2008	6,6	21					32				18			0,9			4		1,6	0,3	2,9				45		220000			
005P05388JUNA04200	4	15/10/2008	6,9	26					66				29			1			9		1,1	0,1	1,2				44		2300000			
005P05388JUNA04200	4	09/12/2008	7	26					42				35			1			11		0,7	0,01	1,1				92		1870000			
005P05395CMD02900	2	21/01/2008	6,6	23	1,12		0	0,02	3	0,01			4	0,01	0,75	1	0,32	0	0,6	0,03	0,6	0,04	6,7	132	0,06	5	572	0,09	33000			
005P05395CMD02900	2	10/03/2008	6,7	25	0,3		0	0,01	8	0			4	0	0,2	0,3	0,2	0	0,5	0,01	9,3	0,1	6,7	175	0,08	2	124	0,04	7900			
005P05395CMD02900	2	05/05/2008	6,2	17,5	0,2		0	0,01	6	0			4	0	0,1	0,3	0,1	0	0,05	0,01	6,6	0,04	8,1	154	0,06	3	138	0,02	17000			
005P05395CMD02900	2	23/09/2008	7	18	0,04		0	0,01	11	0			4	0	0,6	0,3	0,2	0	0,6	0,01	1,6	0,1	5,3	158	0,06	5	40	0,01	20			
005P05395CMD02900	2	11/11/2008	7,1	23	0,8		0	0,01	8	0			3	0	1	0,6	0,2	0	0,5	0,01	1,4	0,2	6,5	90	0,06	2	87	0,02	80			
005P05395JAGR02300	2	07/01/2008	7	26	0,41				6				2	0,43		0,4	0,1		2		0,9	0,04	6,4	300			106		54000			
005P05395JAGR02300	2	04/03/2008	6,9	26,5	0,2				5				3	0,4		0,3	0,09		0,5		9,9	0,05	3,9	177			18		17000			
005P05395JAGR02300	2	12/05/2008	6,4	19	0,3				6				2	0,5		0,07	0,08		2		7,2	0,02	7,8	172			24		9400			
005P05395JAGR02300	2	22/07/2008	6,5	18	0,2				5				3	0,3		0,2	0,03		0,1		1,6	0,03	7,5	168			6		7900			
005P05395JAGR02300	2	22/09/2008	6,9	19	0,06				6				3	0,5		0,3	0,3		0,2		1,7	0,07	7,6	211			17		5400			
005P05395JAGR02300	2	10/11/2008	7,2	26	0,1				6				2	0,7		0,5	0,1		0,2		1,5	0,03	4,6	78			10		3800			
005P05395JAGR02400	2	07/01/2008	6,9	26					5				6										5,4				213		49000			
005P05395JAGR02400	2	04/03/2008	7	26					4				2										6,2				20		24000			
005P05395JAGR02400	2	12/05/2008	6,5	18,5					6				3										7,7				14		33000			
005P05395JAGR02400	2	22/07/2008	6,2	18					6				6										6,4				7		79000			
005P05395JAGR02400	2	22/09/2008	6,7	19					11				4										3,9				15		230			
005P05395JAGR02400	2	10/11/2008	7	26					8				4										4,2				14		37000			
005P05400JUMI00100	0	27/02/2008	6,7	21					6				2			0,1			0,4		2	0,01	7,3				25		16000			
005P05400JUMI00100	0	14/04/2008	6,8	21					5				3			0,5			0,05		4	0,01	7				669		220000			
005P05400JUMI00100	0	23/06/2008	6	15					3				2			0,08			0,05		1,8	0,01	8,2				12		4900			
005P05400JUMI00100	0	04/08/2008	6,4	16					4				4			0,08			0,05		1,3	0,01	7,9				28		7900			
005P05400JUMI00100	0	13/10/2008	6,3	20					4				2			0,06			0,2		0,9	0,01	7,4				9		1700			
005P05400JUMI00100	0	15/12/2008	6,4	21					4				2			0,2			0,1		1,2	0,01	7,1				11		5700			
005P05407CPIVO2030	2	11/02/2008	6,5	28					3				4										6,7					629		49000		
005P05407CPIVO2030	2	01/04/2008	6,7	21					3				3										7,7					57		14000		
005P05407CPIVO2030	2	02/06/2008	6,6	16,7					4				4										7,4					67		33000		
005P05407CPIVO2030	2	05/08/2008	6,7	18					3				2										7,6					17		13000		
005P05407CPIVO2030	2	06/10/2008	6,3	19					3				2										7,4					44		7900		
005P05407CPIVO2030	2	16/12/2008	6,7	21,5					3				2										6,9					30		10500		
005P05407JUMI00250	0	27/02/2008	6,8	22					6				2										7,4					71		1300		

Tabela B.2 (cont.) Dados de qualidade de água das Bacias PCJ em 2008 (CETESB, 2009)

Ponto	Classe	Data	pH	Temp	Alumínio	Boro	Cádmio	Chumbo	Cloreto	Cobre	Cor	Cromo	DBO	Fenóis	Ferro	Fluoreto	Fósforo	Manganês	Mercurio	N.Amon.	Níquel	Nitrato	Nitrito	OD	Sól.	Sub.Tens.	Sulfato	Turbidez	Zinco	Coli	Clorofila	Cianob.
00SP05233IRIS02600	2	13/10/2008	6,2	22,5					15				7											5,4				21		2200		
00SP05233IRIS02600	2	15/12/2008	6,5	22					8				3										7,4				12		7000			
00SP05244ATI B02065	2	15/01/2008	6,9	24	0,45		0	0,02	5	0,01			4	0,01	0,4		1	0,29	0	0,9	0,02	1,2	0,04	6,7	148	0,06	2	617	0,08	23000	2,67	1319
00SP05244ATI B02065	2	24/03/2008	7	22,5	0,2		0	0,01	7	0,01	25		4	0	0,4		0,2	0,1	0	0,05	0,01	2,2	0,04	6,1	146	0,06	2	38	0,1	170000	0,41	495
00SP05244ATI B02065	2	26/05/2008	6,3	18,5	0,1		0	0,01	7	0	15		4	0	0,4		0,2	0,06	0	0,7	0,01	2,3	0,07	8,3	133	0,06	4	16	0,02	5400	0,01	577
00SP05244ATI B02065	2	14/07/2008	7	16	0,2		0	0,01	11	0	15		4	0	0,3		0,3	0,08	0	0,5	0,01	3	0,09	8,2	157	0,09	10	14	0,06	3300	0,53	690
00SP05244ATI B02065	2	08/09/2008	6,6	19	0,2		0	0,01	9	0	25		3	0	0,6		0,3	0,2	0	0,5	0,01	1,7	0,08	7,8	179	0,06	8	20	0,01	1400	1,34	0
00SP05244ATI B02065	2	04/11/2008	7,7	25	0,2		0	0,01	8	0	25		2	0	0,7		0,2	0,2	0	0,8	0,01	1,6	0,1	7	84	0,06	2	32	0,02	5300	0,45	0
00SP05244CPIV02130	2	11/02/2008	7	23,5	0,43		0,01	0,02	8	0,01	20	0,04	6	0,01	0,35		0,9	0,35	0	1	0,03	1,4	0,1	6,4	164	0,06	2	664	0,13	130000	5,35	
00SP05244CPIV02130	2	01/04/2008	7,2	22	0,2		0	0,01	20	0,02	15	0,01	7	0	0,1		0,3	0,09	0	2	0,01	6,2	0,5	6,3	184	0,09	2	55	0,02	13000	0,01	
00SP05244CPIV02130	2	02/06/2008	6,6	16	0,4		0	0,01	13	0	20	0,01	8	0	0,2		0,5	0,2	0	1	0,01	2,3	0,1	7,3	156	0,1	2	306	0,03	13000	5,35	
00SP05244CPIV02130	2	05/08/2008	6,6	18	0,1		0	0,01	18	0	20	0,01	7	0	0,2		0,4	0,3	0	3	0,01	2	0,2	5,6	215	0,3	5	61	0,02	1300	4,81	
00SP05244CPIV02130	2	06/10/2008	6,4	17	0,1		0	0,01	23	0	20	0,01	8	0	0,3		0,3	0,2	0	2	0,01	1,8	0,2	5,7	128	0,1	5	102	0,01	11000	5,35	
00SP05244CPIV02130	2	16/12/2008	6,6	22	0,02		0	0,01	22	0	20	0,01	6	0	0,4		0,4	0,3	0	4	0,01	2	0,4	4,8	178	0,1	2	39	0,01	28000	0,67	
00SP05244CPIV02160	2	11/02/2008	6,5	27	0,26		0	0	9	0,01	35	0,02	6	0,01	1,13		0,3	0,14	0	0,05	0,02	0,6	0,01	0,1	168	0,06	2	80	0,02	7900		
00SP05244CPIV02160	2	01/04/2008	7,2	24	0,1	0,01	0,01	0,01	41	0,02	10	0,01	9	0	0,01		0,9	0,3	0	9	0,1	5,8	1	3	294	0,6	10	27	0,1	49000		
00SP05244CPIV02160	2	02/06/2008	6,7	17,5	0,3		0	0,01	21	0	20	0,01	18	0	0,5		0,7	0,3	0	3	0,01	3	0,6	5,8	212	0,2	2	242	0,06	170000		
00SP05244CPIV02160	2	05/08/2008	6,7	20	0,1		0	0,01	38	0	15	0,01	38	0	0,2		0,8	0,2	0	7	0,01	2,7	1	3,1	278	1	28	94	0,02	140000		
00SP05244CPIV02160	2	06/10/2008	6,7	19	0,08		0	0,01	31	0	20	0,02	7	0	0,2		0,7	0,4	0	5	0,01	2,1	0,2	4,3	164	0,2	17	89	0,04	23000		
00SP05244CPIV02160	2	16/12/2008	6,9	24	0,02		0	0,01	55	0	20	0,01	13	0,01	0,2		2	0,4	0	10	0,01	0,9	0,01	1,8	312	2	31	23	0,02	270000		
00SP05245JUNA02010	2	18/02/2008	6,6	22	0,4				2				5		0,3		2	1		1		1,6	0,02	5,9	###			3100		350000		
00SP05245JUNA02010	2	08/04/2008	7	22	0,1				4				3		0,09		0,1	0,1		0,8		4	0,01	7,2	243			69		23000		
00SP05245JUNA02010	2	11/06/2008	6,2	17	0,05				4				3		0,2		0,2	0,08		2		2,6	0,01	8,1	152			18		22000		
00SP05245JUNA02010	2	12/08/2008	6,1	19	0,2				4				3		0,4		0,2	0,2		0,05		1	0,01	8,1	233			59		32000		
00SP05245JUNA02010	2	15/10/2008	6,7	26	0,1				6				5		0,4		0,1	0,2		0,4		1,1	0,02	5,5	92			15		79000		
00SP05245JUNA02010	2	09/12/2008	6,6	24	0,03				5				4		0,4		0,07	0,2		0,4		1,3	0,02	6,8	98			16		35000		
00SP05245JUNA02020	2	18/02/2008	6,6	23,5	0,5		0	0,01	8	0,08			2	0,01	1		0,2	0,1	0	1	0,01	1,1	0,05	3,8	200	0,06	2	36	0,01	79000		
00SP05245JUNA02020	2	08/04/2008	7	24	0,08		0	0,01	8	0,01			12	0,01	0,2		0,3	0,2	0	0,7	0,01	4,7	0,04	6,1	190	0,4	2	72	0,1	330000		
00SP05245JUNA02020	2	11/06/2008	6,3	18,5	0,06		0	0,01	8	0			11	0	0,2		0,3	0,1	0	2	0,01	2,5	0,03	6,9	163	0,4	2	24	0,1	130000		
00SP05245JUNA02020	2	12/08/2008	6	19,5	0,1		0	0,01	9	0			9	0,01	0,3		0,4	0,2	0	0,8	0,01	1,1	0,03	7,4	188	0,4	6	72	0,03	170000		
00SP05245JUNA02020	2	15/10/2008	6,6	26	0,04		0	0,01	16	0			20	0	0,3		0,6	0,2	0	3	0,1	1,3	0,09	3,2	114	0,6	9	23	0,02	230000		
00SP05245JUNA02020	2	09/12/2008	6,5	24	0,04		0	0,01	13	0			13	0	0,3		0,3	0,3	0	3	0,01	1	0,1	2,3	114	0,9	6	25	0,02	200000		
00SP05245JUNA02100	2	18/02/2008	6,7	26					4				28															4000		790000		
00SP05245JUNA02100	2	08/04/2008	7	24					10				12										5,6					65		330000		
00SP05245JUNA02100	2	11/06/2008	6,3	19					10				15										5					22		170000		
00SP05245JUNA02100	2	12/08/2008	6	20					10				14										6,5					61		490000		
00SP05245JUNA02100	2	15/10/2008	6,7	25					18				15										1,7					21		130000		
00SP05245JUNA02100	2	09/12/2008	6,6	25					15				9										2,2					18		63000		
00SP05266CRUM02300	2	23/01/2008		22,2		0,03			6,81				4										7					7		67,5		
00SP05266CRUM02300	2	26/03/2008		24,4		0,04			5,13				3										5,8					42,5				
00SP05266CRUM02300	2	13/05/2008		18,7		0,09			6,17				3										6,7					18,6				
00SP05266CRUM02300	2	29/07/2008		19,4		0,03			12,3				4										4,6					5,46				
00SP05266CRUM02300	2	17/09/2008		20		0,03			11,4				5										5					4,94				
00SP05266CRUM02300	2	25/11/2008		25,1		0,07			8,52				3										3,8					17,6				
00SP05276TREB02950	2	30/01/2008	6,3	23,1					16,4				21				1			6		3										

Tabela B.2 (cont.) Dados de qualidade de água das Bacias PCJ em 2008 (CETESB, 2009)

Ponto	Classe	Data	pH	Temp	Alumínio	Boro	Cádmio	Chumbo	Cloreto	Cobre	Cor	Cromo	DBO	Fenóis	Ferro	Fluoreto	Fósforo	Manganês	Mercúrio	N.Amon.	Níquel	Nitrato	Nitrito	OD	Sól.	Sub.Tens.	Sulfato	Turbidez	Zinco	Coli	Clorofila	Cianob.
00SP05407JUMI00250	0	14/04/2008	7,1	21					5				2										7,1					104		4900		
00SP05407JUMI00250	0	23/06/2008	6,2	16,5					4				2										8					21		13000		
00SP05407JUMI00250	0	04/08/2008	6,6	16					5				2										7,9				125		7900			
00SP05407JUMI00250	0	13/10/2008	6,4	21					4				2										7,2				24		2100			
00SP05407JUMI00250	0	15/12/2008	6,6	22					4				2										6,7				21		1340			
00SP05407JUMI00500	0	27/02/2008	6,9	21,5					5				2										7,1				61		17000			
00SP05407JUMI00500	0	14/04/2008	6,9	21					4				5										6,4				746		130000			
00SP05407JUMI00500	0	23/06/2008	6,3	16					4				2										7,9				35		23000			
00SP05407JUMI00500	0	04/08/2008	6,4	16					5				2										8				75		4900			
00SP05407JUMI00500	0	13/10/2008	6,5	21					671				2										7,2				23		4900			
00SP05407JUMI00500	0	15/12/2008	6,6	22					5				2										7				28		3600			
00SP05417PCAB02135	2	08/01/2008	6,7	24,1	0,6	0,01	0,08		12,7	0,01	37,5		9	0,01	2		0,6	0,2	0	2	0,05	1,1	0,08	3,9	241	0,1	37	233	0,03	79000		
00SP05417PCAB02135	2	12/03/2008	6,6	24,9	0,4	0	0,01	12,8	0,01	31,6		3	0	0,3		0,4	0,09	0	2	0,01	7,1	0,06	4,3	153	0,06	30	45,9	0,03	110000			
00SP05417PCAB02135	2	07/05/2008	6,6	17,8	0,3	0	0,01	11,6	0,01	29,9		4	0	0,3		0,2	0,08	0	0,1	0,09	5	0,04	5,6	127	0,1	26,4	46,9	0,02	13000			
00SP05417PCAB02135	2	23/07/2008	6,7	16,5	0,2	0	0,01	23,1	0,21	8		9	0	0,2		0,4	0,07	0	2	0,01	2,6	0,1	3	196	0,3	42,6	11,5	0,02	130000			
00SP05417PCAB02135	2	16/09/2008	6,6	20,8	0,08	0	0,01	27,6	0,30,4			10	0	0,4		0,5	0,1	0	2	0	1,7	0,1	1,1	254	0,4	62,8	10,4	0,02	130000			
00SP05417PCAB02135	2	05/11/2008	6,9	25,1	0,02	0	0,01	27	0	26		7	0	0,7		0,4	0,2	0	2	0,01	1,9	0,09	1	237	0,3	60,4	21,7	0,01	240000			
00SP05417PIALO2900	2	30/01/2008	6,4	23,4					3,99			3				0,1				0,1		1,5	0,01	4,3			23,8		1,8			
00SP05417PIALO2900	2	05/03/2008	6,5	26,7					4,26			3				0,1				0,8		9	0,02	3,6			23,4		130			
00SP05417PIALO2900	2	28/05/2008	6,4	19,5					4,16			3				0,1				1		5,5	0,01	6			8,91		36			
00SP05417PIALO2900	2	02/07/2008	6	19					3,39			3				0,02				0,05		0,84	0,01	6,4			7,62		1,8			
00SP05417PIALO2900	2	10/09/2008	7,6	22,8					3,3			3				0,09				0,1		1	0,01	7,6			3,94		170			
00SP05417PIALO2900	2	24/11/2008	6,9	25					3,82			3				0,04				1,15		0,22	0,01	3,1			7,78		400			
00SP05417TATU04850	4	30/01/2008	7,1	22,3	0,2	0	0,01	17,2	0,01	16,6		13	0,02	0,2		0,4	0,2	0	2	0,01	1,7	0,1	5,7	174			74,2	0,03	2400000			
00SP05417TATU04850	4	05/03/2008	7,1	26	0,3	0	0,01	27,7	0,1	16,8		21	0,01	0,03		0,7	0,3	0	6	0,1	10	0,01	0,3	222			29,3	0,1	17000000			
00SP05417TATU04850	4	28/05/2008	6,9	29	0,1	0	0,01	35,8	0,01	16,5		40	0,02	0,07		2	0,2	0	0,05	0,06	11	0,01	0,1	285			42,7	0,08	9800000			
00SP05417TATU04850	4	02/07/2008	6,9	19,2	0,2	0	0,01	59,8	0,06	21,6		54	0,02	0,09		1,1	0,2	0	9,59	0,1	0,2	0,01	0,1	342			46,7	0,2	7900000			
00SP05417TATU04850	4	10/09/2008	7,3	24,8	0,05	0	0,01	104	0,02	29,5		97	0,04	0,3		3	0,3	0	19	0,2	2,4	0,01	0,1	503			68,9	0,2	35000000			
00SP05417TATU04850	4	24/11/2008	7,2	26	0,1	0	0	34,3	0,01	37		40	0	0,1		1,04	0,23	0	9,26	0,02	0,2	0,01	0,1	225			94,1	0,04	11000000			
00SP05421CPIVO2060	2	11/02/2008	6,4	24					5				2			0,2				0,05		1,2	0,01	6,6			161		22000			
00SP05421CPIVO2060	2	01/04/2008	7,1	22					9				3			0,1				0,9		4,3	0,02	7,1			48		33000			
00SP05421CPIVO2060	2	02/06/2008	6,5	16,5	0,2	0	0,01	7	0	15	0,3	3	0	0,3		0,1	0,1	0	1	0,09	2,8	0,02	7,6	157	0,06	2	101	0,03	7900			
00SP05421CPIVO2060	2	05/08/2008	6,4	17,5	0,2	0	0,01	9	0	10	0,01	3	0	0,2		0,1	0,1	0	0,05	0,01	1,8	0,02	7,9	169	0,06	2	33	0	13000			
00SP05421CPIVO2060	2	06/10/2008	6,4	19	0,2	0	0,01	9	0	20	0,01	2	0	0,3		0,3	0,2	0	0,1	0,01	2,1	0,02	7,3	102	0,06	2	104	0,01	24000			
00SP05421CPIVO2060	2	16/12/2008	6,5	21	0,08	0	0,01	5	0	20	0,01	2	0	0,4		0,08	0,1	0	0,2	0,01	2,1	0,02	7	101	0,06	2	23	0	11000			
00SP05460CMD02050	2	21/01/2008	6	22	0,96	0	0,01	2	0,01	0,62		2	0,01	0,62		0,4	0,16	0	0,05	0,02	0,5	0,02	6,3	46	0,06	4	231	0,03	13000			
00SP05460CMD02050	2	10/03/2008	6,9	22	0,2	0	0,01	3	0	0,3		2	0	0,3		0,1	0,3	0	0,05	0,01	2,8	0,01	6,8	108	0,06	2	119	0,06	3300			
00SP05460CMD02050	2	05/05/2008	6	16	0,1	0	0,01	2	0,02	0		2	0	0,5		0,1	0,07	0	0,05	0,01	3,5	0,01	5,7	168	0,06	2	67	0,1	5400			
00SP05460CMD02050	2	23/09/2008	6,8	17	0,2	0	0,01	4	0	0		2	0	1		0,2	0,2	0	0,1	0,01	0,7	0,01	7,8	127	0,06	2	44	0	4900			
00SP05460CMD02050	2	11/11/2008	6,7	23	0,8	0	0,01	3	0	0		2	0	0,8		0,5	0,3	0	0,3	0,01	0,5	0,01	7,2	58	0,06	2	358	0,02	24000			
00SP05460CMD02100	2	21/01/2008	6,4	22					2				2										7,4				343		11000			
00SP05460CMD02100	2	10/03/2008	6,8	20					5				3										7,5				192		23000			
00SP05460CMD02100	2	05/05/2008	6,2	17					3				2										8,3				63		9200			
00SP05460CMD02100	2	23/09/2008	7	17					4				2										8,2				36		13000			
00SP05460CMD02100	2	11/11/2008	7	23					3				3										7,6				415		38000			
00SP05465CPIVO2200	2	11/02/2008	6,8	26,5	0,39	0	0,02	13	0,01	0,05	6	0,01	0,31			0,9	0,45	0	2	0,04	1,6	0,19	3,7	184	0,06	9	450	0,1	46000			
00SP05465CPIVO2200	2	01/04/2008	7,2	24	0,05	0	0,01	25	0,02	0,01	6	0	0,1			0,6	0,3	0	8	0,01	6,6	0,6	3,2	289	0,5	3	43	0,2	17000			
00SP05465CPIVO2200	2	02/06/2008	4,6	18	0,3	0	0,01	20	0	0,01	18	0	0,3			0,6	0,2	0	1	0,01	2,6	0,5	6,7	200	0,2	2	145	0,03	92000			
00SP05465CPIVO2200	2	05/08/2008	6,7	20	0,1	0	0,01	44	0	0,01	13	0	0,2			0,7	0,3	0	6	0,01	2,1	0,5	1,7	263	1	35	49	0,02	140000			
00SP05465CPIVO2200	2	06/10/2008	6,6	19	0,05	0	0,01	35	0	0,01	6	0	0,2			0,8	0,3	0	5	0,01	1,8	0,1	2,6	158	0,4	19	48	0,2	49000			
00SP05465CPIVO2200	2	16/12/2008	7	25	0,02	0	0,01	51	0	0,01	11	0	0,2			1	0,5	0	10	0,01	1	0,1	1,7	258	0,8	27	37	0,02	28000			
00SP05513ATI02300	2	16/01/2008	6,7	26					6				2	0,01									6				355		9200			

Tabela B.2 (cont.) Dados de qualidade de água das Bacias PCJ em 2008 (CETESB, 2009)

Ponto	Classe	Data	pH	Temp	Alumínio	Boro	Cádmio	Chumbo	Cloreto	Cobre	Cor	Cromo	DBO	Fenóis	Ferro	Fluoreto	Fósforo	Manganês	Mercurio	N.Amon.	Níquel	Nitrato	Nitrito	OD	Sól.	Sub.Tens.	Sulfato	Turbidez	Zinco	Coli	Clorofila	Cianob.	
OOSP05600JUNA04700	4	12/08/2008	6,5	19,5					14				10											6,2				93		170000			
OOSP05600JUNA04700	4	15/10/2008	7	25,5					38				18											3,3				25		490000			
OOSP05600JUNA04700	4	09/12/2008	6,8	26,5					34				13											1,9				37		790000			
OOSP05600JUNA04900	4	18/02/2008	6,9	26,5	0,6	0	0,04	12	0,02				15	0,01	0,6		1	1	0	1	0,1	3,4	0,2	2	190	0,06	6	739	0,2	110000			
OOSP05600JUNA04900	4	08/04/2008	6,9	24	0,1	0	0,01	10	0,05				42	0,01	0,2		0,4	0,2	0	4	0,01	7,1	0,2	3,1	237	0,3	18	60	0,2	22000			
OOSP05600JUNA04900	4	11/06/2008	6,6	20	0,07	0	0,01	25	0,01				14	0	0,2		0,6	0,2	0	4	0,01	5,1	0,3	4,5	253	0,3	18	34	0,04	230000			
OOSP05600JUNA04900	4	12/08/2008	6,4	19	0,4	0	0,01	17	0,01				41	0,01	0,5		0,5	0,2	0	2	0,01	1,9	0,2	4,7	243	0,3	36	61	0,03	23000			
OOSP05600JUNA04900	4	15/10/2008	6,7	25	0,07	0	0,01	57	0				44	0	0,5		1	0,3	0	8	0,02	0,9	0,01	0,1	234	0,4	35	33	0,03	790000			
OOSP05600JUNA04900	4	09/12/2008	6,5	26	0,02	0	0,01	72	0				48	0,01	0,5		0,9	0,5	0	10	0,03	0,8	0,01	0,9	268	0,7	31	53	0,03	2000000			
OOSP05615GERT02200	2	22/01/2008	6,2	21,8					1,91				3											2,6	109			84,6					
OOSP05615GERT02200	2	04/03/2008	6,5	24,5					2,5				3											1,1	51			26					
OOSP05615GERT02200	2	14/05/2008	6,4	19,7					2,62				3											2,5	60			26,5					
OOSP05615GERT02200	2	30/07/2008	6,7	18					2,7				3											5,1	61,7			20,5					
OOSP05615GERT02200	2	02/09/2008	6,7	18,1					2,2				3											6,7	57,7			20,8					
OOSP05615GERT02200	2	11/11/2008	6,7	24,8					3,11				3											4,8	83			50,8					
OOSP05615GERT02500	2	22/01/2008	6,3	22,2					3,03	40,4			3											4,4	117			137					
OOSP05615GERT02500	2	04/03/2008	6,6	22					1,49	11,8			3											4,6	36,5			8,07					
OOSP05615GERT02500	2	14/05/2008	6,7	20,3					2,93	11,5			3											6,3	54,7			7,49					
OOSP05615GERT02500	2	30/07/2008	6,9	19,1					2,5	7,6			3											6,9	39,7			6,03					
OOSP05615GERT02500	2	02/09/2008	6,8	20,1					3,4	17,8			3											7,5	56			8,27					
OOSP05615GERT02500	2	11/11/2008	6,7	25,7					4,03	16			3											5,1	65			10,4					
OOSP05671QUIL03200	3	08/01/2008	6,1	24,1					16,1	18,8			10											1,2	179			50,3					
OOSP05671QUIL03200	3	12/03/2008	6,4	24,9					24,5	15,9			12											0,8	193			43,8					
OOSP05671QUIL03200	3	07/05/2008	6,6	17,5					24,2	16,1			10											2,1	149			29,8					
OOSP05671QUIL03200	3	23/07/2008	6,6	17,2					44,9	17,8			41											0,6	236			56,1					
OOSP05671QUIL03200	3	16/09/2008	6,8	19,8					52	21,7			39											0,1	293			43,4					
OOSP05671QUIL03200	3	05/11/2008	7	25					47,4	29			46											0,1	293			41,3					
OOSP05671TIJU02900	2	08/01/2008	6,7	23,9					49,5	28,2			65	0,01										0,3	300			39,2					
OOSP05671TIJU02900	2	12/03/2008	6,7	25					31,6	22,1			29	0,01										0,7	217			33,8					
OOSP05671TIJU02900	2	07/05/2008	6,6	18,1					49,8	20,3			99	0,01										0,4	281			31,6					
OOSP05671TIJU02900	2	23/07/2008	6,8	18,1					35,3	21,1			42	0,01										0,1	201			33,8					
OOSP05671TIJU02900	2	16/09/2008	6,9	19,6					41	22,8			36	0,01										0,1	214			21,5					
OOSP05671TIJU02900	2	05/11/2008	7,1	24,6					37,2	37			53	0										0,1	270			37,8					
OOSP05692CPIVO2900	2	11/02/2008	7,1	26,5	0,46	0	0,01	12	0,01			0,02	3	0,01	0,48		0,7	0,28	0	0,05	0,04	2,7	0,1	2,6	296	0,06	21	214	0,05	24000			
OOSP05692CPIVO2900	2	01/04/2008	7,2	25	0,09	0	0,01	23	0,01			0,01	4	0	0,07		0,2	0,2	0	0,8	0,01	8,4	0,5	4,8	253	0,06	12	32	0,07	7900			
OOSP05692CPIVO2900	2	02/06/2008	6,9	18	0,2	0	0,01	27	0	0,01	13	0	0,3			0,4	0,2	0	1	0,01	3,4	0,3	5,9	240	0,09	2	95	0,02	4900				
OOSP05692CPIVO2900	2	05/08/2008	7	20	0,03	0	0,01	39	0	0,01	15	0,01	0,1			0,5	0,3	0	6	0	3,7	0,4	5	301	0,1	33	23	0,01	1300				
OOSP05692CPIVO2900	2	06/10/2008	6,8	21	0,1	0	0,01	27	0	0,01	7	0	0,4			0,3	0,6	0	4	0,01	2,5	0,2	4	172	0,06	30	64	0,01	1300				
OOSP05692CPIVO2900	2	16/12/2008	7	26	0,02	0	0,01	20	0	0,01	9	0	0,2			0,3	0,4	0	3	0,01	2,5	0,3	4	206	0,1	36	33	0,02	620				
OOSP05708ATI B02035	2	15/01/2008	7	25	0,47				5				3	0,48					0,05	1,1	0,03	0,3	6,9	447	0,06		358			26000			
OOSP05708ATI B02035	2	24/03/2008	6,1	23	0,4				8				2	0,4					0,3	1,9	0,03	0,3	7,5	194	0,06		38			7900			
OOSP05708ATI B02035	2	26/05/2008	6,2	19	0,2				4				2	0,5					0,3	2,5	0,05	0,3	8,2	155	0,06		18			1700			
OOSP05708ATI B02035	2	14/07/2008	7	17	0,3				6				3	0,2					0,05	2,4	0,05	0,05	8,6	152	0,06		14			39			
OOSP05708ATI B02035	2	08/09/2008	6,6	21	0,3				5				2	0,6					0,2	1,6	0,06	0,2	4,9	187	0,06		14			1100			
OOSP05708ATI B02035	2	03/11/2008	7	25	0,1				6				2	0,9					0,6	1	0,06	0,7	6,9	90	0,06		33			1200			
OOSP05708PINOO3900	3	16/01/2008	6,9	24					29				5											4,6			63			33000			
OOSP05708PINOO3900	3	25/03/2008	6,9	23,5					26				6											5			31			490000			
OOSP05708PINOO3900	3	27/05/2008	6,6	18,5					31				7											5,4			15			170000			
OOSP05708PINOO3900	3	15/07/2008	6,4	16					55				4											3,4			26			22000			
OOSP05708PINOO3900	3	09/09/2008	7	20					55				4											1,5			25			7800			
OOSP05708PINOO3900	3	04/11/2008	7	23,5					54				7											2,9			26			400000			
OOSP05712JUNA04150	4	18/02/2008	6,9	25,5					22				17											1,5				79			2300000		

Tabela B.2 (cont.) Dados de qualidade de água das Bacias PCJ em 2008 (CETESB, 2009)

Ponto	Classe	Data	pH	Temp	Alumínio	Boro	Cádmio	Chumbo	Cloreto	Cobre	Cor	Cromo	DBO	Fenóis	Ferro	Fluoreto	Fósforo	Manganês	Mercurio	N.Amon.	Níquel	Nitrato	Nitrito	OD	Sól.	Sub.Tens.	Sulfato	Turbidez	Zinco	Coli	Clorofila	Cianob.
00SP05535PCAB02192	2	24/11/2008	7,1	24,6	0,1	0	0	21,3	0,01	43		3	0	0,1		0,16	0,11	0	3,33	0,02	0,91	0,09	0,9	199	0,18	50,8	51,4	0,04	53000			
00SP05535PCAB02220	2	29/01/2008	6,9	23,4	0,6	0	0,01	13	0	28,7		3	0,01	3	0,2	5	0,3	0	2	0,01	2,2	0,1	3,7	175	0,06	36,4	216	0,03	7900	2,14	1781	
00SP05535PCAB02220	2	11/03/2008	7	28,1	1	0	0,01	14,8	0,01	23,9		8	0	0,2	0,06	0,5	0,2	0	0,9	0,01	7,9	0,2	1,9	168	0,08	33,8	90,3	0,06	11000	6,42	14800	
00SP05535PCAB02220	2	06/05/2008	6,3	20,7	0,4	0	0,01	10,9	0,04	24,8		5	0	0,9	0,2	0,3	0,09	0	0,2	0,01	8,6	0,09	4,9	131	0,06	25,7	69,5	0,02	35000	3,21	782	
00SP05535PCAB02220	2	16/07/2008	6,9	19,7	0,2	0	0,01	23,2	0	25		4	0	0,2	0,3	0,5	0,09	0	2	0,01	9,6	0,1	3,1	195	0,2	42,7	11,7	0,01	35000	4,81	22490	
00SP05535PCAB02220	2	24/09/2008	7,1	22,7	0,1	0	0,01	26,3	0	25		4	0	0,5	0,5	0,5	0,1	0	2	0,01	1,7	0,1	2,2	225	0,09	58	7,41	0,01	11000	1,6	666	
00SP05535PCAB02220	2	26/11/2008	7	26,7	0,14	0	0	20,1	0,01	27,4		4	0	0,1	0,21	0,22	0,07	0	2,67	0,02	1,09	0,13	1,9	193	0,13	40	26,2	0,03	20000	4,81	1435	
00SP05535PCAB02300	2	29/01/2008	7,3	23,5				13,3				3												6,8			172					
00SP05535PCAB02300	2	11/03/2008	7,4	26,2				14,7				9												6,2	0,07		86,7					
00SP05535PCAB02300	2	06/05/2008	7	19,8				11,1				5												7,6	0,06		90					
00SP05535PCAB02300	2	16/07/2008	7,1	17,3				22,5				5												7,1	0,2		12,5					
00SP05535PCAB02300	2	24/09/2008	7,4	19,9				26,1				4												7,2	0,1		14,7					
00SP05535PCAB02300	2	26/11/2008	7,4	26,8				20,3				5												5,6	0,2		28,2					
00SP05535PCAB02800	2	29/01/2008	7	23	0,4	0	0,01	12,5	0	31,6		3	0,01	0,4		0,5	0,1	0	0,2	0,01	2	0,1	5,1	179	0,06	37,4	175	0,02	54000			
00SP05535PCAB02800	2	11/03/2008	7	26	0	0	0,01	16	0	25,6		7	0	0,1		0,4	0,1	0	1	0,01	7,1	0,3	2,4	174	0,07	36,1	38,1	0,03	49000			
00SP05535PCAB02800	2	06/05/2008	6,8	21,3	0,3	0	0,01	10,4	0	30,3		5	0	0,2		0,3	0,1	0	0,05	0,01	6,8	0,09	6,9	125	0,06	24,6	80	0,02	24000			
00SP05535PCAB02800	2	16/07/2008	7	21,4	0,05	0	0,01	21	0	20		6	0	0,3		0,5	0,07	0	1	0,01	18	0,2	4,5	194	0,2	40,4	11,7	0,02	13000			
00SP05535PCAB02800	2	24/09/2008	7,2	20,1	0,04	0	0,01	24,7	0	21,4		6	0,01	0,3		0,4	0,1	0	2	0,01	1,9	0,2	3,3	204	0,08	53,2	9,6	0,01	4900			
00SP05535PCAB02800	2	26/11/2008	7	26,9	0,1	0	0	21,7	0,01	28,5		6	0	0,1		0,27	0,11	0	2,12	0,02	1,35	0,28	2,6	195	0,08	42,6	21,8	0,03	16000			
00SP05535PIMIO2900	2	30/01/2008	7,6	21,5				12,2				7												7,7			155					
00SP05535PIMIO2900	2	05/03/2008	7,6	23,6				18,8				6												6			20,1					
00SP05535PIMIO2900	2	28/05/2008	7,6	17,9				26,5				11												6,8			7,85					
00SP05535PIMIO2900	2	02/07/2008	7,4	18,1				25,7				9												6			10,6					
00SP05535PIMIO2900	2	10/09/2008	7,8	21,6				42				12												5,2			7,01					
00SP05535PIMIO2900	2	24/11/2008	7,5	22,4				34,7				12												5			10,2					
00SP05569CPIVO2700	2	11/02/2008	6,8	27				13				6												2,7				128				
00SP05569CPIVO2700	2	01/04/2008	7	24				26				4												2,1			23					
00SP05569CPIVO2700	2	02/06/2008	6,8	19				25				9												1			85					
00SP05569CPIVO2700	2	05/08/2008	6,8	20				51				11												1			12					
00SP05569CPIVO2700	2	06/10/2008	6,5	20				28				8												1,6			36					
00SP05569CPIVO2700	2	16/12/2008	6,9	26				17				8												1,9			25					
00SP05587CRUM02100	2	23/01/2008	7,2	22,3	1	0,03	0	0,02	3,09	0,01	29,5	3		1		0,08	0			0,01			7,8			38,5	0					
00SP05587CRUM02100	2	26/03/2008	7,1	23,9	0,03	0,03	0	0,01	1,77	0	25,7	3		0,2		0,1	0			0,01			6,4			41	0,01					
00SP05587CRUM02100	2	13/05/2008	6,8	18,8	0,06	0,04	0	0,01	2,26	0	16,9	3		0,3		0,07	0			0,01			7,6			22,6	0,01					
00SP05587CRUM02100	2	29/07/2008	6,8	18,8	0,02	0,03	0	0,01	1,85	0	7,8	3		0,1		0,02	0			0,01			7,4			10,8	0,01					
00SP05587CRUM02100	2	17/09/2008	7	20,2	0,07	0,03	0	0,01	1,79	0	12,3	3		0,4		0,2	0			0,6			9,3			11,6	0,09					
00SP05587CRUM02100	2	25/11/2008	6,8	24	0,26	0,03	0	0	2,19	0,01	19,8	3		0,42		0,06	0			0,02			6,7			30,4	0,02					
00SP05587CRUM02200	2	23/01/2008	7	24	0,6		0	0,1	8,94	0	32,7	5		0,4		0,5	0,1	0	1	0,01	1,3	0,2	6,3	166	0,1	34	57,7	0,01	54000			
00SP05587CRUM02200	2	26/03/2008	7,2	26,4	0,08		0	0,01	8,53	0	26,1	5		0,2		0,3	0,1	0	2	0,01	7,8	0,2	5,5	129	0,1	30,3	73	0,04	79000			
00SP05587CRUM02200	2	13/05/2008	6,9	20,6	0,2		0	0,01	11,3	0	13,1	6		0,5		0,4	0,05	0	0,05	0,01	4,7	0,2	6	162	0,4	36,1	19,9	0,01	130000			
00SP05587CRUM02200	2	29/07/2008	7,3	21,5	0,02		0	0,01	25,7	0	11,1	7		0,3		0,8	0,1	0	3	0,01	1,6	0,1	4,7	169	0,6	45,1	10,3	0,01	110000			
00SP05587CRUM02200	2	17/09/2008	7,2	23,5	0,1		0	0,01	21,9	0	18,6	5		0,5		0,7	0,1	0	5	0,01	1,1	0,1	4,7	179	0,3	47,4	8,19	0,01	49000			
00SP05587CRUM02200	2	25/11/2008	6,9	28,1	0,1		0	0	17,7	0,01	19,3	7		0,1		0,58	0,09	0	4,42	0,02	0,61	0,21	3,4	172	0,92	47,4	21,8	0,02	450000			
00SP05587LARO02900	2	23/01/2008	6,7	23,8	0,2	0,09	0	0,01	10,1	0,01	40,4	4		0,9		0,08	0			0,01			6,6	146			47,2	0,01				
00SP05587LARO02900	2	26/03/2008	7,2	25,8	0,1	0,1	0	0,01	11,9	0	28,6	5		0,6		0,08	0			0,01			5,2	133			29,9	0,03				
00SP05587LARO02900	2	13/05/2008	7	20,5	0,1	0,13	0	0,01	11,1	0	14,7	7		3		0,1	0			0,01			5,8	160			15,4	0,02				
00SP05587LARO02900	2	29/07/2008	7,1	21,1	0,1	0,15	0	0,01	39,1	0	15,4	17		0,5		0,09	0			0,01			0,9	222		250	20,3	0,01				
00SP05587LARO02900	2	17/09/2008	7,3	21,7	0,1	0,27	0	0,01	41,9	0	25,8	30		0,6		0,2	0			0,01			1,8	289		70,8	56,4	0,01				
00SP05587LARO02900	2	25/11/2008	7,2	26,6	0,1	0,3	0	0	22,3	0,01	28,1	27		0,1		0,16	0			0,02			0,3	276		80,8	49,9	0,07				
00SP05600JUNA04700	4	18/02/2008	6,9	24,5				6				2												6,2			124					2300
00SP05600JUNA04700	4	08/04/2008	7,2	24				13				8												5,4			51					28000
00SP05600JUNA04700	4	11/06/2008	6,7	20				25				10												5,8			35					79000

Tabela B.2 (cont.) Dados de qualidade de água das Bacias PCJ em 2008 (CETESB, 2009)

Ponto	Classe	Data	pH	Temp	Alumínio	Boro	Cádmio	Chumbo	Cloreto	Cobre	Cor	Cromo	DBO	Fenóis	Ferro	Fluoreto	Fósforo	Manganês	Mercurio	N.Amon.	Niquel	Nitrato	Nitrito	OD	Sól.	Sub.Tens.	Sulfato	Turbidez	Zinco	Coli	Clorofila	Cianob.
00SP05513ATI B02300	2	25/03/2008	6,9	24,5					6				2	0									6,5				56		4900			
00SP05513ATI B02300	2	27/05/2008	6,5	19					8				2	0									7,6				14		170			
00SP05513ATI B02300	2	15/07/2008	6,6	18					15				2	0									7,7				12		42			
00SP05513ATI B02300	2	09/09/2008	6,8	22					11				2	0									6,9				13		330			
00SP05513ATI B02300	2	04/11/2008	7,1	25,5					8				2	0									6,6				25		800			
00SP05513ATI B02605	2	16/01/2008	6,9	26	0,38		0	0,01	11	0,01	50		4	0,01	0,31		0,7	0,29	0	3	0,02	1,6	0,1	5,8	167	0,06	27	376	0,08	11000		
00SP05513ATI B02605	2	25/03/2008	6,4	25	0,3		0	0,01	9	0,02	25		2	0	0,4		0,2	0,1	0	0,9	0,02	6	0,2	6,8	150	0,06	22	65	0,1	49000		
00SP05513ATI B02605	2	27/05/2008	7,2	19,5	0,1		0	0,01	19	0,01	15		4	0	2		0,3	0,06	0	3	0,01	6,5	0,2	6,8	266	0,09	51	17	0,01	3300		
00SP05513ATI B02605	2	15/07/2008	6,6	18	0,3		0	0,01	31	0	20		4	0	0,1		0,3	0,06		2	0,01	35	0,3	7	322	0,2	93	13	0,03	2300		
00SP05513ATI B02605	2	09/09/2008	6,9	23,5	0,09		0	0,01	26	0	20		4	0	0,4		0,3	0,09	0	2	0,01	3,2	0,4	6,2	324	0,1	89	11	0,03	1100		
00SP05513ATI B02605	2	04/11/2008	7,1	27	0,09		0	0,01	21	0	30		10	0,01	0,5		0,4	0,1	0	2	0,01	6,3	0,3	5,7	228	0,08	61	34	0,01	6300		
00SP05513ATI B02800	2	16/01/2008	6,9	26	0,31				11				3	0,01	0,34		0,7	0,23		0,6		1,9	0,1	4	439			235		17000		
00SP05513ATI B02800	2	25/03/2008	6,1	25	0,2				10				5	0	0,4		0,4	0,2		1		6,8	0,2	6	360			115		70000		
00SP05513ATI B02800	2	27/05/2008	6,7	21	0,1				20				5	0	0,2		1	0,06		2		7,6	0,3	7	289			15		7900		
00SP05513ATI B02800	2	15/07/2008	6,6	18,5	0,3				28				4	0	0,2		0,3	0,05		2		10	0,3	7,6	348			12		7900		
00SP05513ATI B02800	2	09/09/2008	6,9	23,5	0,2				28				5	0	0,4		0,4	0,08		2		3,1	0,4	5,5	###			8		22000		
00SP05513ATI B02800	2	04/11/2008	7,1	27	0,1				23				5	0	0,6		0,4	0,2		2		4,4	0,3	4,7	246			33		17000		
00SP05513IAGRO2500	2	07/01/2008	6,8	26	0,65		0	0,01	3	0,01	80		6	0,01	0,73		0,8	0,3	0	1	0,03	0,9	0,08	5,7	152	0,06	6	613	0,07	24000	8,02	
00SP05513IAGRO2500	2	04/03/2008	6,8	26,5	0,3		0	0,01	7	0	25		2	0	0,4		0,1	0,1	0	0,5	0,01	10	0,08	6	145	0,06	2	91	0,08	2400	0	
00SP05513IAGRO2500	2	12/05/2008	6,5	19	0,3		0	0,01	8	0	10		3	0	0,4		0,2	0,07	0	0,05	0,01	7	0,07	7,2	159	0,01	2	28	0,02	2300	0,01	
00SP05513IAGRO2500	2	22/07/2008	6,2	17	0,1		0	0,01	14	0	10		2	0	0,4		0,2	0,07	0	0,2	0,01	2,2	0,1	6,2	154	0,08	7	10	0,01	27	0,53	
00SP05513IAGRO2500	2	22/09/2008	6,6	20	0,04		0	0,01	11	0	15		3	0,01	0,4		0,2	0,1	0	0,7	0,02	2,2	0,2	6,1	166	0,06	8	15	0	700	0,67	
00SP05513IAGRO2500	2	10/11/2008	6,8	25,5	0,6		0	0,01	8	0	40		2	0	1		0,3	0,1	0	0,3	0,01	1,8	0,09	2,5	72	0,06	3	43	0,01	600	0,45	
00SP05513NUMA0490	4	16/01/2008	7	26					20				7	0,01									3,9				58		45000			
00SP05513NUMA0490	4	25/03/2008	7,1	25					27				5	0									5,2				28		230000			
00SP05513NUMA0490	4	27/05/2008	6,9	20					36				8	0,01									3,7				16		11000			
00SP05513NUMA0490	4	15/07/2008	6,7	18					62				6	0									4,9				13		11000			
00SP05513NUMA0490	4	09/09/2008	7,3	22					55				9	0,01									4,2				41		49000			
00SP05513NUMA0490	4	04/11/2008	7,6	27					71				7	0,01									6,2				29		2000000			
00SP05519IAGRO2200	2	07/01/2008	7,2	25	0,1				9				4		0,13		0,2	0,08		0,6		1,1	0,01	6,8	220			35		24000		
00SP05519IAGRO2200	2	04/03/2008	6,9	26	0,7				6				3		2		0,03	0,04		0,5		7	0,01	7,2	166			10		4900		
00SP05519IAGRO2200	2	12/05/2008	6,4	18	0,3				5				2		0,7		0,1	0,02		0,5		8	0,01	8,5	150			11		49000		
00SP05519IAGRO2200	2	22/07/2008	6,5	17	0,09				5				2		0,4		0,1	0,02		0,05		1,5	0,01	8,5	165			5		7000		
00SP05519IAGRO2200	2	22/09/2008	6,7	19	0,05				6				2		0,04		0,2	0,1		0,1		1,5	0,02	7,3	194			24		4900		
00SP05519IAGRO2200	2	10/11/2008	7,4	25	0,1				6				2		0,8		0,2	0,1		0,2		1,7	0,01	7	66			7		9000		
00SP05535CRUM02500	2	23/01/2008	7,2	22,3	1		0	0,01	6,12	0,01	33,2		4	0,01	0,9		0,6	0,2	0	1	0,02	0,9	0,06	7	127	0,06	27,1	83,7	0,01	14000	1,07	375
00SP05535CRUM02500	2	26/03/2008	7,3	24,8	0,2		0	0,01	5,42	0,25,8			3	0	0,3		0,2	0,06	0	0,6	0,01	4,4	0,1	5,8	98,5	0,06	19,2	44,5	0,01	16000	0,53	284
00SP05535CRUM02500	2	13/05/2008	6,9	18,9	0,1		0	0,01	7,66	0,13,8			3	0	1		0,2	0,05	0	0,05	0,01	3,8	0,2	6,9	116	0,06	22,3	19	0,01	2400	0,01	115
00SP05535CRUM02500	2	29/07/2008	6,9	19,2	0,02		0	0,01	12,7	0,6,9			5	0	0,2		0,3	0,05	0	0,7	0,01	1,8	0,2	4,5	104	0,08	42,2	5,41	0,01	2300	2,14	964
00SP05535CRUM02500	2	17/09/2008	6,9	20,1	0,08		0	0,01	10,8	0,14,5			5	0	0,4		0,3	0,1	0	1	0,01	1,8	0,2	5	118	0,06	27,3	5,67	0,03	3300	4,99	1300
00SP05535CRUM02500	2	25/11/2008	6,8	25,1	0,1		0	0	9,13	0,01	20,8		3	0,1			0,08	0,06	0	0,34	0,02	1,37	0,18	3,8	113	0,08	21,6	15,6	0,02	184	6,06	2954
00SP05535CRUM02900	2	23/01/2008	7,2	22,1					7,66				7				0,3			0,2		1	0,05	7				105		35000		
00SP05535CRUM02900	2	26/03/2008	7,3	24,7					7				5				0,2			0,4		3,8	0,1	5,4				44,5		54000		
00SP05535CRUM02900	2	13/05/2008	7	18,6					9,71				5				0,2			0,05		4,6	0,1	6,8				19,8		16000		
00SP05535CRUM02900	2	29/07/2008	6,9	19,1					14				4				0,3			0,5		2,4	0,2	4,5				8,21		16000		
00SP05535CRUM02900	2	17/09/2008	6,9	20					13,9				4				0,4			0,9		2,5	0,3	3,5				8,55		35000		
00SP05535CRUM02900	2	25/11/2008	6,9	25,6					9,44				4				0,18			0,53		1,44	0,09	3,5				24,3		51000		
00SP05535PCAB02192	2	30/01/2008	6,9	22,5	0,3		0	0,01	13,8	0,28,5			9	0,01	0,4		0,6	0,2	0	1	0,01	1,7	0,1	2,7	161	0,1	32	119	0,04	130000		
00SP05535PCAB02192	2	05/03/2008	7	26,3	0,3		0	0,01	12,8	0,36			3	0	0,3		0,3	0,06	0	1	0,01	12	0,2	2,4	133	0,09	28,6	25,9	0,02	13000		
00SP05535PCAB02192	2	28/05/2008	7	19,2	0,2		0	0,01	17,3	0,01	22,3		4	0	0,4		0,3	0,08	0	0,05	0,01	5,4	0,1	2,9	153	0,2	35,3	13	0,02	78000		
00SP05535PCAB02192	2	02/07/2008	6,9	18,4	0,2		0	0,01	19,9	0,01	22,3		3	0	0,2		0,28	0,07	0	1,84	0,02	1,11	0,06	2,7	171	0,34	40,1	11,3	0,04	49000		
00SP05535PCAB02192	2	10/09/2008	7,1	22,7	0,1		0	0,01	28,5	0,27			4	0	0,3		0,5	0,1</														

Tabela B.2 (cont.) Dados de qualidade de água das Bacias PCJ em 2008 (CETESB, 2009)

Ponto	Classe	Data	pH	Temp	Alumínio	Boro	Cádmio	Chumbo	Cloreto	Cobre	Cor	Cromo	DBO	Fenóis	Ferro	Fluoreto	Fósforo	Manganês	Mercurio	N.Amon.	Níquel	Nitrato	Nitrito	OD	Sól.	Sub.Tens.	Sulfato	Turbidez	Zinco	Coli	Clorofila	Cianob.
00SP05712JUNA04150	4	08/04/2008	7	24					25				64											0,3				119	7900000			
00SP05712JUNA04150	4	11/06/2008	6,5	19					31				51											1,4				63	1300000			
00SP05712JUNA04150	4	12/08/2008	6,1	22					25				37											4,5				81	1300000			
00SP05712JUNA04150	4	15/10/2008	6,8	27					40				62											0,6				158	7900000			
00SP05712JUNA04150	4	09/12/2008	6,8	26,5					38				80											0,7				79	20000000			
00SP05714CPV02100	2	11/02/2008	6,6	23,5					7				6											5,4			1000	330000				
00SP05714CPV02100	2	01/04/2008	7,6	21					29				22											2,6				55	5400000			
00SP05714CPV02100	2	02/06/2008	6,5	16,5					17				27											2,5				127	490000			
00SP05714CPV02100	2	05/08/2008	6,5	18					44				60											5,2				70	4600000			
00SP05714CPV02100	2	06/10/2008	6,2	19					20				28											3,4				113	3500000			
00SP05714CPV02100	2	16/12/2008	6,6	22					71				44											1,4				55	8300			
00SP05714PINO02100	2	16/01/2008	7,9	26					16				8											9				23	790000			
00SP05714PINO02100	2	25/03/2008	7,1	25					14				6											8,6				10	790000			
00SP05714PINO02100	2	27/05/2008	7,1	22					15				16											8,4				26	540000			
00SP05714PINO02100	2	15/07/2008	7,7	18					14				8											10				9	23000			
00SP05714PINO02100	2	09/09/2008	8,1	20					31				6											9,8				8	330000			
00SP05714PINO02100	2	04/11/2008	8,5	26					16				6											12				10	120000			
00SP05766JAGR00002	0	07/01/2008	6,7	21					1				2			0,4			0,9			0,5	0,01	7,4				179	9200			
00SP05766JAGR00002	0	04/03/2008	6,6	21					2				2			0,6			0,6			3,6	0,01	7,5				138	24000			
00SP05766JAGR00002	0	12/05/2008	6	16					2				2			0,07			0,05			9,7	0,01	8,5				29	1300			
00SP05766JAGR00002	0	22/07/2008	6,5	14					0,5				2			0,1			0,05			0,6	0,01	9				8	3500			
00SP05766JAGR00002	0	22/09/2008	6,7	16,5					0,8				2			0,1			0,1			0,8	0,02	8,2				27	4900			
00SP05766JAGR00002	0	10/11/2008	7,1	23					3				2			0,2			0,2			2,6	0,01	7,3				8,7	5000			
01SP05225JARI00800	0	30/01/2008	7,1	23	0,17	0	0	1,06	0,01	3	0	0,21	0,05	0,01	0	0,91	0,02	0,28	0,01	7,2	100	0,08	10	27	0,02	41	2,83	579				
01SP05225JARI00800	0	31/03/2008	7,1	23,1	0,55	0	0	1,04	0,01	3	0	0,45	0,03	0,01	0	0,14	0,02	0,21	0,01	8,2	100	0,08	10	18,13	0,02	11	4,58	2459				
01SP05225JARI00800	0	08/05/2008	6,9	20	0,38	0	0	1,34	0,01	3	0	0,35	0,03	0,01	0	0,16	0,02	0,29	0,01	6,5	100	0,08	10	23	0,02	74	0,01	738				
01SP05225JARI00800	0	02/07/2008	7,4	18,8	0,1	0	0,01	1,04	0,01	3	0	0,12	0,03	0,01	0	0,2	0,02	0,27	0,01	9,1	100	0,08	10	2	0,02	1	1,23	2800				
01SP05225JARI00800	0	03/09/2008	7,2	20,6	0,1	0	0,01	1,27	0,01	3	0	0,11	0,03	0,01	0	0,17	0,02	0,26	0,01	8,6	100	0,08	10	1,68	0,02	1	3,34	13830				
01SP05225JARI00800	0	12/11/2008	9,7	24,1	0,22	0	0	1,39	0,01	3	0	0,25	0,03	0,01	0	0,1	0,02	0,2	0,01	10,8	100	0,08	10	15,4	0,02	10	43,3	35180				
01SP05353IRIS02900	2	27/02/2008	6,7	23	0,05	0	0,01	6	0,01	20	2	0,3	0,3	0,1	0	0,05	0,01	2	0,01	6,1	123	0,06	2	35	0,01	330	0,49					
01SP05353IRIS02900	2	14/04/2008	6,9	22	0,1	0	0,01	8	0,01	20	2	0,5	0,2	0,08	0	0,3	0,01	3,3	0,01	6,6	163	0,06	2	30	0,1	3500	0,53					
01SP05353IRIS02900	2	23/06/2008	6,1	17	0,1	0	0,01	5	0	10	2	0,3	0,2	0,06	0	0,05	0,01	1,9	0,01	7,8	159	0,06	2	15	0,03	460	0,41					
01SP05353IRIS02900	2	04/08/2008	8,1	18	0,2	0	0,01	8	0	20	2	0,3	0,3	0,1	0	0,9	0,01	2,3	0,04	6,3	138	0,06	13	26	0,02	78	1,15					
01SP05353IRIS02900	2	13/10/2008	6,4	23	0,1	0	0,01	13	0	20	2	0,4	0,3	0,1	0	0,2	0,01	1,9	0,01	6,7	84	0,06	2	31	0,01	330	0,01					
01SP05353IRIS02900	2	15/12/2008	6,5	22	0,02	0	0,01	7	0	10	2	0,4	0,1	0,1	0	0,1	0,01	2,6	0,01	6,6	48	0,06	3	16	0,01	300	0,27					
01SP05407JUMI00800	0	27/02/2008	7	23	0,2				4				2			0,1	0,09	0,05				2	0,01	6,7			99	110				
01SP05407JUMI00800	0	14/04/2008	7,2	25	0,5				5				2			0,4	0,05	0,05				4,1	0,01	7,3			43	7,8				
01SP05407JUMI00800	0	23/06/2008	6,6	15	0,5				4				2			0,3	0,09	0,03	0,05			1,5	0,01	8,1			45	18			717	
01SP05407JUMI00800	0	04/08/2008	6,7	18	0,4				7				2			0,4	0,1	0,08	0,05			1,1	0,01	8,1			33	170			241	
01SP05407JUMI00800	0	13/10/2008	6,7	21	0,2				7				2			0,4	0,07	0,1	0,09			0,8	0,01	7,8			34	79			0	
01SP05407JUMI00800	0	15/12/2008	6,7	26	0,9				5				2			1	0,02	0,2	0,1			1	0,01	7,3			70	60			6400	
01SP05618PCBP02500	2	29/01/2008	6,9	23,3	0,8	0	0,01	11,5	0	36,1	3	0,01	0,4	0,2	0,1	0	0,05	0,01	2,2	0,01	5,9	205	0,06	28,9	62,4	0,01	1,8	1,07				
01SP05618PCBP02500	2	11/03/2008	7,6	28,4	0,9	0	0,01	10,3	0	38	3	0	0,3	0,1	0,02	0	2	0,01	4,8	0,01	7,1	146	0,05	22,9	24,4	0,01	1100	16,04				
01SP05618PCBP02500	2	06/05/2008	6,6	21,8	0,6	0	0,01	10,1	0	45,6	3	0	0,5	0,1	0,04	0	0,05	0,01	5,6	0,02	4,9	121	0,06	22	18,7	0,01	1,8	1,43				
01SP05618PCBP02500	2	16/07/2008	7,2	19,8	0,2	0	0,01	13,9	0	15	3	0	0,1	0,4	0,05	0	0,05	0,01	37	0,02	6,8	140	0,06	27,3	5,22	0,01	1,8	8,02				
01SP05618PCBP02500	2	24/09/2008	7,6	20,7	0,1	0	0,01	21,2	0	14,4	3	0	0,1	0,04	0,07	0	0,3	0,01	1,5	0,04	7,7	160	0,06	37,7	8,56	0	20	14,97				
01SP05618PCBP02500	2	26/11/2008	8,2	26,3	0,42	0	0	22,2	0,01	22,6	3	0	0,2	0,08	0,1	0	0,1	0,02	0,91	0,05	7,6	191	0,08	37,7	23,9	0,02	42	38,13				

B.2 Cálculo do IQA em 2008 das Bacias PCJ

Tabela B.3 Cálculo do IQA bimestral no ano de 2008 das Bacias PCJ

Ponto	Data	OD	CF	pH	DBO	Nitr	Fósf	Temp	Turb	Sól	IQA
JAGR02800	30/01/08	90	7,8	81,9	65,3	80,3	53,2	93	5	85,2	44,4
	05/03/08	82,5	17	91,3	73	44,4	77,8	93	41,8	86,3	58,5
	28/05/08	84,6	20	72,8	73	69,6	77,8	93	74,2	86,5	64,2
	02/07/08	79,4	17	81,9	73	92,6	77,8	93	75,7	86,1	64,8
	10/09/08	63,6	14,9	91,7	73	87,4	77,8	93	78,5	84,6	61,7
	24/11/08	62,2	5,3	77,3	73	90,8	89,9	93	49,8	84,2	50,6
PCAB02100	08/01/08	44,8	3,7	77,3	58,4	95,1	57,9	93	5	78,9	35,3
	12/03/08	63,7	18,7	81,9	73	66,5	77,8	93	40,1	82,8	58
	07/05/08	69,7	17	91,7	73	76,2	77,8	93	38,1	83,8	59,5
	23/07/08	84,5	15,2	91,3	65,3	87,4	49,2	93	80,9	82,5	61,3
	16/09/08	87	22,2	77,3	73	90,5	87,6	93	86,9	81,1	69,1
	05/11/08	74,6	16,3	77,3	73	90,5	69,9	93	58,6	76,5	60,6
ATIB02010	15/01/08	58,4	6,3	72,8	81,4	94,6	77,8	93	5	79	42,3
	24/03/08	32,1	22,2	64,4	81,4	92	92,2	93	56	82,5	56,1
	26/05/08	69,4	18,7	52,9	81,4	86,9	87,6	93	74,3	82	61,6
	14/07/08	69,9	72,9	64,4	81,4	90	87,6	93	74,3	81,2	77,6
	08/09/08	63,5	54,2	56,6	81,4	95,1	77,8	93	67,4	83,4	71,1
	03/11/08	35,8	25,4	77,3	81,4	95,6	87,6	93		86,7	60,3
JAGR02100	07/01/08	14,1	5,5	64,4	73	98,6	57,9	93	62,5	74,7	30,8
	04/03/08	16,4	11,2	64,4	81,4	69,6	87,6	93	5	82,3	36
	12/05/08	24,2	15,2	52,9	81,4	60,4	87,6	93	66,1	82,1	47,7
	22/07/08	6,8	32,3	49,4	46,7	96,1	63,3	93	72,8	82,6	41,3
	22/09/08	19,5	13,2	86,8	52,2	96,6	77,8	93	53,1	81,2	46,4
	10/11/08	8,8	65	77,3	58,4	97,1	77,8	93	67,4	86,8	52,7
ATIB02065	15/01/08	88,9	5,5	91,7	65,3	94,1	40	93	5	80,1	41,9
	24/03/08	79,2	3	91,3	65,3	89	77,8	93	45,4	80,3	47,5
	26/05/08	95,7	10,7	64,4	65,3	88,4	77,8	93	67,4	81,7	58,8
	14/07/08	91,4	13,2	91,3	65,3	84,9	69,9	93	70	79,1	61,9
	08/09/08	92,3	18,3	77,3	73	91,5	69,9	93	62,5	76,5	64,3
	04/11/08	93,6	10,8	91,3	81,4	92	77,8	93	50,3	85,9	61,6

Tabela B.3 (cont.) Cálculo do IQA bimestral no ano de 2008 das Bacias PCJ

Ponto	Data	OD	CF	pH	DBO	Nitr	Fósf	Temp	Turb	Sól	IQA
CPIV02130	11/02/08	84,6	3	91,3	52,2	93	42,7	93	5	78,3	37,2
	01/04/08	81	7,2	91,3	46,7	68,6	69,9	93	34,7	75,9	49,4
	02/06/08	82,5	7,2	77,3	41,7	88,4	57,9	93	5	79,2	41,5
	05/08/08	63,3	18,7	77,3	46,7	90	63,3	93	31,7	72	53,9
	06/10/08	63	7,8	68,5	41,7	91	69,9	93	5	82,2	40,5
	16/12/08	56,4	5	77,3	52,2	90	63,3	93	44,6	76,6	45,4
CPIV02160	11/02/08	3,2	9	72,8	52,2	97,1	69,9	93	24	77,8	29,3
	01/04/08	28	4,1	91,3	37,2	70,6	42,7	93	55	60,8	36
	02/06/08	65,8	3	81,9	14	84,9	49,2	93	5	72,3	30,8
	05/08/08	25,9	3	81,9	2	86,4	45,7	93	19	63,2	23,7
	06/10/08	41,9	5,5	81,9	46,7	89,5	49,2	93	20,7	78,3	39,9
	16/12/08	13,8	3	91,7	23,8	95,6	24,2	93	59,1	58,1	28,5
JUNA02010	18/02/08	75,7	3	77,3	58,4	92	24,2	93	5	30	31,6
	08/04/08	91,1	5,5	91,3	73	79,8	87,6	93	28,3	68,2	51,3
	11/06/08	92	5,6	60,4	73	86,9	77,8	93	64,9	79,7	52,9
	12/08/08	94,8	4,8	56,6	73	95,1	77,8	93	32,7	69,5	48,6
	15/10/08	76,9	3,6	81,9	58,4	94,6	87,6	93	68,7	85,4	50,2
	09/12/08	90	4,6	77,3	65,3	93,5	91	93	67,4	85	53,7
JUNA02020	18/02/08	39,8	3,6	77,3	81,4	94,6	77,8	93	47	73,9	43,6
	08/04/08	81,7	3	91,3	26,5	76,2	69,9	93	27,1	75,2	40,6
	11/06/08	82,2	3	64,4	29,7	87,4	69,9	93	58,1	78,4	42,6
	12/08/08	89,3	3	52,9	37,2	94,6	63,3	93	27,1	75,4	40,4
	15/10/08	32,9	3	77,3	11,6	93,5	53,2	93	59,1	83,6	33,5
	09/12/08	19	3	72,8	23,8	95,1	69,9	93	57	83,6	33,4
JUNA04270	19/02/08	79,2	3	91,3	100	86,4	45,7	93	5	72,7	39
	08/04/08	95	11,2	46,1	100	67,5	57,9	93	47,8	65,5	53,6
	11/06/08	74,9	3,5	86,8	100	74,7	49,2	93	41,8	64,8	45,9
	12/08/08	79,3	6,3	77,3	100	87,9	53,2	93	19,7	69,5	48,4
	15/10/08	49	7,2	92,5	100	85,4	40	93	39,8	69,4	47,6
	09/12/08	73,9	4	86,8	100	93	57,9	93	50,3	70,8	49,6

Tabela B.3 (cont.) Cálculo do IQA bimestral no ano de 2008 das Bacias PCJ

Ponto	Data	OD	CF	pH	DBO	Nitr	Fósf	Temp	Turb	Sól	IQA
ATIB02030	24/03/08	83,7	13,2	52,9	81,4	91	97,3	93	52,1	75,5	59,1
	26/05/08	87,2	18,3	60,4	81,4	86,9	77,8	93	77,6	78,3	64
	14/07/08	85,4	12,8	81,9	73	88,4	77,8	93	77,6	79	62,3
	08/09/08	87,9	9	64,4	81,4	92	77,8	93	71,4	75,5	57,9
	03/11/08	86,1	14,5	91,7	81,4	95,1	77,8	93	61,3	86,8	64,8
CMDC02900	21/01/08	87,3	4,7	77,3	65,3	97,1	40	93	5	81,8	40,1
	10/03/08	90,5	9	81,9	65,3	52,7	69,9	93	5	77	44,4
	05/05/08	92,7	6,3	60,4	65,3	66,5	69,9	93	5	79,4	41,8
	23/09/08	57,7	57,7	91,3	65,3	92	69,9	93	43,9	79	69,4
	11/11/08	85	42,4	89,4	73	93	53,2	93	21,5	85,5	66,1
JAGR02300	07/01/08	88,7	3,9	91,3	81,4	95,6	63,3	93	5	59,9	41,7
	04/03/08	46,3	6,3	91,7	73	49,7	69,9	93	64,9	76,7	47
	12/05/08	92,3	8,3	68,5	81,4	63,5	91	93	58,1	77,3	56,1
	22/07/08	87,8	9	72,8	73	92	77,8	93	83,1	77,8	59
	22/09/08	90,4	10,7	91,7	73	91,5	69,9	93	66,1	72,5	60,3
	10/11/08	60,5	12,4	91,3	81,4	92,5	57,9	93	75,9	86,3	58,7
PCAB02135	08/01/08	42,5	3,6	81,9	37,2	94,6	53,2	93	5	68,4	32,9
	12/03/08	51,8	3	77,3	73	64	63,3	93	39,9	79,5	41,1
	07/05/08	62,8	7,2	77,3	65,3	74,7	77,8	93	39,3	82,3	49,7
	23/07/08	22,1	3	81,9	37,2	86,9	63,3	93	73,6	74,4	36,1
	16/09/08	7,4	3	77,3	33,2	91,5	57,9	93	75,3	66,6	29
	05/11/08	7,3	3	91,7	46,7	90,5	63,3	93	60,6	69	30,4
TATU04850	30/01/08	73,5	3	89,4	23,8	91,5	63,3	93	26,2	77,1	39,6
	05/03/08	3,8	3	89,4	10,5	49,2	49,2	93	52,8	71	21,2
	28/05/08	3,3	3	91,7	2	46,4	24,2	93	42	62,1	15,8
	02/07/08	3,2	3	91,7	2	99,2	37,6	93	39,4	53,7	17,5
	10/09/08	3,2	3	92,5	2	87,9	17,1	93	28,3	30	14,9
	24/11/08	3,2	3	91,3	2	99,2	39	93	18,9	70,6	17
CPIV02060	02/06/08	86,4	9	72,8	73	85,9	87,6	93	5	79,1	47,3
	05/08/08	91	7,2	68,5	73	91	87,6	93	49,5	77,7	55,2
	06/10/08	87,4	5,4	68,5	81,4	89,5	69,9	93	5	84,6	43,4
	16/12/08	87,4	7,8	72,8	81,4	89,5	89,9	93	59,1	84,7	57,7

Tabela B.3 (cont.) Cálculo do IQA bimestral no ano de 2008 das Bacias PCJ

Ponto	Data	OD	CF	pH	DBO	Nitr	Fósf	Temp	Turb	Sól	IQA
CMDC02050	21/01/08	80,9	7,2	52,9	81,4	97,6	63,3	93	5	86,7	43,4
	10/03/08	86,8	13,2	91,7	81,4	85,9	87,6	93	5	84,1	52,3
	05/05/08	60,7	10,7	52,9	81,4	82,3	87,6	93	29,1	77,8	50,9
	23/09/08	89,2	11,2	86,8	81,4	96,6	77,8	93	41,1	82,3	60,1
	11/11/08	92,6	5,4	81,9	81,4	97,6	57,9	93	5	86,8	44,5
CPIV02200	11/02/08	42,4	4,1	86,8	52,2	92	42,7	93	5	75,9	34,4
	01/04/08	30,8	6,3	91,3	52,2	66,5	53,2	93	41,8	61,6	40,3
	02/06/08	79,2	3,5	17,8	14	86,9	53,2	93	5	73,9	27,4
	05/08/08	11,6	3	81,9	23,8	89,5	49,2	93	38	65,3	28,3
	06/10/08	19,6	4,1	77,3	52,2	91	45,7	93	38,6	79	35,2
	16/12/08	13,2	5	91,3	29,7	95,1	40	93	46,2	66,1	32,5
ATIB02605	16/01/08	81,1	7,8	91,7	65,3	92	49,2	93	5	77,9	44,1
	25/03/08	91,6	4,1	68,5	81,4	69,6	77,8	93	29,9	79,9	47,5
	27/05/08	82,8	13,2	91,3	65,3	67	69,9	93	66,1	64,9	58,2
	15/07/08	82,7	15,2	77,3	65,3	19,9	69,9	93	71,4	56,7	51,4
	09/09/08	82,3	19,9	91,7	65,3	83,9	69,9	93	74,3	56,4	63,2
	04/11/08	81,5	10	89,4	33,2	68	63,3	93	48,6	70,2	50,6
ATIB02800	16/01/08	47,5	6,3	91,7	73	90,5	49,2	93	5	40,5	37,4
	25/03/08	82,1	3,7	56,6	58,4	65,5	63,3	93	5	51,1	35,4
	27/05/08	87,5	9	81,9	58,4	61,4	40	93	68,7	61,6	50,8
	15/07/08	89,8	9	77,3	65,3	49,2	69,9	93	72,8	52,8	52,6
	04/11/08	64,9	6,3	89,4	58,4	77,7	63,3	93	49,5	67,7	48,7
JAGR02500	07/01/08	79,7	5,4	86,8	52,2	95,6	45,7	93	5	79,7	40,4
	04/03/08	84,5	14,9	86,8	81,4	49,2	87,6	93	20	80,4	55,5
	12/05/08	86,3	15,2	72,8	73	64,5	77,8	93	54	78,9	59,3
	22/07/08	71	54,2	60,4	81,4	89	77,8	93	75,9	79,4	72,9
	22/09/08	75	23,1	77,3	73	89	77,8	93	68,7	78,1	65,4
	10/11/08	22,4	24,3	86,8	81,4	91	69,9	93	41,8	86,5	52,8

Tabela B.3 (cont.) Cálculo do IQA bimestral no ano de 2008 das Bacias PCJ

Ponto	Data	OD	CF	pH	DBO	Nitr	Fósf	Temp	Turb	Sól	IQA
JAGR02200	07/01/08	91,6	5,4	91,3	65,3	94,6	77,8	93	47,8	71,3	53,3
	04/03/08	96,6	11,2	91,7	73	64,5	95,9	93	75,9	78,1	62,3
	12/05/08	96,4	4,1	68,5	81,4	59,4	87,6	93	74,3	79,9	51,3
	22/07/08	95,2	9,5	72,8	81,4	92,5	87,6	93	85,3	78,2	61,9
	22/09/08	87,4	11,2	81,9	81,4	92,5	77,8	93	58,1	74,7	60,5
	10/11/08	93,6	8,5	93	81,4	91,5	77,8	93	81,1	86,7	61,9
CRUM02500	23/01/08	89,5	6,9	91,3	65,3	95,6	53,2	93	22,7	82,3	50,6
	26/03/08	79,1	6,5	92,5	73	77,7	77,8	93	40,8	84,9	53,1
	13/05/08	82,9	14,9	91,7	73	80,8	77,8	93	63,7	83,4	62,9
	29/07/08	45,4	15,2	91,7	58,4	91	69,9	93	84,4	84,5	57,1
	17/09/08	56,4	13,2	91,7	58,4	91	69,9	93	83,8	83,2	57,9
	25/11/08	42,1	34,3	86,8	73	93,2	89,9	93	67,9	83,7	65,3
PCAB02192	30/01/08	22,8	3	91,7	37,2	91,5	53,2	93	5	78,6	29,4
	05/03/08	21,6	7,2	91,3	73	44,4	69,9	93	56,1	81,7	41,3
	28/05/08	22,9	3,6	91,3	65,3	72,6	69,9	93	71,4	79,5	39,7
	02/07/08	20,2	4,1	91,7	73	94,5	71,4	93	73,9	77,5	41,2
	10/09/08	5,3	28,6	89,4	65,3	91,5	57,9	93	82,1	67,6	42,3
	24/11/08	6,6	4	89,4	73	95,5	81,5	93	36,6	74	32,4
PCAB02220	29/01/08	38	9	91,7	73	89	10,5	93	5	77	34,2
	11/03/08	16,5	7,8	91,3	41,7	59,9	57,9	93	20,3	77,8	35
	06/05/08	55,7	4,6	64,4	58,4	56,3	69,9	93	28,1	81,9	41,2
	16/07/08	25,6	4,6	91,7	65,3	51,2	57,9	93	73,3	74,5	39,7
	24/09/08	17,3	7,8	89,4	65,3	91,5	57,9	93	80,4	70,6	42,6
	26/11/08	15,9	5,9	91,3	65,3	94,6	76,1	93	55,8	74,8	40,6
PCAB02800	29/01/08	64,5	3,9	91,3	73	90	57,9	93	5	76,5	39,2
	11/03/08	21,5	4,1	91,3	46,7	64	63,3	93	45,3	77,1	36,4
	06/05/08	86,8	5,4	86,8	58,4	65,5	69,9	93	24	82,5	47,4
	16/07/08	49,3	7,2	91,3	52,2	35,1	57,9	93	73,3	74,7	44,7
	24/09/08	28,5	11,2	91,3	52,2	90,5	63,3	93	76,6	73,4	48,3
	26/11/08	24,8	6,5	91,3	52,2	93,3	72,1	93	60,4	74,5	43,4

Tabela B.3 (cont.) Cálculo do IQA bimestral no ano de 2008 das Bacias PCJ

Ponto	Data	OD	CF	pH	DBO	Nitr	Fósf	Temp	Turb	Sól	IQA
CRUM02200	23/01/08	84,2	3,9	91,3	58,4	93,5	57,9	93	33,3	78,1	47
	26/03/08	77,6	3,6	91,3	58,4	60,4	69,9	93	26,7	82,1	44
	13/05/08	74,7	3	91,7	52,2	76,2	63,3	93	62,6	78,5	45,5
	29/07/08	53,5	3	92,5	46,7	92	45,7	93	75,4	77,7	42,5
	17/09/08	57,5	4,1	91,3	58,4	94,6	49,2	93	79	76,5	46,6
	25/11/08	39	3	91,7	46,7	97,1	54,1	93	60,4	77,3	40,4
JUNA04900	18/02/08	16,9	3	91,7	19,1	82,8	40	93	5	75,2	25,1
	08/04/08	29,3	5,6	91,7	2	64	63,3	93	32,2	69	28,4
	11/06/08	46,9	3	77,3	21,3	74,2	53,2	93	48,6	66,8	35,7
	12/08/08	48,7	5,5	68,5	2	90,5	57,9	93	31,7	68,2	30,5
	15/10/08	3,2	3	81,9	2	95,6	40	93	49,5	69,4	18
	09/12/08	6,8	3	72,8	2	96,1	42,7	93	35,7	64,6	19,7
CPIV02900	11/02/08	24,4	5,4	89,4	73	86,4	49,2	93	5	60,5	33,5
	01/04/08	62,8	9	91,3	65,3	57,3	77,8	93	50,3	66,8	51,3
	02/06/08	68,5	11,2	91,7	23,8	82,8	63,3	93	18,6	68,6	45,7
	05/08/08	56,5	18,7	91,3	19,1	81,3	57,9	93	59,1	59,8	50,1
	06/10/08	39,8	18,7	86,8	46,7	87,4	69,9	93	30,4	77,3	51
	16/12/08	47,6	24	91,3	37,2	87,4	69,9	93	49,5	73,1	55,6
ATIB02035	15/01/08	92,6	5,2	91,3	73	100	49,2	93	5	39,5	41
	24/03/08	95,3	9	56,6	81,4	100	87,6	93	45,4	74,7	56,9
	26/05/08	95,6	17	60,4	81,4	99,9	87,6	93	64,9	79,3	65,2
	14/07/08	95,9	50,1	91,3	73	99,9	77,8	93	70	79,7	79,3
	08/09/08	56,2	19,9	77,3	81,4	99,9	77,8	93	70	75,5	62,2
	03/11/08	92,6	19,3	91,3	81,4	99,9	77,8	93	49,5	85,5	67,5
JARI00800	30/01/08	92,6	49,5	89,4	73	98,7	93,4	93	55	84,8	78,7
	31/03/08	100	65	89,4	73	99,1	95,9	93	64,7	84,8	84,4
	08/05/08	80	43,2	91,7	73	98,7	95,9	93	59,1	84,8	76,1
	02/07/08	99,6	98,2	93	73	98,8	95,9	93	93	84,8	92,8
	03/09/08	99,4	98,2	91,3	73	98,8	95,9	93	94	84,8	92,6
	12/11/08	81,2	66,2	29,6	73	99,2	95,9	93	68,1	84,8	71,8

Tabela B.3 (cont.) Cálculo do IQA bimestral no ano de 2008 das Bacias PCJ

Ponto	Data	OD	CF	pH	DBO	Nitr	Fósf	Temp	Turb	Sól	IQA
IRIS02900	27/02/08	80	29,1	81,9	81,4	90	69,9	93	47,8	82,7	67,3
	14/04/08	84,5	12,8	91,7	81,4	83,3	77,8	93	52,1	78,4	61,3
	23/06/08	89,2	26,4	56,6	81,4	90,5	77,8	93	68,7	78,9	67,1
	04/08/08	74,2	42,6	83	81,4	88,4	69,9	93	56	81,2	71,2
	13/10/08	87,4	29,1	68,5	81,4	90,5	69,9	93	51,2	85,9	67,5
	15/12/08	84,5	29,9	72,8	81,4	86,9	87,6	93	67,4	86,8	70,8
PCBP02500	29/01/08	78	89,6	91,7	73	89	77,8	93	31,1	73,3	76,9
	11/03/08	98,5	19,9	92,4	73	75,7	87,6	93	57,6	80,3	67,3
	06/05/08	57,9	89,6	77,3	73	71,6	87,6	93	64	82,9	75,9
	16/07/08	83,3	89,6	91,3	73	18,7	63,3	93	84,8	81	71,1
	24/09/08	94	57,7	92,4	73	92,5	94,7	93	78,3	78,7	82,4
	26/11/08	99,4	49,2	80,2	73	95,5	89,9	93	58,2	75	77,6

Anexo – Resolução CNRH nº 91/2008

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE
CONSELHO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS
RESOLUÇÃO Nº 91, DE 5 DE NOVEMBRO DE 2008

Dispõe sobre procedimentos gerais
para o enquadramento dos corpos
de água superficiais e subterrâneos.

O CONSELHO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS-CNRH, no uso das competências que lhe são conferidas pelas Leis nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, nº 9.984, de 17 de julho de 2000, Decreto nº 4.613, de 11 de março de 2003 e tendo em vista o disposto em seu Regimento Interno, anexo à Portaria MMA nº 377, de 19 de setembro de 2003, e

Considerando a Década Brasileira da Água, instituída por Decreto de 22 de março de 2005, cujos objetivos são promover e intensificar a formulação e implementação de políticas, programas e projetos relativos ao gerenciamento e uso sustentável da água;

Considerando que o enquadramento dos corpos de água em classes, segundo os usos preponderantes, é um dos instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos, fundamental para a integração da gestão de recursos hídricos com a gestão ambiental, conforme Lei nº 9.433, de 1997, art. 5º, inciso II e art. 3º, incisos III, respectivamente;

Considerando a articulação da Política Nacional de Recursos Hídricos com a Política Nacional de Saneamento, estabelecida pela Lei nº 11.445, de 05 de janeiro de 2007;

Considerando que o enquadramento dos corpos de água em classes, segundo os usos preponderantes, é instrumento de gestão de recursos hídricos da esfera do planejamento, que se expressa por meio do estabelecimento de metas intermediárias e final a serem alcançadas, devendo levar em conta a integração da gestão das águas superficiais e subterrâneas; e

Considerando a necessidade de revisão da Resolução CNRH nº 12, de 19 de julho de 2000, para aperfeiçoamento dos procedimentos nela estabelecidos, tendo como referência as diretrizes e estratégias de implementação do Plano Nacional de Recursos Hídricos e a Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005, que dispõe sobre a classificação dos corpos de água e estabelece diretrizes ambientais para o enquadramento e a Resolução CONAMA nº 396, de 3 de abril de 2008, que dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas, resolve:

Art. 1º Estabelecer procedimentos gerais para o enquadramento de corpos de água superficiais e subterrâneos.

Art. 2º O enquadramento dos corpos de água se dá por meio do estabelecimento de classes de qualidade conforme disposto nas Resoluções CONAMA nº 357, de 2005 e nº 396, de 2008, tendo como referências básicas:

I - a bacia hidrográfica como unidade de gestão; e

II - os usos preponderantes mais restritivos.

§ 1º O enquadramento de corpos de água corresponde ao estabelecimento de objetivos de qualidade a serem alcançados por meio de metas progressivas intermediárias e final de qualidade de água.

§ 2º O processo de enquadramento pode determinar classes diferenciadas por trecho ou porção de um mesmo corpo de água, que correspondem a exigências a serem alcançadas ou mantidas de acordo com as condições e os padrões de qualidade a elas associadas.

§ 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.

§ 4º 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.

§5º Para as águas subterrâneas de classe 4 é adotado o critério do uso menos restritivo.

Art. 3º A proposta de enquadramento deverá ser desenvolvida em conformidade com o Plano de Recursos Hídricos da bacia hidrográfica, preferencialmente durante a sua elaboração, devendo conter o seguinte:

- I - diagnóstico;
- II - prognóstico;
- III - propostas de metas relativas às alternativas de enquadramento; e
- IV - programa para efetivação.

§ 1º A elaboração da proposta de enquadramento deve considerar, de forma integrada e associada, as águas superficiais e subterrâneas, com vistas a alcançar a necessária disponibilidade de água em padrões de qualidade compatíveis com os usos preponderantes identificados.

§ 2º O processo de elaboração da proposta de enquadramento dar-se-á com ampla participação da comunidade da bacia hidrográfica, por meio da realização de consultas públicas, encontros técnicos, oficinas de trabalho e outros.

Art. 4º O diagnóstico deverá abordar:

I - caracterização geral da bacia hidrográfica e do uso e ocupação do solo incluindo a identificação dos corpos de água superficiais e subterrâneos e suas interconexões hidráulicas, em escala compatível;

II - identificação e localização dos usos e interferências que alterem o regime, a quantidade ou a qualidade da água existente em um corpo de água, destacando os usos preponderantes;

III - identificação, localização e quantificação das cargas das fontes de poluição pontuais e difusas atuais, oriundas de efluentes domiciliares, industriais, de atividades agropecuárias e de outras fontes causadoras de degradação dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos;

IV - disponibilidade, demanda e condições de qualidade das águas superficiais e subterrâneas;

V - potencialidade e qualidade natural das águas subterrâneas;

VI - mapeamento das áreas vulneráveis e suscetíveis a riscos e efeitos de poluição, contaminação, superexploração, escassez de água, conflitos de uso, cheias, erosão e subsidência, entre outros;

VII - identificação das áreas reguladas por legislação específica;

VIII - arcabouço legal e institucional pertinente;

IX - políticas, planos e programas locais e regionais existentes, especialmente os planos setoriais, de desenvolvimento socioeconômico, plurianuais governamentais, diretores dos municípios e ambientais e os zoneamentos ecológico e econômico, industrial e agrícola;

X - caracterização socioeconômica da bacia hidrográfica; e

XI - capacidade de investimento em ações de gestão de recursos hídricos.

Art. 5º No prognóstico deverão ser avaliados os impactos sobre os recursos hídricos superficiais e subterrâneos advindos da implementação dos planos e programas de desenvolvimento previstos, considerando a realidade regional com horizontes de curto, médio e

longo prazos, e formuladas projeções consubstanciadas em estudos de simulação dos seguintes itens:

- I - potencialidade, disponibilidade e demanda de água;
- II - cargas poluidoras de origem urbana, industrial, agropecuária e de outras fontes causadoras de alteração, degradação ou contaminação dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos;
- III - condições de quantidade e qualidade dos corpos hídricos; e
- IV - usos pretensos de recursos hídricos superficiais e subterrâneos, considerando as características específicas de cada bacia.

§ 1º Os horizontes e prazos das projeções serão estabelecidos pela entidade responsável pela elaboração da proposta de enquadramento, considerando as diretrizes e as recomendações existentes para a bacia hidrográfica, formuladas pelo Comitê de Bacia Hidrográfica, pelo órgão gestor de recursos hídricos ou pelo Conselho de Recursos Hídricos competente.

§ 2º Para a formulação das projeções referidas no caput deverão ser considerados os diferentes cenários de uso e ocupação do solo, previstos nos planos e políticas públicas.

Art. 6º 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.

§ 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.

§ 2º O conjunto de parâmetros de que trata o §1º deste artigo será definido em função dos usos pretensos dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos, considerando os diagnósticos e prognósticos elaborados e deverá ser utilizado como base para as ações prioritárias de prevenção, controle e recuperação da qualidade das águas da bacia hidrográfica.

§ 3º As metas deverão ser apresentadas por meio de quadro comparativo entre as condições atuais de qualidade das águas e aquelas necessárias ao atendimento dos usos pretensos identificados.

§ 4º O quadro comparativo deve vir acompanhado de estimativa de custo para a implementação das ações de gestão, incluindo planos de investimentos e instrumentos de compromisso.

Art. 7º O programa para efetivação do enquadramento, como expressão de objetivos e metas articulados ao correspondente plano de bacia hidrográfica, quando existente, deve conter propostas de ações de gestão e seus prazos de execução, os planos de investimentos e os instrumentos de compromisso que compreendam, entre outros:

I - recomendações para os órgãos gestores de recursos hídricos e de meio ambiente que possam subsidiar a implementação, integração ou adequação de seus respectivos instrumentos de gestão, de acordo com as metas estabelecidas, especialmente a outorga de direito de uso de recursos hídricos e o licenciamento ambiental;

II - recomendações de ações educativas, preventivas e corretivas, de mobilização social e de gestão, identificando-se os custos e as principais fontes de financiamento;

III - recomendações aos agentes públicos e privados envolvidos, para viabilizar o alcance das metas e os mecanismos de formalização, indicando as atribuições e compromissos a serem assumidos;

IV - propostas a serem apresentadas aos poderes públicos federal, estadual e municipal para adequação dos respectivos planos, programas e projetos de desenvolvimento e dos planos de uso

e ocupação do solo às metas estabelecidas na proposta de enquadramento; e

V - subsídios técnicos e recomendações para a atuação dos comitês de bacia hidrográfica.

Art. 8º As agências de água ou de bacia ou entidades delegatárias das suas funções, em articulação com os órgãos gestores de recursos hídricos e os órgãos de meio ambiente, elaborarão e encaminharão as propostas de alternativas de enquadramento aos respectivos comitês de bacia hidrográfica para discussão, aprovação e posterior encaminhamento, para deliberação, ao Conselho de Recursos Hídricos competente.

§ 1º Na ausência de agência ou entidade delegatária, o órgão gestor de recursos hídricos, em articulação com o órgão de meio ambiente, elaborará e encaminhará as propostas de alternativas de enquadramento ao respectivo comitê, para as demais providências definidas no caput.

§ 2º Até a instalação do comitê de bacia hidrográfica competente, os órgãos gestores de recursos hídricos, em articulação com os órgãos de meio ambiente, e de acordo com os procedimentos estabelecidos nesta Resolução, poderão elaborar e encaminhar as propostas de alternativas de enquadramento ao respectivo Conselho de Recursos Hídricos, para análise e deliberação.

Art. 9º Nas declarações de reserva de disponibilidade hídrica e nas outorgas de direito de uso de recursos hídricos poderão ser definidos limites progressivos para cada parâmetro de qualidade de água e condições de uso, compatíveis com as metas intermediárias e final do enquadramento estabelecido para os respectivos corpos de água.

Art. 10. A autoridade outorgante de recursos hídricos deverá articular-se com o órgão ambiental licenciador para o cumprimento das metas intermediárias e final estabelecidas no enquadramento.

Art. 11. Os órgãos e entidades responsáveis pela gestão de recursos hídricos do domínio da União, dos Estados e do Distrito Federal deverão articular-se para que os enquadramentos dos respectivos corpos de água, em uma mesma bacia hidrográfica, sejam compatíveis entre si.

Art. 12. Aos órgãos gestores de recursos hídricos, em articulação com os órgãos de meio ambiente, cabe monitorar os corpos de água e controlar, fiscalizar e avaliar o cumprimento das metas do enquadramento.

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.

Parágrafo único. Nos casos em que as condições de qualidade estiverem em desconformidade com as metas estabelecidas no enquadramento, deverão ser empreendidas ações para a adequação da qualidade da água à sua respectiva meta, exceto para os parâmetros que excedam aos limites legalmente estabelecidos devido à condição natural do corpo de água.

Art. 14. Os corpos de água já enquadrados com base na legislação anterior à publicação desta Resolução deverão ser objeto de adequação aos atuais procedimentos, especialmente no que se refere à aprovação do respectivo comitê de bacia hidrográfica, à deliberação do Conselho de

Recursos Hídricos competente e ao programa de efetivação.

Art. 15. Na outorga de direito de uso de recursos hídricos, na cobrança pelo uso da água, no licenciamento ambiental, bem como na aplicação dos demais instrumentos da gestão de recursos hídricos e de meio ambiente que tenham o enquadramento como referência para sua aplicação, deverão ser considerados, nos corpos de água superficiais ainda não enquadrados, os padrões de qualidade da classe correspondente aos usos preponderantes mais restritivos existentes no respectivo corpo de água.

§ 1º Caberá à autoridade outorgante, em articulação com o órgão de meio ambiente, definir, por meio de ato próprio, a classe correspondente a ser adotada, de forma transitória, para aplicação dos instrumentos previstos no caput, em função dos usos preponderantes mais restritivos existentes no respectivo corpo de água.

§ 2º Até que a autoridade outorgante tenha informações necessárias à definição prevista no parágrafo anterior e estabeleça a classe correspondente, poderá ser adotada, para as águas doces superficiais, a classe 2.

Art. 16. Esta Resolução entra em vigor na sua data de publicação.

Art. 17. Fica revogada a Resolução CNRH nº 12, de 19 de julho de 2000.

CARLOS MINC
Presidente

VICENTE ANDREU GUILLO
Secretário-Executivo