

# Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí

**SITUAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS  
2004/2006  
(Relatório Síntese)**



**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**  
**DIVISÃO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - ESALQ/USP**

IRRIGART – Engenharia e Consultoria em Recursos Hídricos

Bacias hidrográficas dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí : situação dos recursos hídricos 2004/2006; relatório síntese / coordenação de Ricardo Petrine Signoretti; Adriana Marchiori Silva... [et al.]. -- Piracicaba: FEHIDRO/PCJ/CBJ-PCJ, 2007.

75 p. : il.

Bibliografia.

1. Bacias hidrográficas 2. Recursos hídricos 3. Rio Capivari 4. Rio Jundiaí 5. Rio Piracicaba I. Signoretti, R. P., coord. II. Silva, A. M. III. Saad, A. M. IV. Silveira, F. T. da V. Machado, R. E. VI. Consórcio Intermunicipal de Bacias dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí VII. Comitê de Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí VIII. Título

CDD 551.483

*É proibida a reprodução total ou parcial por quaisquer meios de reprodução sem a autorização por escrito dos autores*

# Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí

**SITUAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS  
2004/2006  
(Relatório Síntese)**



**RECURSOS: Cobrança pelo uso dos recursos hídricos de domínio da União**



**TOMADOR: Agência de Água PCI**



Comitês das Bacias Hidrográficas dos  
Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí

**REALIZAÇÃO: Comitês das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí – Comitês PCJ**



## EQUIPE TÉCNICA

NOME	ATRIBUIÇÕES / RESPONSABILIDADES
Ricardo Petrine Signoretti – Engenheiro Ambiental	Coordenador Geral
Antonio Melhem Saad – Geólogo, M.Sc., Dr.	Coordenador Adjunto
Paulo Edison Martins da Silveira – Geólogo, M.Sc. Oswaldo Y. Iwasa - Geólogo	Meio físico
Adriana Marchiori Silva – Gestora Ambiental	Caracterização socioeconômica e investimentos
Felipe Trentini da Silveira – Engenheiro Ambiental Ronaltton Evandro Machado – Engenheiro Agrícola, M.Sc., Dr.	Hidrologia, Pluviometria, Qualidade da água, Balanço disponibilidade x demanda, Geoprocessamento e Banco de dados
José Cezar Saad – Engenheiro Civil Taeana Viviani Antonelli – Engenheira Ambiental	Saneamento ambiental
Silvia Regina Stipp e Abdalla – Engenheira Agrônoma, M.Sc.	Revisão e diagramação
Tatiane Karine Vedovotto	Administração de coleta de dados e Informações
Anderson Rodrigo Robes Marina Pinheiro Hespanhol Thelma Chiochetti da Silva	Coleta e aquisição de dados básicos



**GRUPO DE ACOMPANHAMENTO DA ELABORAÇÃO DESTE TRABALHO,  
CONSTITUÍDO NO ÂMBITO DA CÂMARA TÉCNICA DO PLANO DE BACIAS (CT-PB),  
DOS COMITÊS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS PIRACICABA, CAPIVARI E JUNDIAÍ (COMITÊS-PCJ)**

Adriana A. R. V. Isenburg – SANASA  
Ane Caroline G. Machion – SABESP  
Eduardo Cuoco Léo – Agência PCJ  
Eduardo Passeto – ANA  
Harold Gordon Fowler – UNESP/SORIDEMA  
José A. de B. Seydell – Prefeitura de Santa Gertrudes  
Leonildo Ednilson Urbano – DAEE  
Lucas Coury Silveira – Agência PCJ  
Luciana C. F. de Souza – Prefeitura de Jaguariúna  
Marcelo Poci Bandeira – Secretaria de Transportes

Maria das Graças M. Brisighello – DAE Jundiaí  
Osvaldo de Oliveira Vieira – SABESP  
Patrícia G. A. Barufaldi – DAEE  
Paulo Roberto S. Tinel – Agência PCJ  
Regina Aparecida Ribeiro – DAE de Santa Bárbara D'Oeste  
Rita de Cássia Lorenzi – CETESB  
Romualdo José Kokol – Prefeitura de Americana  
Sergio Antonio da Silva – SABESP  
Sidney Pataro Tortolano – SABESP

**DIRETORIA DOS COMITÊS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS  
DOS RIOS PIRACICABA, CAPIVARI E JUNDIAÍ - PCJ FEDERAL**

**Presidente:** José Roberto Tricoli - Prefeito Municipal de Atibaia  
**1º Vice-Presidente:** Eduardo Lovo Paschoalotti  
**2º Vice-presidente:** Sebastião Antonio Camargo Rossi  
**Secretário Executivo:** Luiz Roberto Moretti

**AGÊNCIA DE ÁGUA PCJ**

**Presidente do Consórcio PCJ:** José Roberto Fumach  
**Coordenador Geral:** Francisco Carlos Castro Lahóz  
**Coordenador Administrativo-Financeiro:** Sérgio Razera  
**Coordenador Técnico:** Paulo Roberto Szeligowski Tinel

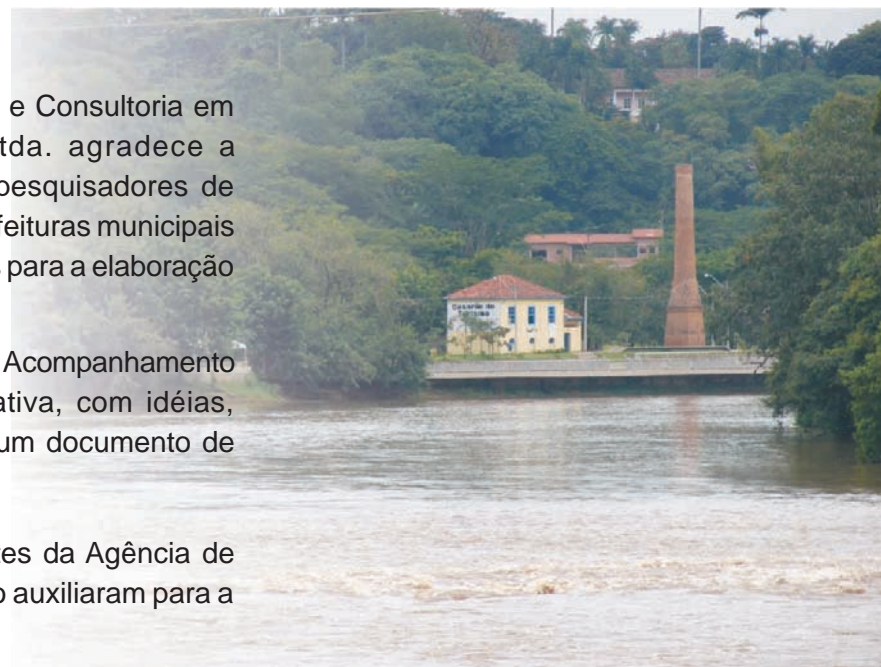


# AGRADECIMENTOS

A equipe técnica da IRRIGART – Engenharia e Consultoria em Recursos Hídricos e Meio Ambiente Ltda. agradece a colaboração dos funcionários, técnicos e pesquisadores de todos os órgãos estaduais, federais ou municipais, além das prefeituras municipais e empresas de saneamento, pelo auxílio e fornecimento de dados para a elaboração deste importante trabalho para as Bacias PCJ.

Agradecimentos especiais aos membros do Grupo de Acompanhamento que por um longo tempo contribuíram, de maneira significativa, com idéias, sugestões e correções, objetivando sempre a elaboração de um documento de qualidade.

Também merece destaque a dedicação dos integrantes da Agência de Água PCJ e da Secretaria Executiva dos Comitês PCJ que muito auxiliaram para a conclusão deste trabalho.



**Rio Piracicaba** (Acervo Irrigart, 2007)



# SIGLAS

<b>Agência PCJ</b>	Agência de Águas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí
<b>ANA</b>	Agência Nacional de Águas
<b>Bacias PCJ</b>	Bacia Hidrográfica dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí
<b>BDG</b>	Banco de Dados Georreferenciado
<b>BDIQ</b>	Banco de Dados de Informações dos Questionários
<b>BDIS</b>	Banco de Dados Informações sobre Saneamento
<b>BNDES</b>	Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
<b>CATI</b>	Coordenadoria de Assistência Técnica e Integral
<b>CBH-PCJ</b>	Comitê das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí (Comitê Paulista)
<b>CETEC</b>	Centro Tecnológico da Fundação Paulista
<b>CETESB</b>	Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo
<b>CODASP</b>	Companhia de Desenvolvimento Agrícola de São Paulo
<b>CNARH</b>	Cadastro Nacional de Usuários de Recursos Hídricos
<b>Comitês PCJ</b>	Comitês das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí
<b>COPASA</b>	Companhia de Saneamento de Minas Gerais
<b>CTH</b>	Centro Tecnológico de Hidráulica
<b>DAEE</b>	Departamento de Águas e Energia Elétrica do Estado de São Paulo
<b>DBO</b>	Demanda Bioquímica de Oxigênio
<b>DNPM</b>	Departamento Nacional de Produção Mineral
<b>DQO</b>	Demanda Química de Oxigênio
<b>DATASUS</b>	Banco de Dados do Sistema Único de Saúde
<b>EMBRAPA</b>	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
<b>ETE</b>	Estação de Tratamento de Esgoto
<b>FEHIDRO</b>	Fundo Estadual de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo





Formação do Rio Piracicaba, em Americana (Acervo Irrigart, 2007)

<b>FUNDAG</b>	Fundação de Apoio à Pesquisa Agrícola
<b>GRAPROHAB</b>	Grupo de Análise de Projetos Habitacionais
<b>IAC</b>	Instituto Agrônomo de Campinas
<b>IAP</b>	Índice de Qualidade de Água para Abastecimento Público
<b>IBGE</b>	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
<b>IGAM</b>	Instituto Mineiro de Gestão das Águas
<b>IPT</b>	Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo
<b>IQA</b>	Índice de Qualidade das Águas
<b>MMA</b>	Ministério do Meio Ambiente
<b>OMS</b>	Organização Mundial de Saúde
<b>PCJ Federal</b>	Comitê das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí (Comitê Federal)
<b>PDC</b>	Programa de Duração Continuada
<b>PEMH</b>	Programa Estadual de Micro-Bacias Hidrográficas
<b>PERH</b>	Plano Estadual de Recursos Hídricos
<b>PRMC</b>	Projeto de Recuperação de Matas Ciliares
<b>PRODES</b>	Programa de Despoluição das Bacias Hidrográficas
<b>RMC</b>	Região Metropolitana de Campinas
<b>RMSP</b>	Região Metropolitana de São Paulo
<b>SAA</b>	Secretaria de Estado da Agricultura e Abastecimento de São Paulo
<b>SABESP</b>	Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo
<b>SANASA</b>	Sociedade de Abastecimento de Água e Saneamento
<b>SEADE</b>	Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados
<b>SEPURB</b>	Secretaria de Política Urbana do Ministério das Cidades
<b>SNIS</b>	Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento
<b>SMA</b>	Secretaria de Estado do Meio Ambiente de São Paulo
<b>SRH</b>	Secretaria de Recursos Hídricos do Ministério do Meio ambiente
<b>TGCA</b>	Taxa Geométrica de Crescimento Anual
<b>VA</b>	Valor Adicionado



# SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO .....	13
RESUMO .....	15
1. INTRODUÇÃO .....	17
1.1. Objetivos .....	18
1.2. Metodologia Geral do Relatório de Situação 2004 a 2006 .....	18
1.2.1. Obtenção e compilação de dados secundários .....	18
1.2.2. Aplicação de questionários .....	18
2. CARACTERIZAÇÃO GERAL DAS BACIAS PCJ .....	20
3. TEMAS ASSOCIADOS AOS RECURSOS HÍDRICOS NAS BACIAS PCJ .....	23
3.1. Crescimento populacional .....	23
3.1.1. Evolução e Projeção das Populações .....	23
3.1.2. A concentração populacional na região metropolitana de Campinas .....	24
3.2. Os loteamentos habitacionais nos municípios paulistas das Bacias PCJ .....	25
3.3. Áreas degradadas .....	26
3.3.1. Áreas degradadas por mineração .....	26
3.3.2. Áreas contaminadas .....	27
4. SITUAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS SUPERFICIAIS E SUBTERRÂNEOS .....	28
4.1. Pluviometria .....	28
4.2. Fluviometria .....	30
4.3. Disponibilidade hídrica .....	33
4.3.1. Superficial .....	33
4.3.2. Subterrânea .....	34





<b>5. USOS DOS RECURSOS HÍDRICOS .....</b>	<b>36</b>
5.1. Recursos hídricos superficiais .....	36
5.1.1. Resultados .....	36
5.2. Recursos hídricos subterrâneos .....	40
5.3. Balanço disponibilidade x demanda de águas superficiais .....	42
5.4. Fontes de poluição .....	45
5.4.1. Carga poluidora de origem doméstica .....	45
5.4.2. Carga poluidora de origem industrial .....	47
5.4.3. Carga poluidora total .....	48
<b>6. QUALIDADE DAS ÁGUAS .....</b>	<b>51</b>
6.1. Superficiais .....	51
6.1.1. Sub-Bacias do Rio Piracicaba .....	51
6.1.2. Bacia do Rio Capivari .....	54
6.1.3. Bacia do Rio Jundiá .....	54
6.2. Subterrâneas .....	54
<b>7. SANEAMENTO AMBIENTAL .....</b>	<b>57</b>
7.1. Índice de atendimento urbano de água .....	57
7.2. Consumo médio <i>per capita</i> .....	59
7.3. Índices de perdas na distribuição .....	60
7.4. Esgotos domésticos .....	61
7.4.1. Coleta de esgotos .....	61
7.4.2. Tratamento de esgotos .....	61
7.5. Resíduos sólidos .....	62
<b>8. INVESTIMENTOS .....</b>	<b>63</b>
8.1. Investimentos realizados em 2004 .....	64
8.2. Investimentos realizados em 2005 .....	64
8.3. Investimentos realizados em 2006 .....	65
8.4. Total de investimentos nos anos de 2004 a 2006 .....	65



8.5. Demais investimentos quantificados .....	66
8.5.1. Programa de Micro-Bacias .....	66
8.5.2. Programa de Recuperação de Matas Ciliares .....	66
<b>9. CONCLUSÕES .....</b>	<b>67</b>
9.1. Avaliação da qualidade das águas .....	67
9.2. Balanço entre disponibilidade e demanda .....	67
9.3. Avaliação do cumprimento das metas a curto prazo .....	68
9.4. Avaliação geral .....	68
<b>10. BANCO DE DADOS .....</b>	<b>69</b>
10.1. Banco de Dados Georreferenciados (BDG) .....	69
10.2. Banco de Dados de Informações sobre Saneamento (BDIS) .....	69
10.3. Banco de Dados de Informações dos Questionários (BDIQ) .....	70
<b>11. RECOMENDAÇÕES .....</b>	<b>71</b>
11.1. Sugestões de caráter genérico .....	71
11.1.1. Novos indicadores .....	71
11.1.2. Conteúdo .....	71
11.2. Sugestões de caráter específico .....	71
11.2.1. Municípios parcialmente inseridos nas Bacias PCJ .....	71
11.2.2. Coleta de informações nos municípios (questionários) .....	72
11.2.3. Qualidade da água .....	72
11.2.4. Saneamento .....	72
11.2.5. Resíduos sólidos .....	72
11.2.6. Investimentos .....	72
11.2.7. Banco de dados .....	72
<b>12. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>73</b>

# APRESENTAÇÃO

## AVANÇOS NA GESTÃO DAS ÁGUAS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS PIRACICABA, CAPIVARI E JUNDIAÍ SUGEREM A DIREÇÃO CORRETA A SER SEGUIDA PELOS NOSSOS COMITÊS DE BACIAS HIDROGRÁFICAS

**José Roberto Tricoli**

**Prefeito de Atibaia e Presidente dos Comitês PCJ**

**U**m dos principais avanços na gestão das águas nas Bacias PCJ foi produzido pelo Relatório de Situação 2004 a 2006. Os esforços realizados para se produzir três bancos de dados que facilitassem sobremaneira a divulgação de dados primários e secundários para os usuários das águas das Bacias PCJ foi o objeto fundamental desse trabalho.

O banco de dados georreferenciados constituiu-se de vários temas destinados aos recursos hídricos superficiais e subterrâneos e deve ser alimentado e operado pela Agência de Água PCJ. Ele permite o cruzamento de informações, a análise de dados isolados, a interpretação de dados de ordem física, política e socioeconômica de forma muito mais simplificada do que a realizada através de mapas isolados.

O segundo banco de dados é constituído pelos questionários que foram enviados e respondidos pelas prefeituras e empresas concessionárias dos sistemas de água e esgoto, cujo objetivo principal é facilitar a atualização do Relatório de Situação.

O terceiro e último banco de dados, que versa sobre saneamento, é basicamente uma planilha eletrônica contendo os parâmetros necessários para o cálculo de todos os indicadores sobre saneamento, tais como os valores das vazões de captação de água bruta, índices de coleta e tratamento de esgoto, etc., de tal forma que viabiliza a produção de relatórios temporais sobre o tema nas Bacias PCJ.

As principais conclusões do Relatório de Situação 2004 a 2006 indicam que a gestão das águas deve estar intimamente comprometida com as ações de gerenciamento compartilhado do Sistema Cantareira e com os investimentos privados e estatais (Federal, Estaduais e Municipais)

para a melhoria da qualidade das águas, conforme consta dos Programas de Duração Continuada – PDCs. Fica visível o grande aumento dos investimentos ocorridos no ano de 2006, em virtude dos recursos provenientes da Cobrança Federal.

O PDC-3, que trata da recuperação, preservação e conservação da qualidade dos corpos d'água, foi o que recebeu os maiores investimentos, cerca de 64% do total investido nos anos 2004 a 2006, seguido do PDC-5, com 13%, e do PDC-1, com 12%, que tratam, respectivamente, da promoção do uso racional dos recursos hídricos e dos cadastros, estudos e levantamentos.

Os resultados encontrados neste Relatório de Situação demonstram, em média, uma leve tendência de melhora dos valores do IQA, no período de 2004 a 2006, em alguns pontos analisados, possivelmente pelo aumento no percentual de tratamento de esgoto nas Bacias PCJ (que se elevou de menos de 17% para quase 40% dos esgotos coletados).

Finalizando, gostaria de salientar que este Relatório de Situação é o diagnóstico oficial do estado das águas das Bacias PCJ no período 2004 a 2006. Esse trabalho apontou uma alteração considerável nas estimativas de disponibilidade hídrica nas bacias para o período analisado. Ficou demonstrado que a disponibilidade hídrica real aumentou, em função da Gestão Compartilhada do Sistema Cantareira, ao passo que a demanda total diminuiu, como consequência da conscientização do uso racional das águas, principalmente pelo setor industrial, o que fez com que o saldo hídrico nas Bacias PCJ aumentasse em 4,58 m<sup>3</sup>/s.

É incontestável, portanto, que os Comitês PCJ estão na direção correta em busca da excelência na qualidade da gestão das águas das Bacias PCJ.



# APRESENTAÇÃO

## GRUPO DE ACOMPANHAMENTO

**O** Relatório de Situação dos Recursos Hídricos das Bacias PCJ 2004 a 2006 apresenta os trabalhos desenvolvidos para caracterizar o estado de utilização das águas das Bacias PCJ, tendo em vista sua comparação com estados futuros.

Os resultados obtidos no Relatório de Situação 2004 a 2006 indicam avanços efetivos na disponibilidade das águas superficiais, principalmente devido à elevada eficiência do sistema de gestão compartilhada do Sistema Cantareira. A disponibilidade hídrica real aumentou ao passo que a demanda total diminuiu, o que fez com que o saldo hídrico nas Bacias PCJ aumentasse em 4,58 m<sup>3</sup>/s.

Sendo assim, o problema da escassez de água, amplamente noticiado nas Bacias PCJ, foi amenizado. Vale lembrar que a disponibilidade referente ao Sistema Cantareira não é constante, dependendo do regime fluvial dos cursos d'água represados, além do volume acumulado no Reservatório, lembrando ainda que este não é um reflexo contínuo.

Um dos destaques apontados nesse Relatório de Situação 2004 a 2006 refere-se ao aumento do índice de tratamento de esgoto e conseqüente redução da carga orgânica doméstica remanescente.

Com o aumento dos investimentos no PDC 3 (Recuperação da Qualidade dos Corpos D'água - RQCA), apontados neste Relatório, a tendência é que a qualidade da água venha a melhorar progressivamente, à medida que se elevem os percentuais de tratamento e coleta de esgoto.

## RESUMO

Represa de Acumulação do Rio Jundiá-Mirim  
(Acervo DAE Jundiá, 2007)



**A** **IRRIGART**, empresa de prestação de serviços de consultoria nas áreas de Recursos Hídricos e Meio Ambiente, junto com os Comitês PCJ e com a Agência de Água PCJ apresenta o Relatório de Situação dos Recursos Hídricos das Bacias PCJ dos anos de 2004 a 2006. O objetivo deste trabalho foi realizar a atualização dos dados contidos no Relatório de Situação 2002 a 2003, o levantamento de outras informações com interface com recursos hídricos e a análise de consistência e interpretação dos dados dos 63 municípios paulistas que fazem parte da UGRHI-5 e dos 4 municípios mineiros cujas áreas territoriais encontram-se dentro das Bacias PCJ. Os principais temas associados aos recursos hídricos superficiais e subterrâneos nessas Bacias Hidrográficas que merecem destaque são: os impactos causados nos recursos hídricos superficiais pelo crescimento populacional, a expansão urbana e a disseminação dos loteamentos habitacionais, enfatizando a questão do tratamento de esgoto e a redução da carga orgânica doméstica, que acabaram por melhorar os índices de qualidade das águas (IQA). Após a finalização do Relatório de Situação, a equipe técnica concluiu que os principais avanços nas Bacias PCJ, no período, referem-se à questão da disponibilidade hídrica, principalmente devido à gestão compartilhada do Sistema Cantareira e à redução das demandas registradas. Quanto aos investimentos anuais, nota-se que o percentual de investimentos realizados praticamente triplicou, variando de 21%, em 2004, a 57%, em 2006.





Rio Atibaia (Acervo SANASA, 2007)

# 1. INTRODUÇÃO

Um Relatório de Situação dos Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas tem como finalidade a avaliação da eficácia dos Planos de Bacia, desenvolvidos conforme a Lei Estadual nº 7.663/91, a qual estabeleceu normas de orientação à Política Estadual e ao Sistema Integrado de Gerenciamento dos Recursos Hídricos (SIGRH). Constam desses Planos as metas e respectivas ações discutidas, consensuadas e deliberadas em Comitês de Bacias, tendo em vista atingir índices progressivos de proteção, recuperação e conservação dos recursos hídricos da Bacia, ou seja, assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água em padrões de qualidade e quantidade adequados aos respectivos usos.

O Relatório de Situação dos Recursos Hídricos, portanto, constitui parte importante na realização ou atualização dos Planos de Bacias, avaliando a eficácia dos mesmos, através do acompanhamento da evolução quantitativa e qualitativa das águas utilizadas como recurso hídrico, auxiliando na implementação eficaz da Política Nacional de Recursos Hídricos e do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Deve-se, portanto, considerar a importância de se estabelecer uma base organizacional que contemple Bacias Hidrográficas como unidade de gerenciamento de recursos hídricos.

Através da Resolução nº 32, de 15 de Outubro de 2003, do Conselho Nacional de Recursos Hídricos, foi instituída a Divisão Hidrográfica Nacional com objetivo de orientar o planejamento e gerenciamento de recursos hídricos, implementando uma base de dados referenciada por Bacia Hidrográfica, que irá integrar as informações em recursos hídricos no âmbito nacional.



**FIGURA 1.** Divisão hidrográfica nacional.  
Fonte: ANA (2007).

## 1.1. Objetivos

O objetivo do trabalho foi a avaliação quantitativa e qualitativa dos recursos hídricos nas Bacias PCJ no período compreendido entre os anos de 2004 a 2006. Para tal, foi realizada compilação de informações existentes em banco de dados e relatórios oficiais, elaborados pelos órgãos e instituições ambientais nas esferas Estaduais e Federal, assim como através do levantamento de informações junto aos municípios paulistas que fazem parte da Unidade Hidrográfica de Gerenciamento dos Recursos Hídricos do Estado de São Paulo (UGRHI) n° 05 (Figura 2) e de outros quatro municípios mineiros cujas áreas territoriais encontram-se dentro das Bacias PCJ, mas que não pertencem à UGRHI 05 por se localizarem em outro Estado.



**FIGURA 2.** Divisão hidrográfica do Estado de São Paulo por Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos.

Fonte: DAEE.

## 1.2. Metodologia geral do Relatório de Situação 2004 a 2006

Este relatório foi desenvolvido de acordo com o “Termo de Referência para elaboração do Relatório de Situação dos Recursos Hídricos das Bacias dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá 2004 a 2006”, seguindo as sugestões e modificações apresentadas e aprovadas nas reuniões do Grupo de Acompanhamento do Relatório de Situação (GA-RS).

Como fontes de informação, utilizaram-se dados secundários obtidos através da compilação de relatórios elaborados por outras instituições. Os dados primários foram obtidos junto aos municípios mediante a aplicação de questionários e visitas ao campo, sendo os mesmos fornecidos por responsáveis técnicos pertinentes à área. De forma geral, as atividades desenvolvidas seguem o fluxograma metodológico ilustrado na Figura 3.

### 1.2.1. Obtenção e compilação de dados secundários

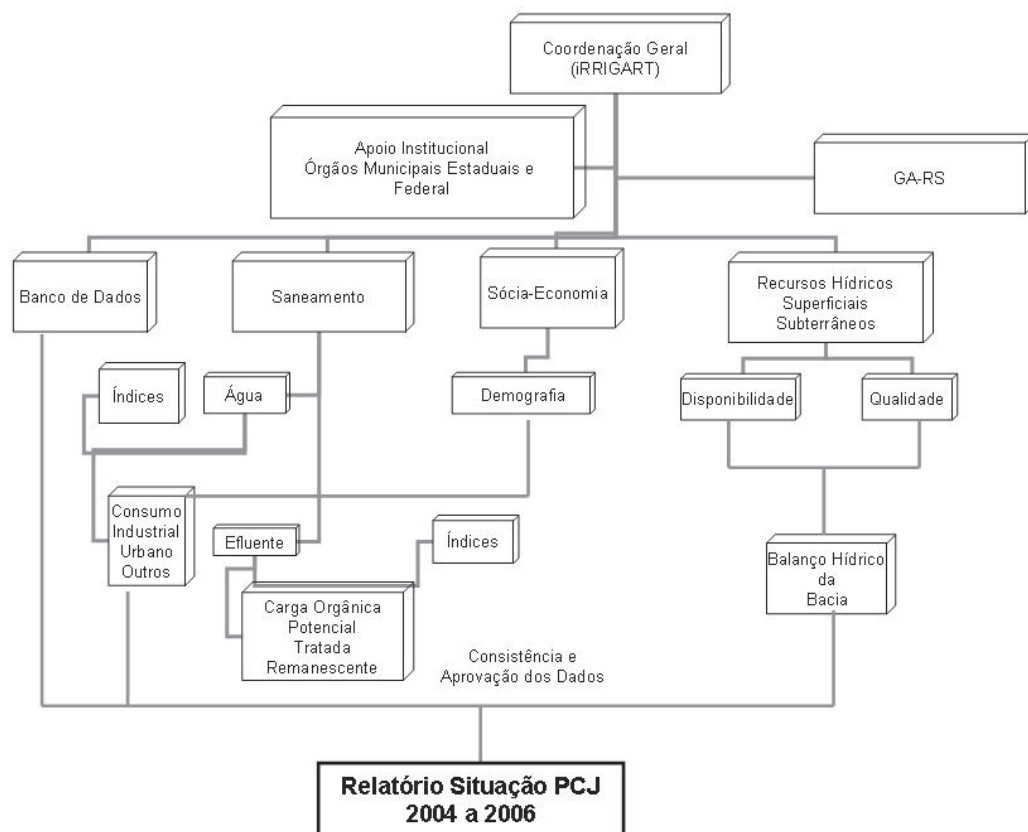
Os dados secundários utilizados para a elaboração deste Relatório de Situação foram obtidos através da consulta a documentos técnicos desenvolvidos por diversos órgãos ambientais nos níveis municipal, estadual e federal.

Além das informações obtidas nos relatórios publicados pelas instituições responsáveis, outros dados foram solicitados através do envio de ofícios aos representantes das diferentes diretorias regionais. Todos os dados secundários utilizados são acompanhados pelas fontes de informação.

### 1.2.2. Aplicação de questionários

A coleta de dados primários nos municípios procedeu-se através da aplicação de questionários. A postagem dos questionários impressos foi realizada no início do mês de Novembro de 2006, endereçada às prefeituras municipais via Carta Registrada (AR). Também foram envia-





**FIGURA 3.** Fluxograma da compilação dos dados.

das, por endereço eletrônico (e-mail), as versões digitalizadas do questionário para todas as prefeituras municipais dos 63 municípios paulistas e dos 4 municípios mineiros com área localizada total ou parcialmente dentro das Bacias PCJ, para que estas as encaminhassem aos cuidados dos departamentos municipais responsáveis pelo abastecimento de água.

O modelo do questionário utilizado para coleta dos dados primários foi determinado pela equipe técnica em conjunto com o GA-RS e abrangeu três temas principais:

**Tema 1** – Situação dos recursos hídricos no município.

**Tema 2** – Saneamento básico: água e esgoto.

**Tema 3** – Resíduos sólidos (domiciliares, hospitalares e inertes).

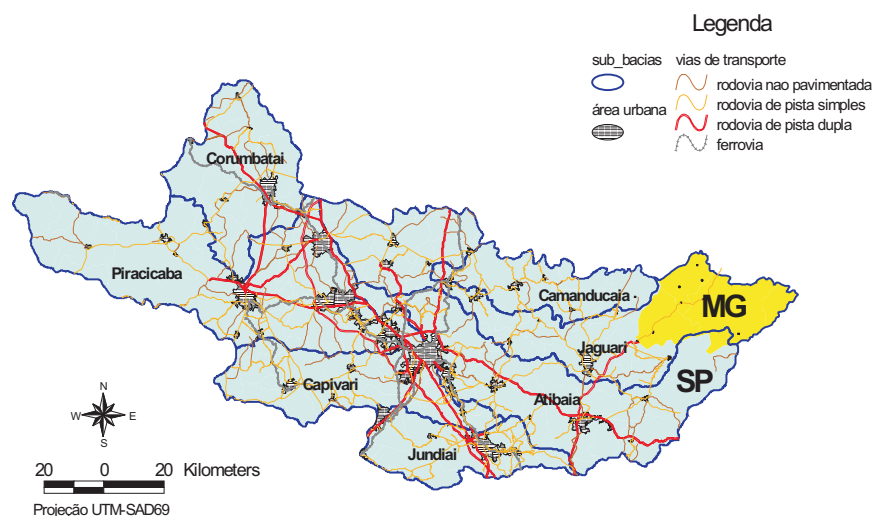
Por ocasião do recolhimento dos questionários enviados anteriormente aos municípios inseridos nas Bacias PCJ, foi agendada, pelos técnicos da equipe responsável, visita técnica aos municípios, visando identificar os principais problemas relacionados aos recursos hídricos. Nos municípios sob concessão da Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP), os questionários foram concentrados nas diretorias regionais, para posterior encaminhamento ao GA-RS.



**Rio Piracicaba** (Acervo Irrigart, 2007)

## 2. CARACTERIZAÇÃO GERAL DAS BACIAS PCJ

A área de abrangência dos estudos compreende a porção territorial pertencente às Bacias PCJ. Este recorte espacial possui área de 15.303,67 km<sup>2</sup>, sendo 92,6% localizados no Estado de São Paulo (SP) e 7,4% no Estado de Minas Gerais (MG). Situa-se entre os meridianos 46° e 49°W e latitudes 22° e 23,5°S, apresentando extensão aproximada de 300 km no sentido Leste-Oeste e 100 km no sentido Norte-Sul, conforme apresenta a Figura 4.



**FIGURA 4.** Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos das Bacias do Piracicaba, Capivari e Jundiá (federal), trechos paulista e mineiro.  
**Fonte:** Irrigart (2005).

As Bacias PCJ são compostas por três Bacias Hidrográficas distintas: a do Rio Piracicaba, a do Rio Capivari e a do Rio Jundiá, sendo todas afluentes do Rio Tietê, cujas áreas estão apresentadas no Quadro 1.

A Bacia Hidrográfica do Rio Piracicaba é subdividida em cinco Sub-Bacias: Camanducaia, Jaguari, Atibaia, Corumbataí e Piracicaba, conforme apresentado no Quadro 2.

A Figura 5 mostra a divisão hidrológica apresentada nos Quadros 1 e 2. O Quadro 3 apresenta os municípios pertencentes às Bacias PCJ, divididas por Bacias e Sub-Bacias.

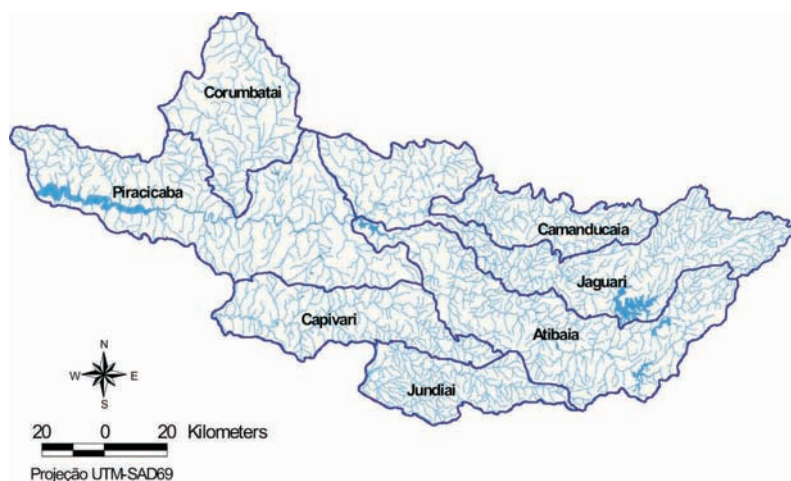
Dos municípios pertencentes às Bacias PCJ, alguns deles possuem apenas parte do território nas Bacias PCJ. A Figura 6 apresenta os municípios totalmente inseridos, municípios parcialmente inseridos e os municípios limítrofes, que não estão inseridos nas Bacias PCJ.

Quadro 1. Áreas das Bacias dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá.				
Bacias	Área – SP (km <sup>2</sup> )	Área – MG (km <sup>2</sup> )	Área total (km <sup>2</sup> )	Área total (%)
Piracicaba	11.402,84	1.165,88	12.568,72	82,1
Capivari	1.620,92	-	1.620,92	10,6
Jundiá	1.114,03	-	1.114,03	7,3
<b>Total PCJ</b>	<b>14.137,79</b>	<b>1.165,88</b>	<b>15.303,67</b>	<b>100</b>

FONTE: IRRIGART (2005).

Quadro 2. Áreas das Sub-Bacias do Rio Piracicaba (SP e MG).						
Sub-Bacias	Área – SP (km <sup>2</sup> )	Área – MG (km <sup>2</sup> )	Área total (km <sup>2</sup> )	(%)	Área no Sistema Cantareira	
					km <sup>2</sup>	(%)
Camanducaia	870,68	159,32	1.030,00	8,2	-	-
Jaguari	2.323,42	966,58	3.290,00	26,2	1.252,00	9,9
Atibaia	2.828,76	39,98	2.868,74	22,8	715	57
Corumbataí	1.679,19	-	1.679,19	13,4	-	-
Piracicaba	3.700,79	-	3.700,79	29,4	-	-
<b>Total Piracicaba</b>	<b>11.402,84</b>	<b>1.165,88</b>	<b>12.568,72</b>	<b>100</b>	<b>1.967,00</b>	<b>15,6</b>

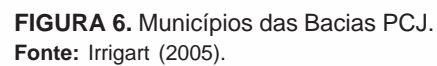
FONTE: IRRIGART (2005).



**FIGURA 5.** Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá.  
Fonte: Irrigart (2005).

Quadro 3. Municípios pertencentes às Bacias PCJ, divididos por Sub-Bacias.	
Sub-Bacia	Municípios
Camanducaia	Amparo, Extrema, Holambra, Jaguariúna, Monte Alegre do Sul, Pedra Bela, Pedreira, Pinhalzinho, Socorro, Santo Antonio de Posse, Toledo, Tuiuti, Serra Negra
Jaguari	Americana, Amparo, Artur Nogueira, Bragança Paulista, Camanducaia, Campinas, Cordeirópolis, Cosmópolis, Extrema, Holambra, Itapeva, Jaguariúna, Joanópolis, Limeira, Mogi-Mirim, Morungaba, Nova Odessa, Paulínia, Pedra Bela, Pedreira, Pinhalzinho, Piracaia, Santo Antonio de Posse, Tuiuti, Vargem
Atibaia	Americana, Atibaia, Bragança Paulista, Camanducaia, Campinas, Campo Limpo Paulista, Cosmópolis, Extrema, Itatiba, Jaguariúna, Jarinu, Joanópolis, Jundiá, Louveira, Morungaba, Nazaré Paulista, Nova Odessa, Paulínia, Piracaia, Valinhos, Vinhedo
Corumbataí	Analândia, Charqueada, Cordeirópolis, Corumbataí, Ipeúna, Iracemápolis, Itirapina, Piracicaba, Rio Claro, Santa Gertrudes, São Pedro
Piracicaba	Águas de São Pedro, Americana, Campinas, Charqueada, Hortolândia, Iracemápolis, Limeira, Monte Mor, Nova Odessa, Paulínia, Piracicaba, Rio das Pedras, Saltinho, Santa Bárbara d'Oeste, Santa Maria da Serra, São Pedro e Sumaré
Capivari	Campinas, Capivari, Elias Fausto, Hortolândia, Indaiatuba, Itatiba, Itupeva, Jundiá, Louveira, Mombuca, Monte Mor, Rafard, Rio das Pedras, Santa Bárbara d'Oeste, Valinhos, Vinhedo
Jundiá	Atibaia, Cabreúva, Campo Limpo Paulista, Indaiatuba, Itupeva, Jarinu, Jundiá, Mairiporã, Salto, Várzea Paulista





## 3. TEMAS ASSOCIADOS AOS RECURSOS HÍDRICOS NAS BACIAS PCJ

### 3.1. Crescimento populacional

De maneira geral, segundo a Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados (SEADE), o ritmo de crescimento da população paulista vem diminuindo, passando de 1,82% ao ano, no período de 1991/2000, para 1,54% ao ano, no período 2000/2005. Essa redução advém, entre outras coisas, da redução dos fluxos migratórios interestaduais e vem sendo acompanhada por uma nova direção da tendência concentradora da população. Um dos exemplos que evidencia tal fenômeno ocorre na área compreendida pelos municípios que pertencem às Bacias PCJ.

A população dos municípios das Bacias PCJ passou de 2.518.879 habitantes em 1980 para 3.686.943 em 1991, 4.593.209 em 2000 e 5.185.954 em 2006. Em 2000, representava 12% da população do Estado de São Paulo e 2,7% da população do Brasil. Atualmente, representa 12,64% da população do Estado de São Paulo e 2,74% da população brasileira. Segundo dados da Fundação SEADE e do IBGE, a população dos municípios dos Comitês PCJ é de 5.185.954 habitantes (67 municípios, incluindo Cabreúva e Mairiporã), sendo 5.125.556 habitantes no trecho paulista (98,8%) e 60.398 habitantes no trecho mineiro (1,20%). Os dez municípios mais populosos são, em ordem decrescente: Campinas, Piracicaba, Jundiaí, Limeira, Sumaré, Americana, Rio Claro, Hortolândia, Santa Bárbara d'Oeste e Indaiatuba e perfazem 61,5% da população das Bacias PCJ.

#### 3.1.1. Evolução e projeção das populações

A população dos municípios paulistas das Bacias PCJ apresentou crescimento acentuado, comparando-se o Relatório presente com o Relatório de Situação 2002 a 2003. O crescimento da RMSF em sentido ao eixo das rodovias Anhangüera (SP-330) e Bandeirantes (SP-348) teve destacado papel na conurbação, praticamente contínua, desde os municípios de Caieiras, Franco da Rocha e Francisco Morato, na Grande São Paulo, até Campinas, passando por Jundiaí. Também temos o caso de Americana e Santa Bárbara D'Oeste. Esse corredor São Paulo-Campinas, bem como rumo a Rio Claro e Piracicaba, constituem-se nos principais eixos de estruturação urbana das Bacias PCJ, nos quais se situam Sumaré, Hortolândia, Nova Odessa, Americana, Limeira e Santa Bárbara D'Oeste.

#### • TAXAS GEOMÉTRICAS DE CRESCIMENTO ANUAL (TGCA) E PROJEÇÕES DO CRESCIMENTO POPULACIONAL

A população atual dos municípios das Bacias PCJ passou de 4.593.209 habitantes em 2000 para 5.185.954 habitantes em 2006, com TGCA's de 2,53% no período 1991/2000 e de 2,28% no período 2000/2005.

Em 2010, a população deve alcançar 5.550.685 habitantes; em 2015, 5.941.527 e em 2020, 6.173.467 habitantes. O Quadro 4 ilustra esse crescimento populacional nos anos projetados.

De forma geral, deverá crescer o número de municípios com mais de 50.000 habitantes, passando dos atuais 23 para 27, em contraponto aos municípios com menos de 50.000 habitantes, que passarão de 44 para 40, como mostra a Figura 7.

### 3.1.2. A concentração populacional na região metropolitana de Campinas

Atualmente, a Região Metropolitana de Campinas (RMC) (Figura 8) possui 2.620.909 habitantes, o que corresponde a 50,54% da população total das Bacias PCJ. No período 2000/2005, a RMC apresentou queda no seu ritmo de crescimento anual, embora esse crescimento seja superior ao da RMSP e da média do próprio Estado de São Paulo. Essa redução está aliada à ampliação de suas funções urbanas e conferiram à Campinas as dimensões de metrópole, exercendo influência sobre as vastas áreas do interior. Nota-se que os municípios que tangenciam as principais cidades pertencentes às Bacias PCJ apresentaram crescimento superior em relação àquelas cidades. Isso, inclusive, denota tendência de crescimento das cidades-dormitório, com residentes trabalhadores que são empregados nas cidades pólos, ou um incremento nas atividades destes municípios.

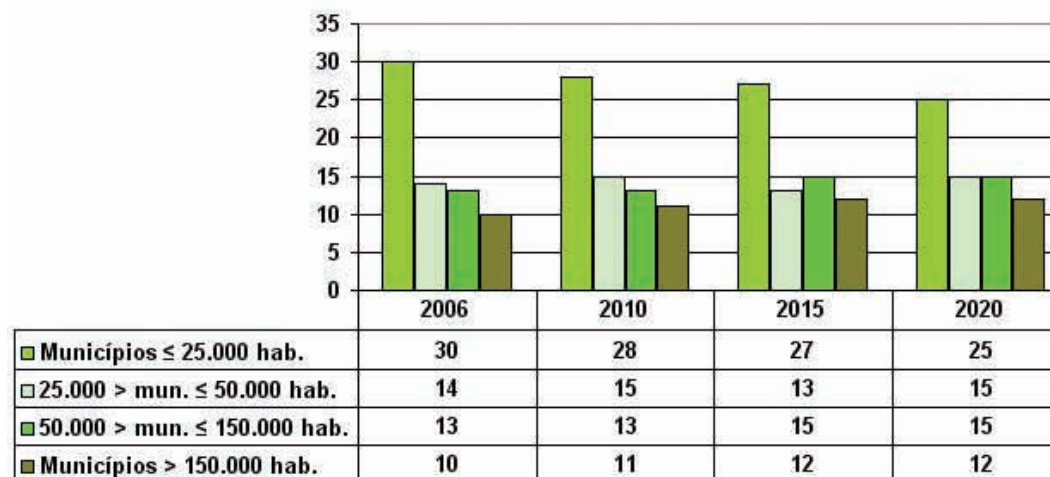
O Quadro 5 apresenta as projeções populacionais da Região Metropolitana de Campinas para 2010, 2015 e 2020.

**Quadro 4. Projeções populacionais nas Bacias PCJ.**

Município	Projeções populacionais (habitantes)		
	2010	2015	2020
Total - PCJ (SP)	5.483.367	5.864.347	6.084.875
Total - PCJ (MG)	67.318	77.180	88.592
Total - PCJ	5.550.685	5.941.527	6.173.467

Fonte: Censo (2000), Fundação Seade (2004).

**Números de município por faixa de população**



**FIGURA 7.** Evolução do número de municípios das Bacias PCJ segundo faixas de população, entre 2006 e 2020.

Fonte: IBGE (2000) e SEADE (2006).

**Quadro 5. Estimativa do crescimento populacional da Região Metropolitana de Campinas.**

Municípios	Projeções populacionais (habitantes)		
	2010	2015	2020
RMC	2.800.904	2.990.909	3.150.054



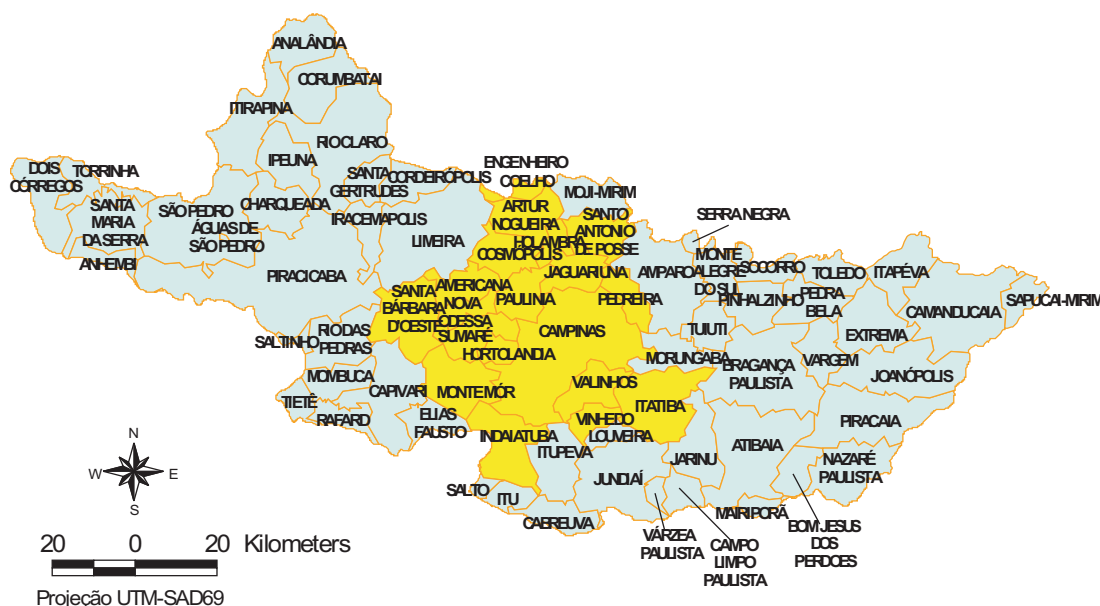


FIGURA 8. Região Metropolitana de Campinas.

### 3.2. Os loteamentos habitacionais nos municípios paulistas das Bacias PCJ

A preocupação com os loteamentos habitacionais, apesar de restrita aos municípios, tem sido também uma preocupação constante no Governo do Estado de São Paulo, que criou, em 1991, o GRAPROHAB – Grupo de Análise e Aprovação de Projetos Habitacionais. As Leis Orgânicas Municipais e os Planos Diretores Municipais têm como um de seus objetivos determinar os locais mais adequados para a instalação de empreendimentos dessa natureza, visando reduzir os impactos nos recursos hídricos e no meio físico terrestre. A dificuldade está em se controlar as ocupações irregulares, favelas e condomínios de médio e alto padrão geralmente próximos às represas.

Analisando-se o crescimento dos loteamentos, nota-se que no ano de 2004 foram aprovados 90 protocolos, equivalentes a um total de 23.899 lotes. Em 2005 o número de protocolos subiu para 109, correspondentes a 28.987 lotes e, finalmente, em 2006 o número caiu para 65 protocolos aprovados, num total de 15.762 lotes. Concluiu-se, portanto, que a média anual de lotes aprovados na Bacia no período considerado foi de 22.693. Vale ressaltar que somente na RMC foram aprovados 32.553 lotes. A Figura 9 detalha a quantidade de lotes aprovados nos anos de 2004 a 2006.

Nota-se que os maiores números de loteamentos aprovados são dos municípios que vêm apresentando uma elevada taxa de crescimento e desenvolvimento, seja econômico ou social. São cidades circunvizinhas aos maiores pólos regionais do Estado de São Paulo – Campinas e a

RMSP –, o que torna a região naturalmente atrativa por oferecer maior número de oportunidades, assim como facilidades (Figura 10).

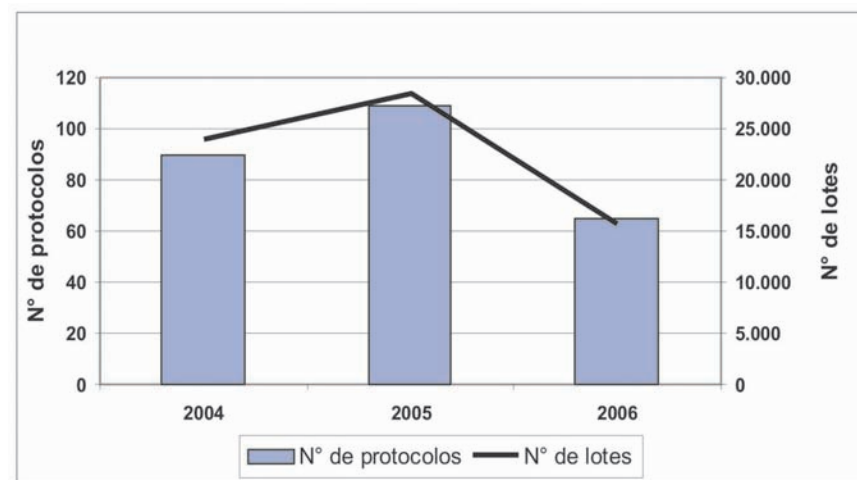


FIGURA 9. Número de lotes e protocolos aprovados nos anos de 2004 a 2006.

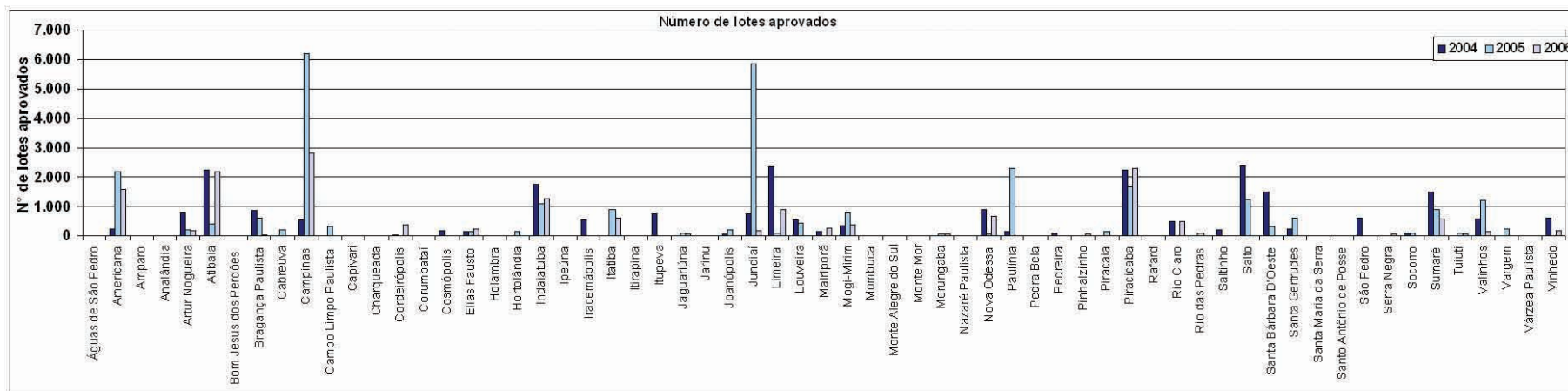


FIGURA 10. Número de lotes aprovados pelo GRAPROHAB.

É natural a atração de um contingente populacional considerável nessas áreas, que estão se caracterizando pela elevada taxa de urbanização e concentração de indústrias que procuram os locais mais acessíveis e que forneçam tudo o que for necessário para seu funcionamento. Vale lembrar ainda que há municípios com elevado número de lotes que se caracterizam pela atração turística, principalmente aos fins de semana, e próximos a grandes cidades.

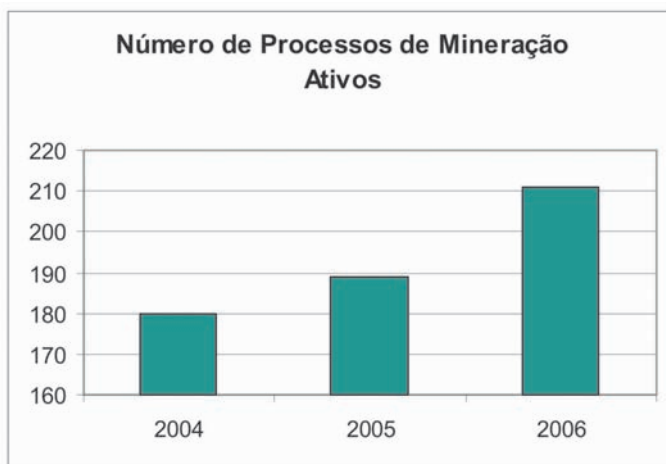
### 3.3. Áreas degradadas

#### 3.3.1. Áreas degradadas por mineração

Os impactos causados pela mineração, associados à competição pelo uso e ocupação do solo, geram conflitos socioambientais pela falta de metodologias de intervenção, que reconheçam a pluralidade dos interesses envolvidos. Os conflitos gerados pela mineração, inclusive em várias regiões

metropolitanas no Brasil, devido à expansão desordenada e sem controle dos loteamentos nas áreas limítrofes, exige uma constante evolução na condução dessa atividade para evitar situações de impasse. Os principais problemas oriundos da mineração podem ser englobados em quatro categorias: poluição da água, poluição do ar, poluição sonora e subsidência do terreno.

Ao longo dos anos, os municípios com maior ocorrência de processos de mineração são os seguintes: Rio Claro, Campinas, Piracicaba, Santa Gertrudes e Amparo, sendo que o primeiro destaca-se bastante, já que a diferença no número de processos entre Rio Claro e Campinas é quase o dobro. Tal fato se deve ao grande número de empresas do setor de pisos e revestimentos cerâmicos instaladas em Rio Claro e Santa Gertrudes. Podem-se destacar como principais substâncias extraídas a areia, a argila, a água mineral e o calcário. A Figura 11 apresenta a evolução do número de processos de mineração ativos junto ao cadastro mineiro do DNPM nas Bacias PCJ.



**FIGURA 11.** Número de processos de mineração ativos por ano nas Bacias PCJ.  
**Fonte:** DNPM (Cadastro Mineiro).

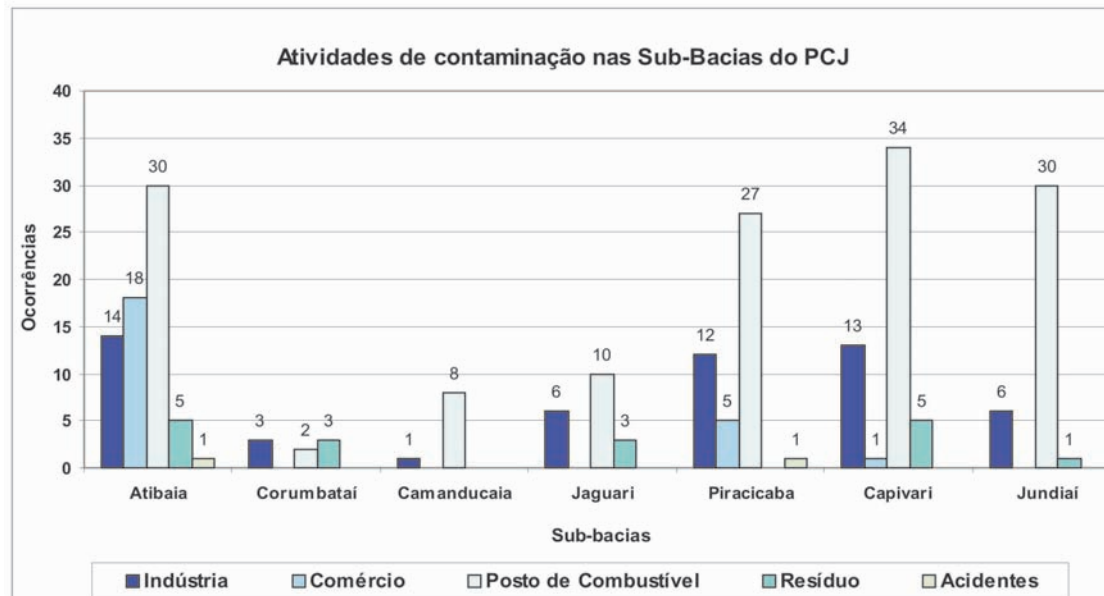


Rio Atibaia (Acervo SANASA, 2007)

### 3.3.2. Áreas contaminadas

Uma área é considerada contaminada quando, após uma investigação confirmatória, são detectados valores de concentrações de contaminantes superiores aos valores de intervenção estabelecidos pela CETESB através do “Relatório de Estabelecimento de Valores Orientadores para Solos e Águas Subterrâneas no Estado de São Paulo” (CETESB, 2001) ou a presença de fase livre do contaminante (gasolina, solvente, etc.).

Os postos de combustíveis são atividades de contaminação com o maior número de ocorrências nas Bacias PCJ (Figura 12), exceto na Sub-Bacia do Corumbataí, onde, segundo classificação do Relatório de Áreas Contaminadas (CETESB, 2006), o resíduo é a atividade mais ocorrente. Vale ressaltar que os números de ocorrências de atividades de contaminação na Sub-Bacia do Camanducaia são irrisórios em comparação ao montante registrado nas Bacias PCJ.



**FIGURA 12.** Atividades de contaminação por Sub-Bacia (CETESB, 2006).



## 4. SITUAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS SUPERFICIAIS E SUBTERRÂNEOS

No Quadro 6 e no Quadro 7 são apresentados os valores de áreas das Bacias PCJ, segundo divisão hidrológica adotada no Relatório de Situação 2004 a 2006.

Sub-Bacia	Código	Área de drenagem (km <sup>2</sup> )	Área de drenagem (%)
Rio Camanducaia	1.5	1.030,00	8,2
Rio Jaguari	1.4	3.290,00	26,2
Rio Atibaia	1.3	2.868,74	22,8
Rio Corumbataí	1.2	1.679,19	13,4
Rio Piracicaba	1.1	3.700,79	29,4
<b>Total do Rio Piracicaba</b>		<b>12.568,72</b>	<b>100</b>

Bacias	Código	Área de drenagem	Área de drenagem
		(km <sup>2</sup> )	(%)
Piracicaba	1	12.568,72	82,1
Capivari	3	1.620,92	10,6
Jundiá	2	1.114,03	7,3
<b>Total PCJ</b>		<b>15.303,67</b>	<b>100</b>

Bacia	Precipitações totais anuais (mm)		
	Média Histórica	2004	2005
<b>Sub-Bacias Hidrográficas do Rio Piracicaba</b>			
Rio Camanducaia	1.576	1.521	1.466
Rio Jaguari	1.489	1.465	1.415
Rio Atibaia	1.470	1.465	1.442
Rio Corumbataí	1.412	1.499	1.279
Rio Piracicaba	1.344	1.362	1.161
<b>Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá</b>			
Piracicaba	1.458	1.462	1.353
Capivari	1.334	1.223	1.200
Jundiá	1.363	1.155	1.354

### 4.1. Pluviometria

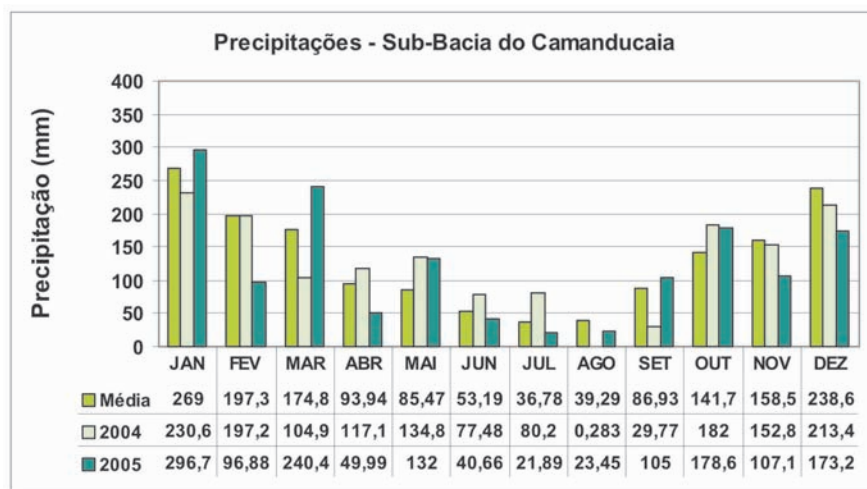
Com base nos polígonos de Thiessen foram determinadas as precipitações médias para cada uma das Bacias Hidrográficas, conforme apresentado no Quadro 8.

A localização das estações pluviométricas é apresentada na Figura 13, juntamente com os respectivos polígonos de Thiessen.

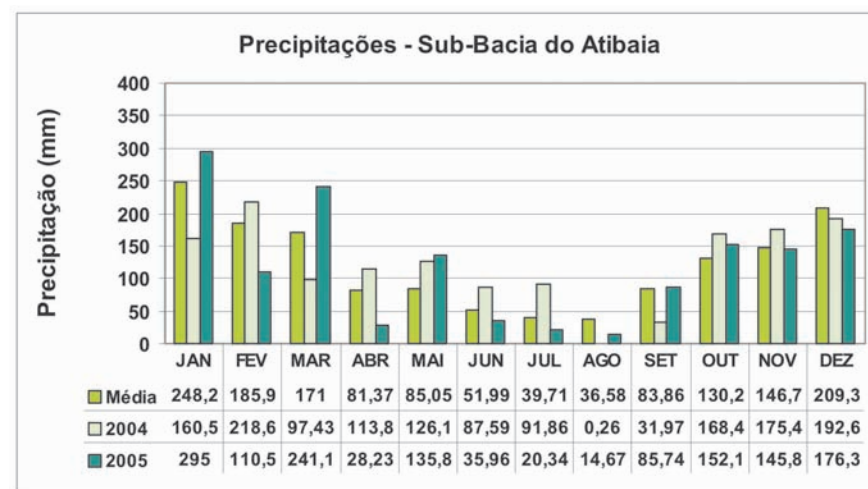
As Figuras 14 a 20 apresentam as precipitações mensais por Sub-Bacias, médias e as do ano de 2004 e 2005.



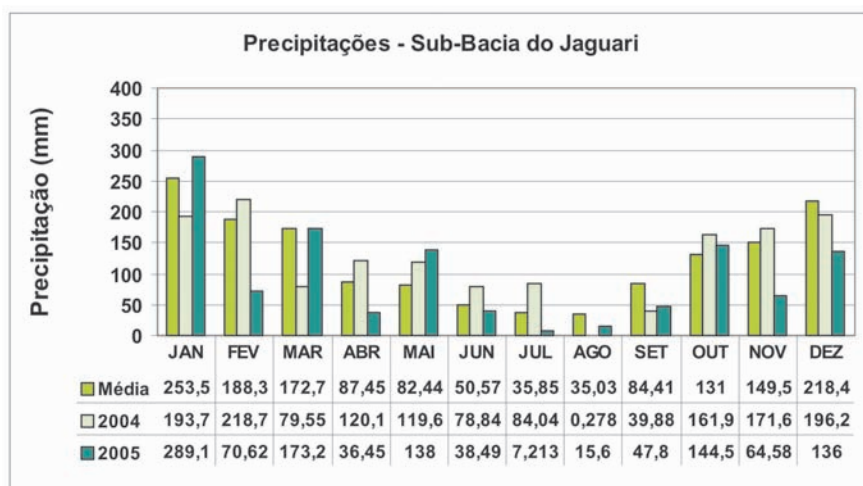
**FIGURA 13.** Polígonos de Thiessen (postos pluviométricos) para as Bacias PCJ.



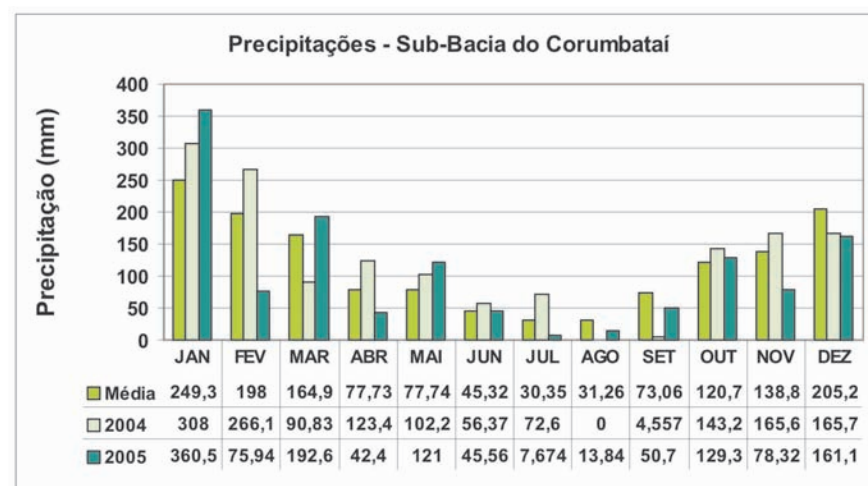
**FIGURA 14.** Precipitações médias mensais (mm) - Sub-Bacia do Rio Camanducaia.



**FIGURA 16.** Precipitações médias mensais (mm) - Sub-Bacia do Rio Atibaia.



**FIGURA 15.** Precipitações médias mensais (mm) - Sub-Bacia do Rio Jaguari.



**FIGURA 17.** Precipitações médias mensais (mm) - Sub-Bacia do Rio Corumbataí.

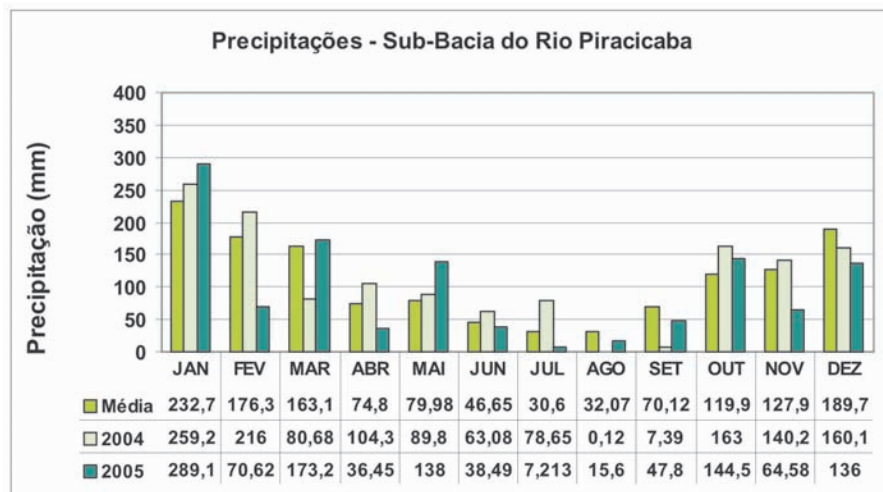


FIGURA 18. Precipitações médias mensais (mm) - Sub-Bacia do Rio Piracicaba.

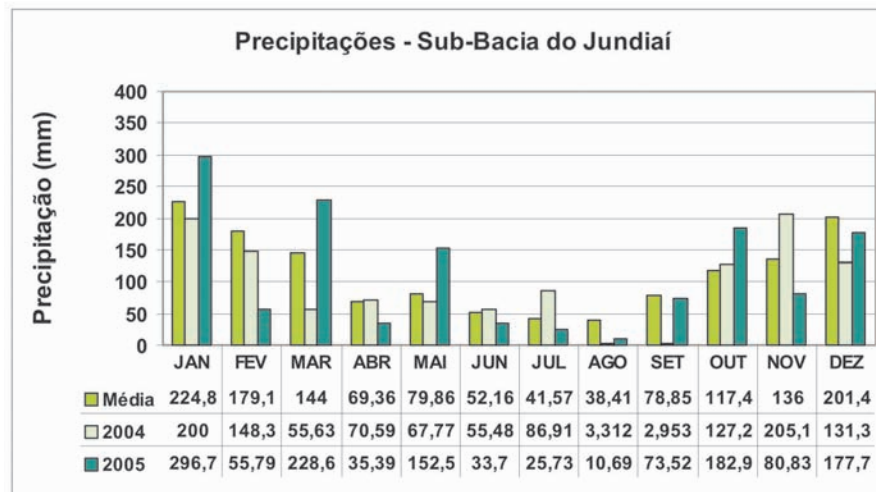


FIGURA 20. Precipitações médias mensais (mm) - Bacia do Rio Jundiáí.

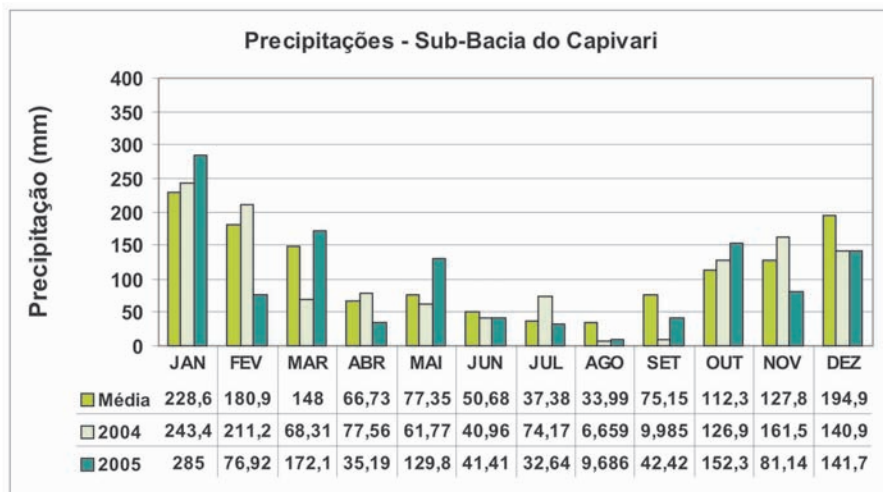


FIGURA 19. Precipitações médias mensais (mm) - Bacia do Rio Capivari.

## 4.2. Fluviometria

Para se caracterizar o regime anual das vazões, foram elaborados fluviogramas das vazões médias e das mínimas mensais.

Como não se dispõe de uma quantidade de postos fluviométricos suficientes para a caracterização do regime sazonal dos cursos d'água dos rios Capivari e Jundiáí, foi proposta a metodologia de tratamento dos dados de descargas médias e mínimas através de ajuste para uma função matemática em que as variáveis dependentes e independentes são a vazão mensal (média e mínima) e a área de drenagem, respectivamente.

A equação (IRRIGART, 2005) apresenta o ajuste matemático do tipo polinomial adotado:

$$Q_M = \alpha AD^2 + \beta AD$$

em que:

$\alpha$ ,  $\beta$  = coeficientes de regressão ajustados mensalmente;

AD = área de drenagem, em km<sup>2</sup>.



Os Quadros 9 a 13 apresentam os valores estimados das vazões médias e mínimas mensais das séries históricas dos principais cursos d'água que compõem a Bacia do Rio Piracicaba, bem como os valores registrados para os anos de 2004 e 2005, conforme metodologia de correlação de áreas, apresentada no Relatório de Situação 2004 a 2006.

• **Sub-Bacia do Rio Camanducaia**

Quadro 9. Valores estimados das vazões médias e mínimas mensais pelo método proposto – Sub-Bacia do Rio Camanducaia.												
	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez
Vazões médias mensais (m <sup>3</sup> /s)												
Estimada	26,46	30,37	26,97	19,65	14,61	12,97	11,11	9,36	9,26	11,01	12,86	19,66
2004	18,85	30,61	18,25	19,95	19,4	22,71	16,7	9,93	7,85	13,64	17,74	27,04
2005	47,31	31,35	33,29	19,57	19,69	13,83	12,14	9	10,93	11,44	10,92	19,74
Vazões mínimas mensais (m <sup>3</sup> /s)												
Estimada	14,41	18,42	17,8	14,51	11,63	10,18	9,05	7,72	7,1	7,2	8,13	10,08
2004	10,48	11,82	12,35	11,82	11,5	13,23	11,6	8,65	6,56	7,57	8,19	13,34
2005	17,75	21,18	13,45	16,14	11,92	11,71	10,38	7,66	8,19	6,98	8,1	9,69

• **Sub-Bacia do Rio Jaguari**

Quadro 10. Valores estimados das vazões médias e mínimas mensais pelo método proposto – Sub-Bacia do Rio Jaguari.												
	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez
Vazões médias mensais (m <sup>3</sup> /s)												
Estimada	82,29	93,29	82,43	58,32	43,7	38,44	33,27	27,68	27,35	32,94	38,11	59,07
2004	34,3	44,46	27,16	29,22	25,85	29,54	23,13	13,15	9,5	22	25,01	42,44
2005	76,7	44,65	74,69	34,43	42,69	25,96	20,51	14,18	19,54	22,43	21,65	31,51
Vazões mínimas mensais (m <sup>3</sup> /s)												
Estimada	43,8	55,88	53,15	42,62	34,16	29,56	26,69	22,41	20,44	20,77	23,73	29,23
2004	15,87	16,47	18,46	15,87	15,43	16,32	13,84	11,09	7,31	8,7	10,32	17,69
2005	26,24	24,68	20,85	25,03	18,88	20,93	14,68	12,11	14,99	17,39	14,21	17,23

• Sub-Bacia do Rio Atibaia

Quadro 11. Valores estimados das vazões médias e mínimas mensais pelo método proposto – Sub-Bacia do Rio Atibaia.												
	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez
Vazões médias mensais (m <sup>3</sup> /s)												
Estimada	72,12	81,95	72,48	51,58	38,59	34	29,37	24,5	24,21	29,09	33,71	52,11
2004	26,33	42,09	23,1	27,46	26,22	34,64	22,58	11,91	9,75	28,18	35,97	44,52
2005	55,5	42,19	94,4	26,06	39,18	24,85	18,49	12,43	16,72	24,33	24,93	27,96
Vazões mínimas mensais (m <sup>3</sup> /s)												
Estimada	38,55	49,21	46,95	37,77	30,27	26,26	23,64	19,91	18,19	18,47	21,05	25,97
2004	10,53	13,78	13,42	12,36	11,34	15,86	12,53	10,05	6,04	4,95	4,21	14,14
2005	14,14	16,53	17,05	19,17	16,05	15,47	14,89	9,13	9,9	13,06	12,36	12,36

• Sub-Bacia do Rio Corumbataí

Quadro 12. Valores estimados das vazões médias e mínimas mensais pelo método proposto – Sub-Bacia do Rio Corumbataí.												
	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez
Vazões médias mensais (m <sup>3</sup> /s)												
Estimada	42,81	48,97	43,42	31,39	23,39	20,7	17,79	14,94	14,77	17,63	20,53	31,5
2004	46,56	66,15	44,33	33,77	22,08	19,8	15,98	9,28	6,75	13,73	11,84	12,92
2005	108,32	...	...	...	...	37,87	10,2	7,66	7,81	8,52	9,7	17,73
Vazões mínimas mensais (m <sup>3</sup> /s)												
Estimada	29,6	28,48	23,11	18,52	16,17	14,43	12,25	11,24	11,41	12,92	16	10,08
2004	12,13	15,97	29,2	21,74	18,09	11,91	11,05	6,74	6,74	6,74	8,95	7,74
2005	16,67	...	...	...	...	10,62	8,95	6,74	6,74	6,84	6,74	6,94

• Sub-Bacia do Rio Piracicaba

Quadro 13. Valores estimados das vazões médias e mínimas mensais pelo método proposto – Sub-Bacia do Rio Piracicaba.												
	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez
Vazões médias mensais (m <sup>3</sup> /s)												
Estimada	92,11	104,18	91,96	64,69	48,55	42,63	36,97	30,68	30,31	36,6	42,26	65,69
2004	50,78	64,35	46,77	37,76	34,95	40,75	38,11	18,25	13,69	29,53	32,83	43,93
2005	79,85	54,78	67,53	36,17	41,24	29,72	25,39	16,56	20,42	26,08	...	33,55
Vazões mínimas mensais (m <sup>3</sup> /s)												
Estimada	48,81	62,25	59,03	47,18	37,82	32,64	29,57	24,76	22,54	22,91	26,24	32,27
2004	25	29,36	28,66	25,52	25,18	25,52	24,31	15,01	10,62	11,58	21,4	26,22
2005	34,49	32,89	27,26	29,89	23,62	23,28	21,91	13,7	17,17	18,35	...	18,52

## 4.3. Disponibilidade hídrica

### 4.3.1. Superficial

As Bacias PCJ contam com uma peculiaridade muito importante, quando se trata da disponibilidade hídrica: a presença do Sistema Cantareira.

O Sistema Cantareira é o maior sistema produtor de água da Região Metropolitana de São Paulo (RMSP). Capta água em represas nas cabeceiras dos rios Jaguari, Jacareí, Cachoeira e Atibainha. Contribui com o abastecimento de até 31 m³/s para a Região Metropolitana da Grande São Paulo. Abastece 8,8 milhões de pessoas nas zonas norte, central, parte da leste e oeste da Capital e os municípios de Franco da Rocha, Francisco Morato, Caieiras, Guarulhos (parte), Osasco, Carapicuíba, Barueri (parte), Taboão da Serra (parte), Santo André (parte) e São Caetano do Sul. A Figura 21 ilustra o Diagrama Simplificado do Sistema Cantareira.

As represas existentes no Sistema Cantareira provocam uma retenção da água no reservatório, de tal forma que as áreas de drenagem dos reservatórios não contribuem para as vazões dos rios. Por outro lado, os reservatórios realizam descargas, tanto na Sub-Bacia do Atibaia como na Sub-Bacia do Jaguari. Sendo assim, para cálculo de disponibilidade hídrica real nas Sub-Bacias do Atibaia e Jaguari, adotou-se a seguinte metodologia:

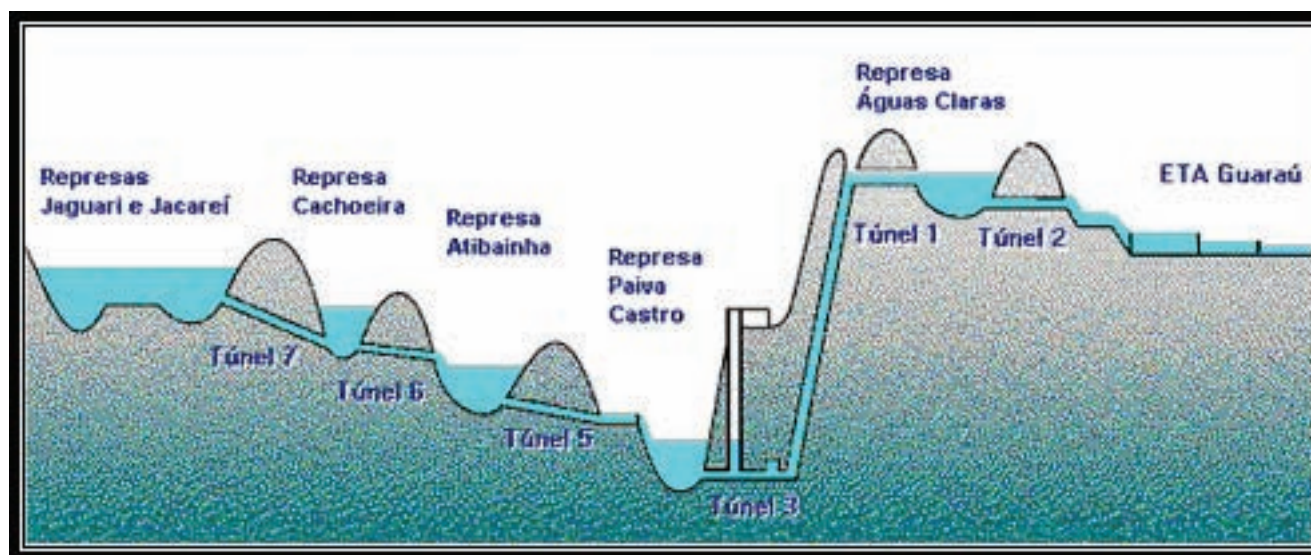
$$Q_{\text{disponível}} = Q'_{7,10} + Q_{\text{descarregada}}$$

$Q_{\text{disponível}}$  = vazão de referência para disponibilidade hídrica.

$Q'_{7,10}$  = vazão de referência das áreas da Sub-Bacia a jusante dos reservatórios do Sistema Cantareira.

$Q_{\text{descarregada}}$  = média das vazões descarregadas pelo Sistema Cantareira.

Com base nesta metodologia, chegou-se aos novos valores de disponibilidade hídrica para as Bacias PCJ. O Quadro 14 apresenta os valores de referência ( $Q_{7,10}$ ) e os valores disponíveis reais, considerando a operação do Sistema Cantareira e as reversões existentes nas Bacias PCJ. A Figura 22 ilustra as descargas do Sistema Cantareira para as Bacias BCJ.



**FIGURA 21.** Fluxograma simplificado do Sistema Cantareira (Relatório da Câmara Técnica de Monitoramento Hidrológico).



**Quadro 14. Disponibilidade hídrica para as Bacias PCJ no período Jun-04 a Jun-06.**

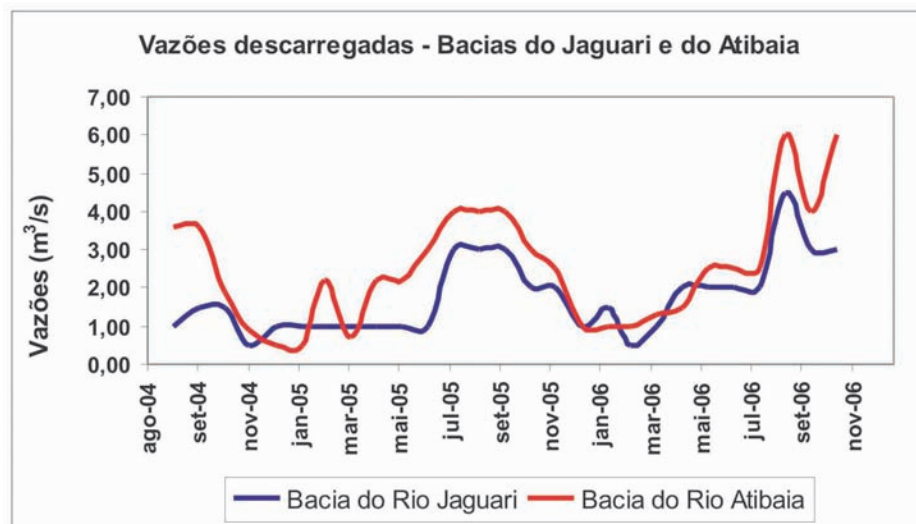
Sub-Bacia	$Q_{7,10}$ (m <sup>3</sup> /s)	Qdisponível (m <sup>3</sup> /s)
Camanducaia	3,60	3,50 <sup>2</sup>
Jaguari	10,29	8,65 <sup>3</sup>
Atibaia	9,01	9,97 <sup>1</sup>
Corumbataí	4,70	4,70
Piracicaba	8,16	8,16
Total Piracicaba	35,76	34,98
Total Capivari	2,38	2,38
Total Jundiaí	2,30	3,30
<b>Total PCJ</b>	<b>40,44</b>	<b>40,66</b>

1 -  $Q_{7,10}$  a jusante dos reservatórios + vazões descarregadas pelo Reservatórios Atibainha e Cachoeira + vazões estimadas pelo Banco de Águas – reversão de 1m<sup>3</sup>/s para a Bacia do Rio Jundiaí.

2 -  $Q_{7,10}$  - reversão de 0,1m<sup>3</sup>/s pelo município de Serra Negra.

3-  $Q_{7,10}$  a jusante do reservatório + vazões descarregadas pelo Reservatório Jacareí-Jaguari + vazões estimadas pelo Banco de Águas.

Fonte: IRRIGART (2005).

**FIGURA 22.** Vazões descarregadas nas Bacias do Jaguari e do Atibaia.

### 4.3.2. Subterrânea

A disponibilidade potencial de águas subterrâneas ou as reservas totais explotáveis do Estado de São Paulo foi estimada a partir do escoamento básico de cada bacia (DAEE, 1999), multiplicado pela fração da área do aquífero na bacia (em área estimada aflorante) e pelo índice de utilização. Os números assim determinados (Quadro 15) devem ser considerados com cautela e visam apenas estabelecer ordens de grandeza e comparações entre a disponibilidade natural e as extrações, a fim de auxiliar no planejamento racional do aproveitamento dos recursos hídricos (SIGRH, 2001).

A Figura 23 e a Figura 24 ilustram as informações apresentadas no Quadro 15.

De forma geral, os aquíferos Tubarão e Cristalino são os principais fornecedores de água subterrânea nas Bacias PCJ e estão localizados nas áreas mais populosas; o aquífero Guarani, por sua vez, é uma excelente opção, mas está situado em áreas menos populosas. Estas observações evidenciam que ações de preservação e/ou remediação, a depender do caso, devem ser efetuadas nas áreas dos aquíferos Tubarão e Cristalino, notadamente naquelas em que se situam as maiores cidades e, por consequência, com maior aporte (potencial) de cargas poluidoras.



Quadro 15. Vazão disponível nos principais aquíferos associados às unidades geológicas nas Bacias PCJ, em m <sup>3</sup> /s.										
Aquífero	Sub-Bacias do Piracicaba					Total Piracicaba	Total Capivari	Total Jundiá	PCJ-TOTAL	% (PCJ-total)
	Atibaia	Camanducaia	Corumbataí	Jaguari	Piracicaba					
Cenozóico	0,163	0,025	0,172	0,131	0,237	0,728	0,095	0,066	0,889	6,40%
Bauru (correlato)	-	-	0,055	-	0,064	0,119	-	-	0,119	0,90%
Serra Geral (basalto)	-	-	0,037	-	0,047	0,084	-	-	0,084	0,60%
Diabásio	0,094	0,005	0,094	0,153	0,216	0,562	0,04	-	0,602	4,30%
Guarani	-	-	0,888	-	1,518	2,406	-	-	2,406	17,30%
Passa Dois	-	-	0,4	0,013	0,314	0,727	0,014	-	0,741	5,30%
Tubarão	0,125	0,046	0,078	0,999	0,86	2,108	0,879	0,094	3,081	22,10%
Cristalino Pré-Cambriano	2,3	0,976	-	1,945	-	5,221	0,201	0,6	6,022	43,20%
<b>SOMA</b>	<b>2,682</b>	<b>1,052</b>	<b>1,724</b>	<b>3,241</b>	<b>3,256</b>	<b>11,955</b>	<b>1,23</b>	<b>0,759</b>	<b>13,944</b>	<b>100,00%</b>

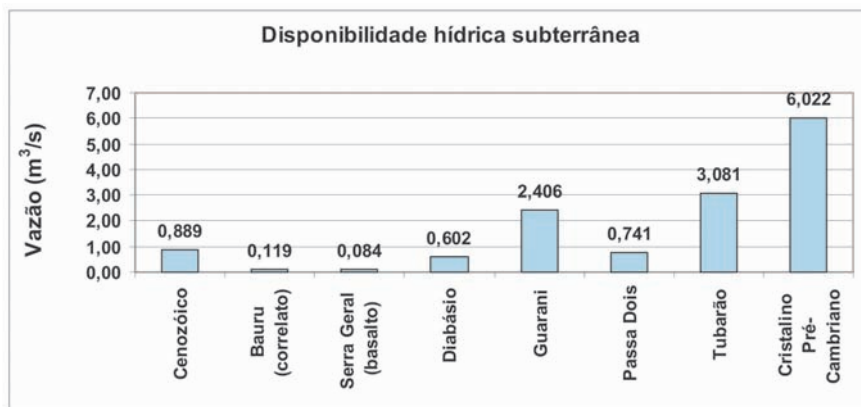


FIGURA 23. Disponibilidade hídrica subterrânea, em m<sup>3</sup>/s, por Aquífero.

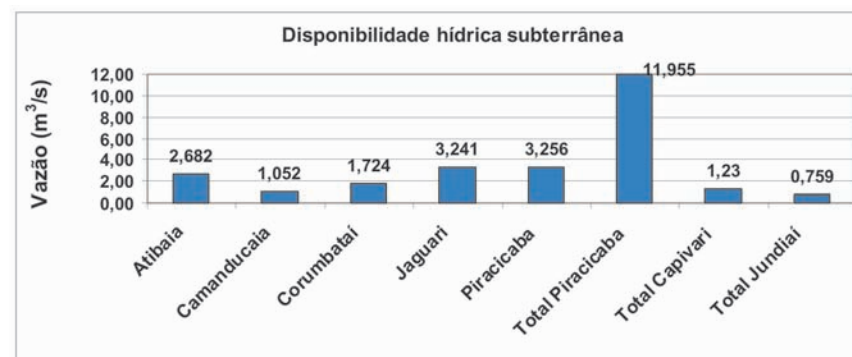


FIGURA 24. Disponibilidade hídrica subterrânea, em m<sup>3</sup>/s, por Sub-Bacia.

## 5. USOS DOS RECURSOS HÍDRICOS

### 5.1. Recursos hídricos superficiais

A Figura 25 apresenta o fluxograma metodológico para o levantamento dos usos e demandas existentes nas Bacias PCJ.

#### 5.1.1. Resultados

Com base na metodologia apresentada na Figura 25, foram quantificadas as vazões captadas nas Bacias PCJ, divididas por tipo de uso: Rural, Urbano, Industrial, Mineração e Outros.

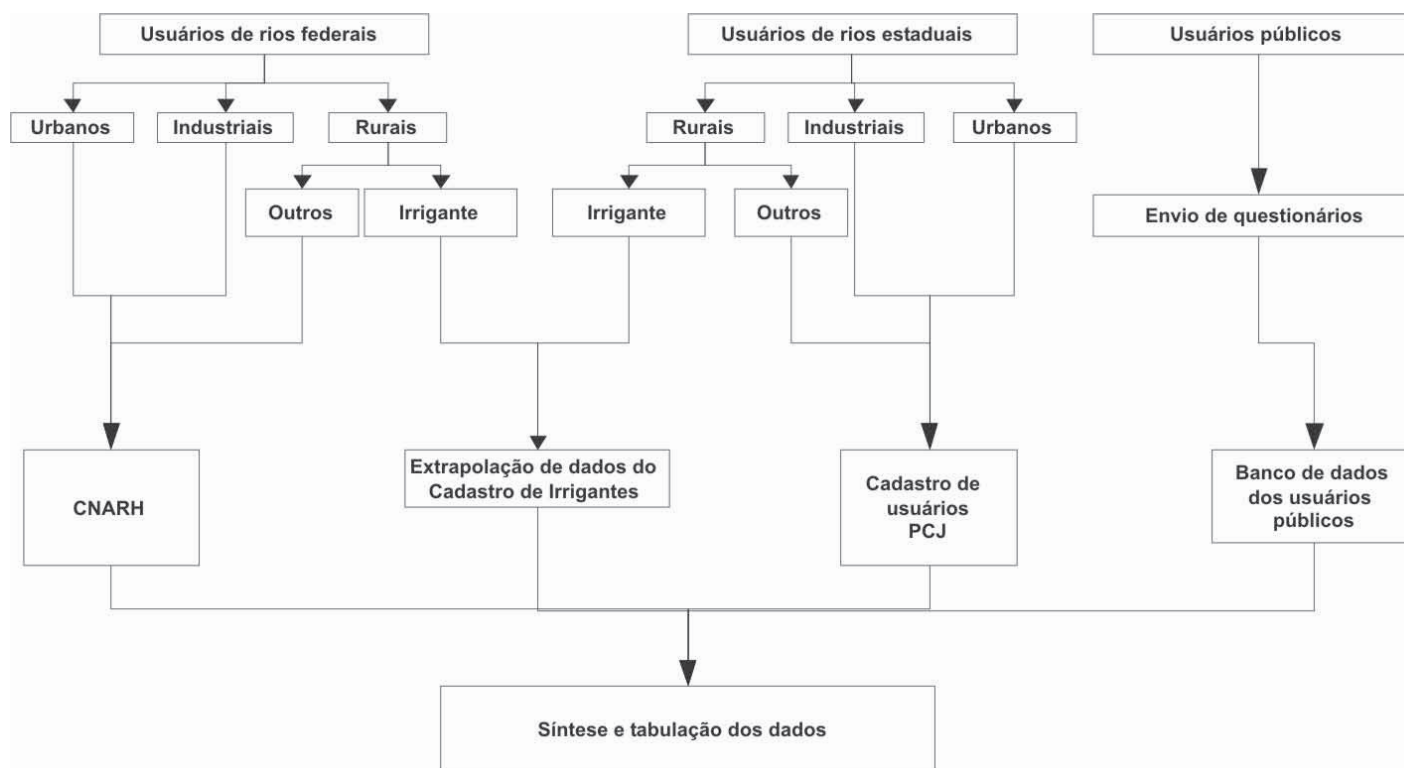


FIGURA 25. Metodologia para a determinação da demanda por recursos hídricos nas Bacias PCJ.

O Quadro 16 apresenta os valores de captações superficiais encontrados nas Bacias PCJ, divididos por tipo de uso.

A Figura 26 e a Figura 27 sintetizam as informações constantes no Quadro 16.

A Sub-Bacia do Rio Atibaia é a Bacia com maior volume de água captado, com 9,53 m<sup>3</sup>/s, ou 25% do total de água retirada dos cursos d'água pertencentes às Bacias PCJ. Em seguida tem-se a Sub-Bacia do Rio Piracicaba, com captação de 8,22 m<sup>3</sup>/s, ou 21% do total.

Com relação ao tipo de uso, predomina nas Bacias o uso urbano (45%), seguido pelo uso industrial (36%), uso rural (18%), outros (0,6%) e mineração (0,4%). A Figura 28 apresenta a demanda de água segundo os tipos de uso na Bacia do Rio Piracicaba e a Figura 29 apresenta a demanda segundo os tipos de uso em cada uma das Bacias PCJ.



Rio Atibaia (Acervo SANASA, 2007)

**Quadro 16. Vazões utilizadas divididas por uso e por Sub-Bacia.**

Sub-Bacias	Vazões utilizadas (m <sup>3</sup> /s)					
	Rural	Outros	Mineração	Urbano	Industrial	Total
Camanducaia	0,55	-	-	0,4	0,12	1,07
Jaguari	0,86	0,09	-	2,78	1,83	5,56
Atibaia	1,58	0,05	0,01	4,83	3,06	9,53
Corumbataí	0,81	0,04	0,09	2,27	0,73	3,93
Piracicaba	1,67	0,01	0,08	2,88	3,57	8,22
Total Piracicaba	5,47	0,2	0,18	13,17	9,3	28,32
Total Capivari	0,67	-	0,12	1	3,29	5,09
Total Jundiaí	0,87	0,03	0,06	2,88	0,97	4,81
<b>Total PCJ</b>	<b>7,01</b>	<b>0,23</b>	<b>0,36</b>	<b>17,05</b>	<b>13,56</b>	<b>38,21</b>

Fonte das informações: Cadastro Nacional do Usuário de Recursos Hídricos – CNARH, disponibilizado pela Agência PCJ, dados do Cadastro de Usuários das Bacias PCJ, disponibilizados pela empresa que realiza o cadastro e questionários enviados pelos municípios e Cadastro dos Irrigantes nas Bacias PCJ (HIPLAN, 2004) – 1ª Fase.

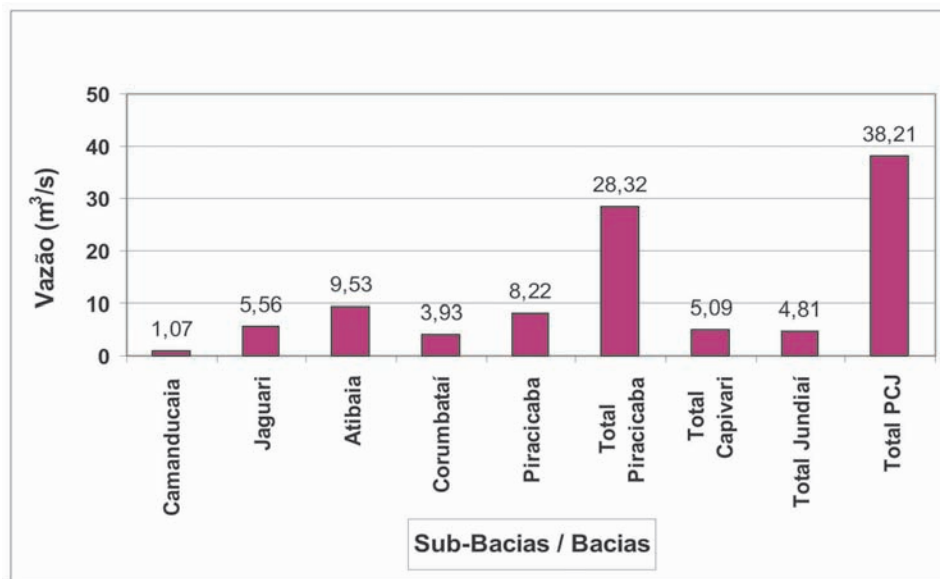


FIGURA 26. Vazões totais captadas nas Bacias PCJ.

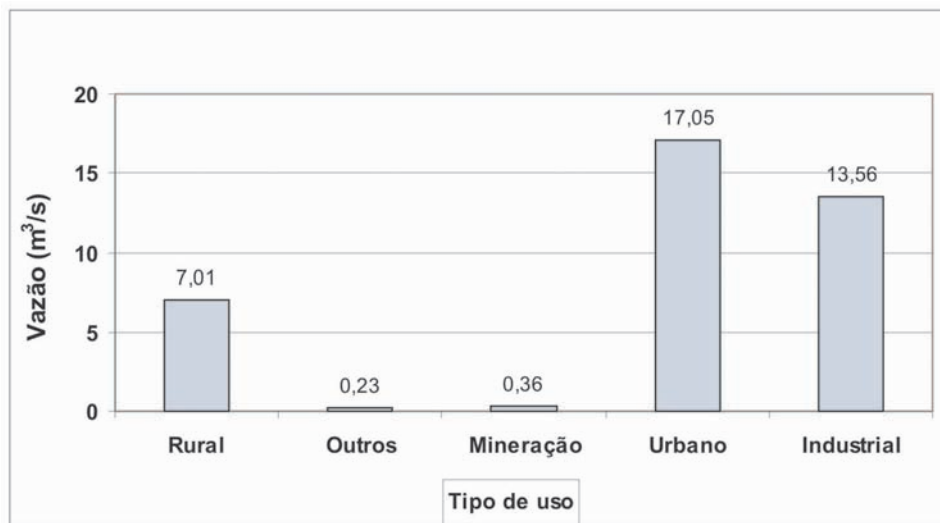


FIGURA 27. Vazões totais captadas por tipo de uso nas Bacias PCJ.



Rio Jundiaí (Acervo DAE Jundiaí, 2007)



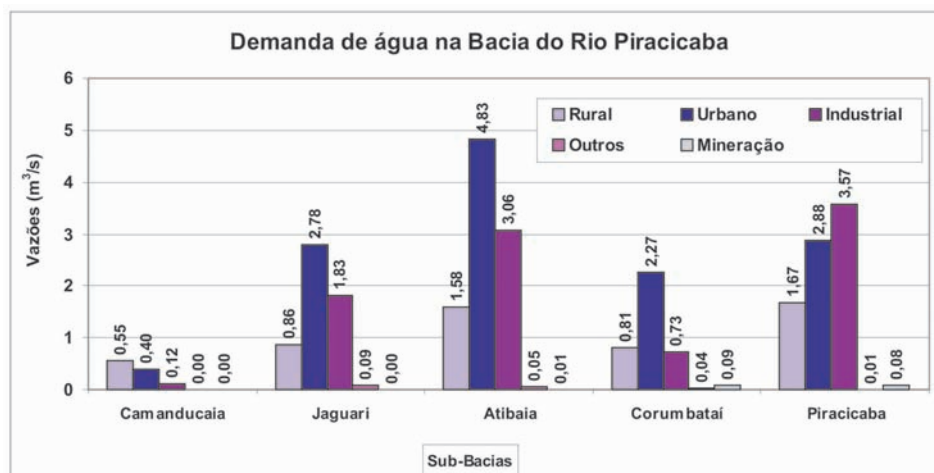


FIGURA 28. Demanda de água por setor na Bacia do Rio Piracicaba.

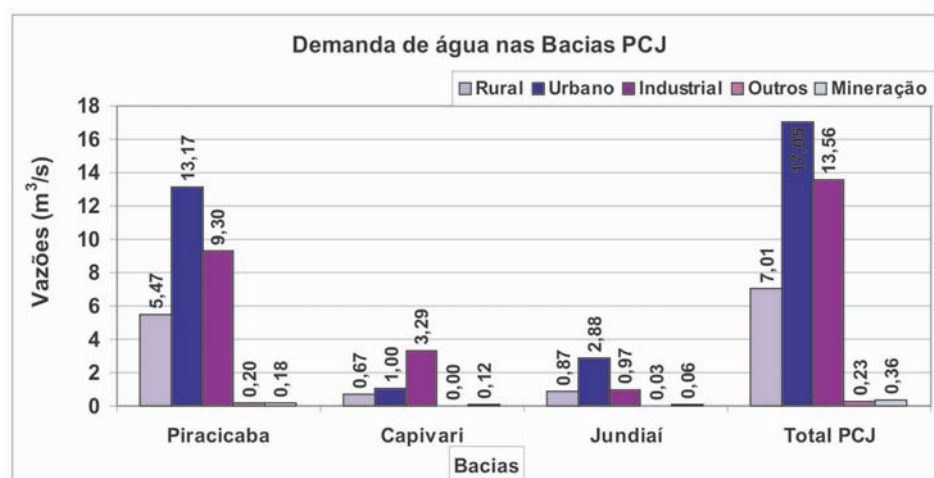


FIGURA 29. Demanda de água por setor nas Bacias PCJ.



Rio Atibaia (Acervo SANASA, 2007)

## 5.2. Recursos hídricos subterrâneos

Os usos subterrâneos serão analisados em função do tipo de uso e do aquífero de exploração. O Quadro 17 apresenta os usos subterrâneos divididos por finalidade e por Sub-Bacias. Já o Quadro 18 apresenta as vazões exploradas divididas por Aquíferos.

A demanda cadastrada de água subterrânea nas Bacias PCJ é da ordem de 3,16 m<sup>3</sup>/s, sendo o aquífero Tubarão (49,3%) e o Cristalino (40%) os mais explorados. Os demais aquíferos são responsáveis por 10,7% da exploração. A Figura 30, a Figura 31, a Figura 32 e a Figura 33 ilustram estes dados.

Da demanda total (3,16 m<sup>3</sup>/s), referem-se ao uso urbano cerca de 1,26 m<sup>3</sup>/s, dos quais 0,86 m<sup>3</sup>/s originam-se dos serviços públicos de abastecimento de água. A demanda real de exploração de águas subterrâneas é de difícil precisão, enquanto não houver uma conscientização da importância de se cadastrar os poços existentes.

Em termos comparativos, no Relatório de Situação 2002 a 2003 a demanda de água subterrânea foi determi-

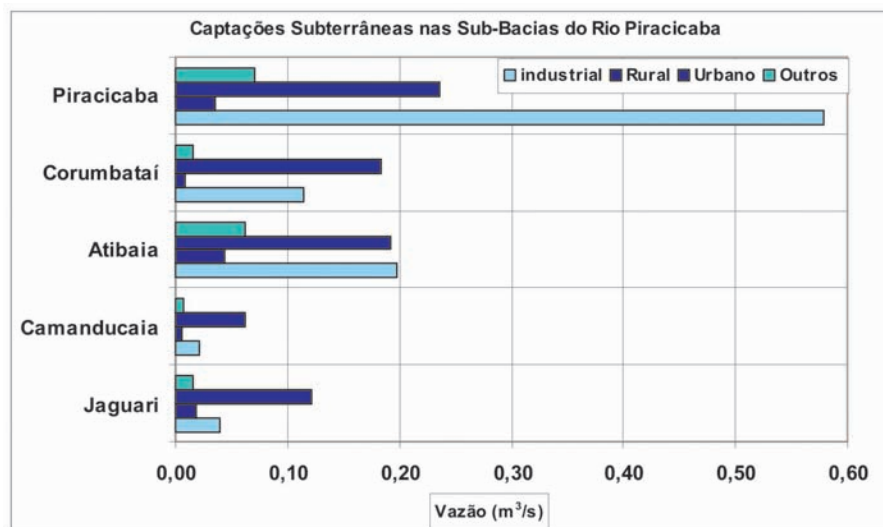
nada tendo por base o Cadastro de Outorgas elaborado pelo DAEE/PRODESP e foi da ordem de 2,6 m<sup>3</sup>/s, isto é, 17,5% menor que a encontrada no presente estudo. Tal diferença pode ser originada das diferentes metodologias utilizadas, ou seja, o novo Cadastro de Usuários contratado em 2006 possivelmente aumentou o número de poços outorgados nas Bacias PCJ.

Quadro 17. Utilização de águas subterrâneas nas Bacias PCJ (m <sup>3</sup> /s).					
Sub-Bacia	Industrial	Rural	Urbano	Outros	Total
Sub-Bacia Camanducaia	0,02	0,01	0,06	0,01	0,1
Sub-Bacia Jaguari	0,04	0,02	0,12	0,02	0,2
Sub-Bacia Atibaia	0,2	0,04	0,19	0,06	0,5
Sub-Bacia Corumbataí	0,11	0,01	0,18	0,02	0,32
Sub-Bacia Piracicaba	0,58	0,03	0,24	0,07	0,92
Total Piracicaba	0,95	0,11	0,8	0,17	2,03
Total Capivari	0,17	0,07	0,39	0,05	0,69
Total Jundiaí	0,31	0,02	0,07	0,04	0,44
<b>Total PCJ</b>	<b>1,43</b>	<b>0,2</b>	<b>1,26</b>	<b>0,26</b>	<b>3,16</b>

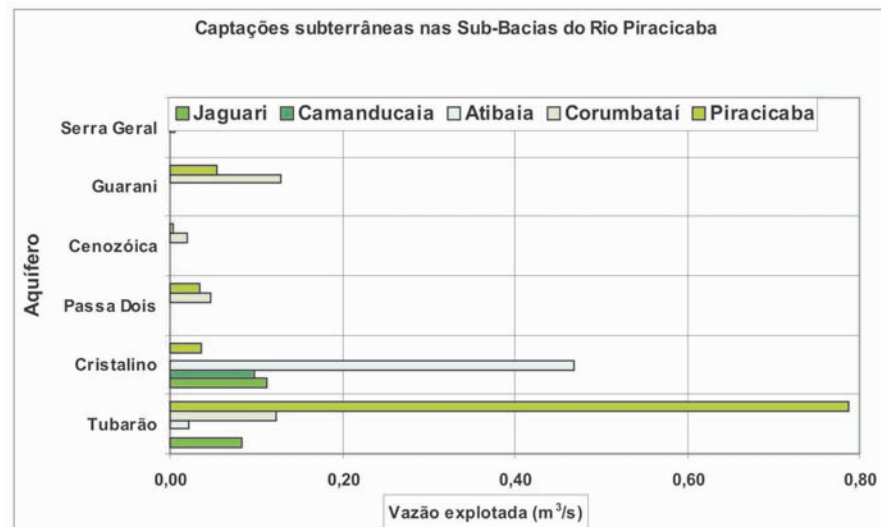
Fonte: Cadastro Estadual e Questionários.

Quadro 18. Utilização de águas subterrâneas nas Bacias PCJ (m <sup>3</sup> /s).							
Sub-Bacia	Vazões explotadas por Aquífero (m <sup>3</sup> /s)						Total
	Tubarão	Cristalino	Passa Dois	Cenozóica	Guarani	Serra Geral	
Sub-Bacia Camanducaia	-	0,1	-	-	-	-	0,1
Sub-Bacia Jaguari	0,08	0,11	-	-	-	-	0,2
Sub-Bacia Atibaia	0,02	0,47	-	-	-	0,01	0,5
Sub-Bacia Corumbataí	0,12	-	0,05	0,02	0,13	-	0,32
Sub-Bacia Piracicaba	0,79	0,04	0,03	0	0,05	-	0,92
Total Piracicaba	1,02	0,71	0,08	0,02	0,18	0,01	2,03
Total Capivari	0,49	0,19	-	0	-	-	0,69
Total Jundiaí	0,05	0,39	-	0,01	-	-	0,44
<b>Total PCJ</b>	<b>1,56</b>	<b>1,29</b>	<b>0,08</b>	<b>0,03</b>	<b>0,18</b>	<b>0,02</b>	<b>3,16</b>

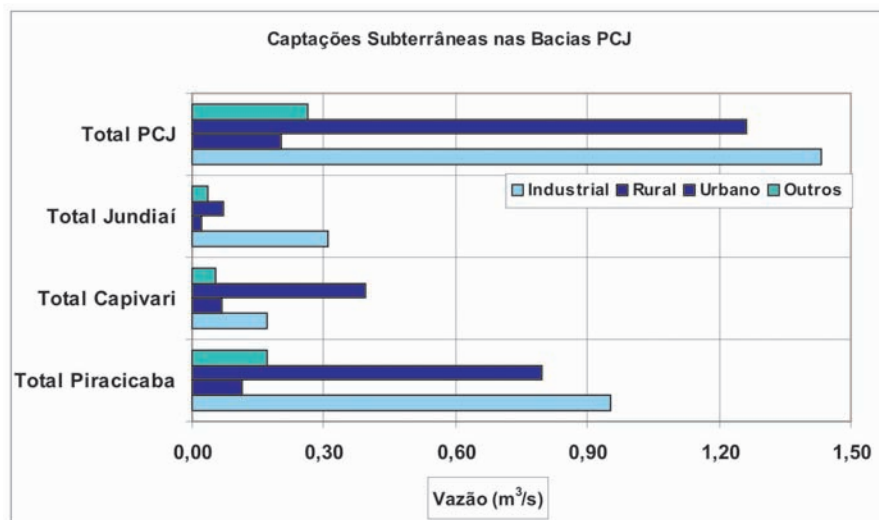
Fonte: Cadastro Estadual e Questionários.



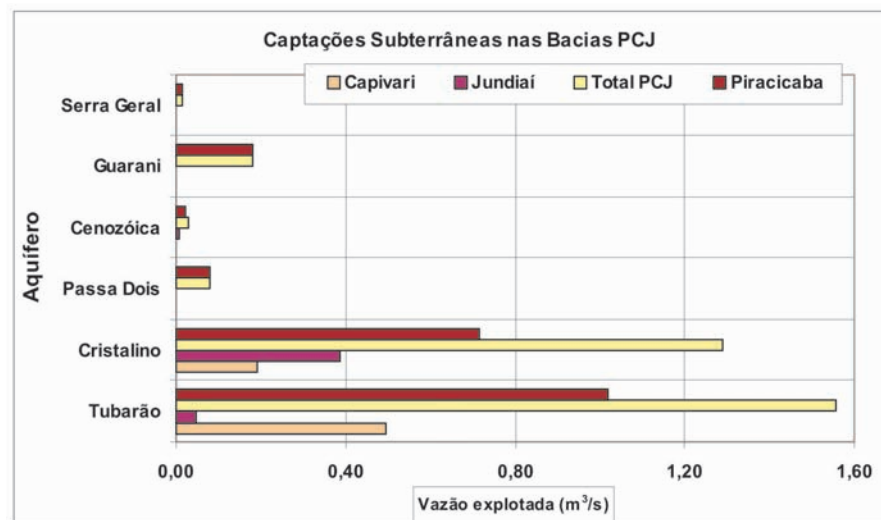
**FIGURA 30.** Captações subterrâneas divididas por finalidade na Bacia do Piracicaba.



**FIGURA 32.** Captações subterrâneas divididas por Aquífero na Bacia do Piracicaba.



**FIGURA 31.** Captações subterrâneas divididas por finalidade nas Bacias PCJ.



**FIGURA 33.** Captações subterrâneas divididas por Aquífero nas Bacias PCJ.

### 5.3. Balanço disponibilidade x demanda de águas superficiais

O balanço hídrico, conceitualmente, determina qual a disponibilidade de água ainda existente na Bacia, determinada através da disponibilidade real, diminuída dos valores de captação e acrescida dos valores de lançamentos. Sendo assim, no balanço, a qualidade da água disponível não é considerada. O Quadro 19 apresenta os valores de disponibilidade real, captações, lançamentos e o saldo, isto é, a quantidade de água ainda disponível para uso.

As captações nas Bacias PCJ somam 38,20 m<sup>3</sup>/s, isto é, 94% da disponibilidade, o que leva à conclusão que praticamente toda a vazão disponível é captada. Já os lançamentos somam 22,92 m<sup>3</sup>/s, cerca de 60% do volume captado. Os valores apresentados no Quadro 19 são sintetizados e apresentados na Figura 34 e Figura 35.

Em relação aos dados encontrados no Relatório de Situação 2002 a 2003, os valores tiveram certa variação, desde a disponibilidade até o saldo. O Quadro 20 apresenta o comparativo dos valores.

A Figura 36 apresenta um comparativo entre os valores de disponibilidade, captações, lançamentos e saldo.

A análise da Figura 36 é fundamental para a compreensão das mudanças ocorridas no período de abrangência deste relatório. Seguem algumas considerações:

- Com a nova outorga do Sistema Cantareira, que entrou em vigor em Agosto de 2004, nas Sub-Bacias do Rio Atibaia e Jaguari, a disponibilidade (entre Jun/2004 e Jun/2006) aumentou, contribuindo para o aumento da disponibilidade na Bacia do Rio Piracicaba.
- Os valores de captação foram maiores somente na Bacia do Rio Jundiaí.
- Em todas as outras houve redução da demanda por água superficial, resultando em uma demanda menor nas Bacias PCJ.
- Os valores de lançamento também sofreram reduções na maioria das Sub-Bacias, contribuindo para a redução global dos lançamentos.
- O saldo hídrico aumentou nas Sub-Bacias do Atibaia, Jaguari e Corumbataí, contribuindo para a elevação do saldo na Bacia do Rio Piracicaba.
- Em termos globais, as captações diminuíram em um ritmo menor que os lançamentos. Sendo assim, o saldo hídrico só aumentou devido à disponibilidade provocada pela nova regra de operação do Sistema Cantareira.
- Caso o Sistema Cantareira não estivesse operando sob a nova regra, o saldo do Balanço Hídrico seria de 21,78 m<sup>3</sup>/s, ante os 25,38 m<sup>3</sup>/s registrados.

Quadro 19. Disponibilidade, captações, lançamentos e saldo nas Bacias PCJ.				
Sub-Bacia	Vazões (m <sup>3</sup> /s)			
	Q <sub>disponível</sub>	Captações	Lançamentos	Saldo
Camanducaia	3,5	1,07	0,37	2,8
Jaguari	8,65	5,56	2,15	5,24
Atibaia	9,97	9,53	4,98	5,42
Corumbataí	4,7	3,93	1,6	2,37
Piracicaba	8,16	8,22	7,42	7,36
Total Piracicaba	34,98	28,31	16,51	23,18
Total Capivari	2,38	5,09	3,87	1,16
Total Jundiaí	3,3	4,81	2,54	1,03
<b>Total PCJ</b>	<b>40,66</b>	<b>38,2</b>	<b>22,92</b>	<b>25,38</b>

Fontes: CNARH, Cadastro Estado de São Paulo e Questionários.



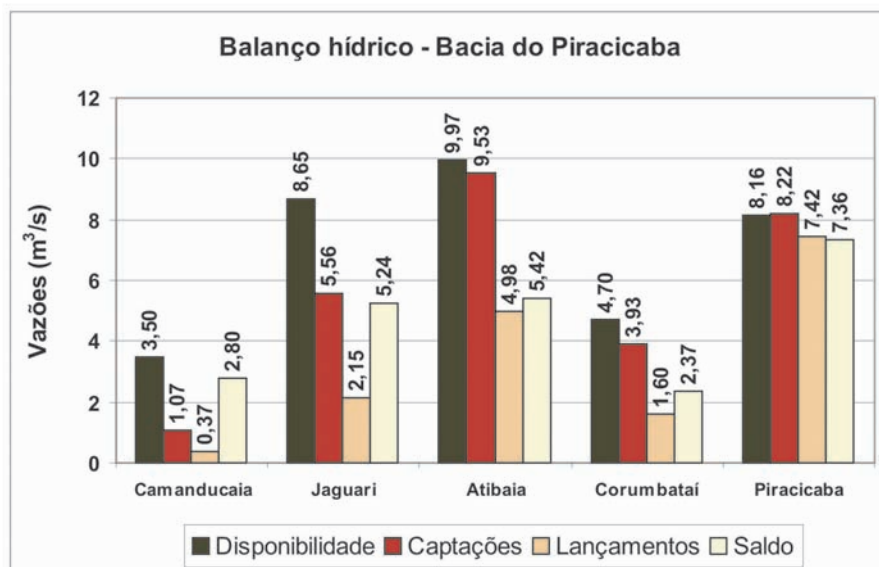


FIGURA 34. Balanço hídrico na Bacia do Rio Piracicaba.

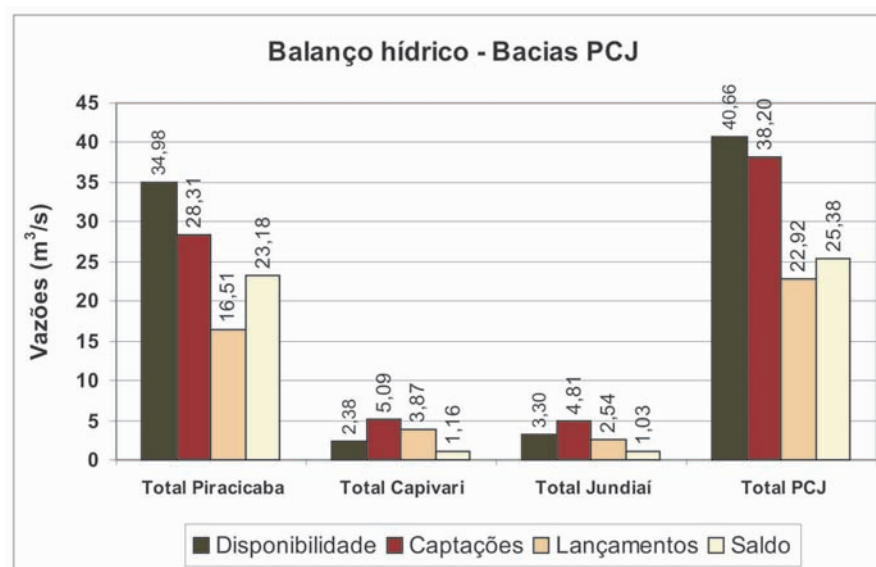


FIGURA 35. Balanço hídrico nas Bacias PCJ.

Quadro 20. Comparativo dos valores de disponibilidade, captações, lançamentos e saldo, em m³/s.								
Sub-Bacia	Disponibilidade		Captações		Lançamentos		Saldo	
	2002 a 2003	2004 a 2006	2002 a 2003	2004 a 2006	2002 a 2003	2004 a 2006	2002 a 2003	2004 a 2006
Camanducaia	3,59	3,5	1,01	1,07	0,33	0,37	2,913	2,8
Jaguari	6,51	8,65	7,23	5,56	2,35	2,15	1,64	5,24
Atibaia	8,4	9,97	10,12	9,53	6,55	4,98	4,829	5,42
Corumbataí	4,7	4,7	4	3,93	1,03	1,6	1,736	2,37
Piracicaba	8,16	8,16	8,78	8,22	8	7,42	7,376	7,36
Total Piracicaba	31,37	34,98	31,14	28,31	18,26	16,51	18,494	23,18
Total Capivari	2,38	2,38	6,33	5,09	4,03	3,87	0,083	1,16
Total Jundiaí	3,29	3,3	3,86	4,81	2,78	2,54	2,222	1,03
Total PCJ	37,05	40,66	41,331	38,2	25,07	22,92	20,799	25,38

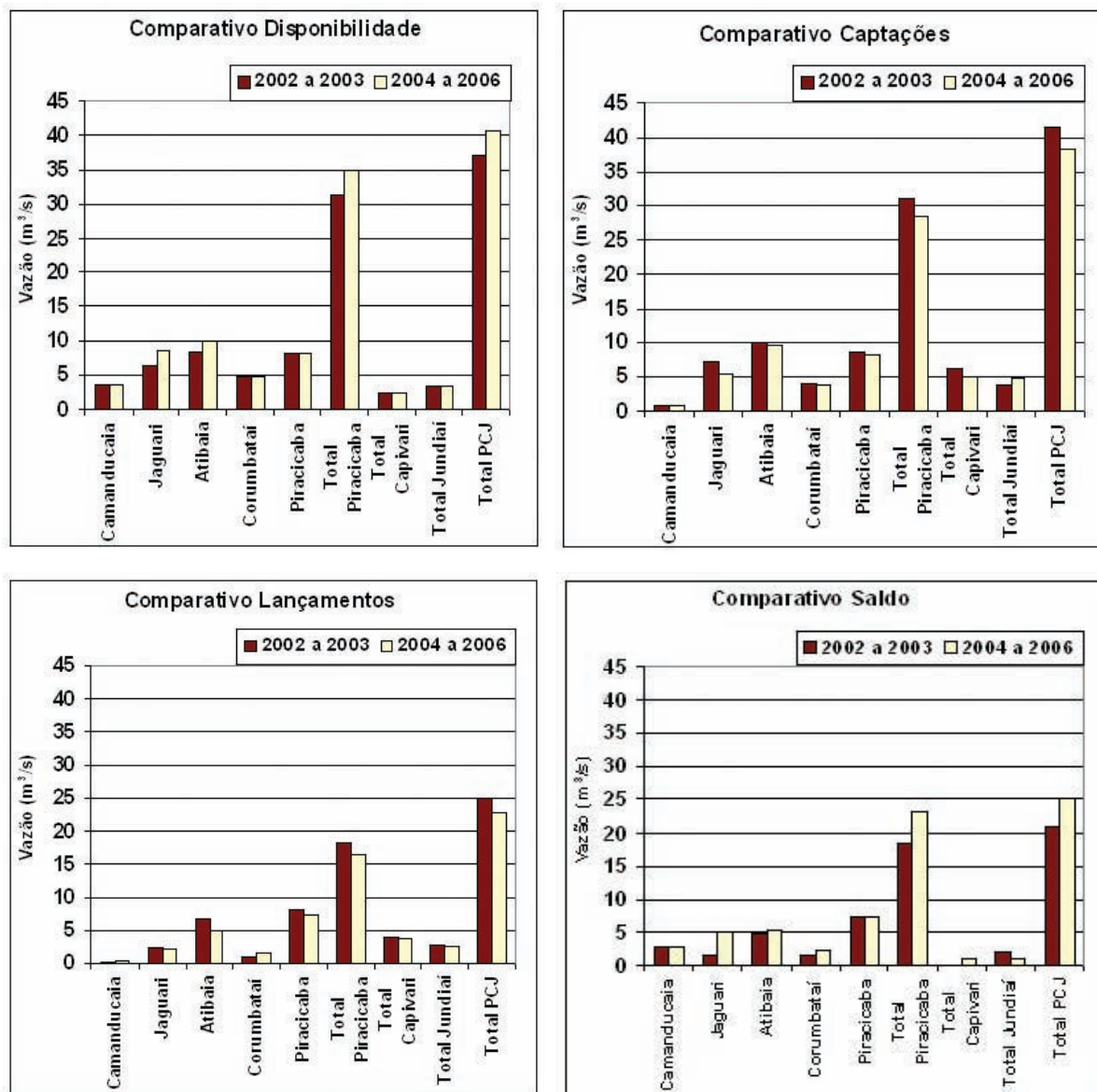


FIGURA 36. Comparativo dos valores de disponibilidade, captações, lançamentos e saldo nas Bacias PCJ.

• Comparando com o resultado encontrado no Relatório de Situação 2002 a 2003, de 20,8 m³/s, nota-se que, no período analisado, houve um aumento do saldo do balanço hídrico em função de dois fatores, ou seja, a diminuição da demanda e a melhora na gestão do Sistema Cantareira.

• Vale ressaltar que a disponibilidade oriunda do Sistema Cantareira não é constante e depende muito do regime pluvial nas áreas de montante do Sistema e da gestão adotada no período.

Sendo assim, conclui-se que a nova regra de operação do Sistema Cantareira contribuiu de maneira significativa para a amenização da questão da disponibilidade hídrica na Bacia do Rio Piracicaba, nos períodos de estiagem, nos anos de 2004 a 2006.

## 5.4. Fontes de poluição

A poluição das águas superficiais pode ser definida como o lançamento de qualquer matéria que venha a alterar as propriedades do corpo receptor, afetando, ou podendo afetar, por isso, a saúde ambiental. A poluição das águas origina-se de várias fontes, entre as quais se destacam os efluentes domésticos, os industriais, o deflúvio superficial urbano e o deflúvio agrícola, resíduos de mineração, dentre outras, estando, portanto, associada ao tipo de uso, ocupação do solo e atividade humana (CETESB, 1996). As fontes de poluição podem ser:

- **Pontuais** ou **fixas**: relacionadas a um ponto de lançamento de esgoto, efluentes industriais, etc.
- **Difusas**: não estão relacionadas a um ponto específico de contribuição, tal qual no caso de deflúvio ou escoamento superficial urbano, áreas agrícolas, etc.

As fontes de poluição pontuais foram analisadas separadamente, sendo consideradas as fontes de origem doméstica e as fontes de origem industrial, através da carga orgânica poluidora, trabalhadas em kg DBO/dia.

A carga orgânica potencial é uma estimativa da quantidade de matéria orgânica gerada por dia. A carga orgânica removida é a quantidade de matéria orgânica removida nos sistemas de tratamento, calculada levando-se em consideração a abrangência e eficiência do tratamento. A carga orgânica remanescente é aquela efetivamente lançada em corpos d'água após a redução ocorrida nos sistemas de tratamento, quando existentes, sendo calculada como a carga orgânica gerada menos a carga orgânica removida nos sistemas de tratamento.

### 5.4.1. Carga poluidora de origem doméstica

O Quadro 21 apresenta os valores de cargas orgânicas domésticas potenciais, removidas e remanescentes nas Bacias PCJ.

Nas Bacias PCJ são produzidas cerca de 250 toneladas de DBO por dia. Destas, apenas 66,8 toneladas são removidas, e o restante, isto é, 182,6 toneladas, acabam por poluir os recursos hídricos através de lançamentos de esgotos *in natura*, fossas, redes clandestinas, etc. Estes valores são apresentados na Figura 37, na Figura 38 e na Figura 39.

Quadro 21. Síntese dos valores de cargas orgânicas domésticas nas Bacias PCJ.					
Sub-Bacia	Carga orgânica (kg DBO/dia)			Carga orgânica (%)	
	Potencial	Removida	Remanescente	Removida	Remanescente
Camanducaia	4.102	64	4.038	2	98
Jaguari	19.852	1.614	18.238	8	92
Atibaia	42.787	14.430	28.357	34	66
Corumbataí	19.054	5.421	13.633	28	72
Piracicaba	80.007	19.549	60.457	24	76
Total Piracicaba	165.801	41.078	124.723	25	75
Total Capivari	40.503	9.518	30.984	24	76
Total Jundiaí	43.079	16.210	26.869	38	62
<b>Total PCJ</b>	<b>249.383</b>	<b>66.806</b>	<b>182.577</b>	<b>27</b>	<b>73</b>

Fonte: Questionários 2007



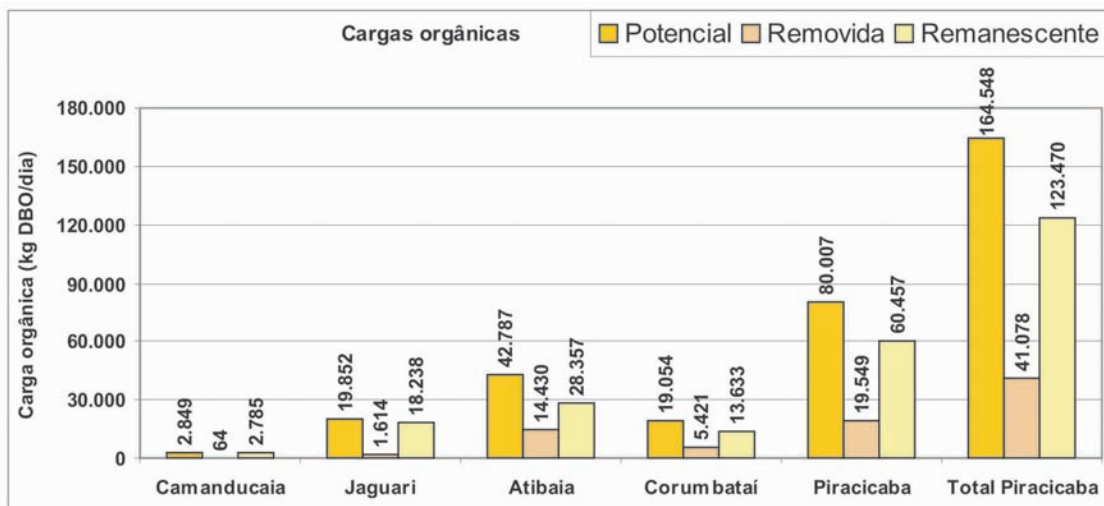


FIGURA 37. Cargas orgânicas domésticas divididas por Sub-Bacias, na Bacia do Piracicaba.

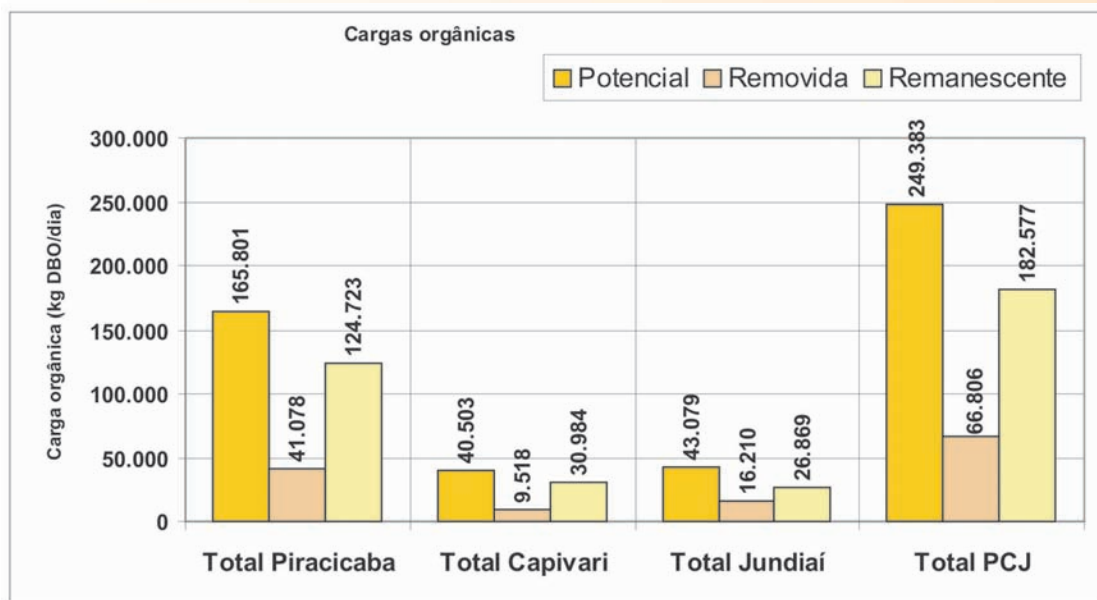


FIGURA 38. Carga orgânica doméstica potencial removida e remanescente nas Bacias PCJ.

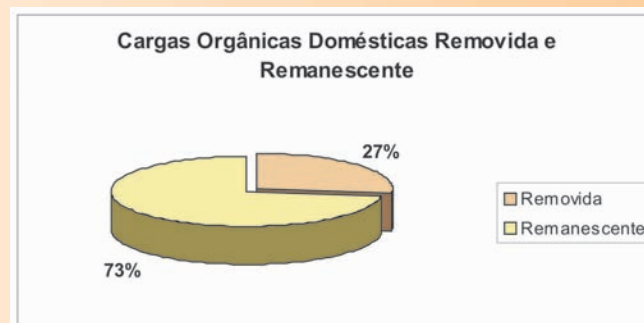


FIGURA 39. Carga orgânica doméstica removida e remanescente nas Bacias PCJ.

### 5.4.2. Carga poluidora de origem industrial

As Bacias PCJ possuem uma carga potencial de origem industrial de 331,9 toneladas de DBO diárias. Destas, 92%, ou 304,5 toneladas de DBO por dia, são removidos e o restante, isto é, 27,4 toneladas por dia de DBO, são lançados nos Rios das Bacias PCJ. Estas informações são apresentadas no Quadro 22, na Figura 40 e na Figura 41.

Sub-Bacia	Carga orgânica industrial (kg DBO/dia)			Carga orgânica (%)	
	Potencial	Removida	Remanescente	Removida	Remanescente
Piracicaba	150.591,33	136.072,29	14.519,04	90	10
Atibaia	67.524,50	65.474,70	2.049,80	97	3
Jaguari	47.684,00	44.354,00	3.330,00	93	7
Camanducaia	13.774,00	12.596,00	1.178,00	91	9
Corumbataí	15.731,61	15.149,82	581,79	96	4
Total Piracicaba	295.305,44	273.646,81	21.658,63	93	7
Total Capivari	11.720,00	10.818,00	902	92	8
Total Jundiaí	24.887,26	20.049,39	4.837,87	81	19
<b>Total PCJ</b>	<b>331.912,70</b>	<b>304.514,20</b>	<b>27.398,50</b>	<b>92</b>	<b>8</b>

Fonte: CETESB

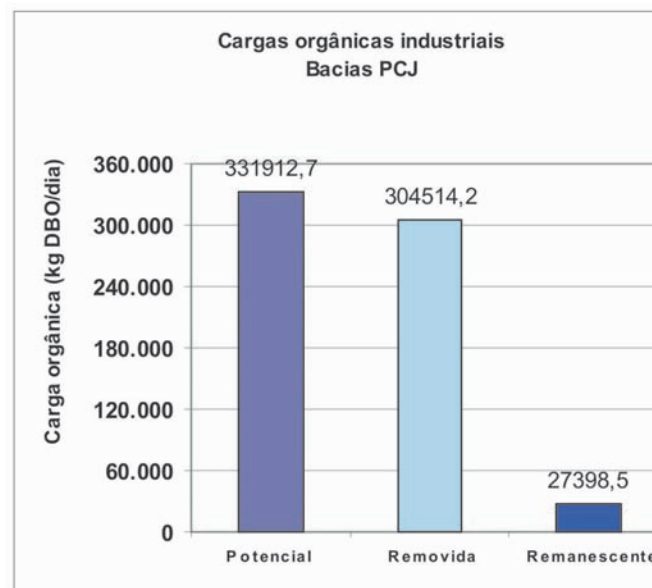


FIGURA 40. Carga orgânica industrial potencial, removida e remanescente nas Bacias PCJ.

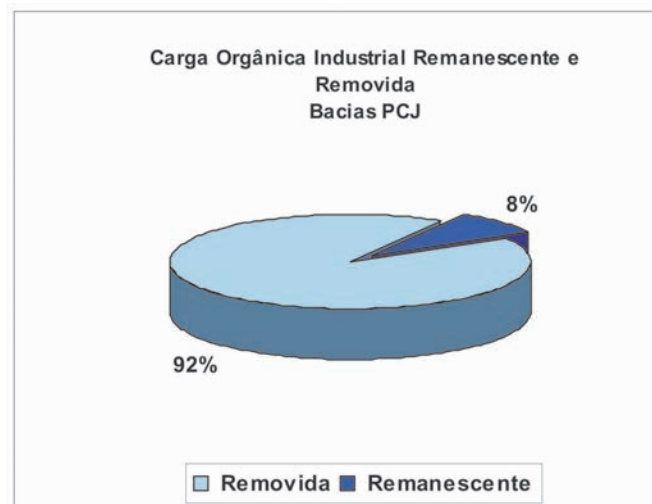


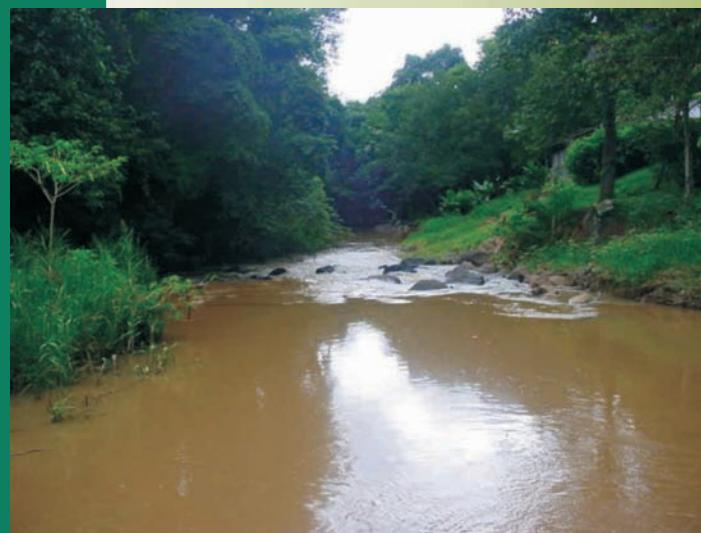
FIGURA 41. Carga orgânica removida e remanescente na Bacia do Rio Piracicaba.

### 5.4.3. Carga poluidora total

Os dados apresentados no Quadro 23 são uma síntese de todos os valores de cargas orgânicas, domésticas e industriais nas Bacias PCJ.

A Figura 42 e Figura 43 apresentam a síntese dos valores de cargas orgânicas totais na Bacia do Rio Piracicaba e nas Bacias PCJ, respectivamente, e a Figura 44 a carga orgânica total removida e remanescente nas Bacias PCJ.

De acordo com as informações apresentadas, a carga orgânica potencial diária das Bacias PCJ é da ordem de 581 toneladas de DBO, a removida é de 371 toneladas de DBO (64%) e a carga remanescente é de 210 toneladas de DBO diárias, o equivalente a uma população de aproximadamente 3,9 milhões de habitantes (considerando o índice de 0,054 kg DBO/hab.dia). Desta carga remanescente, 13% são de origem industrial e 87% de origem doméstica, comprovando, mais uma vez, que o lançamento de esgotos é a principal causa da degradação da qualidade da água nas Bacias PCJ, devendo, assim, ser priorizado em qualquer ação de recuperação e conservação dos recursos hídricos nas Bacias PCJ.



Ribeirão Pinheiros (Acervo SANASA, 2007)

**Quadro 23. Síntese dos valores de cargas orgânicas presentes nas Bacias PCJ.**

Origem da carga		Sub-Bacia					Bacia			Total PCJ
		Atibaia	Camanducaia	Jaguari	Piracicaba	Corumbataí	Piracicaba	Capivari	Jundiá	
Industrial	Potencial	67.525	13.774	47.684	150.591	15.732	295.305	11.720	24.887	331.913
	Removida	65.475	12.596	44.354	136.072	15.150	273.647	10.818	20.049	304.514
	Remanescente	2.050	1.178	3.330	14.519	582	21.659	902	4.838	27.399
	% removida	97	91	93	90	96	93	92	81	92
	% remanescente	3	9	7	10	4	7	8	19	8
Doméstica	Potencial	42.787	4.102	19.852	80.007	19.054	165.801	40.503	43.079	249.383
	Removida	14.430	64	1.614	19.549	5.421	41.078	9.518	16.210	66.806
	Remanescente	28.357	4.038	18.238	60.457	13.633	124.723	30.984	26.869	182.577
	% removida	34	2	8	24	28	25	24	38	27
	% remanescente	66	98	92	76	72	75	76	62	73
Total	Potencial	110.312	17.876	67.536	230.598	34.785	461.107	52.223	67.966	581.296
	Removida	79.905	12.660	45.968	155.622	20.571	314.725	20.336	36.259	371.321
	Remanescente	30.407	5.216	21.568	74.976	14.214	146.382	31.886	31.707	209.975
	% removida	72	71	68	67	59	68	39	53	64
	% remanescente	28	29	32	33	41	32	61	47	36



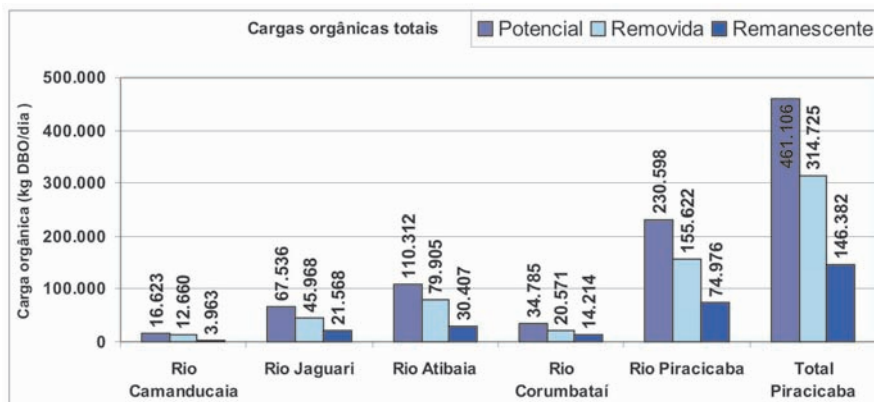


FIGURA 42. Valores totais de carga orgânica na Bacia do Rio Piracicaba.

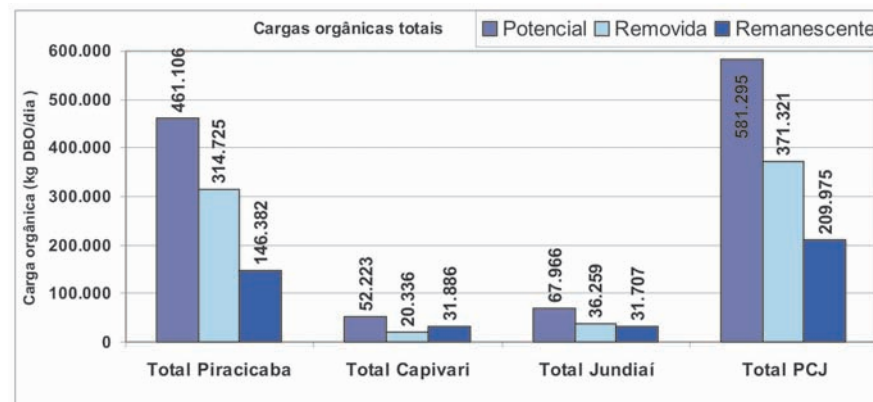


FIGURA 43. Valores totais de carga orgânica nas Bacias PCJ.

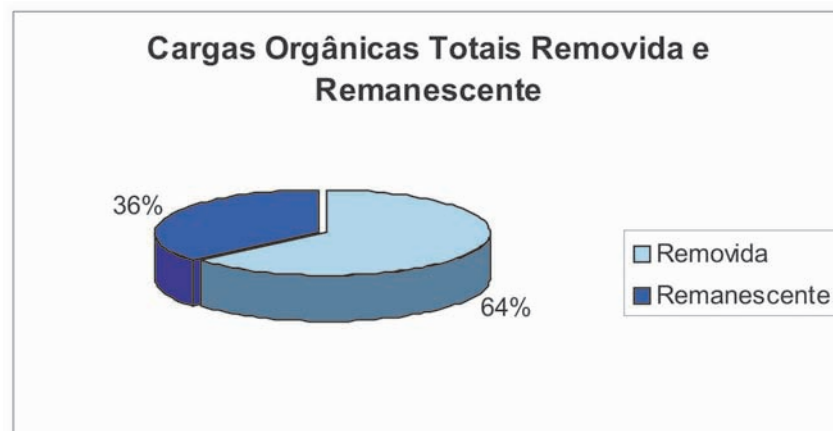


FIGURA 44. Cargas orgânicas totais removida e remanescente nas Bacias PCJ.

## 6. QUALIDADE DAS ÁGUAS

### 6.1. Superficiais

Como o objetivo deste tema no Relatório de Situação é o conhecimento temporal da evolução da qualidade das águas, optou-se por se utilizar do IQA como parâmetro básico para se conhecer o comportamento evolutivo da qualidade das águas superficiais.

As classificações, de acordo com o IQA, são relacionadas conforme demonstra o Quadro 24, bem como as cores utilizadas para cada faixa de qualidade.

Quadro 24. Classificações do IQA.		
Classificação	Faixa de valores	Cor de Identificação
Ótima	$79 < \text{IQA} \leq 100$	
Boa	$51 < \text{IQA} \leq 79$	
Regular	$36 < \text{IQA} \leq 51$	
Ruim	$19 < \text{IQA} \leq 36$	
Péssima	$\text{IQA} < 19$	

A análise da qualidade das águas superficiais nas Bacias PCJ foi realizada tendo como base os relatórios anuais publicados pela CETESB, que mantém uma rede de monitoramento em todo o Estado de São Paulo.

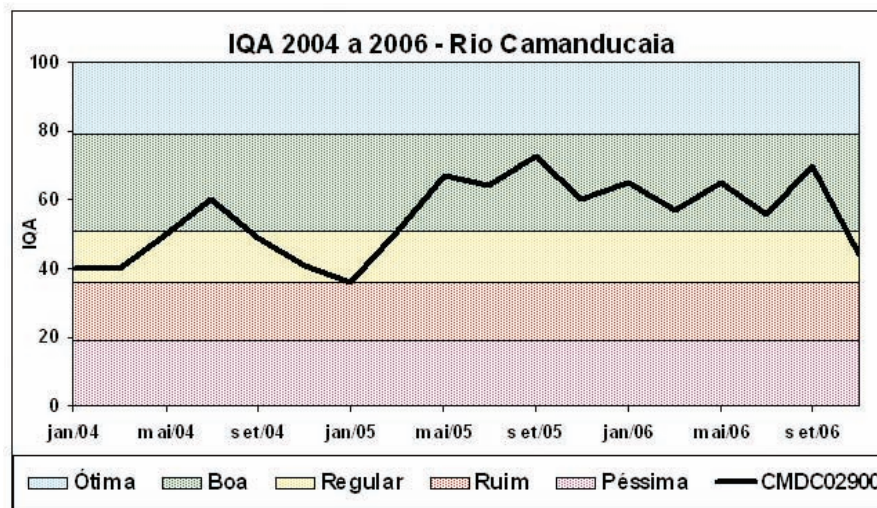
A CETESB, através deste trabalho, monitora anualmente os cursos d'água dos principais rios das Bacias PCJ. Assim, os dados de qualidade da água são obtidos nos 41 pontos de monitoramento da CETESB, sendo que 21 são da rede básica de monitoramento e 20 da rede regional de monitoramento.

### 6.1.1. Sub-Bacias do Rio Piracicaba

#### a) Sub-Bacia do Rio Camanducaia

- Ponto CMDC02900: localiza-se no cruzamento da Rodovia SP-340 (Campinas–Mogi-Mirim), com o Rio Camanducaia, no município de Paulínia, próximo à foz, no Rio Jaguari.

Ao se analisar os valores de IQA ao longo dos anos (Figura 45), nota-se que neste ponto do Rio Camanducaia a qualidade da água varia de regular a boa. Durante boa parte dos anos de 2004 e 2005 a qualidade da água do rio foi classificada como boa.



**FIGURA 45.** Índice IQA do ponto do Rio Camanducaia (CETESB 2005, 2006 e 2007).

### b) Sub-Bacia do Rio Jaguari

- Ponto JAGR02100: localiza-se no cruzamento da Rodovia SP-95 (Bragança Paulista-Amparo) com o Rio Jaguari, isto é, em uma área ainda pouco ocupada e pouco industrializada. É o posto mais a montante dos três analisados;
- Ponto JAGR02500: localiza-se próximo à captação conjunta dos municípios de Paulínia e Hortolândia. Situa-se a jusante do primeiro ponto;
- Ponto JAGR02800: localiza-se junto à captação do município de Limeira (município de Americana), próximo à foz, no Rio Piracicaba.

Ao se analisar os valores de IQA ao longo dos anos (Figura 46), nota-se que o posto JAGR02100 apresenta os piores níveis de qualidade. Os outros dois pontos mostram um comportamento semelhante, o que se justifica pela proximidade e pela inexistência de grandes fontes de contaminação entre os dois pontos.

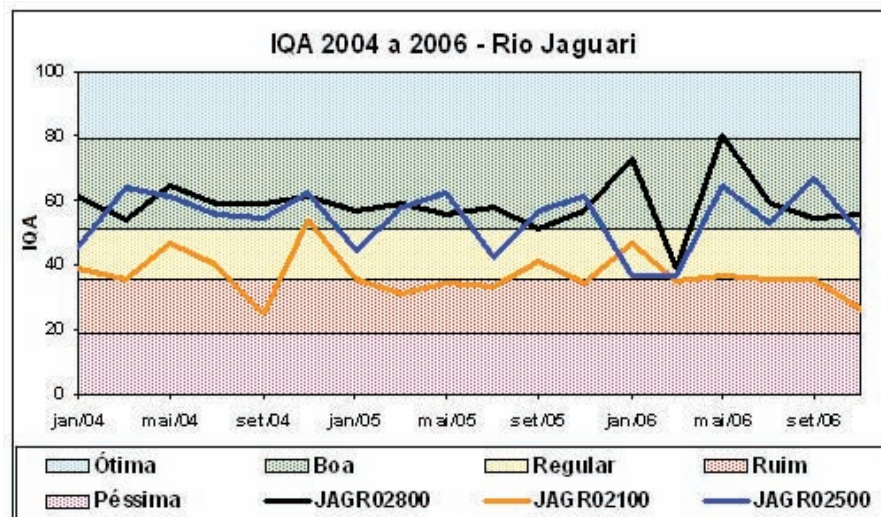


FIGURA 46. Índice IQA dos pontos do Rio Jaguari (CETESB 2005, 2006 e 2007).

### c) Sub-Bacia do Rio Atibaia

- Ponto ATIB02010: localiza-se junto à captação de água do município de Atibaia, em uma área ainda pouco ocupada e pouco industrializada;
- Ponto ATIB02065: localiza-se junto à captação do município de Campinas. Ponto a jusante dos municípios de Itatiba, Valinhos e Vinhedo;
- Ponto ATIB02605: localiza-se no cruzamento da Rodovia SP-332 (Campinas-Cosmópolis), no município de Paulínia, a jusante do município de Campinas e parte do município de Paulínia.

Na maior parte do período analisado (Figura 47), o ponto de montante (ATIB02010) apresentou melhor qualidade de água que os demais pontos, com exceção do mês de Janeiro de 2006. O ponto localizado mais a jusante (ATIB02605) apresenta valores inferiores em relação aos demais pontos, com pequenas exceções.

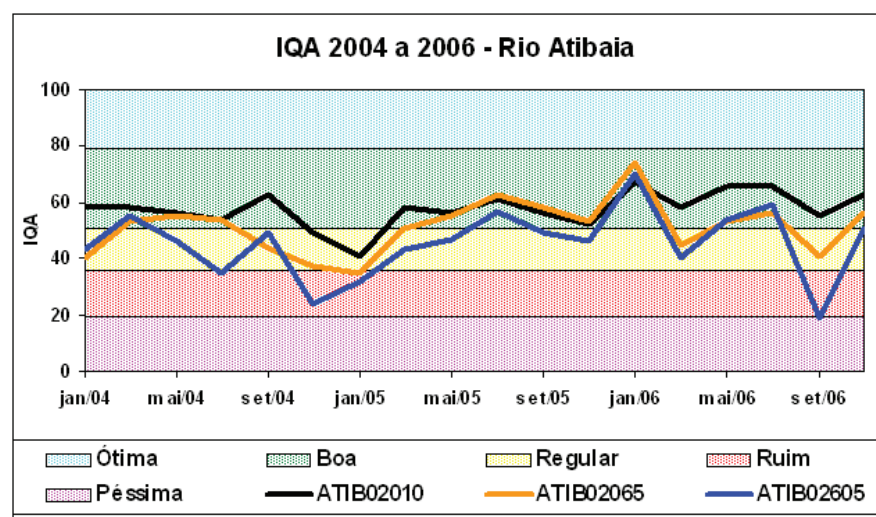


FIGURA 47. Índice IQA dos pontos do Rio Atibaia (CETESB 2005, 2006 e 2007).



#### d) Sub-Bacia do Rio Corumbataí

- Ponto CRUM02200: localiza-se na estrada que liga o Distrito de Assistência a Paraisolândia, no município de Rio Claro;
- Ponto CRUM02500: localiza-se na captação do município de Piracicaba, próximo à foz do Rio Corumbataí.

Ao se analisar os valores de IQA ao longo dos anos (Figura 48), nota-se que no posto CRUM 02200 a qualidade da água é pior em relação à do outro posto, uma vez que o município de Rio Claro lança boa parte dos esgotos *in natura*. Na captação do município de Piracicaba, a água do Rio Corumbataí melhora consideravelmente, sendo classificada como regular a boa.

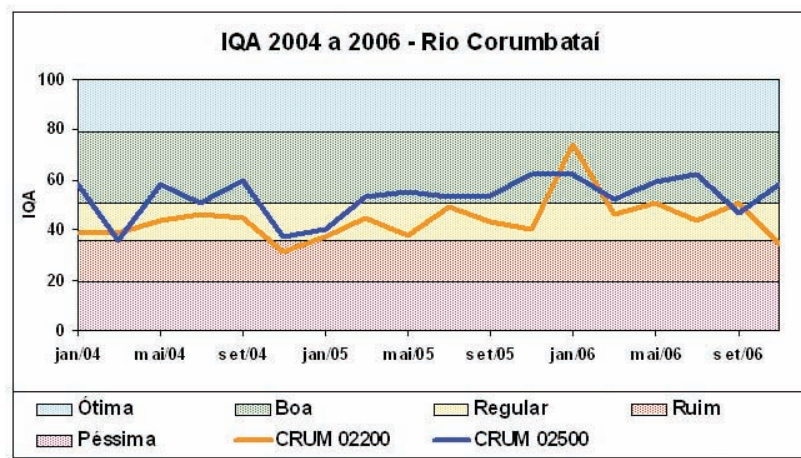


FIGURA 48. Índice IQA dos pontos do Rio Corumbataí (CETESB 2005, 2006 e 2007).

#### e) Sub-Bacia do Rio Piracicaba

- Ponto PCAB02100: localiza-se na captação do município de Americana, próximo à confluência dos Rios Atibaia e Jaguari;
- Ponto PCAB02135: localiza-se na estrada Americana-Limeira, próximo à divisa de Limeira e Santa Bárbara D'Oeste;

- Ponto PCAB02192: localiza-se na estrada Piracicaba-Limeira, próximo à Usina Monte Alegre;
- Ponto PCAB02220: localiza-se na captação do município de Piracicaba, no início do trecho urbanizado;
- Ponto PCAB02800: localiza-se no distrito de Ártemis, no município de Piracicaba, a jusante da área urbana;
- Ponto PCBP02500: localiza-se na SP-191 (Santa Maria da Serra-São Manoel) em trecho com pouca ocupação e em área já repesada.

Em alguns postos, os valores de IQA não estavam disponíveis em determinados meses, o que prejudicou a análise. De forma global, nota-se que no ponto PCAB02100, logo após a formação do Rio Piracicaba, a qualidade da água é classificada como boa na maior parte do tempo (Figura 49). Na sequência (de montante para jusante), os valores de IQA diminuem, chegando aos piores níveis no ponto PCAB02220 (captação de água do município de Piracicaba). Após o município de Piracicaba, a qualidade da água melhora consideravelmente, até atingindo o Reservatório de Barra Bonita, onde os níveis de qualidade variaram de bom a ótimo.

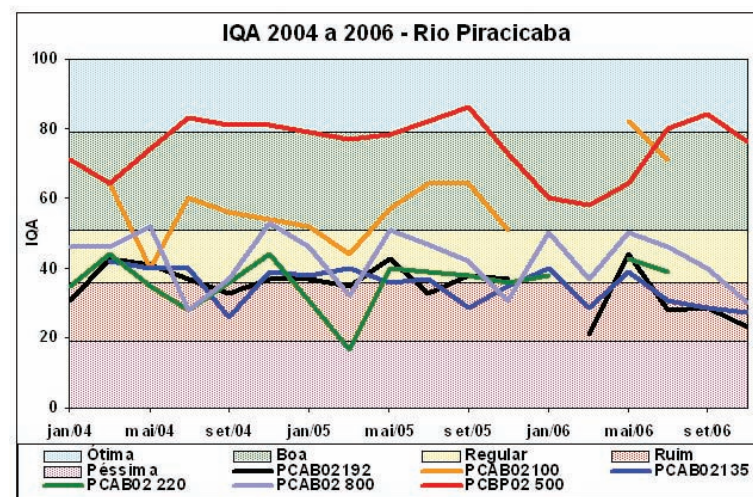


FIGURA 49. Índice IQA dos pontos do Rio Piracicaba (CETESB 2005, 2006 e 2007).



### 6.1.2. Bacia do Rio Capivari

- Ponto CPIV 02200: localiza-se no município de Monte Mor, após a influência do município de Campinas;
- Ponto CPIV02900: localiza-se próximo à foz, no Rio Tietê.

Analisando-se os valores de IQA (Figura 50), nota-se que o posto CPIV02200, próximo ao município de Monte Mor, apresenta o pior índice de qualidade de água, provavelmente devido aos lançamentos do município de Campinas. No outro ponto, localizado próximo à foz, a qualidade da água melhora. Em termos gerais, a qualidade da água variou de ruim a boa.

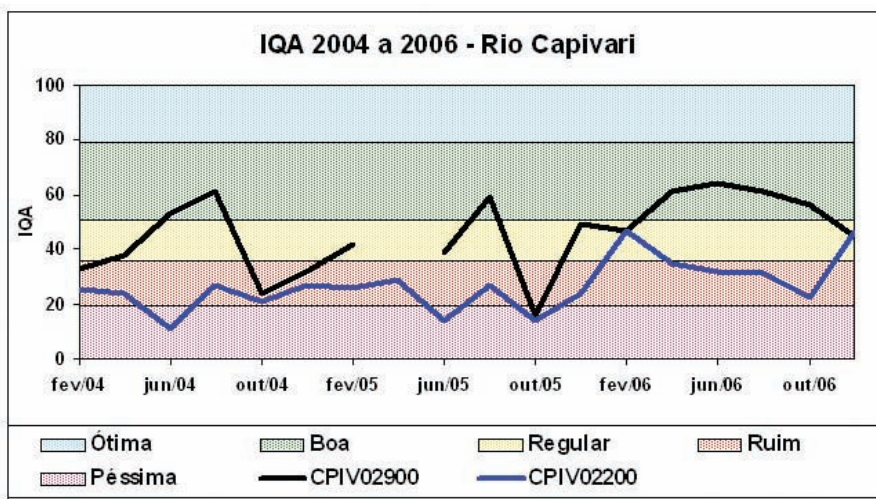


FIGURA 50. Índice IQA dos pontos do Rio Capivari (CETESB 2005, 2006 e 2007).

### 6.1.3. Bacia do Rio Jundiaí

- Ponto JUNA02020: localiza-se na área urbana do município de Campo Limpo Paulista. É o posto mais a montante dos três analisados;
- Ponto JUNA04270: localiza-se próximo à área urbana do município de Indaiatuba (Distrito Itaiçi);

- Ponto JUNA04900: localiza-se na área urbana de Salto, próximo à foz, no Rio Tietê.

O trecho de pior qualidade da água do Rio Jundiaí 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 (JUNA 02020) (Figura 51). Em termos gerais, a qualidade da água do Rio Jundiaí variou de boa a péssima, concentrando-se nas faixas de regular a ruim.

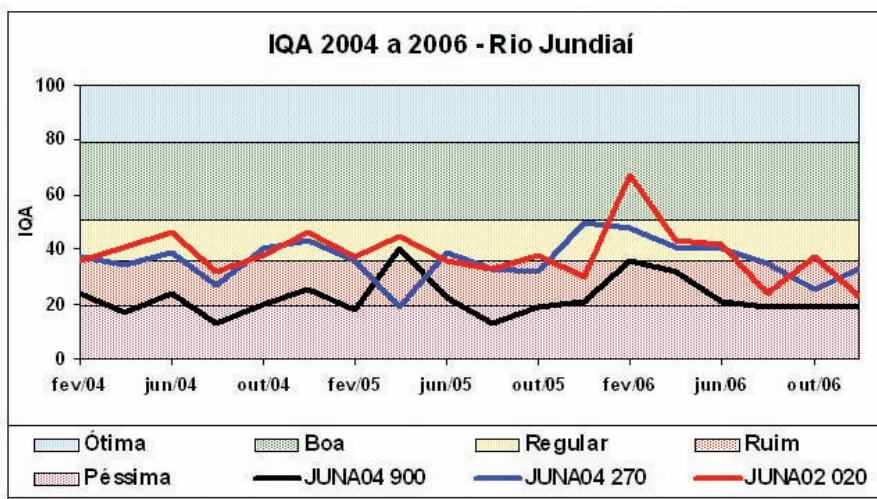
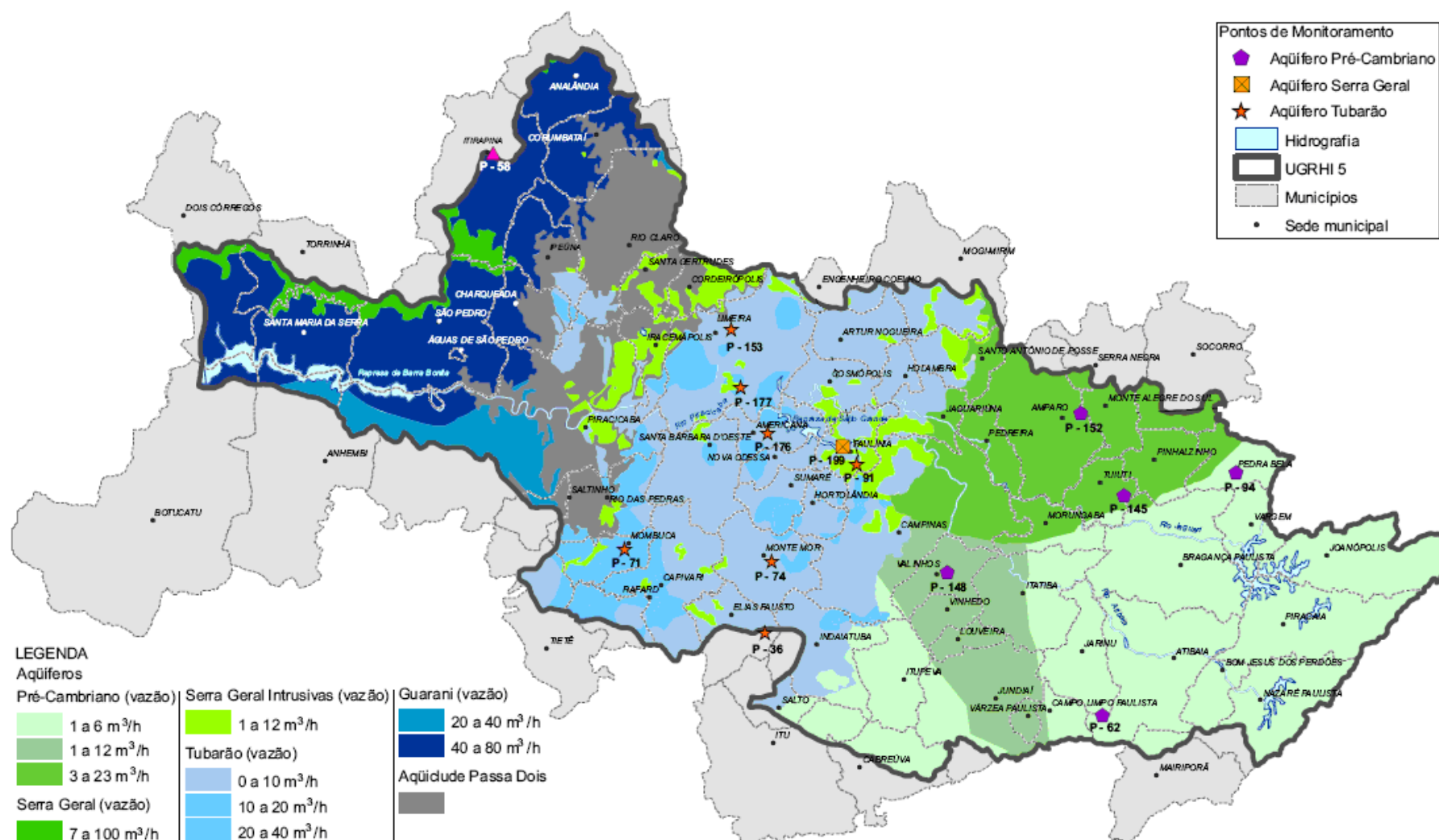


FIGURA 51. Índice IQA dos pontos do Rio Jundiaí (CETESB 2005, 2006 e 2007).

## 6.2. Subterrâneas

Segundo o Relatório de Qualidade de Águas Subterrâneas no Estado de São Paulo 2004-2006 (CETESB, 2007), as Bacias PCJ possuem 12 pontos de monitoramento da qualidade de águas subterrâneas, conforme apresenta a Figura 52.



**FIGURA 52.** Localização dos pontos de monitoramento em relação às Bacias PCJ.  
**Fonte:** Relatório de Qualidade de Águas Subterrâneas no Estado de São Paulo 2004 a 2006 (CETESB, 2007).

Os pontos de monitoramento localizados no Aqüífero Pré-Cambriano são poços tubulares utilizados para o abastecimento público, exceto o de Amparo, que está localizado em uma indústria de papel. Os pontos que integram a rede de monitoramento no Aqüífero Tubarão são cinco, dos quais três são poços tubulares utilizados para abastecimento público. Os outros pontos monitorados são nascentes, sendo uma localizada no município de Americana e outra em Paulínia, ambas muito utilizadas para consumo de água pela população.

As águas subterrâneas têm pH predominantemente básico, apresentando, como no Aqüífero Pré-Cambriano, grande amplitude de variação para a condutividade elétrica, sólidos totais dissolvidos e dureza, embora com valores pontuais maiores. As concentrações de sódio também são elevadas e as de nitrato mostram amplitude de variação. As concentrações máximas e mínimas obtidas no período de 2004 a 2006 são apresentadas no Quadro 25.

Quadro 25. Concentrações mínimas e máximas, por aqüíferos, nas Bacias PCJ.				
Parâmetro	Unidade	Valor Máximo Permitido	Aqüíferos	
			Pré-Cambriano	Tubarão
pH	...	6,0 - 9,5	6,1 - 9,1	6,6 - 9,7
Temperatura	°C	-	21 - 26	21 - 28,3
Condutividade Elétrica	µS/cm	-	65 - 388	75,6 - 446
Sólidos Dissolvidos Totais	mg/L	1000	97 - 393	10 - 542
Dureza Total	mg/L CaCO <sub>3</sub>	500	13 - 137	2 - 232
Alcalinidade Bicarbonato	mg/L CaCO <sub>3</sub>	-	39 - 120	72 - 164
Alcalinidade Carbonato	mg/L CaCO <sub>3</sub>	-	<2 - 17	0 - 40,3
Alcalinidade Hidróxido	mg/L CaCO <sub>3</sub>	-	<2	0 - <2
Carbono Orgânico Dissolvido	mg/L C	-	1,08 - 7,35	1 - 13
Alumínio Total	mg/L Al	0,2	<0,01 - 0,15	0,01 - 0,19
Antimônio Total	mg/L Sb	0,005	<0,002	<0,002
Bário Total	mg/L Ba	0,7	<0,005 - 0,14	<0,005 - 0,13
Boro	mg/L Ba	5	<0,03 - 0,11	<0,03 - 0,83
Cálcio Total	mg/L Ca	-	2 - 85	0,9 - 94
Cádmio Total	mg/L Cd	0,005	<0,0001	<0,0001
Cloreto	mg/L Cl	250	0,5 - 18	0,5 - 39,7
Chumbo Total	mg/L Pb	0,01	<0,002 - 0,003	<0,002 - 0,005
Cobre	mg/L Cu	2	<0,01 - 0,01	<0,01 - 0,09
Cromo Total	mg/L Cr	0,05	<0,0005 - 0,002	<0,0005 - 0,002
Ferro Total	mg/L Fe	0,3	<0,01 - 2,66	<0,01 - 0,5
Fluoreto	mg/L F	1,5	0,2 - 12	0,1 - 1,27
Magnésio Total	mg/L Mg	-	0,4 - 12,8	0,04 - 20,4
Manganês Total	mg/L Mn	0,4	<0,005 - 0,12	<0,004 - 0,22
Nitrogênio Nitrato	mg/L N	10	0,11 - 1,4	0,2 - 8
Nitrogênio Nitrito	mg/L N	1	<0,004 - 0,003	<0,004 - 0,03
Nitrogênio Amoniacal	mg/L N	-	0,04 - 0,8	<0,03 - 0,61
Nitrogênio Kjeldhal Total	mg/L N	-	0,05 - 1,5	<0,05 - 1,39
Potássio	mg/L K	-	1,3 - 3,57	0,15 - 2,49
Sódio Total	mg/L Na	200	4,0 - 89,4	10,4 - 138
Sulfato	mg/L SO <sub>4</sub>	250	2 - 28	<2 - 50,6
Zinco	mg/L Zn	5	0,01 - 0,39	<0,01 - 0,14
Bactérias Heterotróficas	UFC/mL	500	0 - 1300	0 - 90
Coliformes Totais	P/A/100ml	Ausente	Presente em 6 de 30 amostras	Presente em 4 de 40 amostras
<i>Escherichia coli</i> ou Coliformes Termotolerantes	P/A/100ml	Ausente	Ausente	Ausente

Fonte: Relatório de Qualidade das Águas Subterrâneas do Estado de São Paulo 2004-2006 (CETESB, 2007).



## 7. SANEAMENTO AMBIENTAL

Os dados referentes ao saneamento ambiental tratam exclusivamente da porção urbana dos municípios, isto é, todos os índices apresentados foram calculados com base na população urbana dos municípios, a partir de dados de 2005, disponibilizados pela Fundação SEADE.

As informações apresentadas referem-se exclusivamente aos dados enviados pelos municípios através dos questionários. Grande parte dos cálculos dos indicadores foi feita diretamente pelos municípios (isto é, perdas, consumo de água *per capita*, etc.).

### 7.1. Índice de atendimento urbano de água

Este índice é um dos mais importantes na análise do saneamento ambiental. O acesso à água potável é fundamental para uma boa qualidade de vida.

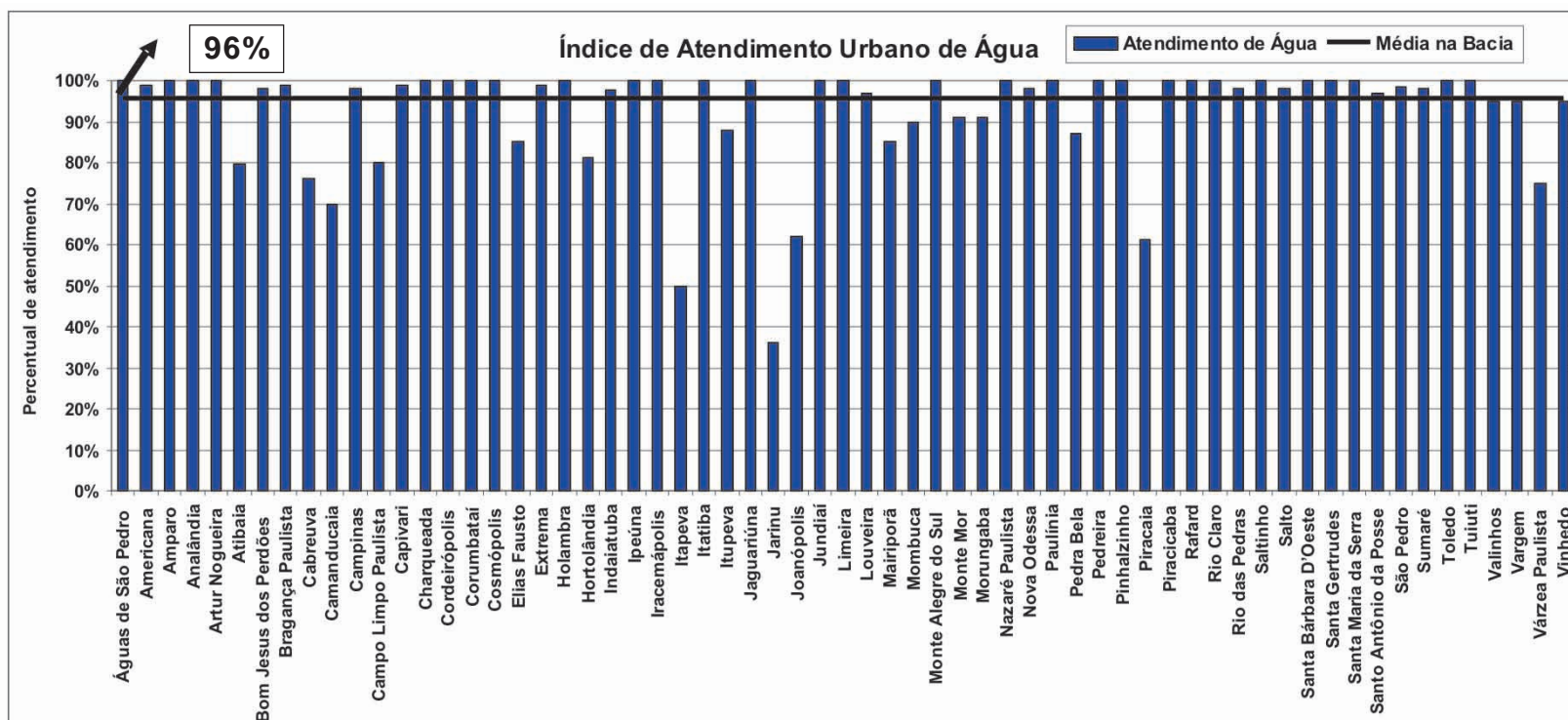
Em comparação ao Relatório de Situação 2002 a 2003, a média do índice de abastecimento de água decresceu de 98% para 96%. Tal fato é explicado pelo maior grau de detalhe das informações solicitadas às empresas de saneamento no presente trabalho. Os municípios com os menores índices de abastecimento de água são Jarinu e Itapeva, com 36% e 50%, respectivamente. Provavelmente, nestes municípios o atendimento é realizado por poços particulares. A Figura 53 apresenta os valores médios de atendimento de água encontrados nos municípios das Bacias PCJ.

Na Figura 54 foi realizada uma comparação dos índices de tratamento de água segmentados por faixa de população: municípios com até 50.000 habitantes, de 50.001 a 150.000 habitantes e com mais de 150.001 habitantes.

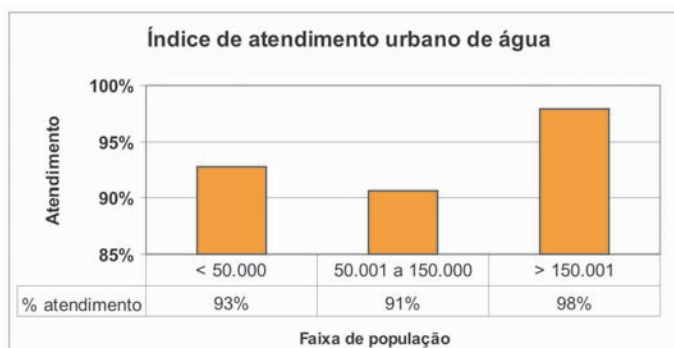


Rio Jundiá (Acervo DAE Jundiá, 2007)





**FIGURA 53.** Índice de atendimento urbano de água potável nos municípios das Bacias PCJ.  
**Fonte:** Questionários respondidos - 2007.

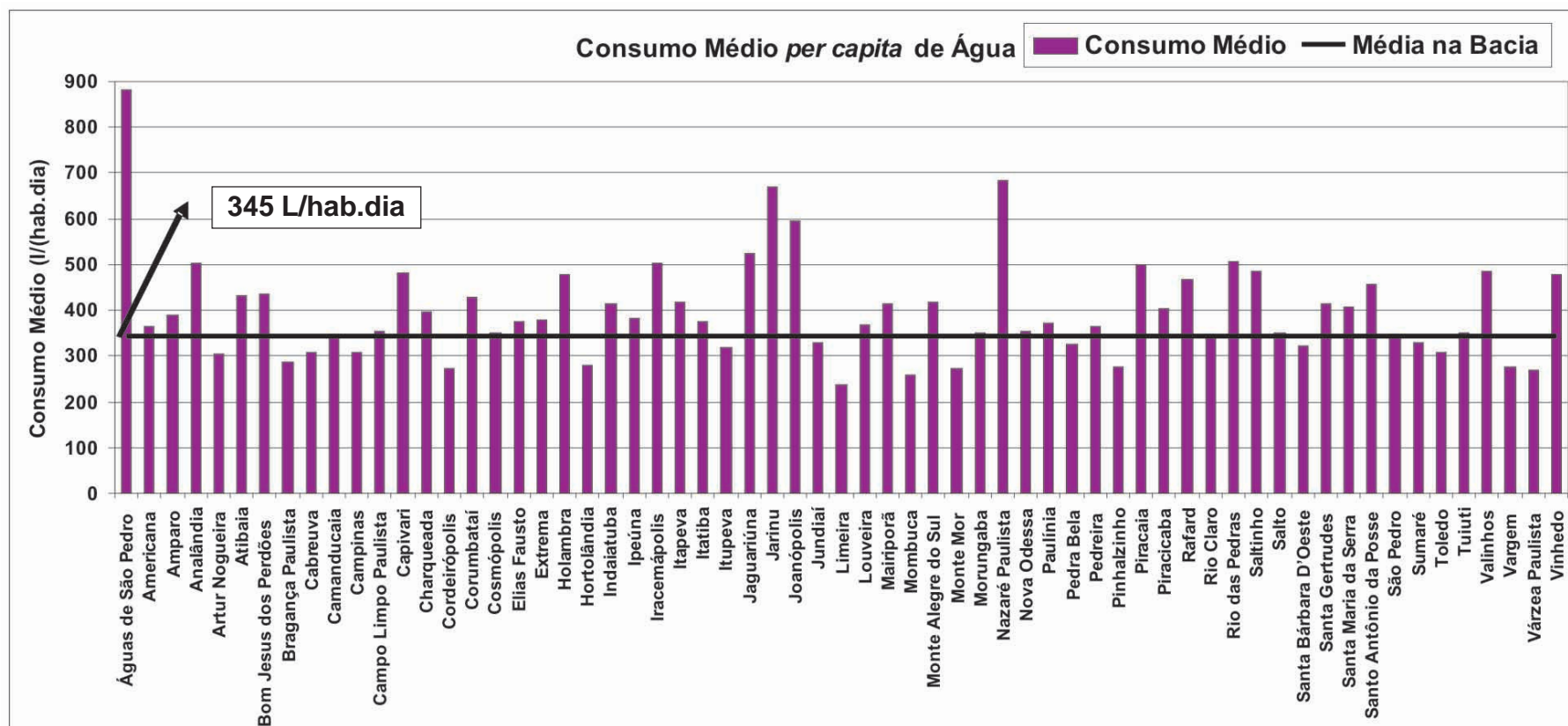


**FIGURA 54.** Índices de atendimento de água potável por faixa de população.  
**Fonte:** Questionários respondidos - 2007.

## 7.2. Consumo médio *per capita*

A Figura 55 apresenta o valor do consumo médio *per capita* de água de cada município nas Bacias PCJ.

Alguns municípios têm o consumo médio de água muito mais elevado que a média de 345 L/ha.dia das Bacias PCJ, como, por exemplo, Águas de São Pedro, Jaguariúna, Jarinu, Joanópolis e Nazaré Paulista. As causas destas diferenças podem ser as mais diversas possíveis: erros de medição, alto índice de perdas e população flutuante, principalmente no caso de Águas de São Pedro, que tem sua economia voltada basicamente ao setor turístico.



**FIGURA 55.** Consumo médio *per capita* nas Bacias PCJ.

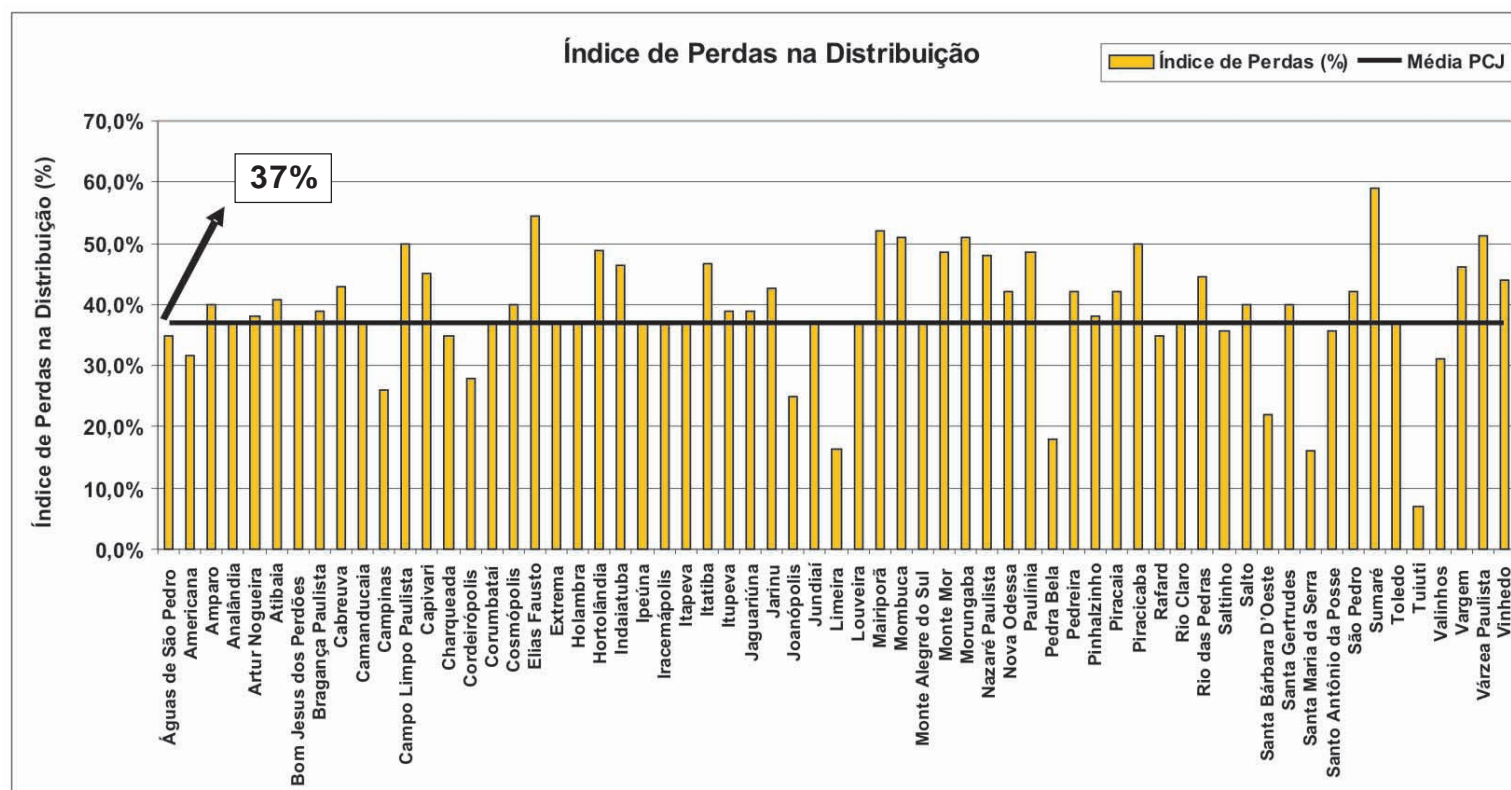
Fonte: Questionários respondidos - 2007.

### 7.3. Índices de perdas na distribuição

A estimativa das perdas em um sistema de abastecimento se faz por meio da comparação entre o volume de água transferido de um ponto do sistema e o volume de água recebido em um ou mais pontos do sistema, situados na área de influência do ponto de transferência. Os dados referentes às perdas nos sistemas de abastecimento de água nos municípios integrantes das Bacias PCJ foram obtidos através da aplicação dos questionários.

As perdas médias dos municípios da bacia foram de 37%, calculadas através da média dos municípios, ponderada pela população. Para os municípios que não responderam a esse item, foi admitida a média dos municípios da Bacia.

No total, os municípios integrantes perdem no sistema de abastecimento uma vazão aproximada de 3,3 m³/s. Esta vazão seria suficiente para abastecer uma população de aproximadamente 800 mil habitantes. A Figura 56 apresenta os valores do índice de perdas da distribuição para todos os municípios das Bacias PCJ, bem como a média geral, para efeito de comparação.



**FIGURA 56.** Índice de perdas na distribuição de água nas Bacias PCJ.

Fonte: Questionários respondidos - 2007.



## 7.4. Esgotos domésticos

A análise da questão dos esgotos domésticos parte dos seguintes dados básicos: índice de coleta de esgotos e índice de tratamento de esgotos. Os dados aqui apresentados são os informados pelos municípios através dos questionários.

### 7.4.1. Coleta de esgotos

Segundo dados fornecidos pelos municípios, o percentual médio de coleta de esgotos na Bacia é de 85,53%. O município de Hortolândia tem o pior índice de coleta de esgotos dos municípios paulistas (apenas 3%), enquanto o município de Camanducaia apresenta o pior índice geral (0%). O caso de Hortolândia preocupa muito mais, uma vez que sua população é da ordem de 184 mil habitantes, 13 vezes maior que a população do município de Camanducaia.

Como se nota na Figura 57, os municípios com as maiores populações são os que apresentam os melhores índices de coleta de esgotos (88%), mesmo com o baixo índice de coleta do município de Hortolândia, situado nesta faixa de população. Os municípios com população entre 50.001 e 150.000 habitantes possuem índice de coleta de 81%, enquanto os municípios com menos de 50.000 habitantes possuem índice de 80%.

### 7.4.2. Tratamento de esgotos

Os investimentos no tratamento de esgotos nunca foram tão elevados como atualmente. Aumenta a cada dia a pressão da sociedade civil para o equacionamento do problema. Mesmo assim, os índices de tratamento continuam pequenos. O índice médio de tratamento de esgotos na Bacia é de 39,6%, isto é, de cada 1.000 litros de esgoto coletado apenas 396 litros recebem algum tipo de tratamento (Figuras 58 e 59). Além do volume tratado, a eficiência do tratamento também é fundamental para a avaliação deste tema.

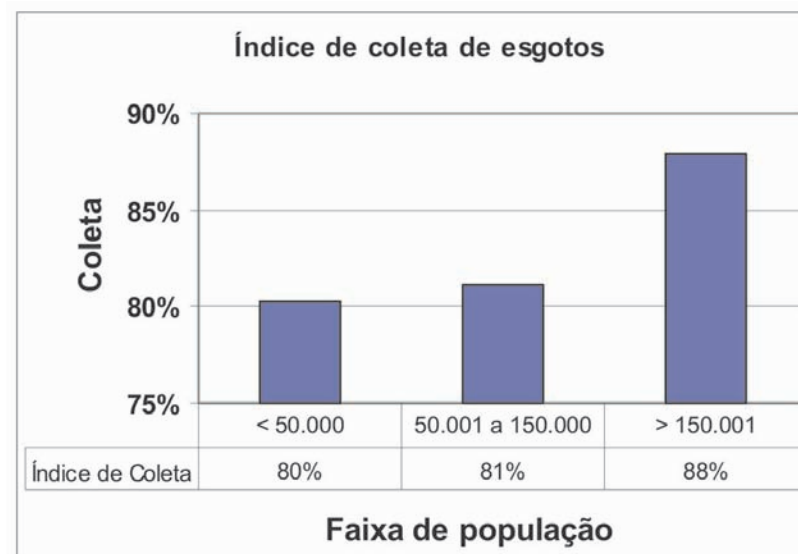


FIGURA 57. Índices de coleta de esgotos por faixa de população.

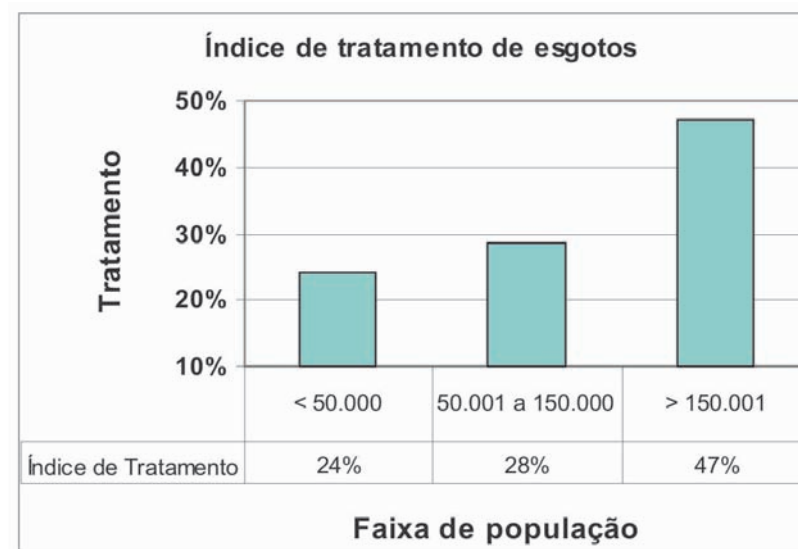
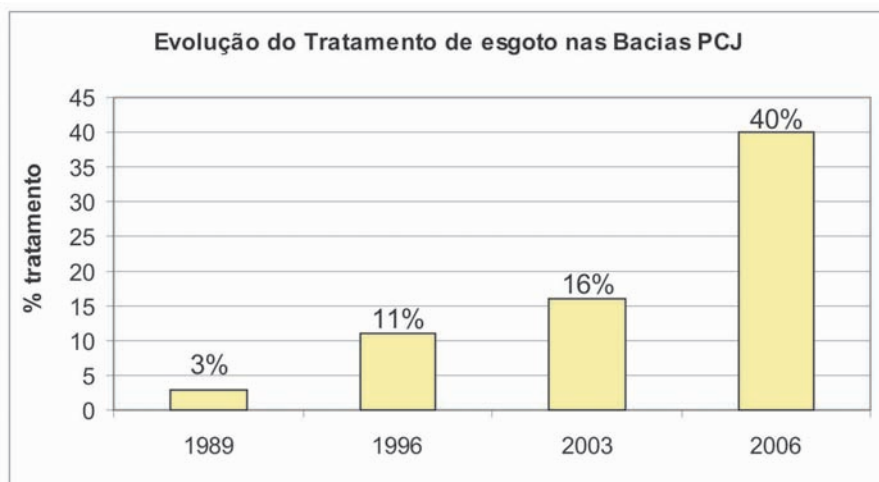


FIGURA 58. Índices de tratamento de esgotos por faixa de população.



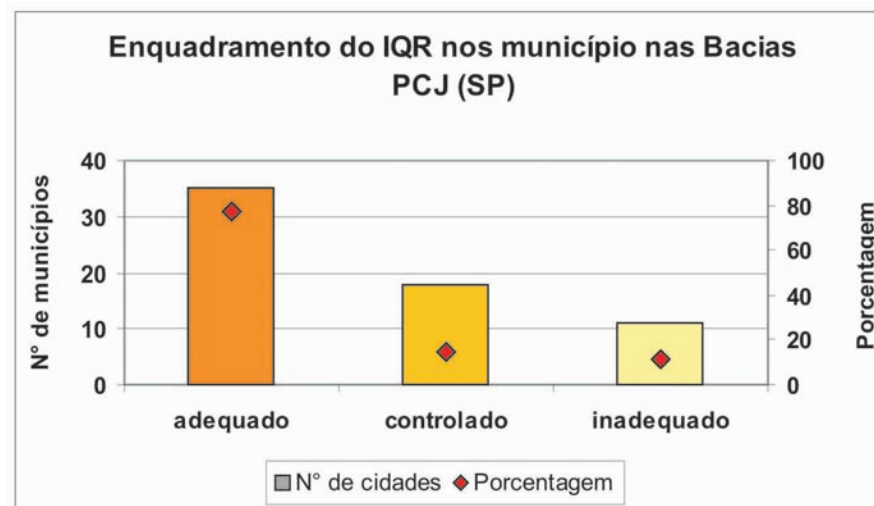
**FIGURA 59.** Evolução dos Índices de tratamento de esgotos.

Fonte: Questionários 2007; Relatório Síntese 2002-2003.

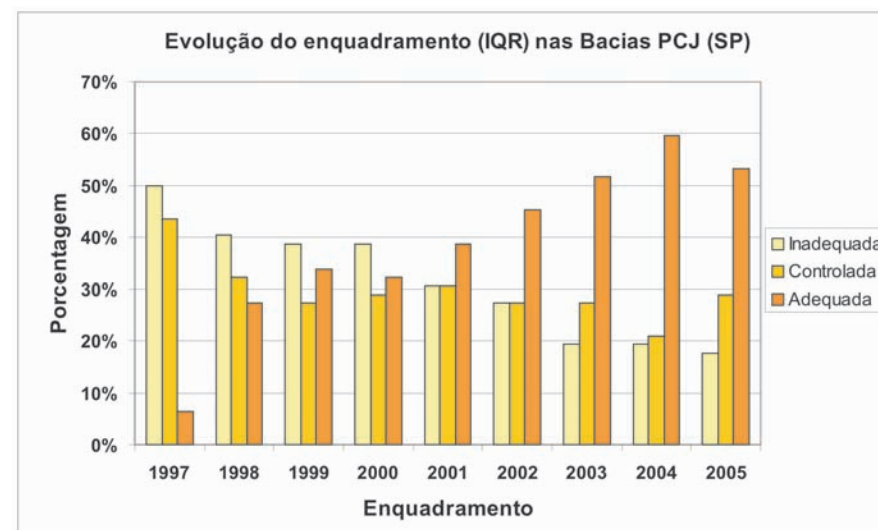
## 7.5. Resíduos sólidos

Dos municípios pertencentes às Bacias PCJ, 35 municípios dispõem seus resíduos domiciliares adequadamente, segundo parâmetros da CETESB, que correspondem a 1.956,1 t/dia (73,35%), 18 municípios dispõem seus resíduos de forma controlada, que correspondem a 398,8 t/dia (14,95%), e 11 municípios dispõem seus resíduos inadequadamente, que correspondem a 311,8 t/dia (11,69%), conforme a Figura 60.

Na Figura 61 observa-se que o enquadramento dos locais de disposição dos resíduos sólidos referentes às Bacias PCJ no Estado de São Paulo melhorou ao longo dos anos de Inadequado para Adequado, sendo que 50% dos locais de disposição dos resíduos domésticos eram Inadequados em 1997, contra 6% Adequados. No ano de 2005 houve uma inversão, ou seja, 59,67% estavam Adequados para a disposição dos resíduos domésticos contra 19,35% dispostos em lugares Inadequados. Com relação aos Controlados, não houve diferenças significativas.



**FIGURA 60.** Enquadramento do IQR (2005) das cidades das Bacias PCJ no Estado de São Paulo (CETESB, 2006).



**FIGURA 61.** Enquadramento dos locais de disposição dos resíduos sólidos nos municípios paulistas das Bacias PCJ (CETESB, 2006).

## 8. INVESTIMENTOS

Até o ano de 2005, os recursos aplicados pelos Comitês PCJ nas Bacias PCJ eram os provenientes do Fundo Estadual de Recursos Hídricos (FEHIDRO), além dos recursos adicionais dos tomadores, isto é, as contrapartidas. A partir de 2006, nas Bacias PCJ, somaram-se aos recursos existentes os valores provenientes da Cobrança pelo Uso da Água nos rios de domínio da União, ou seja, a Cobrança Federal, que aumentou de forma considerável o montante destinado ao financiamento de projetos voltados aos recursos hídricos. Além dos recursos financeiros advindos dos sistemas de gestão (Federal e Estaduais), há programas governamentais e privados que incentivam o investimento nos setores de saneamento e de recursos hídricos que melhoram de forma direta e indireta a qualidade e a disponibilidade das águas superficiais e subterrâneas nas Bacias PCJ para as atuais e futuras gerações.

O PERH, que abrange o quadriênio 2004 a 2007, fez uma reclassificação dos Programas de Duração Continuada - PDC's, de tal forma que os 12 PDC's anteriores foram agrupados em 8 PDC's, como mostra o Quadro 26. Esta divisão difere da divisão adotada no PERH anterior, elaborado para o quadriênio de 2000 a 2003, que definia 12 PDC's. Esta estrutura foi utilizada até a aprovação da Deliberação CRH nº 55 de 15 de Abril de 2005, aprovando a nova estrutura constituída de 8 PDC's, de tal forma que nesse Relatório de Situação 2004 a 2006 os projetos contemplados nos anos de 2004, 2005 e 2006 foram reclassificados para a estrutura com oito PDC's, de comum acordo entre a IRRIGART e a Secretaria Executiva dos Comitês PCJ, de modo a viabilizar a análise da evolução dos investimentos realizados nas Bacias PCJ durante o período em questão.

**Quadro 26. Programas de Duração Continuada (PDC's) a partir de 2005.**

PDC 1	BASE: Base de dados, cadastros, estudos e levantamentos
PDC 2	PGRH: Gerenciamento dos recursos hídricos
PDC 3	RQCA: Recuperação da qualidade dos corpos d'água
PDC 4	CPCA: Conservação e proteção dos corpos d'água
PDC 5	URRH: Promoção do uso racional dos recursos hídricos
PDC 6	AMRH: Aproveitamento múltiplo dos recursos hídricos
PDC 7	PDEH: Prevenção e defesa contra eventos hidrológicos extremos
PDC 8	CCEA: Capacitação técnica, educação ambiental e comunicação social

Fonte: Resolução CRH nº 55/05

## 8.1. Investimentos realizados em 2004

O Quadro 27 e a Figura 62 mostram os investimentos realizados em 2004.

Quadro 27. Síntese dos investimentos realizados em 2004, por PDC.			
PDC	Valor Total (FEHIDRO + contrapartidas) (R\$ x 1.000)	Valor FEHIDRO (R\$ x 1.000)	Valor Contrapartida (R\$ x 1.000)
1	926,3	658,36	267,94
3	3.976,47	2743,04	1233,4
4	338,5	168,91	169,59
5	575,3	394,76	180,54
8	79,91	62,49	17,42
<b>Total</b>	<b>5.896,48</b>	<b>4.027,56</b>	<b>1.699,30</b>



FIGURA 62. Investimentos realizados por PDC em 2004.

## 8.2. Investimentos realizados em 2005

O Quadro 28 e a Figura 63 ilustram os investimentos realizados em 2005.

Quadro 28. Síntese dos investimentos realizados em 2005, por PDC.			
PDC	Valor Total (FEHIDRO + contrapartidas) (R\$ x 1.000)	Valor FEHIDRO (R\$ x 1.000)	Valor Contrapartida (R\$ x 1.000)
1	482,52	336,82	145,7
2	382,77	364,76	18,01
3	2445,82	1.241,53	1.204,28
4	820,18	469,29	350,89
5	1.229,01	858,35	370,67
7	500	400	100
8	237,09	186,36	50,73
<b>Total</b>	<b>6.097,39</b>	<b>3.857,11</b>	<b>2.240,28</b>



FIGURA 63. Investimentos realizados por PDC em 2005.



### 8.3. Investimentos realizados em 2006

O Quadro 29 e a Figura 64 ilustram os investimentos realizados em 2006.

Quadro 29. Síntese dos investimentos realizados em 2006, por PDC.					
PDC	Investimentos(FEHIDRO + Cobrança Federal + contrapartidas) (R\$ x 1.000)	Valor Cobrança (R\$ x 1.000)	Valor Contrapartida Cobrança (R\$ x 1.000)	Valor FEHIDRO (R\$ x 1.000)	Valor Contrapartida FEHIDRO (R\$ x 1.000)
1	1.981,68	140	-	1.257,91	583,77
2	365	365	-	-	-
3	11.257,01	5.445,81	3.162,85	1.731,96	916,38
5	1.641,08	-	-	1.148,13	492,96
6	300	-	-	300	-
<b>Total</b>	<b>15.544,77</b>	<b>5.950,81</b>	<b>3.162,85</b>	<b>4.438,00</b>	<b>1993,11</b>



FIGURA 64. Investimentos realizados por PDC em 2006.

### 8.4. Total de investimentos nos anos de 2004 a 2006

Neste item foram analisados os investimentos totais realizados através dos recursos do FEHIDRO e da Cobrança Federal, nos anos de 2004 a 2006, divididos por PDC's, conforme apresentado no Quadro 30 e na Figura 65.

Quadro 30. Investimentos por PDC's nos anos de 2004 a 2006.				
PDC	Valores (em milhares de reais)			
	2004	2005	2006	Total
1	926,3	482,52	1.981,68	3.390,50
2	-	382,77	365	747,77
3	3.976,47	2.445,82	11.257,01	17.679,30
4	338,5	820,18	-	1.158,68
5	575,3	1.229,01	1.641,08	3.445,39
6	-	-	300	300
7	-	500	-	500
8	79,91	237,09	-	317
<b>Total</b>	<b>5.896,48</b>	<b>6.097,39</b>	<b>15.544,77</b>	<b>27.538,64</b>



FIGURA 65. Investimentos realizados por PDC's nos anos de 2004 a 2006.

Fica perfeitamente visível o grande aumento dos investimentos ocorridos no ano de 2006, em virtude dos recursos provenientes da Cobrança Federal. A Figura 65 apresenta os investimentos realizados nas Bacias PCJ no período de Janeiro de 2004 a Junho de 2006, para cada PDC baseados em dados fornecidos pelos Comitês PCJ. Os valores apresentados referem-se aos recursos do FEHIDRO, Cobrança Federal e contrapartidas. Eventuais investimentos realizados com outros recursos não estão incluídos nesta análise pela não disponibilidade dos mesmos até a presente data.

### 8.5. Demais investimentos quantificados

Além dos projetos financiados pelos Comitês PCJ, foram quantificados os valores investidos em dois programas, com recursos financiados pelo Estado de São Paulo: o Programa de Micro-Bacias, executado pela Secretaria de Agricultura e Abastecimento, e o Programa de Recuperação de Matas Ciliares, executado pela Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos, conforme apresentado a seguir:

#### 8.5.1. Programa de Micro-Bacias

Nas Bacias PCJ, o programa apoiou financeiramente cerca de 136 produtores rurais na adoção de práticas conservacionistas, sendo que os investimentos totais somaram cerca de R\$ 153 mil, dos quais R\$ 52,5 mil foram bancados pelo programa. Várias das ações não possuem ligação direta com os recursos hídricos (calcário agrícola, compra de roçadeiras, adubação, divisão para pastagens) e somam um total de R\$ 18,5 mil, dos quais R\$ 11,5 mil (62,16%) foram subsidiados pelo programa.

Sendo assim, as ações com relação direta ou indireta nos recursos hídricos somaram R\$ 134,5 mil, dos quais R\$ 41 mil (30,5%) foram financiados pelo programa.

O programa também apóia a recuperação de estradas rurais, sendo valores mais significativos que os investidos no apoio às práticas conservacionistas. Sendo assim, o programa torna-se fundamental para a conscientização dos produtores rurais para com a conservação dos recursos hídricos.

#### 8.5.2. Programa de Recuperação de Matas Ciliares

Segundo a coordenadoria do programa, que se iniciou em 2006, foram investidos nas Bacias PCJ cerca de R\$ 188 mil, até o ano de 2006. Para o ano de 2007, a previsão de investimentos é da ordem de R\$ 730 mil.



Rio Jaguari, em Bragança Paulista (Acervo SANASA, 2007)

## 9. CONCLUSÕES

As conclusões de um relatório de situação dos recursos hídricos devem ser baseadas nos principais objetivos deste instrumento de gestão, definidos na Política Estadual dos Recursos Hídricos, conforme apresentado:

- Avaliação da qualidade das águas;
- Balanço da disponibilidade e demanda;
- Avaliação do cumprimento das metas a curto prazo.

### 9.1. Avaliação da qualidade das águas

A avaliação da qualidade das águas nas Bacias PCJ, no período analisado, foi realizada a partir dos dados do IQA disponibilizados pela CETESB.

Os resultados encontrados neste Relatório de Situação demonstram, em média, uma leve tendência de melhora dos valores do IQA, no período de 2004 a 2006, em alguns pontos analisados, possivelmente pelo aumento no percentual de tratamento de esgoto coletado nas Bacias PCJ (que elevou-se de menos de 17% para quase 40%) e, em alguns casos, reflexo da gestão exercida no Sistema Cantareira.

Com o aumento dos investimentos no PDC 3 (Recuperação da Qualidade dos Corpos D'água - RQCA), apontados neste Relatório, a tendência é que a qualidade da água venha a melhorar progressivamente à medida que se elevem os percentuais de tratamento e coleta de esgoto.

### 9.2. Balanço entre disponibilidade e demanda

O balanço entre disponibilidade e demanda foi realizado considerando-se as novas regras de operação do Sistema Cantareira, que alterou con-



Represa do Rio Atibainha (Acervo SANASA, 2007)

sideravelmente as estimativas de disponibilidade hídrica. Para o período analisado, a disponibilidade hídrica real aumentou, em função do Sistema Cantareira, ao passo que a demanda total diminuiu, o que fez com que o saldo nas Bacias PCJ aumentasse em 4,58 m<sup>3</sup>/s.

Sendo assim, o problema da escassez de água, amplamente noticiado nas Bacias PCJ, foi amenizado, no período analisado, em função da redução da demanda total e do aumento na disponibilidade hídrica, decorrente da Gestão Compartilhada do Sistema Cantareira. Vale lembrar que a disponibilidade referente ao Sistema Cantareira não é constante, dependendo do regime fluvial dos cursos d'água represados, além do volume acumulado no Reservatório.



### 9.3. Avaliação do cumprimento das metas a curto prazo

O Quadro 30 apresenta as metas estabelecidas para o ano de 2007 (curto prazo) e os valores apontados neste Relatório de Situação.

Como se nota no Quadro 31, as metas estabelecidas a curto prazo não foram atingidas, com base nos valores apontados neste Relatório. O parâmetro tratamento de esgoto, mesmo abaixo da meta, apresentou uma evolução considerável e deve, em breve, atingir o valor estabelecido como meta no Plano de Bacias 2004-2007.

Quadro 31. Valores obtidos e metas a curto prazo.		
Parâmetro	Meta – 2007	Valores Atuais (2006)
Abastecimento de água (%)	99	95,84
Perda no Sistema (%)	35	37,04
Coleta de esgotos (%)	92	85,53
Tratamento de esgotos (%)	50	39,44
Eficiência do Tratamento (%)	80	77,2

Fonte: SHS (2005).

Deve ser dada atenção especial para a recuperação dos índices de atendimento de água e coleta de esgotos, fundamentais para a saúde pública, que ainda estão abaixo das metas estabelecidas.

Em relação ao índice de perdas, muitos municípios das Bacias PCJ não possuem um sistema de medição que possibilite uma estimativa concreta dos seus reais índices de perda na distribuição de água potável.

### 9.4. Avaliação geral

Após a finalização do Relatório de Situação 2004 a 2006, a equipe técnica concluiu que os principais avanços nas Bacias PCJ no período referem-se à questão da disponibilidade hídrica, principalmente devido à gestão compartilhada do Sistema Cantareira e à redução das demandas registradas.

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%.

Estas ações refletiram na tendência de melhora dos índices de IQA registrados nos principais rios das Bacias PCJ.

Quanto aos investimentos anuais, nota-se que o percentual de investimentos realizados praticamente triplicou, variando de 21%, em 2004, a 57%, em 2006.



Rio Piracicaba (Acervo Irrigart, 2007)



## 10. BANCO DE DADOS

A organização dos dados é fundamental para o entendimento completo da temática dos recursos hídricos nas Bacias PCJ. Para tanto, foram elaborados três formas de armazenamento e consulta dos dados, conforme apresentado na Figura 66.

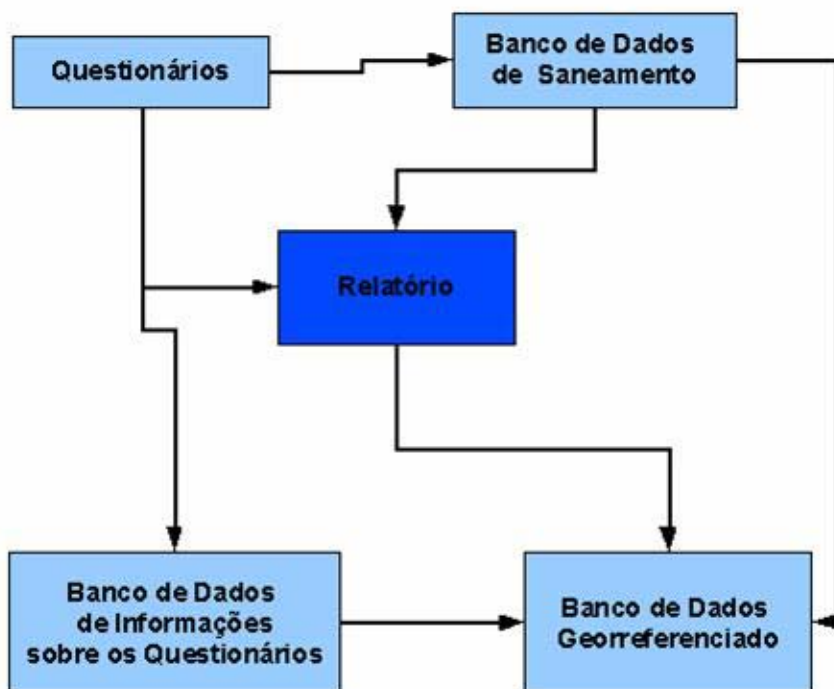


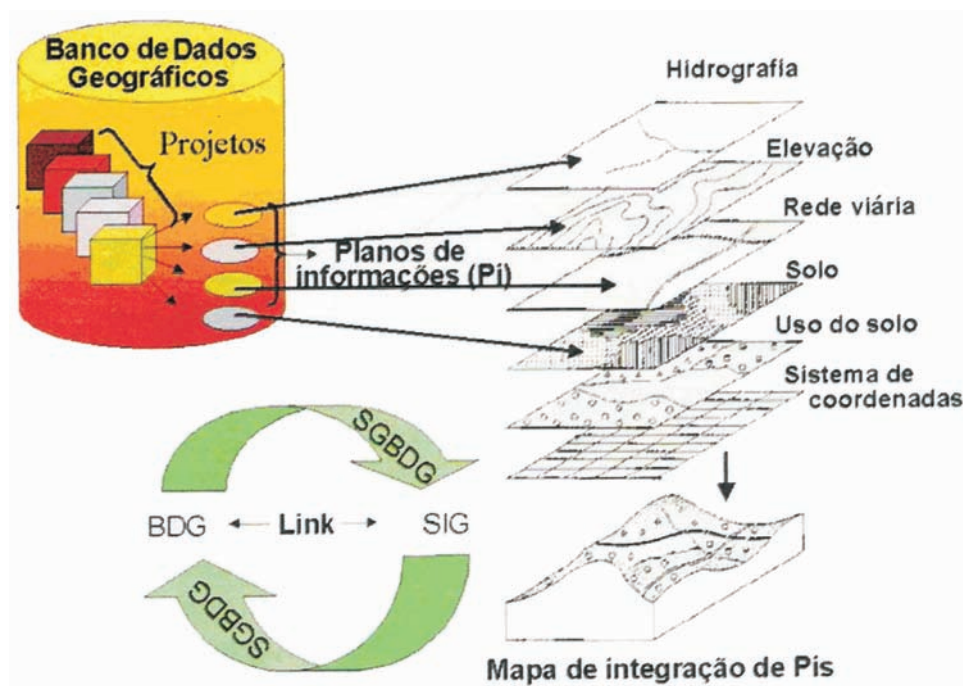
FIGURA 66. Interação entre os Bancos de Dados.

### 10.1. Banco de Dados Georreferenciados (BDG)

Com o objetivo de realizar consultas de forma espacializada, paralelamente ao Relatório de Situação 2004 a 2006, foi então desenvolvido, um Banco de Dados Geográfico em ambiente de Sistema de Informação Geográfica (SIG). Com o BDG é possível cruzar informações, obter dados isolados, interpretar dados de ordem física, política e socioeconômica de uma forma muito mais simplificada do que através de mapas isolados. Um SGBDG (Sistema de Gerência de Banco de Dados Geográficos) deve garantir que as propriedades fundamentais de SGBD convencionais sejam aplicáveis a dados geográficos. Estas propriedades incluem três requisitos importantes: eficiência (acesso e modificações de grandes volumes de dados), integridade (controle de acesso por múltiplos usuários) e persistência (manutenção de dados por longo tempo, independentemente dos aplicativos que acessam o dado). Na Figura 67 é apresentada a estrutura de um BDG.

### 10.2. Banco de Dados de Informações sobre Saneamento (BDIS)

Este banco de dados é um conjunto de informações não georreferenciadas cujo objetivo principal é facilitar a atualização do Relatório de Situação. Basicamente, reúne em uma planilha eletrônica os parâmetros necessários para o cálculo de todos os indicadores sobre saneamento, como valores de captação, coleta e tratamento de esgoto, etc.



**FIGURA 67.** Exemplo de estrutura e organização de um Banco de Dados Georreferenciado.

**Fonte:** Câmara (1994).

A utilização desta ferramenta no presente Relatório foi preliminar e teve como objetivo servir de base para que os próximos Relatórios de Situação deixem de ser estáticos para se tornarem dinâmicos e constantemente atualizados, de tal forma a acompanhar a evolução dos indicadores, na velocidade em que estão ocorrendo. A partir deste Banco de Dados também é possível gerar máscaras com informações pré-definidas, que poderão ser disponibilizadas em sítios eletrônicos da Internet, atualizadas sempre que novas informações forem introduzidas no BDIS.

### 10.3. Banco de Dados de Informações dos Questionários (BDIQ)

Esta última forma de armazenamento é elaborada com as informações coletadas junto aos municípios através de questionários. Basicamente, o BDIQ reúne as informações coletadas junto aos municípios através dos questionários. Através deste banco de dados é possível elaborar consultas a temas específicos, comparar valores entre municípios, etc.

Neste relatório, o BDIQ foi preenchido pela Irrigart com os dados dos municípios, mas a precariedade das informações recebidas através dos questionários não permitiu que o BDIQ interagisse de maneira automática com o BDG, como era o objetivo inicial.

## 11. RECOMENDAÇÕES



A listagem de sugestões e recomendações apresentadas a seguir foi baseada na experiência e nas dificuldades encontradas pela IRRIGART na coleta de informações secundárias em organismos Municipais, Estaduais e Federais para a composição e elaboração dos Relatórios de Situação dos períodos 2002/2003 e 2004/2006 nas Bacias PCJ, além das inúmeras questões levantadas em reuniões do GA-RS. A seguir, são apresentadas as sugestões advindas das reuniões com o GA-RS.

### 11.1. Sugestões de caráter genérico

#### 11.1.1. Novos indicadores

Sugere-se que seja criado um Grupo de Trabalho no âmbito dos Comitês PCJ para discutir e avaliar a necessidade de se elaborar um Relatório de Situação nos moldes do atual complementarmente à nova metodologia de elaboração de relatórios de situação dos recursos hídricos proposta pelo Comitê Coordenador do Plano Estadual de Recursos Hídricos – CORHI. Esta nova metodologia é baseada no modelo **FPEIR (Força-Motriz-Pressão-Estado-Impacto-Resposta)** utilizado pela Agência Ambiental Européia (EEA) na elaboração de seus relatórios de Avaliação do Ambiente Europeu, e propicia a compreensão dos problemas e fenômenos urbano-ambientais por meio da identificação e caracterização de indicadores ambientais e suas relações com os diferentes recursos ambientais envolvidos (ar, água, solo, biodiversidade e ambiente construído), configurando a chamada **Matriz FPEIR**.

#### 11.1.2. Conteúdo

Recomenda-se que os termos de referência para os próximos Relatórios de Situação das Bacias PCJ sejam mais simples, contendo o mínimo previsto na Lei Estadual nº 7.663/91, cujos temas abordados fornecem subsídios diretos para uma visão temporal da evolução dos esforços de aplicação dos recursos financeiros, tanto da cobrança (Estadual e Federal) como do FEHIDRO. Sugere-se também que os parâmetros contemplados no Plano Nacional de Recursos Hídricos também sejam considerados nos Relatórios de Situação futuros.

### 11.2. Sugestões de caráter específico

#### 11.2.1. Municípios parcialmente inseridos nas Bacias PCJ

No presente Relatório de Situação, uma das dificuldades encontradas foi com relação ao estabelecimento de critérios que permitissem a inserção, na compilação dos dados, de municípios parcialmente inseridos nas Bacias PCJ, como por exemplo, Itirapina, Socorro, Mogi-Mirim, Serra Negra, Cabreúva e Mairiporã. Sugere-se que em relatórios futuros sejam avaliados os diferentes níveis de comprometimento dos municípios que possuem áreas parcialmente contidas territorialmente nas Bacias PCJ.

### 11.2.2. Coleta de Informações nos municípios (questionários)

Sugere-se aos Comitês PCJ a realização de campanhas de divulgação sobre a importância dos Relatórios de Situação como instrumento de gestão dos recursos hídricos nas Bacias PCJ bem como a iniciativa de promover a realização de cursos específicos de organização de dados sobre os temas: Recursos Hídricos, Saneamento, Meio Ambiente e Investimentos. Sugere-se, então, que a metodologia utilizada para coletar as informações municipais esteja vinculada com o Programa de Gestão Municipal desenvolvido pelo CEPAM, a fim de que as informações sejam disponibilizadas com maior consistência, para, com isso, melhorar e incorporar nos trabalhos a participação dos técnicos municipais na coleta de informações secundárias a serem inseridas nos Relatórios de Situação.

### 11.2.3. Qualidade da água

Apesar do importante trabalho realizado pela CETESB/FEAM nos Estados de São Paulo e Minas Gerais, também seria interessante um monitoramento específico para a gestão dos recursos hídricos através de uma parceria entre a Agência/Consórcio PCJ com a CETESB/FEAM. Este monitoramento consistiria, em sua primeira fase, no monitoramento da qualidade da água na foz de cada Sub-Bacia do Rio Piracicaba e na foz das Bacias dos Rios Capivari e Jundiaí, monitorando os índices físicos, químicos, microbiológicos, resíduos agroquímicos e metais pesados, além da vazão dos rios. Nesta primeira fase, sugere-se uma periodicidade semestral das análises (período seco e período úmido).

### 11.2.4. Saneamento

Quanto aos dados de saneamento, a sugestão é que sejam mantidos os indicadores do SNIS, cujas metodologias são simples e explicativas. Des-

sa maneira, os municípios que utilizam metodologias mais complexas, poderiam adaptá-las ao SNIS.

### 11.2.5. Resíduos sólidos

A localização geográfica exata (polígono georreferenciado) do corpo do Aterro Controlado/Sanitário de cada um dos municípios inseridos na área territorial das Bacias PCJ é de fundamental importância para a definição do grau de risco de contaminação dos solos de fundação do aterro e das águas subterrâneas e superficiais. Em função da inexistência da disponibilidade desses dados cartografados em plantas planialtimétricas adequadas em escala apropriada, sugere-se que a CETESB disponibilize os seus arquivos para que esses dados possam ser analisados e trabalhados dentro de um projeto específico para cadastramento de todos os locais de disposição de resíduos sólidos das Bacias PCJ.

### 11.2.6. Investimentos

Sugere-se que o esforço dos municípios e das empresas na organização dos valores de investimentos por tema (Recursos Hídricos, Saneamento e Meio Ambiente) seja recompensado com a priorização de verbas do FEHIDRO e da Cobrança no âmbito dos Comitês PCJ.

### 11.2.7. Banco de dados

Sugere-se que a metodologia proposta nesse Relatório das três formas de armazenamento e consulta dos dados obtidos tenha continuidade nos próximos relatórios, colaborando para a elaboração de um Relatório de Situação dinâmico e de constante atualização. Para tal, deve-se orientar o manuseio correto do Banco de Dados Georreferenciados (BDG), promovendo a capacitação dos usuários através da realização de oficinas e cursos, para que o Banco de Dados passe a ser uma ferramenta importante da gestão dos Recursos Hídricos.



## 12. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **Cadastro Nacional de Usuários de Recursos Hídricos (CNARH)**. 2005.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **Boletins de Monitoramento do Sistema Cantareira**. 2004, 2005 e 2006.
- BANCO DE DADOS DO SISTEMA ÚNICO DE SAÚDE (SUS). Disponível em: <[www.datasus.gov.br](http://www.datasus.gov.br)>, acesso em 03 de março de 2007.
- CANASAT – INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). Disponível em: <[www.dsr.inpe.br/mapdsr/](http://www.dsr.inpe.br/mapdsr/)>, acesso em 17 de maio de 2007.
- CENTRO DE VIGILÂNCIA EPIDEMIOLÓGICA (CVE). Disponível em: <[www.cve.saude.sp.gov.br](http://www.cve.saude.sp.gov.br)>, acesso em 02 de março de 2007.
- CETEC. Centro Tecnológico da Fundação Paulista. **Relatório de Situação dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí - 1999**. Lins, 2000.
- CETESB. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. **Relatório de qualidade do ar no Estado de São Paulo 2005**. São Paulo, 2006
- CETESB. **Relatório de qualidade das águas interiores no Estado de São Paulo 2006**. São Paulo: CETESB, 2007.
- CETESB. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. Inventário: resíduos sólidos 2005. São Paulo: SMA; 2006.
- CETESB. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. **Relatório de Estabelecimento de Valores Orientadores para Solos e Águas Subterrâneas no Estado de São Paulo**. CETESB; 2001.
- CETESB. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. **Relatório de Áreas Contaminadas**. São Paulo: CETESB, 2004.
- CETESB. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. Relatório de Acidentes com Cargas Perigosas. Disponível em: <[www.cetesb.sp.gov.br](http://www.cetesb.sp.gov.br)>, acesso em 31 de Janeiro de 2007.
- COMITÊ DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS PIRACICABA, CAPIVARI E JUNDIAÍ. **Relatório de Situação, denominado “Relatório Zero”**. São Paulo: DAEE, 1999.
- COMITÊ DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS PIRACICABA, CAPIVARI E JUNDIAÍ. **Relatório de situação dos recursos hídricos, 2002**. São Paulo: DAEE; 2003.
- COMITÊ DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS PIRACICABA, CAPIVARI E JUNDIAÍ. Disponível em: <[www.comitepcj.sp.gov.br](http://www.comitepcj.sp.gov.br)>, acesso em 04 de dezembro de 2006.

- COMPANHIA DE SANEAMENTO BÁSICO DO ESTADO DE SÃO PAULO (SABESP). Disponível em: <www.sabesp.com.br>, acesso em 6 de março de 2007.
- COMPANHIA DE SANEAMENTO DE MINAS GERAIS (COPASA). Disponível em: <www.copasa.com.br>, acesso em 13 de julho de 2007.
- COORDENADORIA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA INTEGRAL (CATI). Disponível em: <www.cati.sp.gov.br>, acesso em 4 de julho de 2007.
- COPLAENGE PROJETOS DE ENGENHARIA LTDA. **Plano das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí, 2000 – 2003**. São Paulo, 2000.
- DAEE. Departamento de Águas e Energia Elétrica. **Balanço Hídrico para o Estado de São Paulo**. DAEE, 1999.
- DAEE. Departamento de Águas e Energia Elétrica. **Método da Regionalização das Vazões**. DAEE, 1991.
- DE LUCA, M. M. M. **Demonstração do valor adicionado do cálculo da riqueza criada pela empresa ao valor do PIB**. São Paulo: Atlas, 1998.
- DRENATEC. **Cadastro Estadual dos Recursos Hídricos na Bacia dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí (PCJ)**. 2007.
- EMPRESA BRASILEIRA DE INFRA-ESTRUTURA AEROPORTUÁRIA (INFRAERO). Disponível em: <www.infraero.gov.br>, acesso em 20 de Junho de 2007.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). Disponível em: <www.embrapa.gov.br>, acesso em 16 de fevereiro de 2007.
- FCTH. Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica. **Regionalização hidrológica do Estado de São Paulo - 1994**. São Paulo: DAEE.
- GOLFARI, L. **Zoneamento ecológico do Estado de Minas Gerais para reflorestamento**. Belo Horizonte: Centro de Pesquisa Florestal da Região do Cerrado, 1975.
- GRAPROHAB. GRUPO DE ANÁLISE E APROVAÇÃO DE PROJETOS HABITACIONAIS. Disponível em: <www.habitacao.sp.gov.br>, acesso em 15 de março de 2007.
- IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Pesquisa Nacional de Saneamento Básico. PNSB, 2000. Disponível em: <www.ibge.gov.br>, acesso em 10 de Abril de 2007.
- IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo agropecuário**. Secretaria de Planejamento da Presidência da República. Rio de Janeiro. 1970 a 1996.
- IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo demográfico 2000. Características da população e dos domicílios: resultados do universo**. Rio de Janeiro: Ministério de Planejamento, Orçamento e Gestão, 2001.
- IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios**. Rio de Janeiro. 2002.
- IF. INSTITUTO FLORESTAL. Disponível em: <www.iflorestal.sp.gov.br>, acesso em 24 de Janeiro de 2007.

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS (IGAM). Disponível em: <[www.igam.mg.gov.br](http://www.igam.mg.gov.br)>, acesso em 13 de abril de 2007.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS. Divisão de Minas e Geologia Aplicada. **Mapa geomorfológico do Estado de São Paulo**. São Paulo: IPT, 1981.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS. Instituto de Pesquisas Tecnológicas. Divisão de Minas e Geologia Aplicada. **Mapa geológico do Estado de São Paulo**. São Paulo: IPT, 1981.

IRRIGART – Engenharia & Consultoria em Recursos Hídricos e Meio Ambiente Ltda. **Relatório de Situação dos Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí. Piracicaba – 2000 a 2003**. Piracicaba, 2005.

MINISTÉRIO DAS CIDADES. Disponível em: <[www.cidades.gov.br](http://www.cidades.gov.br)>, acesso em 30 de julho de 2007.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). Disponível em: <[www.mma.gov.br](http://www.mma.gov.br)>, acesso em 18 de junho de 2007.

NIMER, E. **Climatologia do Brasil**. Rio de Janeiro: Secretaria de Planejamento da Presidência da República, Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Diretoria de Geociências, Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. 2 ed. 1989.

OLIVEIRA, et al. **Mapa pedológico do Estado de São Paulo**: legenda expandida. Campinas/Rio de Janeiro: Instituto Agrônomo/Embrapa, 1999.

SABESP - Saneamento Básico do Estado de São Paulo. **Características Físicas dos Reservatórios Atibainha, Cachoeira e Jaguari-Jacareí**. São Paulo: SABESP, 2004.

SEADE. FUNDAÇÃO SISTEMA ESTADUAL DE ANÁLISE DE DADOS. Disponível em: <[www.seade.gov.br](http://www.seade.gov.br)>, acesso em 10 de janeiro de 2007.

SECRETARIA DE VIGILÂNCIA EM SAÚDE (SVS). Disponível em: <[www.saude.gov.br/svs](http://www.saude.gov.br/svs)>, acesso em 02 de março de 2007.

SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE DO ESTADO DE SÃO PAULO (SMA). Disponível em: <[www.ambiente.sp.gov.br](http://www.ambiente.sp.gov.br)>, acesso em 18 de junho de 2007.

SHS CONSULTORIA E PROJETOS DE ENGENHARIA LTDA. **Plano das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí, 2004- 2007**. São Carlos

SISTEMA INTEGRADO DE GERENCIAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS (SIGRH). Disponível em: <[www.sigrh.sp.gov.br](http://www.sigrh.sp.gov.br)>, acesso em 15 de Maio de 2007.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO – SNIS. Disponível em <[www.snis.gov.br](http://www.snis.gov.br)>. Acesso em 25/04/07.

SOUZA, S. M. T. **Disponibilidades Hídricas Subterrâneas no Estado de Minas Gerais**. Belo Horizonte: COPASA, 1995.