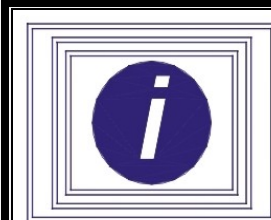


**PLANO DE GERENCIAMENTO INTEGRADO PARA  
REMEDIÇÃO E PROTEÇÃO DOS RECURSOS  
HÍDRICOS DA SUB-BACIA DO ATIBAIA COM  
ÊNFASE NO RESERVATÓRIO DE SALTO GRANDE –  
AMERICANA - SP.**



**RELATÓRIO FINAL**

**REALIZAÇÃO**



***iRRIGART***

Engenharia e Consultoria em  
R. Hídricos e M. Ambiente Ltda

**Piracicaba  
DEZEMBRO/2006**



## **INDICE GERAL**

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>1</b>
<b>2. OBJETIVO .....</b>	<b>2</b>
<b>3. DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO.....</b>	<b>3</b>
<b>4. PRINCIPAIS ASPECTOS DO RESERVATÓRIO DE SALTO GRANDE .....</b>	<b>4</b>
4.1.    Parâmetros Físicos e Químicos do Reservatório de Salto Grande .....	4
4.2.    Caracterização do Entorno Imediato .....	1
4.3.    Uso e ocupação do entorno do reservatório .....	1
4.3.1.    Margem direita .....	1
4.3.2.    Margem esquerda .....	3
4.3.3.    Plano Diretor de Reflorestamento – Área do entorno do reservatório .....	4
<b>5. COMPARTIMENTAÇÃO DA BACIA CONTRIBUINTE - RIO ATIBAIA .....</b>	<b>10</b>
5.1.    Alto Curso do Rio Atibaia .....	10
5.2.    Médio Curso do Rio Atibaia:.....	13
5.3.    Baixo Curso do Rio Atibaia .....	17
5.4.    Uso e Ocupação do Solo .....	23
5.5.    Disponibilidade hídrica Superficial .....	25
5.5.1.    Pluviometria .....	26
5.5.2.    Regime de vazões médias e mínimas mensais nos anos de 2002 e 2003.....	27
5.6.    Qualidade das águas superficiais do rio Atibaia. ....	32
5.6.1.    Identificação e localização dos postos de amostragem.....	32
5.6.2.    Análise histórica bimestral de Fósforo total e Nitrogênio Amomiacal relacionado com Vazões do ano de 2005.....	35
5.6.3.    Análise bimestral de DBO <sub>5,2</sub> e OD relacionado com Vazões do ano de 2005. ....	37
5.6.4.    Análise bimestral de coliforme termotolerante relacionado com vazão do ano de 2005 .....	39
5.6.5.    Índice de qualidade das águas – IQA .....	41
5.6.6.    Evolução IQA médio no rio Atibaia. ....	42
5.6.7.    Índice de qualidade das águas brutas (abastecimento publico) - IAP .....	44
5.6.8.    Índice de qualidade de água para proteção da vida aquática - IAV.....	50
5.6.9.    Simulação da Qualidade das águas -Plano de Bacias 2004/2007 .....	60
5.6.10.    Tendências de Qualidade da Água.....	61
5.7.    Usos dos recursos hídricos .....	62
5.7.1.    Aspectos Metodológicos .....	62



5.7.1.1	Vazões Cadastradas para a bacia do rio Atibaia e pelos usos diversos.....	63
5.7.1.2	Uso industrial.....	67
5.7.1.3	Vazões estimadas para abastecimento público e projeções futuras.....	68
5.7.1.4	Uso da água para geração de energia da Usina de Salto Grande.....	70
5.8.	Fontes de Poluição.....	71
5.8.1.	Cargas poluidoras de origem industrial .....	72
5.8.2.	Cargas Poluidoras de origem Doméstica.....	72
5.8.3.	Resumo do Diagnóstico do saneamento das cidades com influência na Bacia do Atibaia. ....	78
5.8.4.	Poluição de origem Difusa .....	84
5.8.4.1	Impactos da Poluição Difusa .....	87
5.8.4.2	Modelos de Poluição Difusa .....	87
5.9.	A Floresta e a Água.....	88
5.9.1.	Atenuação dos picos de vazão .....	91
5.9.2.	Ciclagem de nutrientes .....	91
5.9.3.	Influência da qualidade na água .....	92
5.9.4.	Diagnostico Vegetação Remanescente da Bacia do Atibaia .....	92
5.10.	Aspectos Sócio Econômicos .....	95
5.10.1.	Grau de Urbanização .....	95
5.10.2.	Condições de Vida .....	96
5.10.3.	Condições Gerais de Saneamento Básico .....	97
5.10.4.	Serviços de Saúde .....	98
5.10.5.	Educação .....	100
5.10.6.	Aspectos Econômicos.....	101
5.11.	Represa Bairro da Usina – Atibaia.....	103
<b>6.</b>	<b>IMPACTO SOBRE O RESERVATÓRIO DE SALTO GRANDE.....</b>	<b>106</b>
6.1.	Eutrofização dos corpos d'água .....	106
6.1.1.	Conceituação e consequência do fenômeno .....	106
6.1.2.	Problemas da eutrofização .....	106
6.1.3.	Graus de trofia .....	108
6.1.4.	Nutriente limitante .....	110
6.1.5.	Estimativa da carga de fósforo afluente a um lago ou represa.....	110
6.2.	Macrófitas Aquáticas .....	111
6.2.1.	Presença de Macrófitas no reservatório. ....	112
6.3.	Cianobacterias .....	114
6.3.1.	Doenças de veiculação hídrica .....	116

6.3.2.	Impossibilidade de Usos Múltiplos .....	121
<b>7.</b>	<b>METAS E AÇÕES PARA A APLICAÇÃO DO PLANO DE GESTÃO .....</b>	<b>124</b>
<b>8.</b>	<b>SÍNTESE DO DESENVOLVIMENTO DE PROGRAMAS.....</b>	<b>126</b>
8.1.	Avaliação e divulgação da qualidade da água do reservatório. (M.1).....	126
8.2.	Advertência ao Usuário. (M.2).....	126
8.3.	Diagnóstico da Pesca Profissional.(M.3).....	127
8.4.	Coleta e Tratamento de Efluentes. (M.4) .....	127
8.5.	Avaliação da Eficiência das ETEs (M.5) .....	127
8.5.1.	Tratamento Terciário nas ETEs do Baixo Curso (Polimento Final) (M.5)	128
8.6.	Controle de Poluição Difusa.(M.6.) .....	128
8.6.1.	Difusão e Incentivo a Construção de Sistemas Domésticos de Amortecimento das Águas de Enxurradas (M.6.) .....	129
8.6.2.	Conservação e Manejo dos Solos (M.6.) .....	129
8.6.3.	Recomposição Florestal de APP's (M.7.) .....	131
8.7.	Estudos Complementares Reservatório Bairro da Usina (M.8) .....	132
8.8.	Incorporação do Plano Diretor de Reflorestamento Visando a Produção de Água nas Bacias PCJ, na área de contribuição do Reservatório de Salto Grande.(M.9,M.10, M.11 e M.12) .....	132
8.9.	Incorporação do Plano de Bacias PCJ 2004/2007 na área de contribuição do Reservatório de Salto Grande. (1.06, 1.14, 1.15, 3.01,3.04, 4.03, 6.03 e 7.02).....	134
<b>9.</b>	<b>CUSTOS ENVOLVIDOS.....</b>	<b>142</b>
9.1.	Plano de Gestão Integrada para Remediação da Bacia do Rio Atibaia.....	142
9.2.	Plano Diretor de Reflorestamento visando a produção de água nas bacias PCJ	142
9.3.	Plano de Bacias .....	143
9.4.	Resumo dos Valores .....	143
<b>10.</b>	<b>CONCLUSÃO .....</b>	<b>145</b>
<b>11.</b>	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>146</b>





## **INDICE DE FIGURAS**

Figura 3.1. Roteiro de desenvolvimento do Trabalho.....	3
Figura 4.1. Proposta de Zoneamento do uso do solo na Pós-Represa. Fonte: P.M. Americana.....	2
Figura 4.2. Expansão das áreas urbanas do município de Americana-SP.....	3
Figura 4.3. Ocupação por condomínios da margem esquerda do reservatório. Agosto 2006.....	4
Figura 4.4. Mapa com as delimitações das diferentes áreas de Preservação Permanente no Reservatório de Salto Grande. Fonte: CPFL/ESALQ (2002). ....	6
Figura 4.5. Apresentação das diferentes situações ambientais encontradas no Reservatório. Fonte: CPFL/ESALQ,2002. ....	7
Figura 5.1. Divisão compartimentada da bacia do Rio Atibaia. ....	10
Figura 5.2. Predominância da paisagem no alto Atibaia. Topografia mais acidentada, alto índice de remanescentes florestais e fontes de poluição de baixa significância. ....	11
Figura 5.3. Evolução do processo de eutrofização em uma represa com ocupação por matas e florestas. Fonte: Von Sperling, 1996. ....	12
Figura 5.4. Uso e ocupação do solo no Alto curso do Rio Atibaia. ....	13
Figura 5.5. Cultivos anuais em áreas de elevadas declividades e reflorestamento com eucalipto, no médio curso do Atibaia. ....	14
Figura 5.6. Evolução do processo de eutrofização em uma represa com ocupação por agricultura. Fonte: Von Sperling, 1996. ....	15
Figura 5.7. Uso e Ocupação do Solo no Médio curso do Atibaia. ....	15
Figura 5.8 Predominância da paisagem com áreas altamente urbanizadas. ....	17
Figura 5.9. Evolução do processo de eutrofização em uma represa com ocupação. Fonte: Von Sperling, 1996. ....	18
Figura 5.10. Imagem de Satélite compreendendo o Reservatório de Salto Grande e a área urbana em seu entorno.....	19
Figura 5.11. Mapa de Uso e Ocupação do solo no Baixo curso do Rio Atibaia. ....	20
Figura 5.12. Comportamento das três divisões da Bacia do Rio Atibaia quanto aos parâmetros Tratamento de esgotos, Densidade Populacional, Carga Orgânica Potencial e Carga Orgânica Remanescente.....	21
Figura 5.13. Remanescentes Florestais no Alto, Médio e Baixo curso do Rio Atibaia caracterização geral da bacia do rio atibaia. ....	22
Figura 5.14. Uso e cobertura do solo na bacia hidrográfica do rio Atibaia. ....	23
Figura 5.15. Uso e cobertura do solo nas bacias hidrográficas PCJ. ....	24
Figura 5.16. Uso e cobertura do solo na bacia hidrográfica do rio Atibaia. ....	25
Figura 5.17. Localização da bacia do Rio Atibaia em relação à bacia dos Rios Piracicaba,Capivari e Jundiá (UGRHI – 5). ....	25

Figura 5.18. Precipitações médias mensais (mm) - sub-bacia do rio Atibaia. ....	27
Figura 5.19. Fluxogramas para estimativa das vazões médias e mínimas mensais para a bacia hidrográfica do Rio Atibaia. ....	28
Figura 5.20. Fluviogramas das descargas médias e mínimas mensais estimadas, para a Bacia do Rio Atibaia. ....	29
Figura 5.21 – Regiões hidrológicamente homogêneas no Estado de São Paulo (DAEE, 1988, 1994). ....	30
Figura 5.22. Regiões hidrológicamente semelhantes quanto ao parâmetro C no Estado de São Paulo (DAEE, 1988, 1994). ....	30
Figura 5.23. Croqui e Registro Fotográfico do ponto ATIB 02065 – Rio Atibaia; Foto: Relatório de Águas Interiores do estado de São Paulo. CETESB 2005. ....	33
Figura 5.24. Mapa esquemático da bacia PCJ (Cetesb, 2005). ....	33
Figura 5.25. Mapa esquemático contendo os principais corpos de água, municípios e a localização dos postos de amostragem. (CETESB, 2005). ....	34
Figura 5.26. Relação de Fósforo total e Nitrogênio Amoniacal com a vazão de 2005. (A) Posto ATIB02010 – (B) ATIB02065 – (C) ATIB02605. ....	36
Figura 5.27. DBO <sub>5,2</sub> e OD relacionado com vazão dos três pontos da rede básica de monitoramento e em dois postos que tem sua foz no Atibaia, (PINO03900 e NUMA04900), no ano de 2005. ....	38
Figura 5.28. Concentração de coliforme termotolerantes relacionado com vazão dos três pontos da rede básica de monitoramento e em dois postos que tem sua foz no Atibaia, (PINO03900 e NUMA04900), no ano de 2005. ....	41
Figura 5.29. IQA médio de 2000 até 2005 dos três pontos da rede básica de monitoramento realizado pela CETESB. ....	42
Figura 5.30. IQA médio do ano 2000 até 2005 do posto de monitoramento ATIB02010 ..... 43	43
Figura 5.31. IQA médio do ano 2000 até 2005 do posto de monitoramento ATIB02065. .... 43	43
Figura 5.32. IQA médio do ano de 2000 até 2005 do posto de monitoramento ATIB02605. .... 44	44
Figura 5.33. IAP relacionado com as vazões do Rio Atibaia no ano de 2002. (A) Posto ATIB02010 – (B) ATIB02065 – (C) ATIB02605. .... 46	46
Figura 5.34. IAP relacionado com as vazões do Rio Atibaia no ano de 2003. (A) Posto ATIB02010 – (B) ATIB02065 – (C) ATIB02605. .... 47	47
Figura 5.35. IAP relacionado com as vazões do Rio Atibaia no ano de 2004. (A) Posto ATIB02010 – (B) ATIB02065 – (C) ATIB02605. .... 48	48
Figura 5.36. IAP relacionado com as vazões do Rio Atibaia no ano de 2005. (A) Posto ATIB02010 – (B) ATIB02065 – (C) ATIB02605. .... 49	49
Figura 5.37. IAV relacionado com as vazões do Rio Atibaia no ano de 2002. (A) Posto ATIB02010 – (B) ATIB02065 – (C) ATIB02605. .... 51	51
Figura 5.38. IAV relacionado com as vazões do Rio Atibaia no ano de 2003. (A) Posto ATIB02010 – (B) ATIB02065 – (C) ATIB02605. .... 52	52
Figura 5.39. IAV relacionado com as vazões do Rio Atibaia no ano de 2004. (A) Posto ATIB02010 – (B) ATIB02065 – (C) ATIB02605. .... 53	53

Figura 5.40. IAV relacionado com as vazões do Rio Atibaia no ano de 2005. (A) Posto ATIB02010 – (B) ATIB02065 – (C) ATIB02605. ....	54
Figura 5.41. IET relacionado com as vazões do Rio Atibaia no ano de 2002. (A) Posto ATIB02010 – (B) ATIB02065 – (C) ATIB02605. ....	56
Figura 5.42. IET relacionado com as vazões do Rio Atibaia no ano de 2003. (A) Posto ATIB02010 – (B) ATIB02065 – (C) ATIB02605. ....	57
Figura 5.43. IET relacionado com as vazões do Rio Atibaia no ano de 2004. (A) Posto ATIB02010 – (B) ATIB02065 – (C) ATIB02605. ....	58
Figura 5.44. IET relacionado com as vazões do Rio Atibaia no ano de 2004. (A) Posto ATIB02010 – (B) ATIB02065 – (C) ATIB02605. ....	59
Figura 5.45. Resultado da Simulação na Foz do Rio Atibaia.....	60
Figura 5.46. Vazões totais de usos na bacia do Rio Atibaia.....	65
Figura 5.47. Estimativa da captação de água para abastecimento público em 2020 para a bacia hidrográfica do Rio Atibaia. ....	70
Figura 5.48. Usina Hidroelétrica de Salto Grande – Rio Atibaia – CPFL.....	70
Figura 5.49. Vista geral do reator na ETE Estoril de Atibaia.....	73
Figura 5.50. Em A, vista geral da ETE Anhumas, em B Córrego Anhumas após drenar a área urbana de Campinas. ....	75
Figura 5.51. Detalhe das Lagoas Facultativas da ETE de Janirú.....	76
Figura 5.52. Detalhe da Lagoa da ETE de Nazaré Paulista. ....	76
Figura 5.53. Detalhe de parte da ETE de Valinhos: reator anaeróbio enterrado (A) e o floculador (B).....	77
Figura 5.54. Detalhe do Sedimentador (A), Tanques Aeróbios (B) e lançamento do efluente no Pinheiro (C). ....	78
Figura 5.55. Estimativas de Lançamento de Carga Orgânica nos finais dos Prazos do Plano de Bacias. ....	82
Figura 5.56. Estimativas de Carga Remanescente para o ano de 2007 na Bacia do Atibaia.....	84
Figura 5.57. Ciclo Hidrológico.....	89
Figura 5.58. Relação da porcentagem de vegetação remanescente com área dos municípios paulistas na Bacia do Atibaia.....	95
Figura 5.59. Reservatório Bairro da Usina vazio. Fonte: acervo PM Atibaia.....	103
Figura 6.1. Presença de macrófitas nas bordas do reservatório isolando banhistas das águas abertas. ....	113
Figura 8.1. Micro bacias Prioritárias para a Produção de Água na Sub-bacia Atibaia. ....	133
Figura 9.1. Estimativas de custo com o Plano de Gestão Integrada da Bacia do Rio Atibaia.....	142
Figura 9.2. Estimativas de custo com o Plano de Gestão Integrado da Bacia do Rio Atibaia.....	143
Figura 9.3. Comparativo entre os investimento para os diferentes planos.....	144

## INDICE DE QUADROS

Quadro 4.1. Características Limnológicas do Reservatório de Salto Grande.....	1
Quadro 4.2. Sedimentação bruta e líquida no Reservatório de Salto Grande.....	1
Quadro 4.3. Situações ambientais identificadas no entorno da Represa de Salto Grande, em Americana, SP. ....	5
Quadro 4.4. Ocupação da área do entorno da represa de Salto Grande.....	8
Quadro 5.1. Uso e Cobertura do Solo nas Bacias Hidrográficas PCJ.....	24
Quadro 5.2. Bacia hidrográfica do Rio Atibaia.....	26
Quadro 5.3. Parâmetros fisiográficos e hidrológicos da bacia do Rio Atibaia. ....	26
Quadro 5.4. Precipitações pluviiais, em mm. ....	26
Quadro 5.5. Valores estimados das vazões médias e mínimas mensais pelo método proposto —bacia do Rio Atibaia.....	29
Quadro 5.6. Estimativa das vazões pelo método da regionalização hidrológica para a bacia do Rio Atibaia. ....	31
Quadro 5.7. Vazões totais para a bacia do rio Atibaia.....	31
Quadro 5.8. Descrição dos pontos extraídos do relatório de águas interiores do estado de São Paulo realizado pela CETESB.....	34
Quadro 5.9. Sumário dos resultados obtidos para a Bacia do Rio Atibaia. ....	61
Quadro 5.10. Resumo das vazões (m <sup>3</sup> /s) cadastradas na bacia do rio Atibaia.....	65
Quadro 5.11. Estimativa de consumo de água para o abastecimento público para 2003. ....	68
Quadro 5.12. Estimativa de demandas de água para o abastecimento público para 2010 e 2020, mantendo-se o consumo <i>per capita</i> atual.....	69
Quadro 5.13. Estimativa de consumo de água para o abastecimento público em 2003, 2010 e 2020, considerando-se o consumo <i>per capita</i> médio para 200 L/hab.dia. ....	69
Quadro 5.14. Lançamentos de efluentes líquidos na bacia hidrográfica do Rio Atibaia (m <sup>3</sup> /s).....	71
Quadro 5.15. Carga poluidora de origem orgânica industrial da bacia do Rio Atibaia. ....	72
Quadro 5.16. Carga poluidora de origem orgânica doméstica da bacia do Rio Atibaia. ....	72
Quadro 5.17. Nome ETE's, vazão, sistema, carga orgânica potencial e remanescente.....	74
Quadro 5.18. Prazos, períodos e metas contidas no Plano de Bacias.....	79
Quadro 5.19. Situação Atual do Tratamento de Esgoto na Bacia do Atibaia. ....	80
Quadro 5.20. Situação do Tratamento de Esgoto na Bacia do Atibaia 2007 - Estimativa do Plano de Bacias PCJ. ....	80
Quadro 5.21. Situação do Tratamento de Esgoto na Bacia do Atibaia 2011 - Estimativa do Plano de Bacias PCJ. ....	81
Quadro 5.22. Situação do Tratamento de Esgoto na Bacia do Atibaia 2014 - Estimativa do Plano de Bacias PCJ. ....	81

Quadro 5.23. Situação do Tratamento de Esgoto na Bacia do Atibaia 2025 - Estimativa do Plano de Bacias PCJ. ....	82
Quadro 5.24. Situação do Tratamento de Esgoto na Bacia do Atibaia 2007 - Estimativa a partir das visitas realizadas a campo. ....	83
Quadro 5.25. Diferentes municípios, a vegetação remanescente e sua condição de fragmentação em classes de superfície. ....	94
Quadro 5.26. População Urbana, Rural e Total dos municípios que integram a bacia do Rio Atibaia. ....	96
Quadro 5.27. Índice de Desenvolvimento Humano Municipal nos municípios integrantes da Bacia do Rio Atibaia. ....	97
Quadro 5.28. Condições gerais de atendimento a coleta de lixo dos municípios integrantes da Bacia do Rio Atibaia. ....	98
Quadro 5.29. Situação dos serviços de Saúde nos município integrantes da Bacia do Atibaia. ....	99
Quadro 5.30. Número de matrículas nos município integrantes da Bacia do Atibaia. ....	100
Quadro 5.31. Número de estabelecimentos de ensino nos município integrantes da Bacia do Atibaia. ....	100
Quadro 5.32. Importância de cada setor quanto à oferta de empregos existentes. ....	101
Quadro 5.33. Números de estabelecimentos divididos por setor nos município integrantes da Bacia do Atibaia. ....	102
Quadro 6.1. Caracterização trófica de lagos e reservatórios. ....	109
Quadro 6.2. Faixas aproximadas de valores de fósforo total para os graus de trofia. ....	109
Quadro 6.3. Contribuições unitárias de fósforo típicas. ....	111
Quadro 8.1. Proposição de Metas e Ações para a implantação do Plano Integrado na Sub-bacia Atibaia. ....	136
Quadro 8.2. Metas e Ações determinadas pelo Plano Diretor de Reflorestamento, visando a Produção de Água nas Bacias PCJ. ....	138
Quadro 8.3. PDC's constantes no Plano de Bacias – Sub-Bacia do Atibaia. ....	140
Quadro 9.1. Comparação entre os valores encontrados para cada Plano. ....	143



**PLANO DE GERENCIAMENTO INTEGRADO PARA A REMEDIAÇÃO E PROTEÇÃO DOS  
RECURSOS HÍDRICOS DA SUB BACIA DO ATIBAIA COM ÊNFASE NO  
RESERVATÓRIO DE SALTO GRANDE.**

**RELATÓRIO FINAL**

**1. INTRODUÇÃO**

De acordo com o contrato nº 9880030 DAEE, o Departamento de Águas e Energia Elétrica do Estado de São Paulo firmou o termo com a IRRIGART - Engenharia e Consultoria em Recursos Hídrico e Meio Ambiente Ltda, para a execução de um Plano de Gerenciamento Integrado para Remediação e Proteção dos Recursos Hídricos da Sub Bacia do Atibaia com ênfase no Reservatório de Salto Grande, localizado em Americana.

Além do DAEE os trabalhos desenvolvidos foram acompanhados e interagidos com a Câmara Técnica de Saúde Ambiental do CBH-PCJ e PCJ Federal e demais parcerias, inclusive com outras Câmaras Técnicas dos Comitês Estadual e Federal das Bacias Hidrográficas dos rios PCJ.

No Termo de Referencia para contratação de empresa consultora, o estudo foi dividido em duas etapas. A 1ª Etapa refere-se à consolidação das informações atualmente disponíveis, com a elaboração de um relatório de avaliação da viabilidade de implantação das ações propostas que constarem dos documentos acima referidos. A 2ª Etapa já desenvolve os trabalhos para a elaboração do Plano propriamente dito, em função dos problemas diagnosticados na 1ª Etapa do trabalho. As ações e metas apresentadas no plano foram baseadas na experiência da equipe técnica da Irrigart e também através de sugestões dos entes envolvidos no processo de gestão dos recursos hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Atibaia.

## 2. OBJETIVO

O objetivo desse Relatório refere-se à consolidação de informações existentes sobre o Reservatório de Salto Grande, assim como sua bacia hidrográfica de contribuição condição necessária para se concluir os trabalhos conforme estipulado no Termo de Referencia para elaboração do Plano, fornecendo subsídios para a elaboração do Plano de Gerenciamento Integrado.

Paralelamente ao Plano de Gerenciamento Integrado, objetivou-se realizar uma compilação de todos os dados disponíveis no meio técnico e acadêmico sobre a Bacia do Atibaia, gerando uma caracterização ambiental básica.

Dentro deste trabalho também foi feita uma estruturação de um Banco de Dados Georreferenciado, contendo as informações do meio físico, biótico e sócio-econômico, de uso e ocupação do solo, qualidade da água, dentre outras informações utilizadas no decorrer do presente estudo.

### 3. DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO

Como já citado anteriormente, o trabalho foi dividido em duas partes distintas, sendo a primeira contendo uma compilação dos diversos trabalhos envolvendo a Bacia Hidrográfica do Rio Atibaia e principalmente sobre o Reservatório de Salto Grande. Estes trabalhos foram levantados tanto nas esferas técnicas (relatórios de situação, planos diretores, estudos) como na esfera acadêmica (teses, dissertações, monografias, artigos) visando uma compreensão holística da problemática existente na Bacia do Atibaia, que atinge o seu ápice na foz da Bacia, isto é, no Reservatório de Salto Grande.

A partir de todo o conhecimento adquirido na 1ª Fase do projeto, foi possível a identificação dos principais problemas, suas conseqüências e, assim, definir as ações prioritárias para remediação da Bacia do Atibaia.

O Plano de Gerenciamento Integrado ataca dois “sistemas” distintos: o Reservatório de Salto Grande e o Reservatório do Bairro da Usina, no município de Americana e Atibaia, respectivamente.

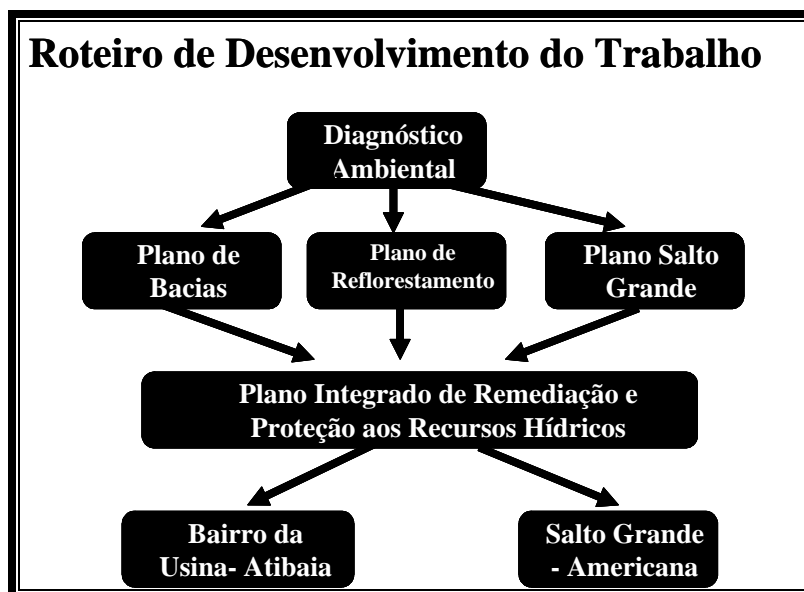


Figura 3.1. Roteiro de desenvolvimento do Trabalho.

#### **4. PRINCIPAIS ASPECTOS DO RESERVATÓRIO DE SALTO GRANDE**

O reservatório de Salto Grande, localizado no Município de Americana, Estado de São Paulo, foi construído entre os anos 1940 e 1949, com a finalidade de aproveitamento hidrelétrico pela Usina Hidrelétrica de Americana, administrada pela Companhia Paulista de Força e Luz (CPFL). Além da geração de energia elétrica, a água do reservatório é utilizada para irrigação, piscicultura e a recreação, sendo que durante as décadas de 70 e 80 o reservatório foi considerado um pólo turístico para a população local e de outras regiões.

Atualmente, contribui com a regularização da vazão do rio Piracicaba, assim como a melhoria de sua qualidade.

Seu principal formador é o Rio Atibaia, que nasce da confluência dos rios Atibainha e Cachoeirinha, ambos mananciais da Região Metropolitana da Grande São Paulo, através do Sistema Cantareira. O tempo de detenção médio do reservatório é de aproximadamente 30 dias, podendo variar de acordo com os meses mais secos ou chuvosos.

##### **4.1. Parâmetros Físicos e Químicos do Reservatório de Salto Grande**

As informações apresentadas aqui apresentam uma série de parâmetros limnológicos do Reservatório de Salto Grande. Estas informações são de grande valia para a compreensão do Reservatório como um todo e são extraídas de uma publicação (ESPINDOLA et al, 2004), que reúne grande parte das informações existentes sobre o reservatório. Infelizmente para outros reservatórios, como o do Bairro da Usina em Atibaia, também abordado neste estudo, não existem dados como estes.

**Quadro 4.1. Características Limnológicas do Reservatório de Salto Grande.**

Autor / Variável	pH	Cond. ( $\mu\text{S/cm}$ )	OD (mg/L)	Temp. ( $^{\circ}\text{C}$ )	N total (mg/L)	Amônio (mg/L)	Nitrito (mg/L)	Nitrato (mg/L)	P total (mg/L)	PID (mg/L)	PTD (mg/L)	Silicato (mg/L)	Clorofila ( $\mu\text{g/L}$ )	MST (mg/L)
<b>Leite (2002)</b> - Doutorado com ênfase no aporte, sedimentação e quantificação de metais <b>Dornfeld (2002)</b> – Mestrado com ênfase em testes de toxicidade e avaliação da comunidade bentônica. Obs.: projetos desenvolvidos no mesmo período, em 4 estações de coleta, em 2, 5, 8 e 11/2000 e 2/2001.														
	5,95	31	0,00	18,2	0,23	0,01	0,07	0,46	0,08	0,01	0,01	2,69	15,34	5,01
	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
	10,58	548	14,27	32,3	15,40	2,42	0,55	2,13	0,89	0,38	0,47	8,65	205,41	761,50

Obs: existem inúmeros trabalhos, porém utilizou-se os mais recentes encontrados.

**Quadro 4.2. Sedimentação bruta e líquida no Reservatório de Salto Grande.**

Local	Sedimentação ( $\text{kg.m}^{-2}.\text{ano}^{-1}$ )	Sedimentação Líquida ( $\text{t. ano}^{-1}$ )
	(Leite, 1998)	(Rios, 1999)
Praia Azul (Entrada)	72,87	68.165,90
Praia dos Namorados	5,5	7.534,50

Obs: demais informações sobre as propriedades físicas do Reservatório de Salto Grande consultar a publicação: “Reservatório de Salto Grande (Americana-SP): Caracterização, Impactos e Propostas de Manejo. (ESPINDOLA et al, 2004).



## **4.2. Caracterização do Entorno Imediato**

Define-se como Entorno Imediato do Reservatório, as áreas de drenagem dos afluentes diretos do reservatório, situadas as margens esquerda e direita da represa, locais onde foram desenvolvidos estudos específicos de acordo com o que segue.

## **4.3. Uso e ocupação do entorno do reservatório**

O uso e ocupação atual do entorno da represa foi dividido entre a margem direita e a esquerda, devido a grande disparidade entre estes usos. Grandes partes dos dados aqui apresentados foram compiladas do Plano de Desenvolvimento Pós-Represa (PDPR - 2004), desenvolvido pela Secretaria de Planejamento, SEPLAN da prefeitura Municipal de Americana. Seguem, a seguir, os principais aspectos relativos a cada margem.

### **4.3.1. Margem direita**

Na margem direita do reservatório de Salto Grande, observa-se uma predominância do uso agrícola, principalmente por cana-de-açúcar. Esta área é conhecida como pós represa e compreende a porção do município de Americana situada na margem direita do reservatório. Devido ao processo de crescimento econômico vivenciado na região, a pressão por ocupação das áreas no entorno da represa são muito grandes. Pensando nisso a Prefeitura Municipal de Americana propôs o Plano de Desenvolvimento Pós-Represa. Este plano objetiva promover uma ocupação ordenada da área, minimizando assim os possíveis impactos ambientais decorrentes da ocupação. Segundo este plano, a área será dividida em três grandes áreas, cada uma com uma ocupação prevista.

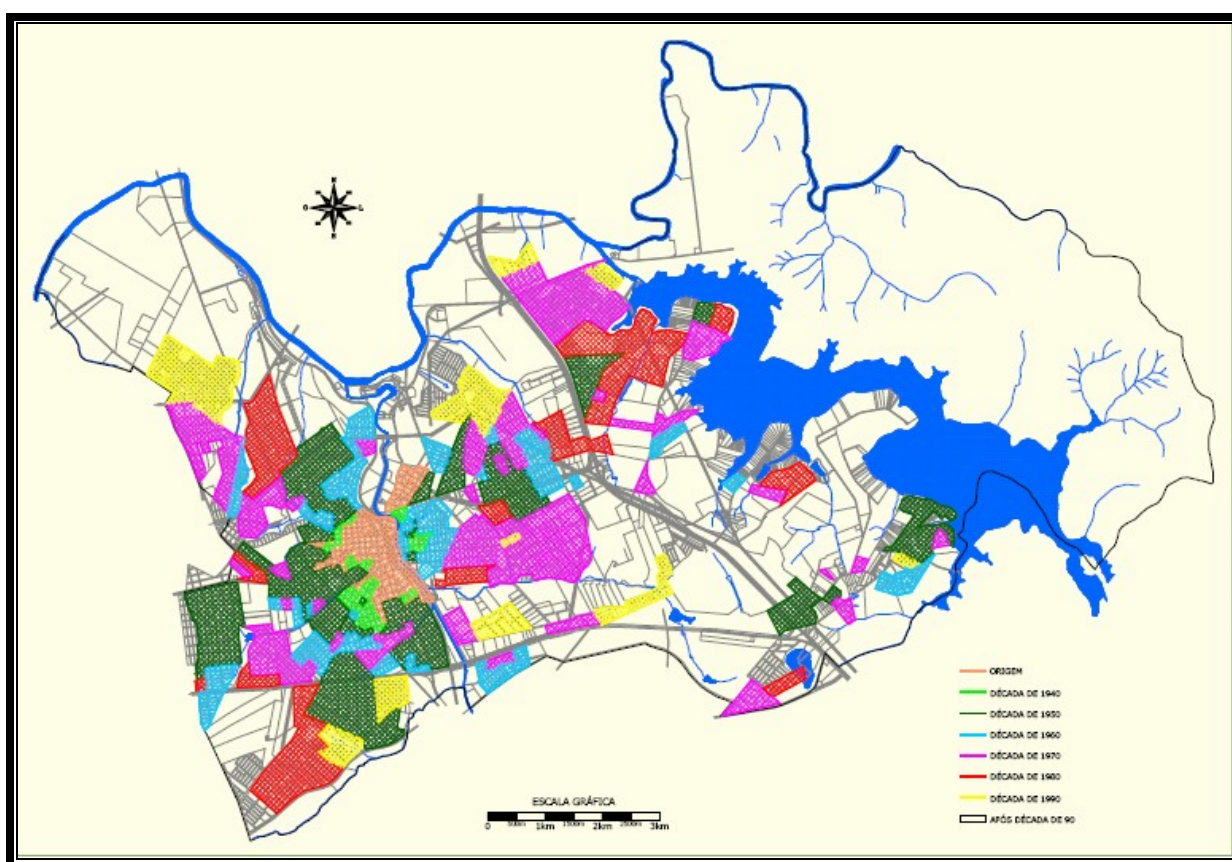
- Ocupação residencial: em torno de 47% da área da pós-represa.
- Ocupação industrial: em torno de 26% da área da pós-represa;
- Ocupação por Áreas de preservação permanente (APP's): 25% da área da pós-represa.
- Outros usos: em torno de 2% da área da pós-represa. Dividido em dois usos, sendo um a preservação do patrimônio histórico (1,6%) e construção de aterro sanitário (0,4%).

Estes usos foram planejados em função das APP's que protegem os cursos d'água de eventuais perturbações ambientais. O processo de ocupação urbana planejada é uma das formas de se promover o desenvolvimento sustentável. Planos de uso estritamente preservacionistas já se mostraram ineficientes. Um exemplo claro é a ocupação desordenada da Represa de Guarapiranga (São Paulo - SP) na década de 70, que mesmo

**IRRIGART - ENGENHARIA E CONSULTORIA EM RECURSOS HÍDRICOS E MEIO AMBIENTE LTDA**  
Rua Alfredo Guedes, 1949 sala 709 - Bairro Cidade Alta - PIRACICABA - SP - CEP 13416-901  
Fone: (19) 3432-7540 / Fax: (19) 3422-0626 - e-mail: [irrigart@irrigart.com.br](mailto:irrigart@irrigart.com.br)

#### 4.3.2. Margem esquerda

A margem esquerda do Reservatório de Salto Grande tem uma ocupação predominantemente urbana. Grande parte do reservatório encontra-se inserida no município de Americana-SP. Na Figura 4.2 pode-se observar a predominância das áreas urbanas de Americana na margem esquerda do reservatório. Esta ocupação, como apresentado no decorrer do relatório causa sérios problemas ambientais ao reservatório, através da poluição difusa originária destas áreas urbanizadas. A figura 1.3 ilustra a ocupação de áreas por condomínio fechados.



**Figura 4.2. Expansão das áreas urbanas do município de Americana-SP.**



**Figura 4.3. Ocupação por condomínios da margem esquerda do reservatório. Agosto 2006.**

#### **4.3.3. Plano Diretor de Reflorestamento – Área do entorno do reservatório**

O Plano Diretor de Reflorestamento propõe que se apliquem as medidas de conservação dos remanescentes florestais que restam ao entorno da represa e a recuperação daqueles que por motivos diversos foram ou estão sendo degradados.

O município de Americana como a maioria das cidades do Estado de São Paulo, foi submetida a sucessivos ciclos econômicos devidos as atividades agrícolas, através da retirada da cobertura florestal que se tornou escassa, sendo a realidade atual e com a grande maioria das áreas de preservação permanente devastadas ao qual contribuiu com os processos de perda de biodiversidade regional e assoreamento das bacias hidrográficas. A Companhia Paulista de Força e Luz CPFL, em parceria com a Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, ESALQ desenvolveu um plano de reflorestamento para área entorno da represa de Salto Grande Americana, SP.

Segundo a (CPFL/ESALQ,2002), com relação aos dados quantitativos obtidos no zoneamento ambiental aonde foram apresentados de duas formas: 1) Situações ambientais encontradas na APP do reservatório (faixa de 100 m no entorno) e; 2) Situações encontradas nas APP's de cursos d'água abastecedores do reservatório (fora dos limites de 100 m do reservatório). Aonde foram quantificadas obtendo os seguintes resultados:

- Área de APP passível de restauração (APP represa + APP das nascentes) = 250,6509 ha
- Área da APP da Represa = 187.9380 ha





- Área da APP das Nascentes = 62,7129 ha
- APP com ocupação urbana (loteamentos) = 267,4971ha
- Total de APP = 518,15 ha

No zoneamento ambiental foram identificadas 25 situações ambientais as quais são descritas no Quadro 4.3.

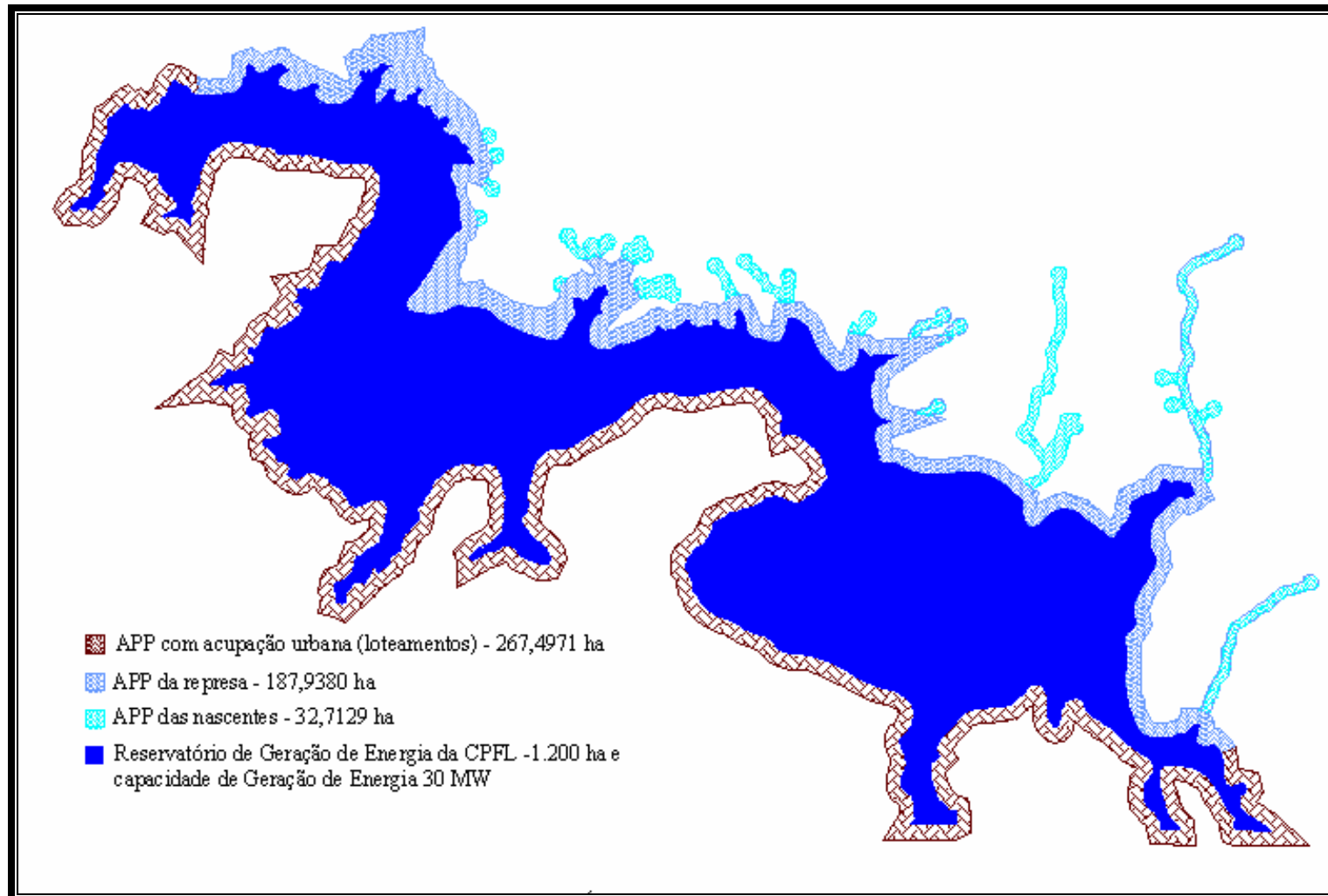
**Quadro 4.3. Situações ambientais identificadas no entorno da Represa de Salto Grande, em Americana, SP.**

Situação Ambiental	Área (ha)
Cerradão degradado	85,45
Fragmento de Floresta Estacional Semidecidual Degradada	50,97
Fragmento de Floresta Estacional Semidecidual Muito Degradada	8,30
Fragmento de Floresta Estacional Semidecidual Ciliar Degradada	1,49
Fragmento de Floresta Estacional Semidecidual Ciliar Muito Degradada	3,94
Mata de brejo muito degradada	15,38
Campo úmido antrópico com presença de taboa	7,67
Talhão de Eucalipto com regeneração	4,63
Área ocupada com Alecrim com alta regeneração natural	3,83
Área ocupada com Alecrim e colônio com média regeneração natural	9,54
Área ocupada com Alecrim e cana com média regeneração natural	14,10
Área ocupada com Alecrim, cana e colônio com baixa regeneração natural	5,46
Área ocupada com colônio sem regeneração natural	15,93
Área ocupada com colônio com regeneração natural	33,77
Área ocupada com colônio e cana	6,12
Cultura de cana em atividade na APP represa	14,31
Cultura de cana em atividade na APP das nascentes	20,79
Cultura de cana abandonada	5,92
Pasto em atividade na APP	18,26
Pasto abandonado	5,07
Área ocupada com Braquiária – pasto do caseiro	4,01
Cultura de laranja	4,64
Cultura de milho	5,14
Área com depósito plantas aquáticas	8,00
Área antropizada (construções, pomar, etc.)	1,24
<b>TOTAL</b>	<b>353,96</b>

Fonte: CPFL/ESALQ, 2002.

A Figura 4.4 mostra a localização dessas situações de APP's no entorno da Represa de Salto Grande, Americana, SP. Na sequência pode-se observar a situação com mais detalhe do uso e ocupação do entorno da represa de Salto Grande, segundo CPLF/ESALQ,2002.





**Figura 4.4. Mapa com as delimitações das diferentes áreas de Preservação Permanente no Reservatório de Salto Grande. Fonte: CPFL/ESALQ (2002).**

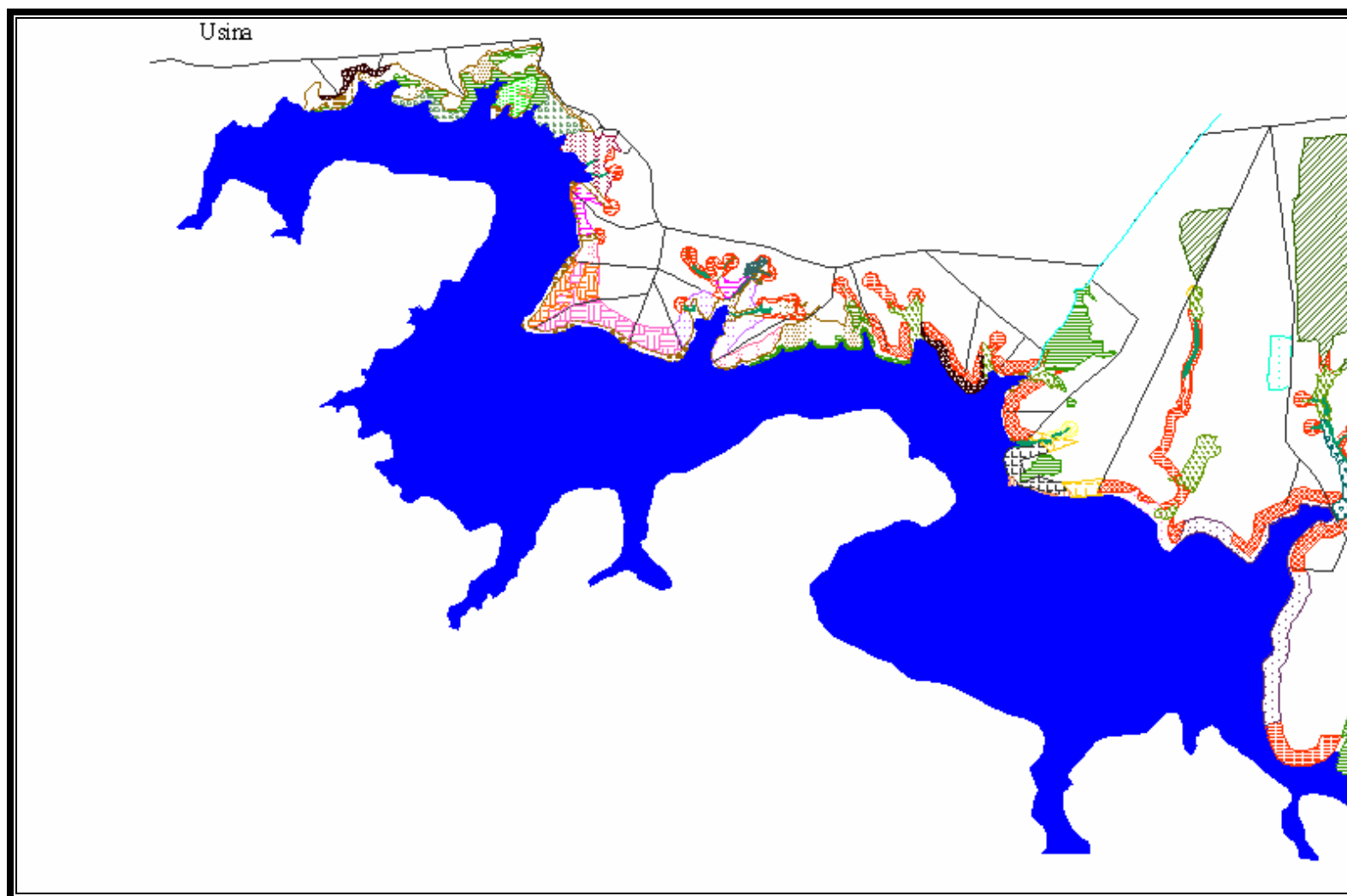




























Figura 4.5. Apresentação das diferentes situações ambientais encontradas no Reservatório. Fonte: CPFL/ESALQ,2002.



#### Quadro 4.4. Ocupação da área do entorno da represa de Salto Grande.

- Divisa das propriedades - Sr. Abdala/outros proprietários  
— Acessos
- 1  A - Fragmento de Cerradão degradado - 85,9523 ha
  - B - Fragmento de Floresta Estacional Semidecidual
  - 2  B<sub>1</sub> - Fragmento de Floresta Estacional Semidecidual degradada - 50,9757 ha
  - 3  B<sub>2</sub> - Fragmento de Floresta Estacional Semidecidual muito degradada - 8,3084 ha
  - C - Fragmento de Floresta Estacional Semidecidual Ciliar
  - 4  C<sub>1</sub> - Fragmento de Floresta Estacional Semidecidual Ciliar degradada - fundo de grota - 1,4996 ha
  - 5  C<sub>2</sub> - Fragmento de Floresta Estacional Semidecidual Ciliar muito degradada - fundo de grota - 3,9439 ha
  - 6  D - Mata de Brejo (Floresta Paludosa) muito degradada - 15,3884 ha
  - 7  E - Campo úmido antrópico - 7,6709 ha
  - 8  F - Talhão de Eucalipto com regeneração natural - 4,6386 ha
  - G - Área ocupada por alecrim com alta regeneração natural - 3,8328 ha
  - 9  G<sub>1</sub> - Área ocupada por alecrim com alta regeneração natural - 3,8328 ha
  - 10  G<sub>2</sub> - Área ocupada por alecrim + colônio com média regeneração natural - 9,5448 ha
  - 11  G<sub>3</sub> - Área ocupada por alecrim + cana com média regeneração natural - 14,1 ha
  - 12  G<sub>4</sub> - Área ocupada por alecrim + cana + colônio com baixa regeneração natural - 5,4605 ha
  - H - Área ocupada com colônio
  - 13  H<sub>1</sub> - Área ocupada com colônio sem regeneração natural - 15,3884 ha
  - 14  H<sub>2</sub> - Área ocupada com colônio com regeneração natural - 33,7729 ha
  - 15  H<sub>3</sub> - Área ocupada com colônio + cana - 6,1240 ha
  - I - Cultura de cana
  - 16  I<sub>1</sub> - Cultura de cana em atividade - APP represa - 14,3141 ha
  - 17  I<sub>2</sub> - Cultura de cana em atividade - APP nascente - 20,7967 ha
  - 18  I<sub>3</sub> - Cultura de cana já abandonada em APP - 5,9293 ha
  - J - Pasto com braquiária
  - 19  J<sub>1</sub> - Pasto com braquiária em atividade - 18,2680 ha
  - 20  J<sub>2</sub> - Pasto com braquiária abandonado - 5,0713 ha
  - 21  J<sub>3</sub> - Área ocupada com braquiária - pasto do "Caseiro" - 4,0143 ha
  - L - Cultura de laranja
  - 22  L<sub>1</sub> - Cultura de laranja - APP represa - 3,5164 ha
  -  L<sub>2</sub> - Cultura de laranja - APP nascente - 1,1287 ha
  - 23  M - Cultura de milho - 5,1410 ha
  - 24  N - Área com depósito de aguapé - 8,0065 ha
  - 25  O - Área antropizada (construções, pomar, paisagismo etc) - 1,2424 ha

Fonte: CPFL/ESALQ, 2002.

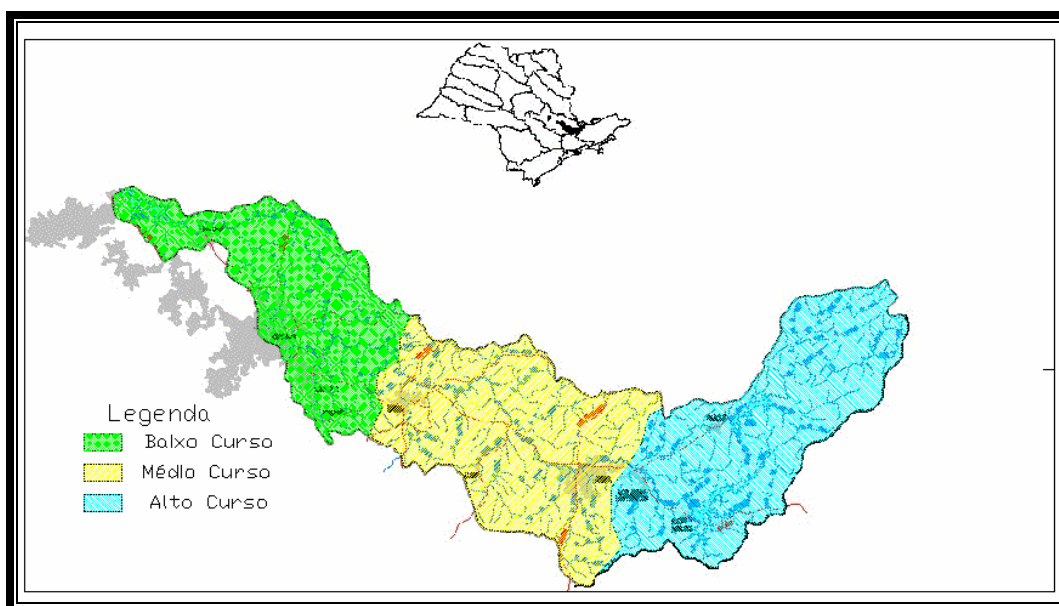
O entorno do reservatório encontra-se configurado com uma área 178,28 ha de vegetação nativa de diferentes fisionomias como cerrado, floresta estacional semidecidual, campo úmido antropizado, mata de brejo.

De acordo com o Plano, observa-se que o reservatório possui 488.15 ha caracterizado como áreas de APP's, sendo deste total 267.50 ha, correspondendo à 54,7% estando ocupada por área urbana e 220,55 ha, que corresponde a 45,3% a diferentes ocupações da APP.

Estando divididos em área de cana 35 ha, pastagem 22,2 ha cultura de laranja 4,6 ha, milho 5,8 ha, área de depósito de aguapé 8 ha e áreas antropizada 1,24 ha. No quadro 2.27 acima demonstra a ocupação da área do entorno da represa de Salto Grande.

## 5. COMPARTIMENTAÇÃO DA BACIA CONTRIBUINTE - RIO ATIBAIA

Através da obtenção de informações que interagem com a qualidade da água, assim como para a definição de zonas prioritárias para aplicações de ações e investimentos, a bacia do Rio Atibaia foi dividida didaticamente em três cursos, sendo apresentados na Figura 5.1 e tendo suas principais características comentadas individualmente a seguir.



**Figura 5.1. Divisão compartimentada da bacia do Rio Atibaia.**

### 5.1. Alto Curso do Rio Atibaia

Compreende deste as cabeceiras do Rio Atibaia até o ponto onde ele recebe os efluentes do município de Bom Jesus dos Perdões. Além deste último município também faz parte do Alto Curso os municípios de Piracaia e Nazaré Paulista, totalizando uma população urbana de aproximadamente 45 mil habitantes. O percentual de tratamento de esgotos é muito baixo, em torno de 32%. Este percentual é influenciado pela taxa de tratamento da cidade de Nazaré Paulista, que trata 100% dos seus efluentes domésticos. As demais cidades não realizam tratamento de esgotos. Além da baixa quantidade de esgoto tratada a eficiência média do tratamento é também aquém do desejável em torno de 64%.

Apesar do baixo índice de tratamento, o impacto causado pelo Alto Curso para o Reservatório de Salto Grande é relativamente baixo, devido ao longo trajeto que o Rio realiza até chegar ao Reservatório. Este longo trajeto proporciona ao curso d'água uma maior capacidade de autodepuração.



O Alto Curso apresenta uma baixa capacidade de geração de poluição difusa em áreas urbanas, devido à existência de pequenas áreas urbanizadas.

Aliados a estes fatores, também existem nesta divisão da bacia, um alto índice de vegetação, principalmente nas cabeceiras da drenagem, o que contribui, dentre outros fatores para a boa qualidade da água que é registrada no local. A Figura 5.2 ilustra a predominância da paisagem no alto curso do Rio Atibaia.



**Figura 5.2. Predominância da paisagem no alto Atibaia. Topografia mais acidentada, alto índice de remanescentes florestais e fontes de poluição de baixa significância.**

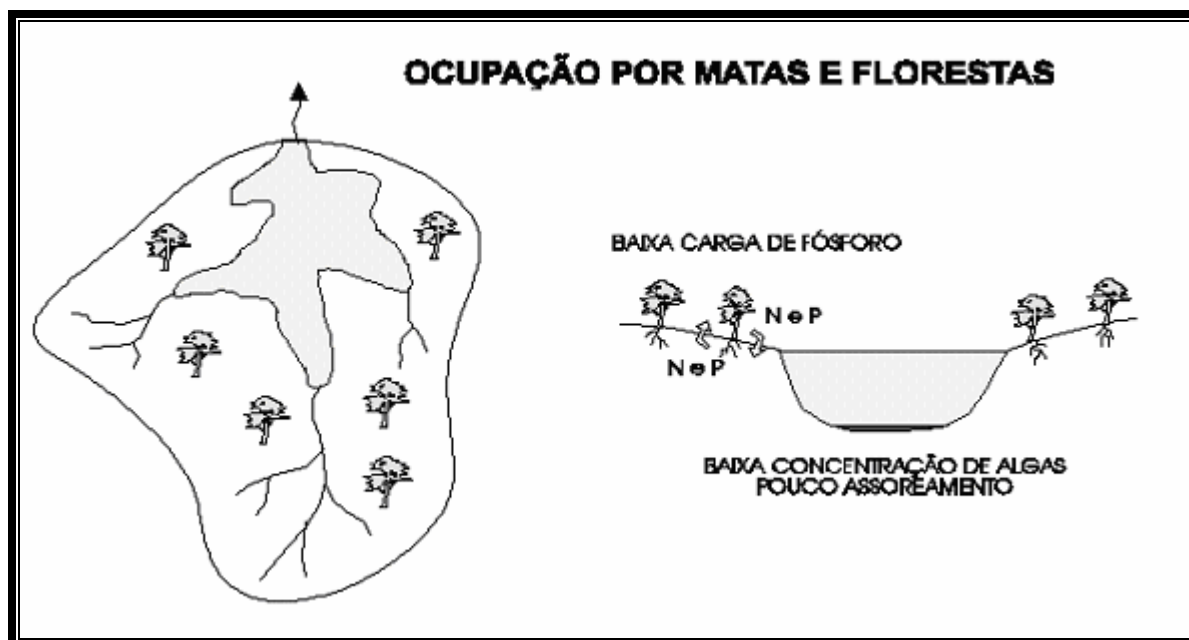
#### ➤ **Ocupação por matas e florestas**

Um lago situado em uma bacia de drenagem ocupada por matas e florestas apresenta usualmente uma baixa produtividade, isto é, há pouca atividade biológica de produção (síntese) no mesmo. Nestas condições naturais e de ausência de interferência humana, o lago tende a reter sólidos que se sedimentam, constituindo uma camada de lodo no fundo. Com os fenômenos de decomposição do material sedimentado, há um certo aumento, ainda incipiente, do nível de nutrientes na massa líquida. Em decorrência, há uma progressiva elevação na população de plantas aquáticas na massa líquida e, em consequência, de outros organismos situados em níveis superiores na cadeia alimentar (cadeia trófica).

Na bacia hidrográfica, a maior parte dos nutrientes é retida dentro de um ciclo quase fechado. As plantas, ao morrerem e caírem no solo acabam por sofrerem decomposição, liberando nutrientes. Numa região de matas e florestas, a capacidade de infiltração da água de chuva no solo é elevada. Em consequência, os nutrientes lixiviam pelo solo, onde são absorvidos pelas raízes das plantas, voltando a fazer parte da sua

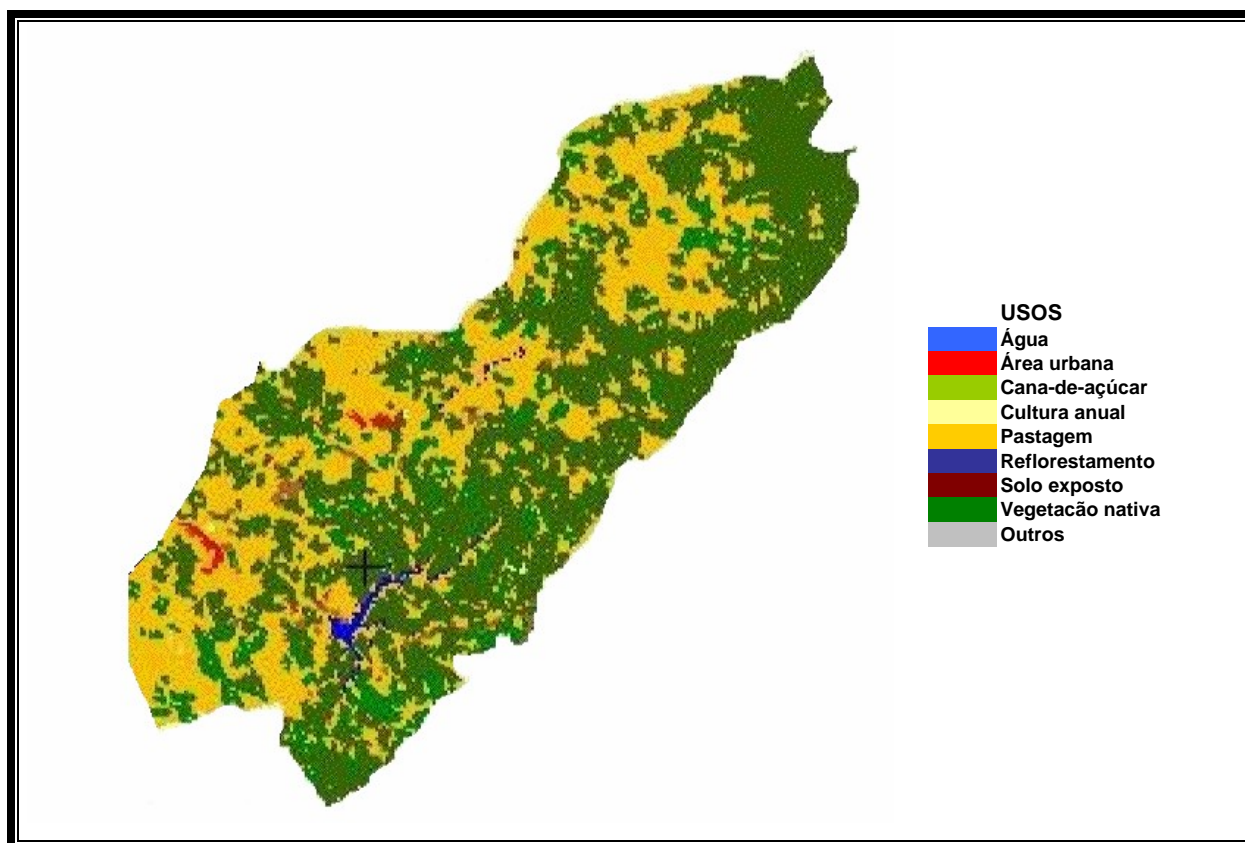
composição, e fechando, desta forma, o ciclo. O aporte de nutrientes ao corpo d'água é reduzido.

Pode-se considerar que o corpo d'água apresente ainda um nível trófico bem incipiente.



**Figura 5.3. Evolução do processo de eutrofização em uma represa com ocupação por matas e florestas. Fonte: Von Sperling, 1996.**

A Figura 5.4 ilustra o mapa de uso e ocupação do solo no Alto curso do Rio Atibaia. Nota-se na figura a grande quantidade de vegetação existente na área, contribuindo significativamente com a qualidade da água. Mesmo nesta divisão, já se nota a fragmentação da vegetação em áreas próximas a pastagens, mostrando o avanço deste uso sobre a vegetação nativa.



**Figura 5.4. Uso e ocupação do solo no Alto curso do Rio Atibaia.**

## **5.2. Médio Curso do Rio Atibaia:**

Compreendem as manchas urbanas dos municípios de Atibaia, Janirú e Itatiba. Compreende o trecho a jusante de Bom Jesus dos Perdões até, aproximadamente, quando o Rio Atibaia recebe o Córrego da Vista Linda. A população total deste trecho da bacia é da ordem de 200 mil habitantes. O percentual de tratamento de esgotos neste trecho é em torno de 22%. Este percentual é alcançado por Janirú e Atibaia, que tratam, respectivamente, 38 e 33% de seus efluentes domésticos. Além da baixa quantidade de esgoto tratada a eficiência do tratamento é também aquém do desejável em torno de 68%, nesse trecho do rio Atibaia.

O impacto destes lançamentos para o Reservatório de Salto Grande pode ser considerado de nível médio, pois apesar de o Rio ainda ter um bom tempo para depuração, pela distância do reservatório e pela distância das cidades e conseqüentemente pela magnitude dos lançamentos, a população é 4 vezes maior que na bacia do Alto Atibaia, gerando assim uma maior carga difusa oriundas dessas áreas urbanas.

O índice de vegetação ainda é considerável, porém bem menor que nas cabeceiras. A qualidade da água ainda é razoável. A predominância do uso e ocupação do solo é por

pastagens e áreas de cultivo, sendo as principais responsáveis pela geração da carga poluente difusa. A Figura 5.5 ilustra cultivos anuais em áreas de elevadas declividades no médio curso do Atibaia.



**Figura 5.5. Cultivos anuais em áreas de elevadas declividades e reflorestamento com eucalipto, no médio curso do Atibaia.**

#### ➤ **Ocupação por agricultura**

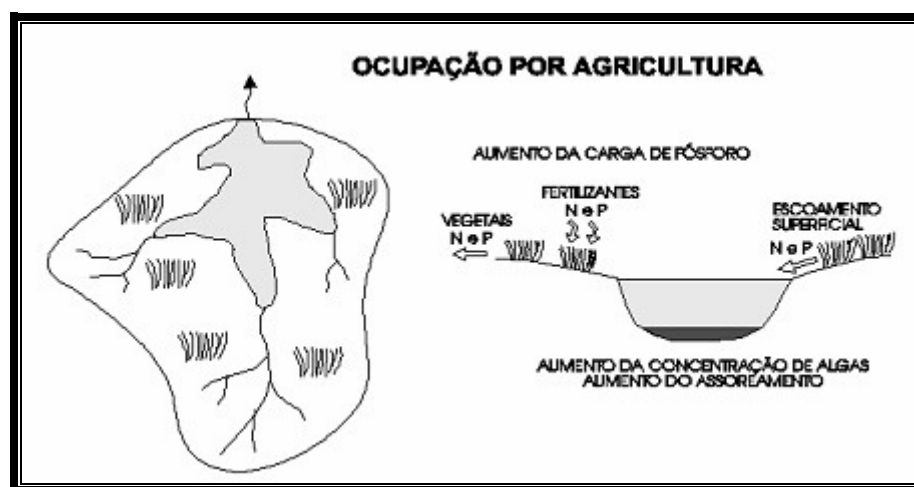
A retirada da vegetação natural da bacia para ocupação por agricultura representa, usualmente, uma etapa intermediária no processo de deterioração de um corpo d'água. Os vegetais plantados na bacia são retirados para consumo humano, muito possivelmente fora da própria bacia hidrográfica. Com isto, há uma retirada, não compensada naturalmente, de nutrientes, causando uma quebra no ciclo interno dos mesmos. Para compensar esta retirada, e para tornar a agricultura mais intensiva, são adicionados artificialmente, fertilizantes, isto é, produtos com elevados teores dos nutrientes nitrogênio e fósforo. Os agricultores, visando garantir uma produção elevada, adicionam quantidades elevadas de N e P, freqüentemente superiores à própria capacidade de assimilação dos vegetais.

A substituição das matas por culturas agrícolas pode causar também uma redução da capacidade de infiltração no solo. Assim, os nutrientes, já adicionados em excesso, tendem a escoar superficialmente pelo terreno, até atingir, eventualmente, o lago ou represa.

O aumento do teor de nutrientes no corpo d'água causa um certo aumento do número de algas e, em consequência, dos outros organismos, situados em degraus superiores da cadeia alimentar, culminando com os peixes. Esta elevação relativa da produtividade do corpo d'água pode ser até bem-vinda, dependendo dos usos previstos para o mesmo. O balanço entre os aspectos positivos e negativos dependerá, em grande parte,

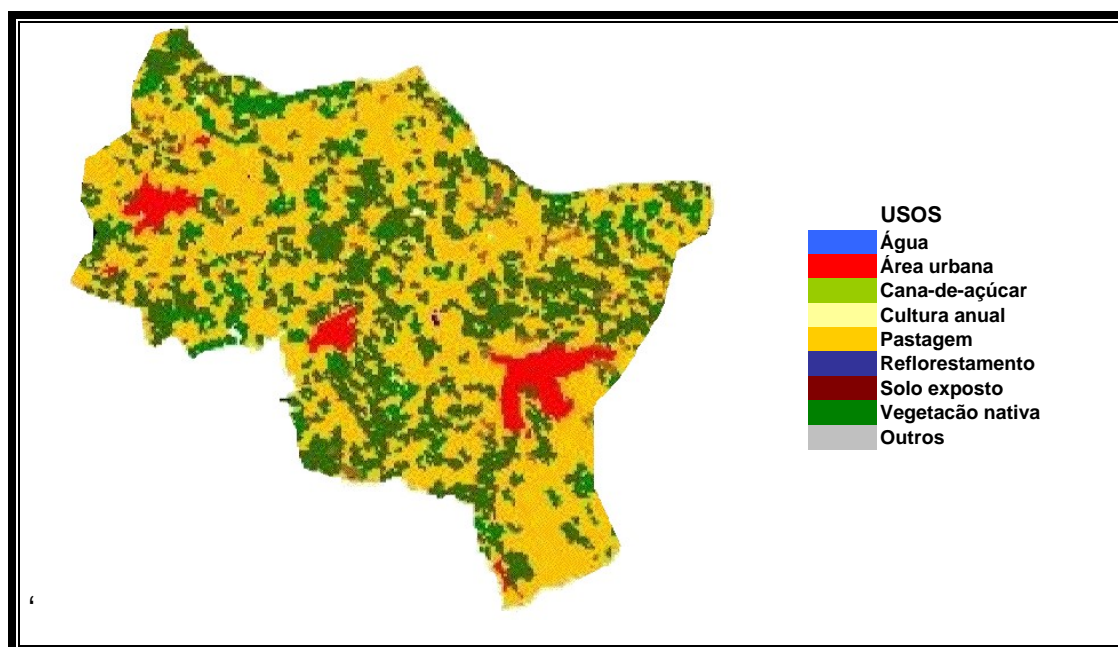


da capacidade de assimilação de nutrientes do corpo d'água (a ser detalhada posteriormente neste capítulo).



**Figura 5.6. Evolução do processo de eutrofização em uma represa com ocupação por agricultura. Fonte: Von Sperling, 1996.**

Em relação ao Uso e Ocupação do Solo, o médio curso do Atibaia apresenta grande concentração de áreas agricultáveis, predominantemente ocupadas por pastagens. A Figura 5.7 ilustra as classes de uso e ocupação do solo no Médio Curso.



**Figura 5.7. Uso e Ocupação do Solo no Médio curso do Atibaia.**

Outra questão de suma importância para o médio curso do Rio Atibaia é a ocupação do entorno do Reservatório Bairro da Usina, no município de Atibaia.

Esta ocupação, se feita de maneira desordenada pode causar sérios danos ambientais ao Reservatório e consequentemente a toda a Bacia do Rio Atibaia.

Em áreas deste tipo a pressão imobiliária é muito forte, principalmente por loteamento de alto padrão.

Estes loteamentos devem ser elaborados de acordo com os princípios da conservação ambiental, isto é, devem ser construídos com o menor impacto ambiental possível. Para tanto é imprescindível que novos empreendimentos sejam aprovados somente mediante a apresentação do Relatório Ambiental Preliminar ou até mesmo um EIA/RIMA, dependendo do porte do empreendimento. Atenção especial deve ser dada ao assoreamento do reservatório e a poluição oriunda pela carga difusa.

Os métodos construtivos devem atentar para o problema da erosão, uma vez que são áreas suavemente onduladas, facilmente degradáveis.

Também deve haver uma fiscalização intensiva contra as ocupações irregulares ou invasões, geralmente em APP's, com lançamentos clandestinos, etc.

Infelizmente, não é possível restringir totalmente a utilização do entorno, pois esta postura já se mostrou totalmente ineficiente em vários reservatórios (Billings, Guarapiranga, etc). É preferível então propor leis mais restritiva e nunca eliminatórios para a ocupação do entorno do Reservatório.

Sugere-se então a elaboração de um plano diretor para ocupação da área, similar ao realizado pela Prefeitura Municipal de Americana para ocupação da margem direita do reservatório de Salto Grande.



### 5.3. Baixo Curso do Rio Atibaia

Compreendem os municípios de Campinas, Valinhos, Vinhedo e Paulínia. Possui população aproximada (exclusiva na Bacia) de aproximadamente 600 mil habitantes e drena grandes manchas urbanas, o que lhe confere alto potencial de poluição difusa. Compreende o trecho desde o final do Médio Curso até o Reservatório de Salto Grande.

Possui alto potencial de poluição e degradação da qualidade hídrica do Reservatório. Devido à proximidade dos lançamentos, não proporciona muita capacidade de autodepuração da carga orgânica produzida pelo Rio Atibaia. Apenas os municípios de Valinhos e Vinhedo tratam 100% dos seus esgotos lançados na bacia. Paulínia pretende iniciar o tratamento de 100% dos esgotos já no fim do ano de 2006. Campinas, que é o principal centro urbano da Bacia trata menos de 10%, e tem previsão de atingir 100% somente no ano de 2008. A eficiência média de tratamento de esgoto no baixo curso do Rio Atibaia é em torno de 87%. A predominância da paisagem é de áreas altamente antropizadas, possuindo grandes áreas urbanas e complexos industriais, sendo ilustradas pela Figura 5.8 a seguir.



**Figura 5.8 Predominância da paisagem com áreas altamente urbanizadas.**

#### ➤ **Ocupação urbana**

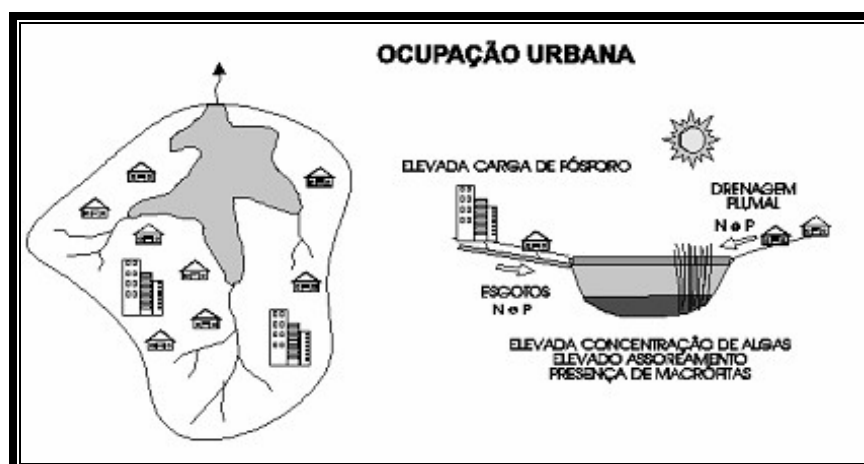
Pode-se afirmar com segurança que, caso se substitua à área agricultável da bacia hidrográfica por ocupação urbana, uma série de conseqüências irá ocorrer, desta vez com uma taxa de degradação bem mais rápida.

Assoreamento. A implantação de loteamentos implica em movimentos de terra para as construções. A urbanização reduz também a capacidade de infiltração das águas no

terreno. As partículas de solo tendem, em consequência, a seguir pelos fundos de vale, até atingir o lago ou represa. Aí, tendem a sedimentar, devido às baixíssimas velocidades de escoamento horizontal. A sedimentação das partículas de solo causa o assoreamento, reduzindo o volume útil do corpo d'água, e servindo de meio suporte para o crescimento de vegetais fixos de maiores dimensões (macrófitas) próximos às margens. Estes vegetais causam uma evidente deterioração no aspecto visual do corpo d'água.

Drenagem pluvial urbana. A drenagem urbana transporta uma carga muito maior de nutrientes que os demais tipos de ocupação da bacia. Este aporte de nutrientes contribui para uma elevação no teor de algas, cianobactérias e macrófitas na represa.

Esgotos. O maior fator de deterioração está, no entanto, associado aos esgotos oriundos das atividades urbanas. Os esgotos contêm nitrogênio e fósforo, presentes nas fezes e urina, nos restos de alimentos, nos detergentes e outros subprodutos das atividades humanas. A contribuição de N e P através dos esgotos é bem superior à contribuição originada pela drenagem urbana. Há, portanto, uma grande elevação do aporte de N e P ao lago ou represa, trazendo, em decorrência, uma elevação nas populações de algas e outras plantas. Dependendo da capacidade de assimilação do corpo d'água, a população de algas e cianobactérias poderá atingir valores bastante elevados, trazendo uma série de problemas, como detalhado no item seguinte. Em um período de elevada insolação (energia luminosa para a fotossíntese), as algas e cianobactérias poderão atingir superpopulações, constituindo umas camadas superficiais, similares a um caldo verde. Esta camada superficial impede a penetração da energia luminosa nas camadas inferiores do corpo d'água, causando a morte das algas situadas nestas regiões. A morte destas algas traz, em si, uma série de outros problemas. Estes eventos de superpopulação de algas são denominados floração das águas.



**Figura 5.9. Evolução do processo de eutrofização em uma represa com ocupação.**

**Fonte: Von Sperling, 1996.**

A foto na seqüência apresenta a evolução da autodepuração da mancha de poluição existente desde a entrada do reservatório até a sua saída nos vertedouros. Notar a grande concentração de vegetação de ambiente aquático (Algas, Taboas, Aguapés etc.) na margem direita do reservatório. Essa foto ilustra muito bem a função de “LAGOA DE ESTABILIZAÇÃO” que atualmente o Reservatório de Salto Grande vem desempenhando.

A função de Lagoa de estabilização pode ser comprovada através do trabalho realizado por Rios (1999) que concluiu que a represa contribui para a melhoria da qualidade de água do Rio Atibaia a jusante da represa de Salto Grande, retendo 88% do material particulado, 91% do material particulado inorgânico, 73% do material particulado orgânico, 76% de fósforo total, 69% de fósforo total dissolvido, 86% de fosfato inorgânico e 71% de ferro total.

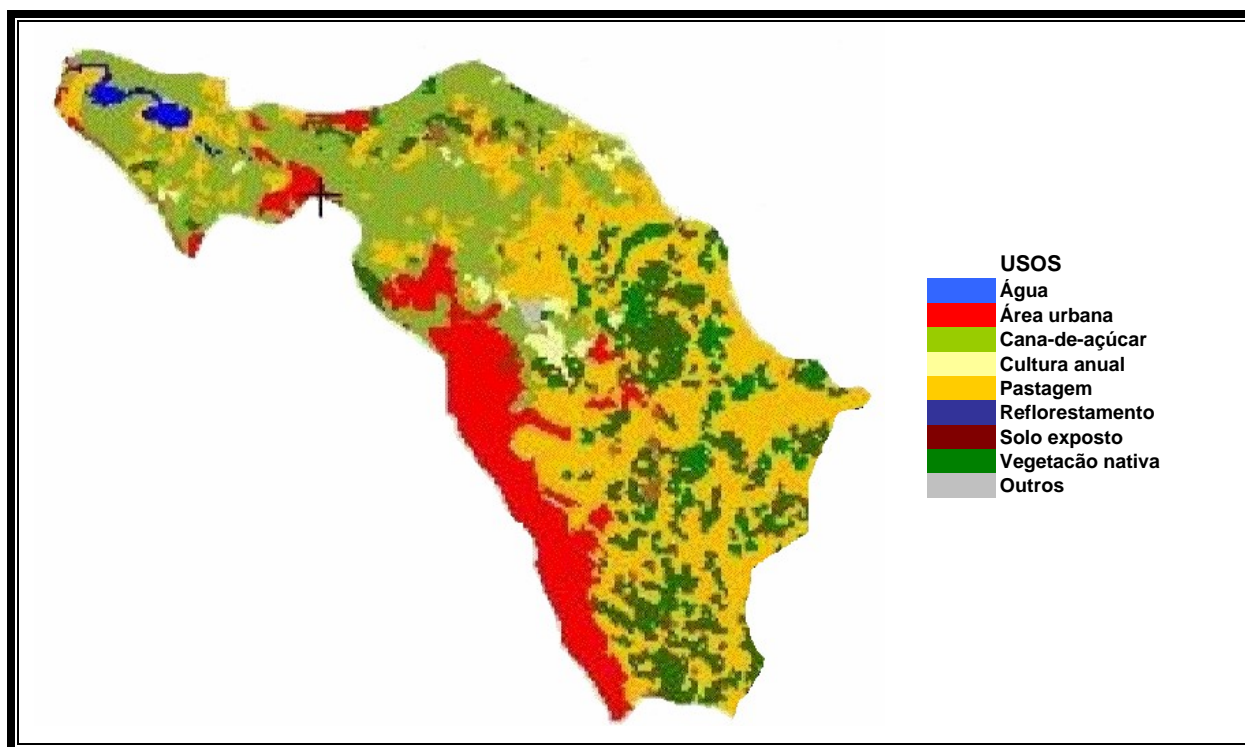


**Figura 5.10. Imagem de Satélite compreendendo o Reservatório de Salto Grande e a área urbana em seu entorno.**

O uso e ocupação do solo no Baixo curso do Rio Atibaia pode ser visto na figura a seguir. Pela figura nota-se a grande área urbana em torno do reservatório. Esta ocupação, como explicado neste capítulo, acarreta grande degradação ambiental ao Reservatório.

Aliado a esta grande ocupação urbana tem-se nesta divisão grandes áreas com cultivo de cana-de-açúcar e baixa área de vegetação.

Também é nítido a ausência de vegetação ciliar em grande parte do Rio Atibaia e de seus efluentes neste trecho da Bacia.

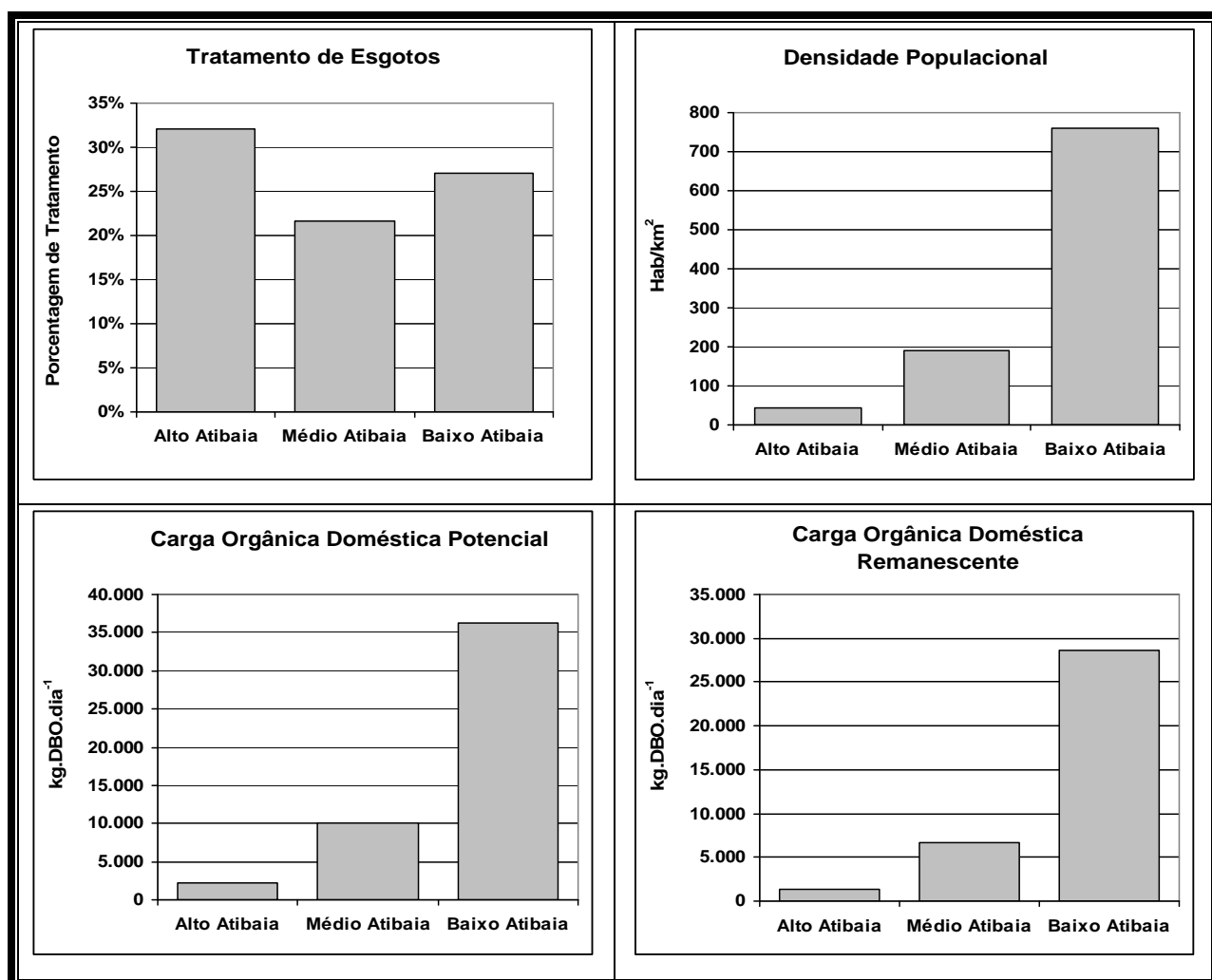


**Figura 5.11. Mapa de Uso e Ocupação do solo no Baixo curso do Rio Atibaia.**

Nas figuras a seguir se observa o comportamento distinto das três divisões da Bacia do Rio Atibaia quanto aos parâmetros: Tratamento de esgotos, Densidade Populacional, Carga Orgânica Potencial e Carga Orgânica Remanescente.

Fica nítido o comportamento díspar entre as divisões e a importância e relevância do Baixo Atibaia para a problemática ambiental do Reservatório de Salto Grande.

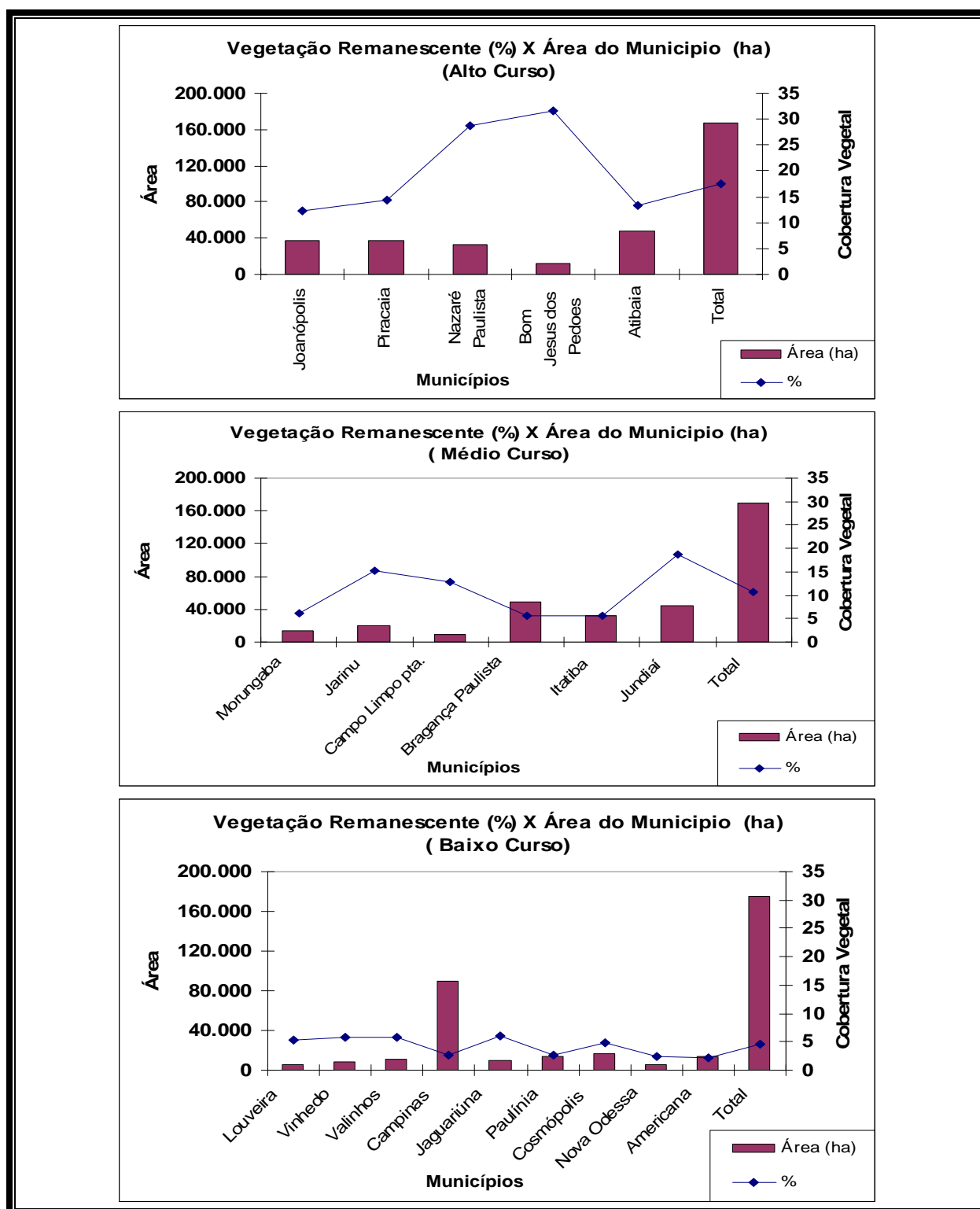
Na Figura 5.12 a seguir são demonstrados os parâmetros comparativos referentes às áreas pertencentes a cada município e suas porcentagens de cobertura florestal.



**Figura 5.12. Comportamento das três divisões da Bacia do Rio Atibaia quanto aos parâmetros Tratamento de esgotos, Densidade Populacional, Carga Orgânica Potencial e Carga Orgânica Remanescente.**

Observa-se na Figura 5.12, relacionando as zonas hidrológicas com a porcentagem de remanescente florestal que o alto Atibaia possui maior porcentagem de cobertura vegetal com uma área de 29.450 ha ou 17,62%, seguido pelo médio Atibaia já com uma porcentagem menor da cobertura vegetal com uma área de 18.003 ha ou 10,62% e o baixo Atibaia aonde se encontram os municípios com menor cobertura vegetal com uma área de 7.783 ha ou 4,47%, isso se deve a alta taxa de urbanização dos ambientes naturais e a concentração da população com a ocupação desordenada e não planejada desses municípios.



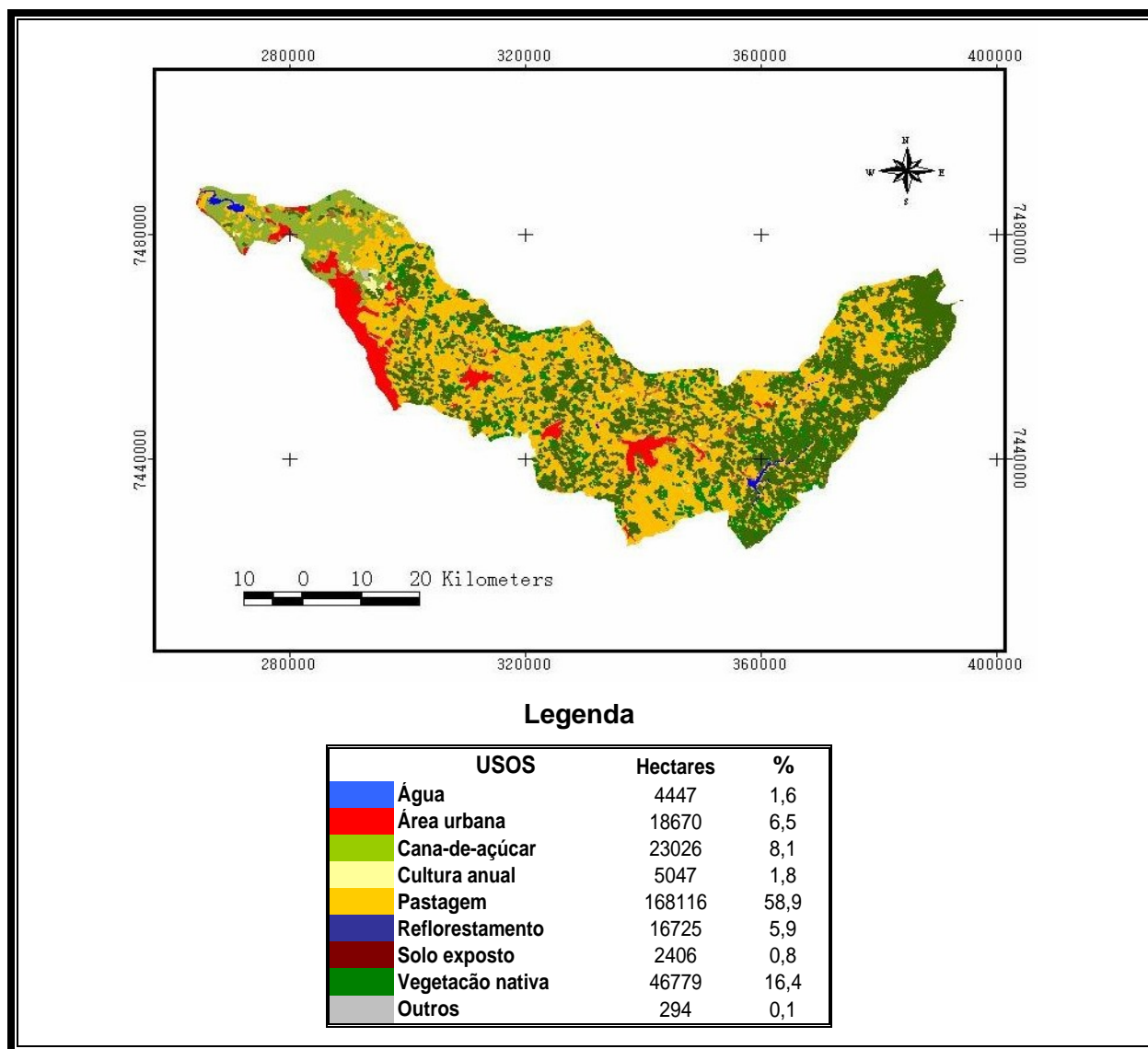


**Figura 5.13. Remanescentes Florestais no Alto, Médio e Baixo curso do Rio Atibaia caracterização geral da bacia do rio atibaia.**



#### 5.4. Uso e Ocupação do Solo

O mapa dos usos das terras obtido é apresentado na Figura 5.14.



**Figura 5.14. Uso e cobertura do solo na bacia hidrográfica do rio Atibaia.**

Atualmente, o uso do solo é representado em grande parte por pastagem. A agricultura tem apresentado crescimento no território paulista nas últimas décadas, com a intensificação do uso do solo e o aumento da produtividade, ou ainda pela substituição de atividades. As culturas que tiverem maiores possibilidades de êxito econômico ocuparão as áreas das demais, como tem sido os casos da cana-de-açúcar e da laranja.

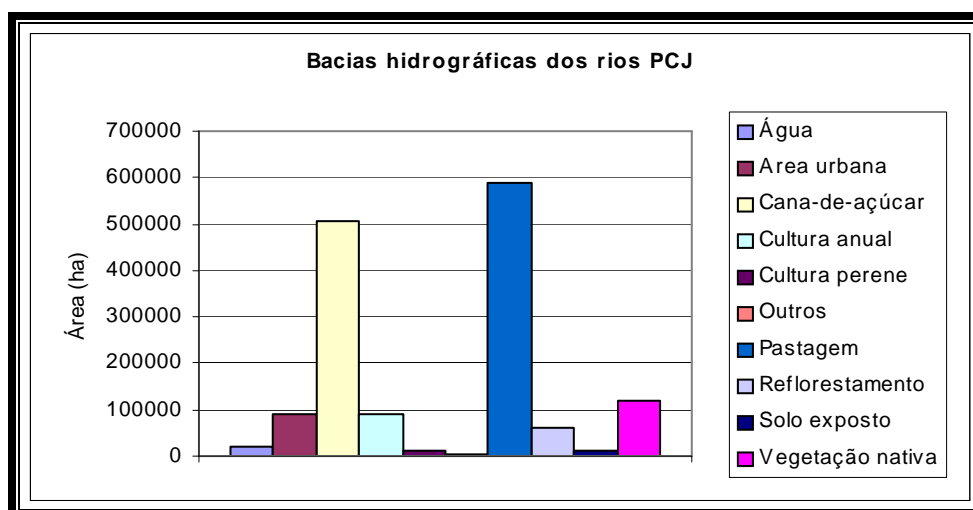
O reflorestamento também é uma atividade significativa em algumas sub-bacias do Comitê PCJ, como a do Rio Jundiá devido principalmente, à proximidade das indústrias de papel e celulose.

A vegetação original encontrando-se apenas em alguns remanescentes, como nas margens dos cursos d'água e em outras APP. A título de comparação com a bacia hidrográfica do Rio Atibaia, na questão do uso e ocupação do solo apresenta-se no Quadro 5.1 o Uso e a cobertura da terra para todas as bacias que compõe o Comitê das Bacias Hidrográficas do PCJ.

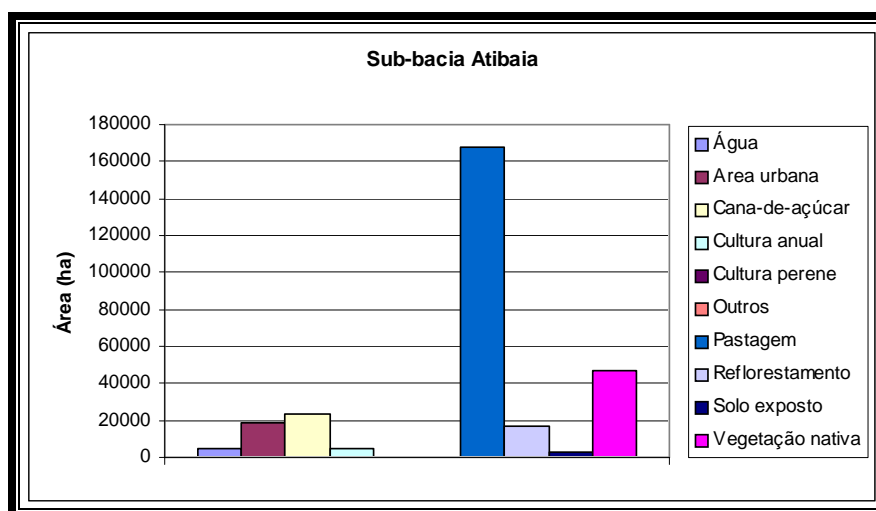
**Quadro 5.1. Uso e Cobertura do Solo nas Bacias Hidrográficas PCJ.**

Uso e cobertura da terra	Área (ha)	%
Água	22.098,90	1,47
Área urbana	90.378,46	6,00
Cana-de-açúcar	506.488,21	33,61
Cultura anual	88.962,77	5,90
Cultura perene	14.313,07	0,95
Outros	4.747,10	0,31
Pastagem	588.625,73	39,06
Reflorestamento	60.397,68	4,01
Solo exposto	11.538,98	0,77
Vegetação nativa	119.528,67	7,93
<b>Total</b>	<b>1.507.079,55</b>	<b>100,00</b>

Na Figura 5.15 e na Figura 5.16 tem-se a distribuição das classes de uso e ocupação das terras para as bacias hidrográficas dos rios do PCJ e para a sub-bacia hidrográfica do rio Atibaia. Nota-se pelo Quadro acima que nas sub-bacias do Comitê PCJ, há predominância da pastagem (39,00%) e secundariamente a cultura da cana-de-açúcar (33,61%).



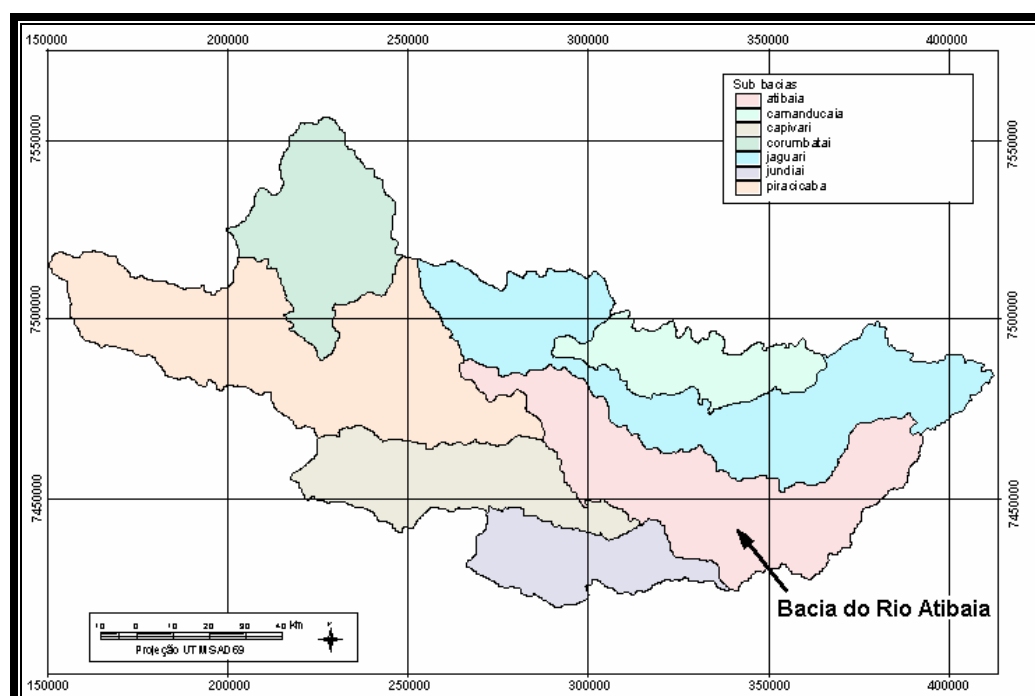
**Figura 5.15. Uso e cobertura do solo nas bacias hidrográficas PCJ.**



**Figura 5.16. Uso e cobertura do solo na bacia hidrográfica do rio Atibaia.**

## 5.5. Disponibilidade hídrica Superficial

O seguinte levantamento sobre a disponibilidade hídrica da bacia do Rio Atibaia foi realizado com base no Relatório de Situação dos Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá – 2002/2003 (IRRIGART – 2005). Pois conforme se observa na Figura 5.17, a área em estudo encontra-se inserida na UGRHI – 5.



**Figura 5.17. Localização da bacia do Rio Atibaia em relação à bacia dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá (UGRHI – 5).**

Como linha geral, os trabalhos de hidrologia superficial para a elaboração de diagnóstico da situação de recursos hídricos devem conduzir à avaliação da disponibilidade hídrica superficial e da demanda na bacia hidrográfica. Isto envolve o estudo da variação sazonal da disponibilidade hídrica, baseando-se principalmente, na análise mensal das precipitações e das vazões médias. Desta forma foram avaliadas as disponibilidades hídricas médias, máximas e mínimas, além das precipitações ocorridas e das vazões registradas no rio Atibaia para os anos de 2002 e 2003. O Quadro 5.2 apresenta a área de drenagem da bacia hidrográfica do Rio Atibaia em km<sup>2</sup> (quilômetros e porcentagem).

**Quadro 5.2. Bacia hidrográfica do Rio Atibaia.**

Sub - Bacia	Área de drenagem (km <sup>2</sup> )	% UGRHI 5
Rio Atibaia	2.868,74	22,8

*Fonte: Relatório de Situação dos Recursos Hídricos da Bacia PCJ 2002/2003 (IRRIGART – 2005)*

No Quadro 5.3 estão relacionados os índices fisiográficos: (i) Área de drenagem; (ii) extensão do rio principal, ou seja, comprimento axial da bacia; (iii) Perímetro da bacia, (iv) índice de forma, que é a relação entre a largura média da bacia e o seu comprimento axial e (v) coeficiente de compacidade, que é a relação entre o perímetro real da bacia e o perímetro de um círculo com área equivalente a da bacia.

**Quadro 5.3. Parâmetros fisiográficos e hidrológicos da bacia do Rio Atibaia.**

Bacia	Área (km <sup>2</sup> )	Extensão rio principal (km)	Perímetro da bacia (km)	Índice de Forma	Coeficiente de Compacidade
Rio Atibaia	2.868,74	230,18	397,56	0,054	2,078

*Fonte: Relatório de Situação dos Recursos Hídricos da Bacia PCJ 2002/2003 (IRRIGART – 2005)*

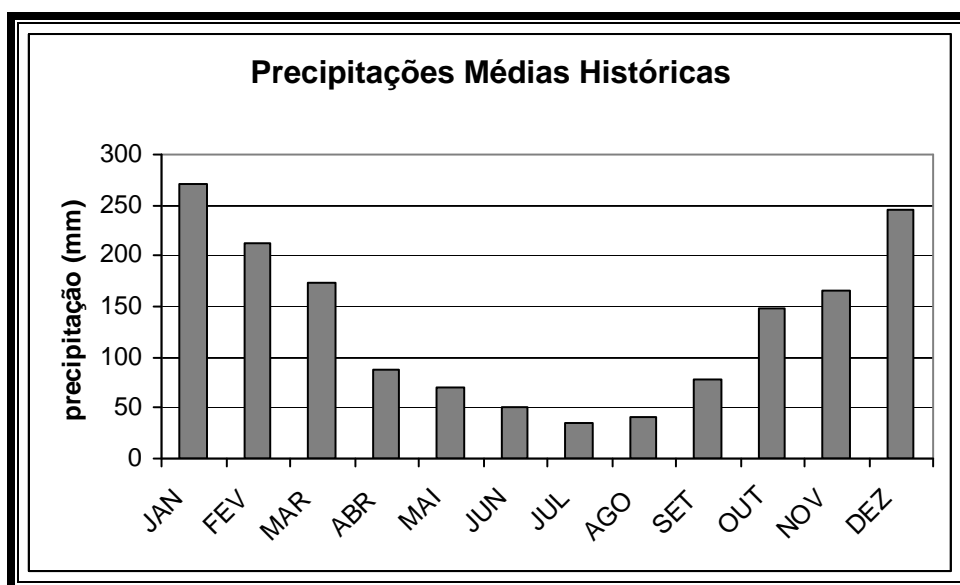
#### 5.5.1. Pluviometria

O Quadro 5.4, a seguir apresenta as precipitações pluviais médias da bacia hidrográfica do Rio Atibaia além das médias mensais de precipitação pluvial calculadas pelo método de Thiesen, a partir de estações pluviométricas com séries históricas variáveis.

**Quadro 5.4. Precipitações pluviais, em mm.**

Atibaia	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	ANO
Média	271	212	174	88	71	51	36	40	78	149	166	246	1593

A Figura 5.18. Ilustra os dados de precipitações pluviais, acima apresentados.

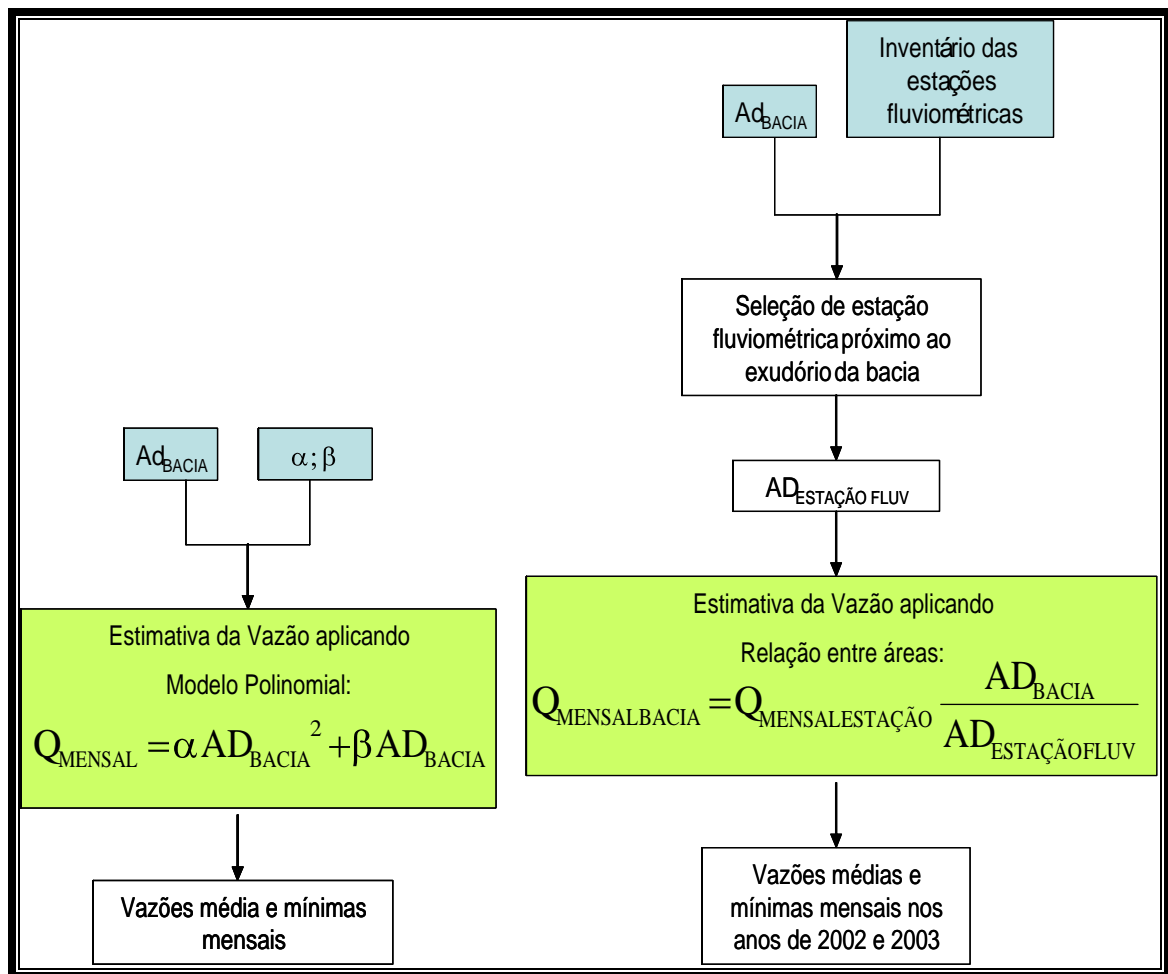


**Figura 5.18. Precipitações médias mensais (mm) - sub-bacia do rio Atibaia.**

#### **5.5.2. Regime de vazões médias e mínimas mensais nos anos de 2002 e 2003.**

Objetivou-se neste item quantificar as disponibilidades de água na bacia hidrográfica do Rio Atibaia e compará-las com os seus respectivos valores médios de vazão (médias e mínimas mensais). Entretanto, nem todas as estações fluviométricas apresentam dados atualizados até o ano de 2006. A fim de elaborar estimativas das vazões médias mensais na bacia hidrográfica do Rio Atibaia, adotou-se a metodologia descrita abaixo:

Inicialmente, selecionou-se, por sub-bacia, as estações fluviométricas localizadas mais próximas ao exutório do Rio Atibaia. Calculou-se, mensalmente, para cada sub-bacia, as vazões médias e mínimas, correlacionando-as através da relação entre a área de drenagem da sub-bacia e a do posto fluviométrico, em questão. A Figura 5.19 apresenta os fluxogramas para estimativa das vazões médias e mínimas mensais.

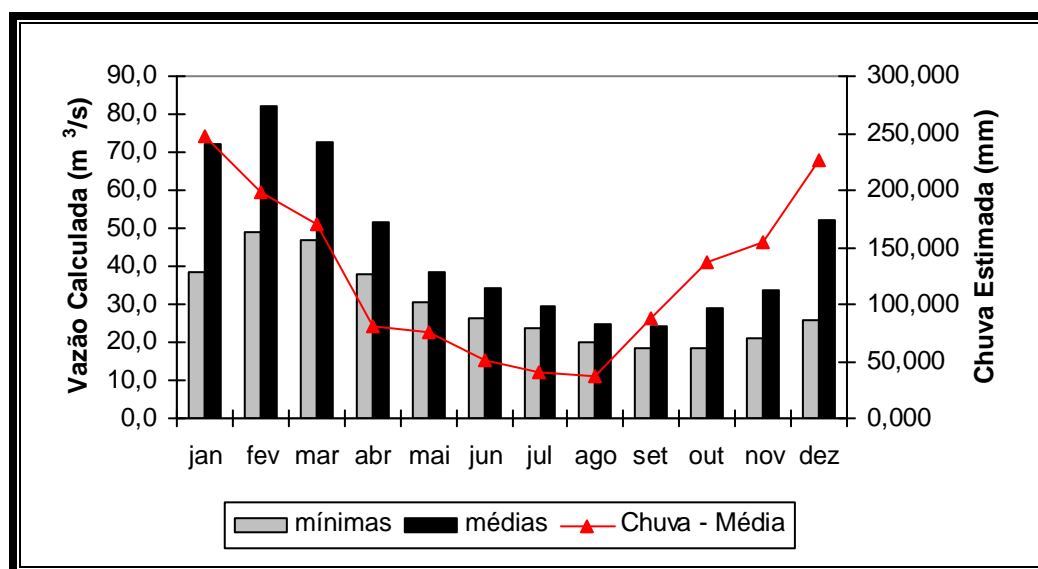


**Figura 5.19. Fluxogramas para estimativa das vazões médias e mínimas mensais para a bacia hidrográfica do Rio Atibaia.**



Os fluviogramas contendo os valores das descargas médias e mínimas mensais estimadas são apresentadas nas Figura 5.20.

O Quadro 5.5 apresenta os valores estimados das vazões médias e mínimas mensais das séries históricas da bacia do Rio Atibaia, bem como, os valores estimados para os anos de 2002 e 2003.



**Figura 5.20. Fluviogramas das descargas médias e mínimas mensais estimadas, para a Bacia do Rio Atibaia.**

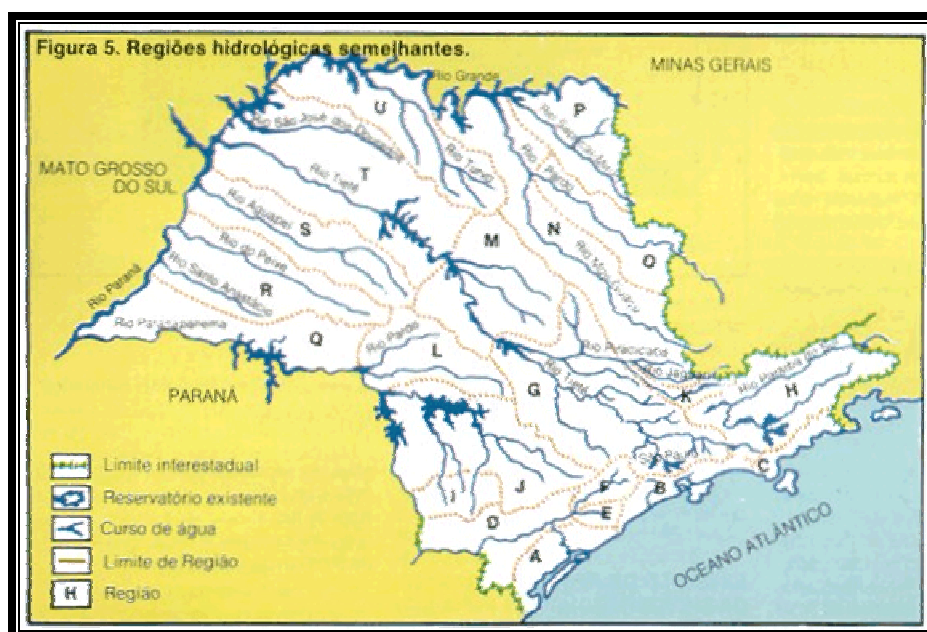
**Quadro 5.5. Valores estimados das vazões médias e mínimas mensais pelo método proposto —bacia do Rio Atibaia.**

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
<b>Vazões Médias Mensais estimadas, (m³/s)</b>												
<b>Médias</b>	72,1	81,9	72,5	51,6	38,6	34,0	29,4	24,5	24,2	29,1	33,7	52,1
<b>Mínima</b>	38,6	49,2	46,9	37,8	30,3	26,3	23,6	19,9	18,2	18,5	21,1	26,0

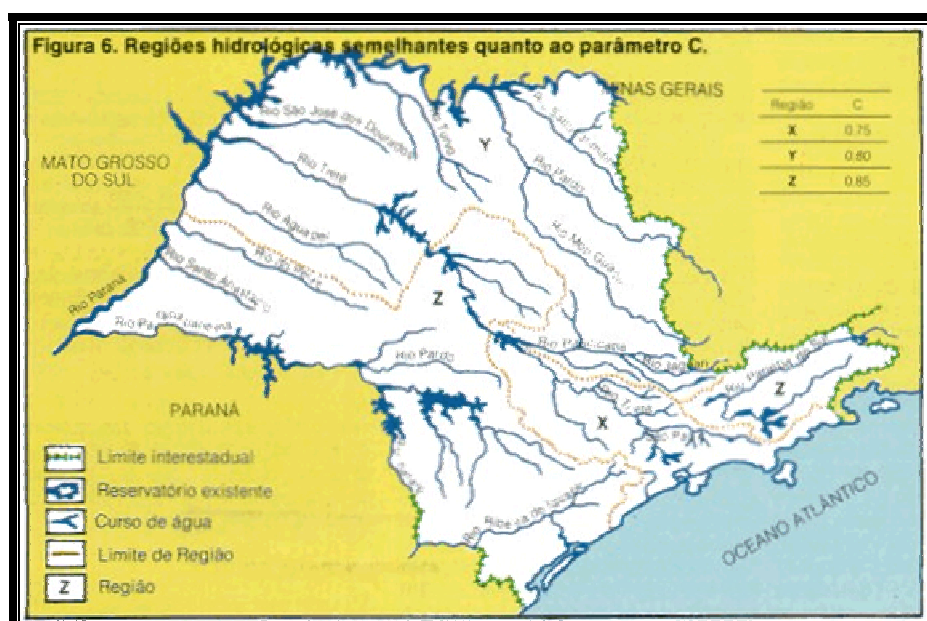
#### ➤ Estimativa da Disponibilidade Hídrica através da Regionalização Hidrológica

Através da Figura 5.21 que apresenta as regiões hidrológicas no Estado de São Paulo. Observa-se que a região hidrológica homogênea ao longo da extensão do Rio Atibaia, esta inserida integralmente na região K.

Além disso, quanto ao parâmetro C da equação de regressão (vide Figura 5.22), a bacia hidrográfica do Rio Atibaia está inserida integralmente na região Y.



**Figura 5.21 – Regiões hidroclimaticamente homogêneas no Estado de São Paulo (DAEE, 1988, 1994).**



**Figura 5.22. Regiões hidroclimaticamente semelhantes quanto ao parâmetro C no Estado de São Paulo (DAEE, 1988, 1994).**

#### ➤ Metodologia utilizada na estimativa das vazões

Utilizando-se os postos fluviométricos que ocorrem no rio Atibaia, e com suas respectivas áreas de drenagem e localização, determinaram-se as vazões: (i) média de longo período ( $Q_m$ ); (ii) mínima com 1 mês de duração e tempo de retorno de 10 anos ( $Q_{1,10}$ ); (iii) mínima com 7 dias de duração e tempo de retorno de 10 anos ( $Q_{7,10}$ ) e (iv)

mínima com tempo de permanência de 95% ou superior (Q95), conforme estão apresentadas no Quadro 5.6. De qualquer forma, recomenda-se que, para se analisar este QUADRO, sejam observadas as localizações dos postos fluviométricos inseridos e utilizados como referência para a bacia.

**Quadro 5.6. Estimativa das vazões pelo método da regionalização hidrológica para a bacia do Rio Atibaia.**

Posto Fluviométrico	Área de Drenagem (km <sup>2</sup> )		Parâmetros		Chuva Anual (mm)	Vazões (m <sup>3</sup> /s)			
	Total	Parcial	Região	C <sub>7,10</sub>		Q <sub>M</sub>	Q <sub>1,10</sub>	Q <sub>7,10</sub>	Q <sub>95</sub>
6267000	1143	1143	K	Y	1399,2	14,478	5,217	4,174	6,283
3D-006	1920	777	K	Y	1309,4	7,902	2,848	2,278	3,430
F21	2240	320	K	Y	1305,5	3,220	1,160	0,928	1,398
3d-003	2308	68	K	Y	1359,1	0,786	0,283	0,226	0,341
F12	2868,74	560,74	K	Y	1256,8	4,883	1,759	1,408	2,119
<b>Somatória das vazões por regionalização :</b>						<b>31,27</b>	<b>11,27</b>	<b>9,01</b>	<b>13,57</b>

O Quadro 5.7 apresenta resumidamente as vazões totais, calculadas acima: (i) média de longo período (Q<sub>m</sub>); (ii) mínima com 1 mês de duração e tempo de retorno de 10 anos (Q<sub>1,10</sub>); (iii) mínima com 7 dias de duração e tempo de retorno de 10 anos (Q<sub>7,10</sub>) e (iv) mínima com tempo de permanência de 95% ou superior (Q<sub>95</sub>).

**Quadro 5.7. Vazões totais para a bacia do rio Atibaia.**

Sub-bacia	Vazões (m <sup>3</sup> /s)			
	Q <sub>m</sub>	Q <sub>1,10</sub>	Q <sub>7,10</sub>	Q <sub>95</sub>
<b>Atibaia</b>	<b>31,27</b>	<b>11,27</b>	<b>9,01</b>	<b>13,57</b>

## **5.6. Qualidade das águas superficiais do rio Atibaia.**

O levantamento sobre a qualidade das águas superficiais foi desenvolvido com base no Relatório de Qualidade das Águas Interiores do Estado de São Paulo dos seguintes anos: 2000, 2001, 2002, 2003, 2004 e 2005. Desenvolvidos pela Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental – CETESB.

A Rede de Monitoramento da Qualidade das Águas Interiores do Estado de São Paulo foi criada para avaliar a evolução da qualidade das águas interiores dos rios e reservatórios do estado.

O órgão responsável pelo controle da qualidade da água no estado de São Paulo é a CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental, que publica o Relatório de Qualidade das Águas Interiores.

Foram analisados os parâmetros da qualidade das águas do rio Atibaia desde a captação do município de Atibaia até a ponte de Salto Grande, a jusante do reservatório da CPFL incluindo também o ribeirão Anhumas e o ribeirão Pinheiros que tem sua foz no rio Atibaia.

Foi realizado uma análise espaço temporal de alguns parâmetros de qualidade da água com dados retirados dos relatórios da CETESB, Esses parâmetros são:

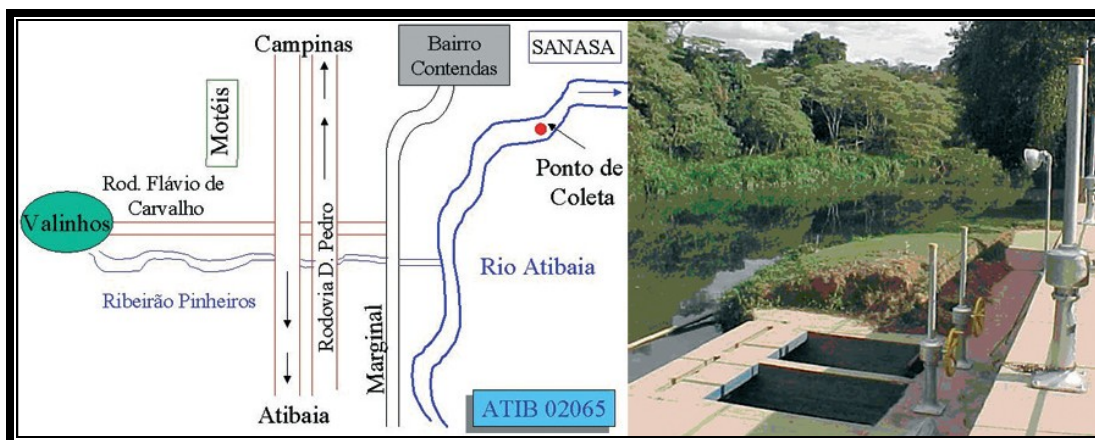
- IQA, (índice de qualidade da água), médias anuais do ano 2000 até 2005.
- IAP, (índice de qualidade de água para fins de abastecimento público) relacionado com vazão, médias bimestrais do ano de 2002 até 2005
- IAV, (índice de proteção à vida aquática) relacionado com vazão, médias bimestrais do ano de 2002 até 2005.
- IET, (índice de estado trófico) relacionado com vazão, médias bimestrais do ano de 2002 até 2005.
- Fósforo total e Nitrogênio Amoniacal relacionado com vazão, dados bimestrais do ano de 2005
- DBO, (demanda biológica de oxigênio) relacionado com OD, (oxigênio dissolvido) e vazão, com dados bimestrais do ano de 2005.

### **5.6.1. Identificação e localização dos postos de amostragem.**

Foram utilizados dados de 5 postos de amostragem da rede de monitoramento da CETESB, onde 3 desses postos fazem parte da rede básica de monitoramento e 2 fazem parte da rede regional de monitoramento.

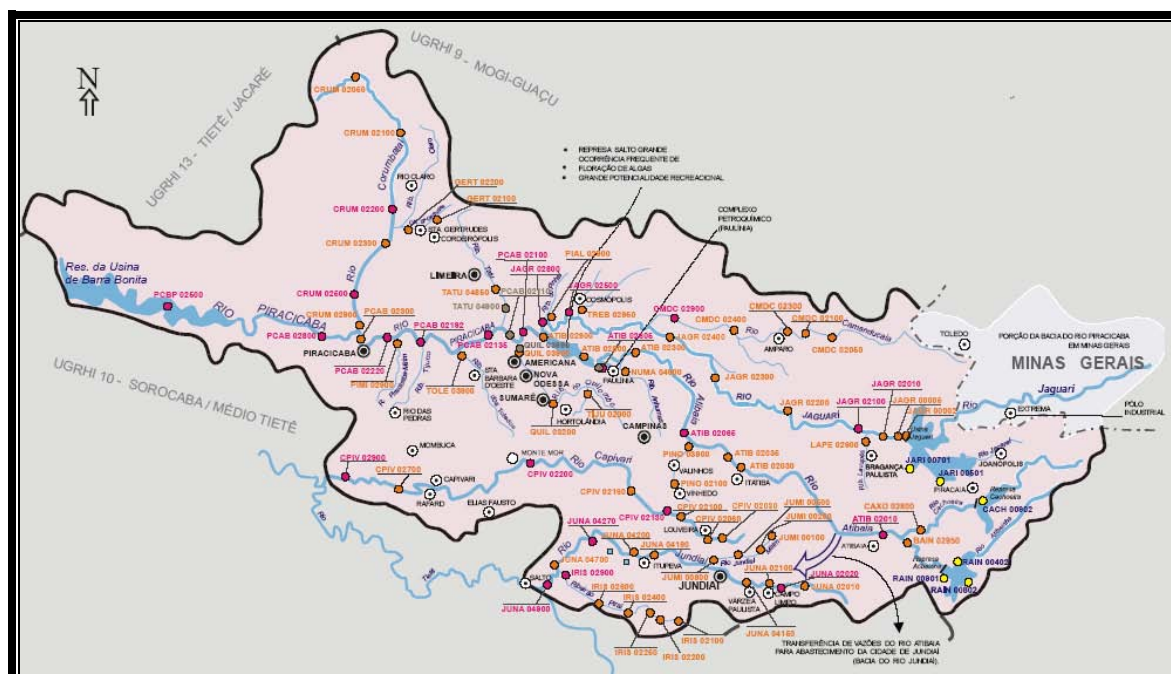


A Figura 5.23, abaixo, apresenta um exemplo do croqui e do registro fotográfico de um ponto de amostragem da Rede Básica situada no Rio Atibaia, na captação da SANASA.



**Figura 5.23. Croqui e Registro Fotográfico do ponto ATIB 02065 – Rio Atibaia; Foto: Relatório de Águas Interiores do estado de São Paulo. CETESB 2005.**

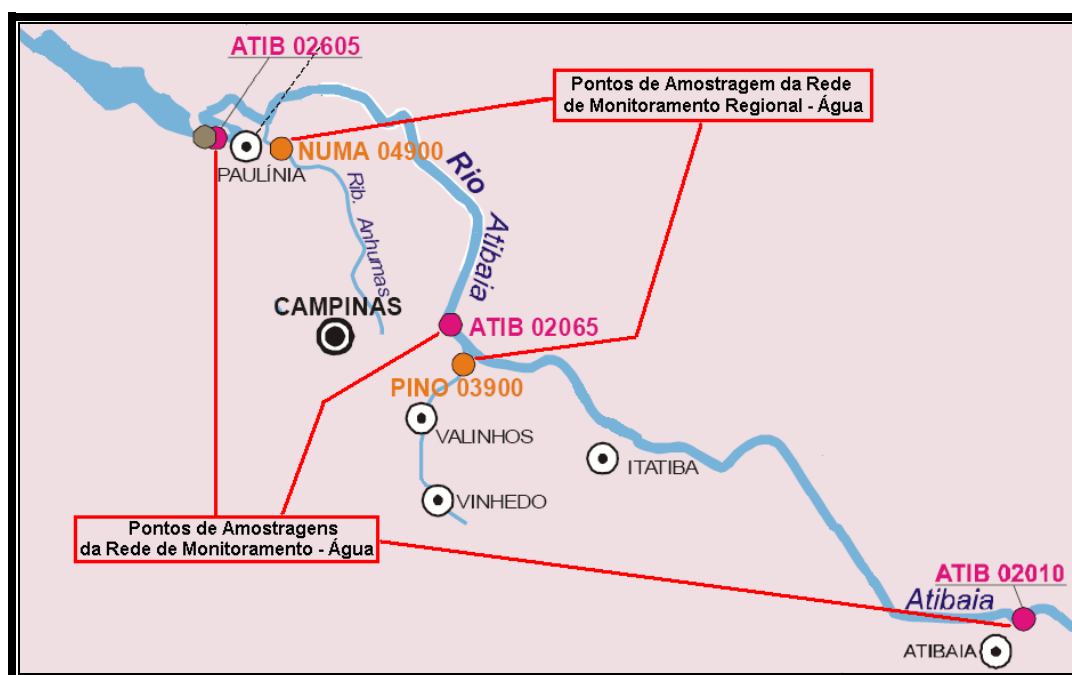
Na Figura 5.24, observa-se o mapa esquemático da UGRHI – 5 - Piracicaba, Capivari e Jundiaí, onde se localiza o rio Atibaia e os cinco pontos de amostragem utilizados neste estudo. Vale ressaltar que neste estudo, interessa-se apenas pelos postos localizados na Bacia do Rio Atibaia.



**Figura 5.24. Mapa esquemático da bacia PCJ (Cetesb, 2005).**

Conforme se observa na Figura 5.25, abaixo, na área em estudo, encontra-se 5 pontos de amostragem, sendo 3 (três) localizados no Rio Atibaia e o outros 2 (dois) pontos

são da rede de monitoramento regional, que tem sua foz no Atibaia (PINO 03900 e NUMA 04900). Infelizmente não há nenhum ponto de monitoramento dentro do reservatório.



**Figura 5.25. Mapa esquemático contendo os principais corpos de água, municípios e a localização dos postos de amostragem. (CETESB, 2005).**

Os pontos apresentados na Figura 5.25, acima, estão referenciados e descritos no Quadro 5.8 abaixo.

**Quadro 5.8. Descrição dos pontos extraídos do relatório de águas interiores do estado de São Paulo realizado pela CETESB.**

Ponto	Latitude	Longitude	Projeto	Descrição	Local
<b>ATIB02010</b>	23°06'12"	46°32'42"	RB	Rio Atibaia	Junto à captação do município de Atibaia.
<b>ATIB02065</b>	22°54'18"	46°58'26"	RB	Rio Atibaia	Na captação de Campinas, na divisa entre os municípios de Campinas e Valinhos.
<b>ATIB02605</b>	23°45'47"	47°09'18"	RB	Rio Atibaia	Ponte da Rodovia SP - 332 que liga Campinas a Cosmópolis.
<b>NUMA04900</b>	22°45'56"	47°06'00"	MR	Ribeirão Anhumas	Ponte antes da entrada da Rhodia, saindo de Paulínia.
<b>PINO03900</b>	22°54'53"	46°57'39"	MR	Ribeirão Pinheiros	Próximo à foz no Rio Atibaia.

MR = Monitoramento Regional.

RB = Rede Básica de Monitoramento.



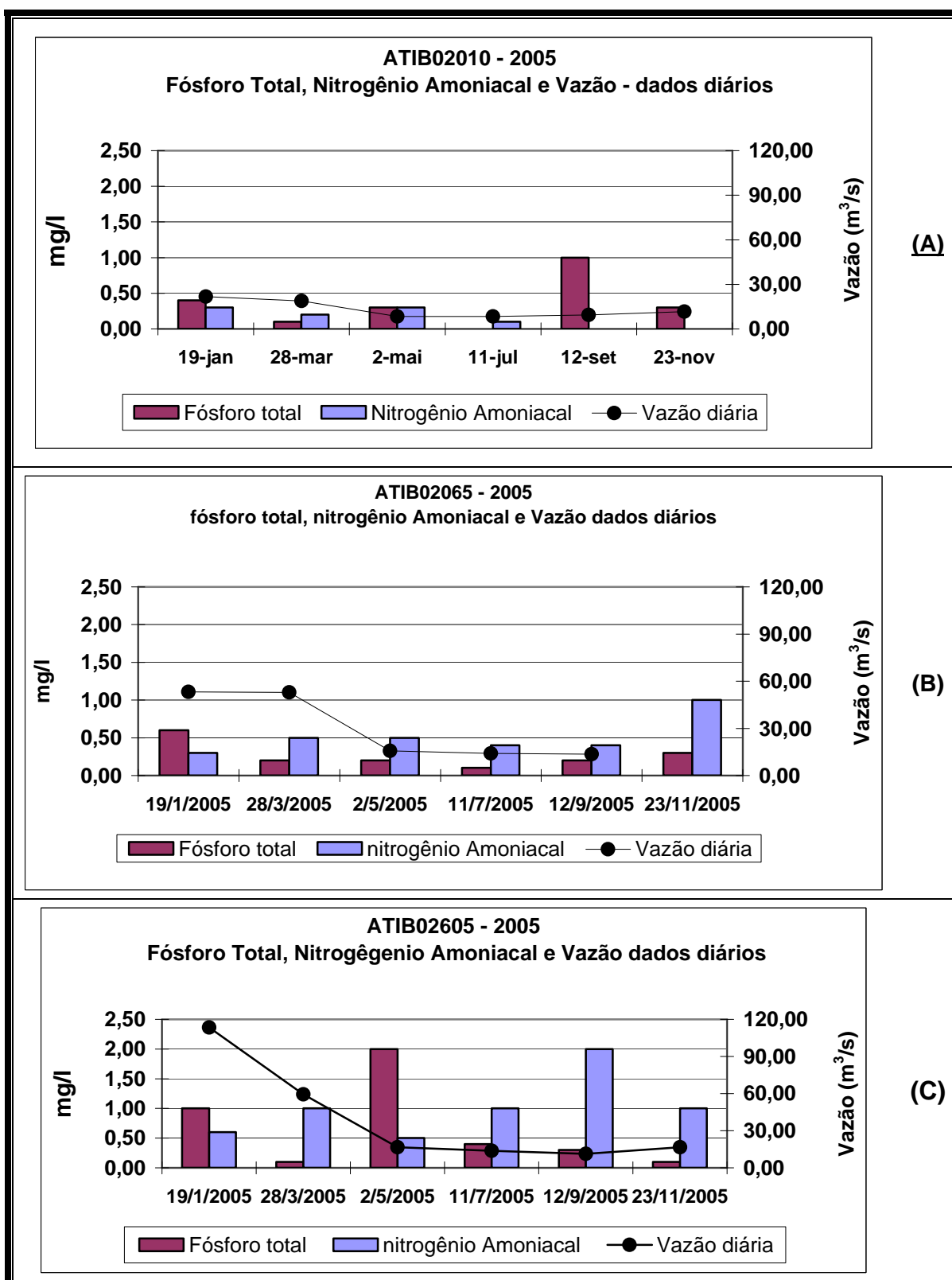
### **5.6.2. Análise histórica bimestral de Fósforo total e Nitrogênio Amoniacal relacionado com Vazões do ano de 2005.**

Para o Nitrogênio Amoniacal e Fósforo total, a resolução CONAMA 357 de 2005 especifica que a concentração para águas de classe II deve ser de 3,7mg/L N, para pH = 7,5 e 0,1 mg/L P respectivamente.

Nota-se na Figura 5.26, que nas águas próximo ao ponto ATIB 02010, à montante da cidade de Atibaia que são utilizadas para abastecimento público, a concentração de Nitrogênio Amoniacal esta dentro do parâmetro estabelecido pela resolução, mas a concentração de Fósforo total excedeu o limite para classe 2 estabelecido pela Resolução CONAMA 357/05, nos meses de Janeiro, Maio, Setembro e Novembro.

No posto a jusante do ribeirão Pinheiros ATIB02065 ocorre um aumento da concentração de Nitrogênio Amoniacal em relação ao ponto à montante, mas não excedendo o limite para classe 2 estabelecido pela Resolução CONAMA 357/05. Já a concentração de Fósforo total só não excede no mês de Julho a resolução. Mas não demonstra concentrações muito altas em todo ano de 2005.

Para o ponto ATIB 02605 que se localiza a jusante da cidade de Paulínia observa-se altas concentrações de Nitrogênio Amoniacal em todo ano, destacando-se o mês de Setembro quando se observa a menor vazão. No entanto não ultrapassa o limite para classe 2 estabelecido pela Resolução CONAMA 357/05 em nenhum momento. Já a concentração de Fósforo Total se mantém coerente com a resolução 357/05 apenas nos meses de Março e Novembro. Destacando-se os meses de Janeiro e Março quando se observa altas concentrações de Fósforo provavelmente advinda do ribeirão Anhumas que é enquadrado como classe 4, pela mesma legislação.



**Figura 5.26. Relação de Fósforo total e Nitrogênio Amoniacal com a vazão de 2005.**  
**(A) Posto ATIB02010 – (B) ATIB02065 – (C) ATIB02605.**

### **5.6.3. Análise bimestral de DBO<sub>5,2</sub> e OD relacionado com Vazões do ano de 2005.**

Observa-se nos gráficos da Figura 3.14 que no posto de monitoramento ATIB 2010, próximo à captação do município de Atibaia, que a concentração de DBO<sub>5,20</sub> é muito baixa no decorrer do ano de 2005 e não ultrapassa em nenhum momento a concentração estabelecida pela a resolução CONAMA 357/05 que é de 5 mg/L DBO<sub>5,20</sub>, 5 dias a 20°C.

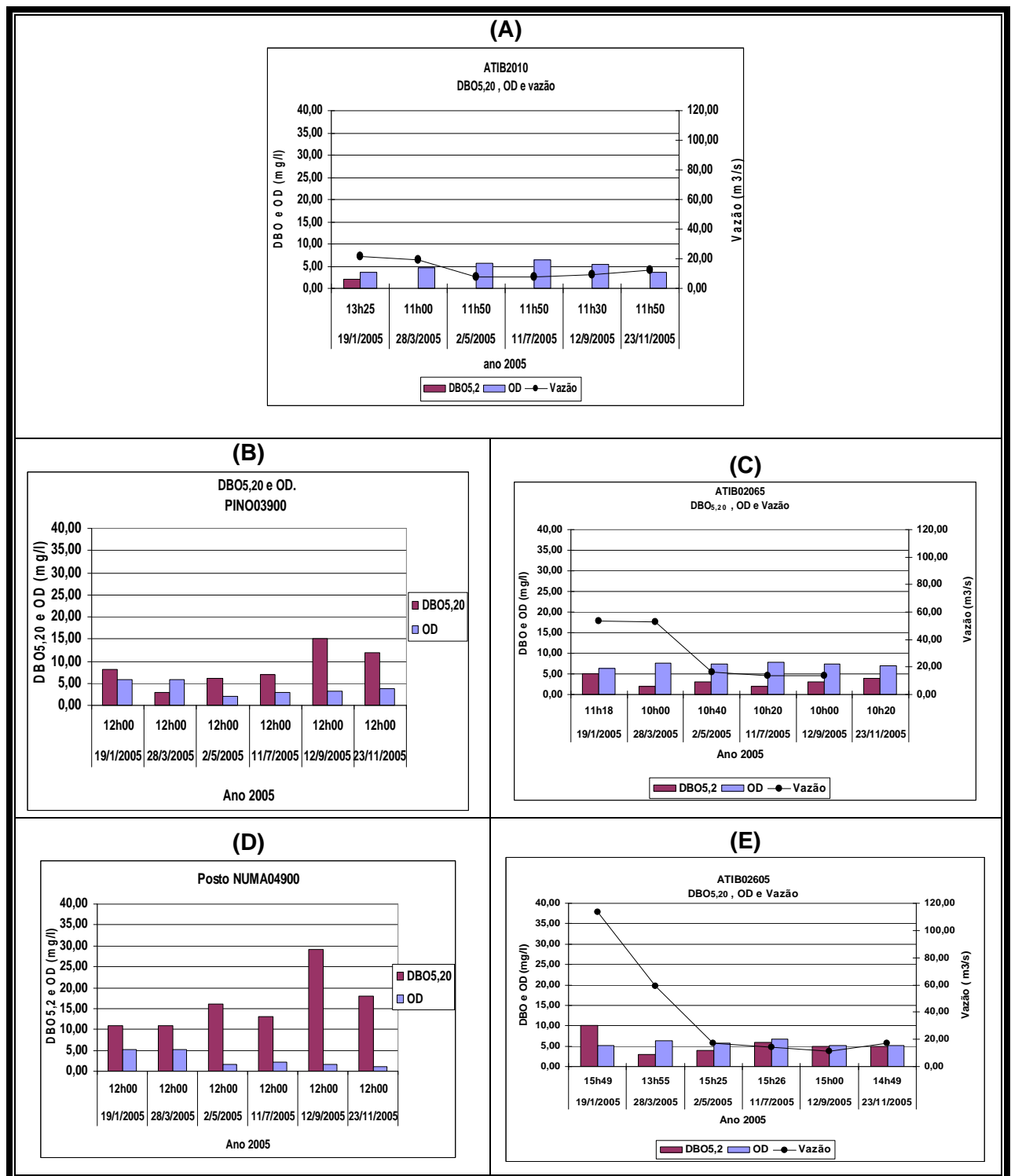
Neste posto de monitoramento (ATIB 2010) nos meses de Janeiro e Novembro 2005 o Oxigênio dissolvido, apresentou concentrações inferiores a 5 mg/L. Esse valor é inferior ao estabelecido para que o rio se enquadre na Classe II pela resolução CONAMA 357/05. Próximo a foz no rio Atibaia no posto PINO03900 na entrada da Rhodia, à montante do posto ATIB02065, os níveis de DBO<sub>5, 20</sub>, são considerados elevados acima de 10 mg/L DBO<sub>5, 20</sub>, nos meses de setembro e novembro o que se caracteriza como não conformidade com a resolução CONAMA 357/05.

Nos meses de Maio, Julho, Setembro e Novembro o OD no posto PINO03900, localizado no córrego Pinheiros apresentou concentrações abaixo do estabelecido pela a resolução CONAMA 357/05, que é de não ser inferior a 4 mg/L O<sub>2</sub> para corpos d'água enquadrados como sendo de classe III.

No posto ATIB 02065 a concentração de DBO<sub>5,20</sub> é condizente com a resolução 357/05 do CONAMA para rios de classe II, mas nota-se um aumento da carga de DBO<sub>5,20</sub> em relação ao posto à montante (ATIB02010) devido à contribuição negativa do Ribeirão Pinheiros. Para a concentração de OD este posto está conforme a legislação vigente.

No posto NUMA04900 localizado no Ribeirão Anhumas, próximo à foz no Rio Atibaia. Ponte antes da entrada da Rhodia, saindo de Paulínia que recebe parte do esgoto da cidade de Campinas, a concentração de DBO é alta, mesmo considerando que é enquadrado como classe IV pela legislação vigente atinge níveis altíssimos extrapolando os valores prescritos pela legislação em todo ano de 2005 destacando-se o mês de Setembro. Para a concentração de oxigênio dissolvido este posto apresenta níveis extremamente baixos em todos os meses, exceto em Janeiro e Março.

No posto ATIB02605, a concentração de DBO<sub>5,20</sub> tem o seu maior valor no mês de Janeiro, coincidindo com o mês de maior vazão, ultrapassando o limite para corpos d'água considerados de classe II. Também foi relatado concentração superior ao limite no mês de Julho. As concentrações de oxigênio dissolvido estiveram superiores ao estabelecido pela resolução do CONAMA 357/05 que é de 5mg/l em todos os meses amostrados; mas quando se compara com o posto à montante (ATIB02065) nota-se uma queda na qualidade de água devido ao impacto ocasionado pela alta carga de esgoto doméstico/industrial advinda do posto NUMA04900 que drena a cidade de Campinas e Paulínia.



**Figura 5.27. DBO<sub>5,2</sub> e OD relacionado com vazão dos três pontos da rede básica de monitoramento e em dois postos que tem sua foz no Atibaia, (PINO03900 e NUMA04900), no ano de 2005.**

#### **5.6.4. Análise bimestral de coliforme termotolerante relacionado com vazão do ano de 2005**

Os índices de coliformes termotolerante: para uso de recreação de contato primário deverá ser obedecida a Resolução CONAMA no 274, de 2000. Para os demais usos, não deverá ser excedido um limite de 1.000 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 6 (seis) amostras coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral.

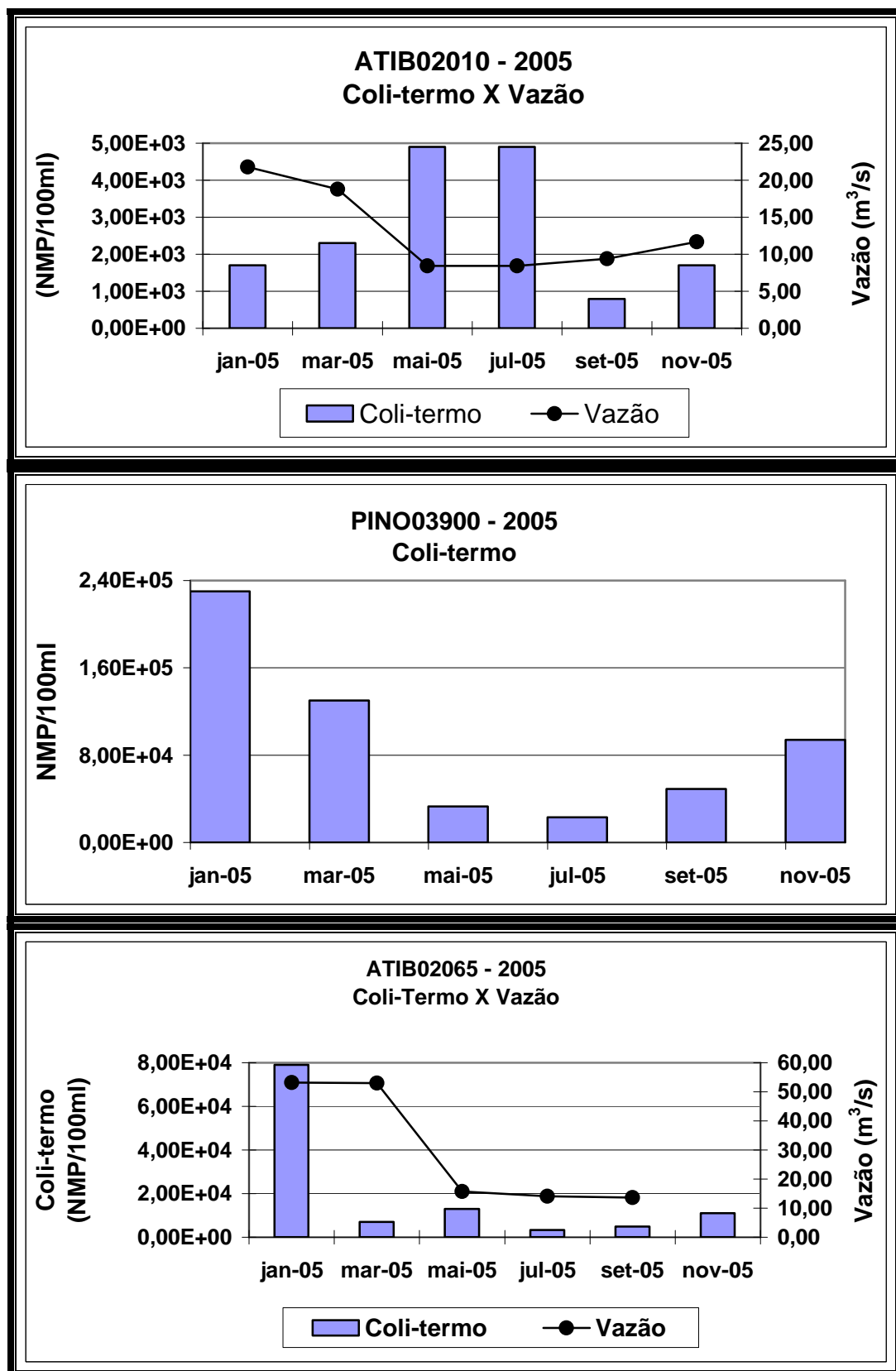
No posto ATIB02010, as concentrações de coliformes estão em não conformidade com a resolução CONAMA 357/05 durante a maior parte das amostragens, correspondendo com o previsto na legislação acima apenas no mês de Setembro.

Na entrada da Rhodia, saindo de Paulínia localiza-se o posto PINO03900, que é enquadrado como sendo de classe III. O ribeirão Pinheiros apresenta no ano de 2005 concentrações de coliforme termotolerante que excedem todos os limites contemplados na resolução CONAMA 357/05 para rios classe III, apresentando altas concentrações em todos os meses amostrados, influenciando negativamente o rio Atibaia.

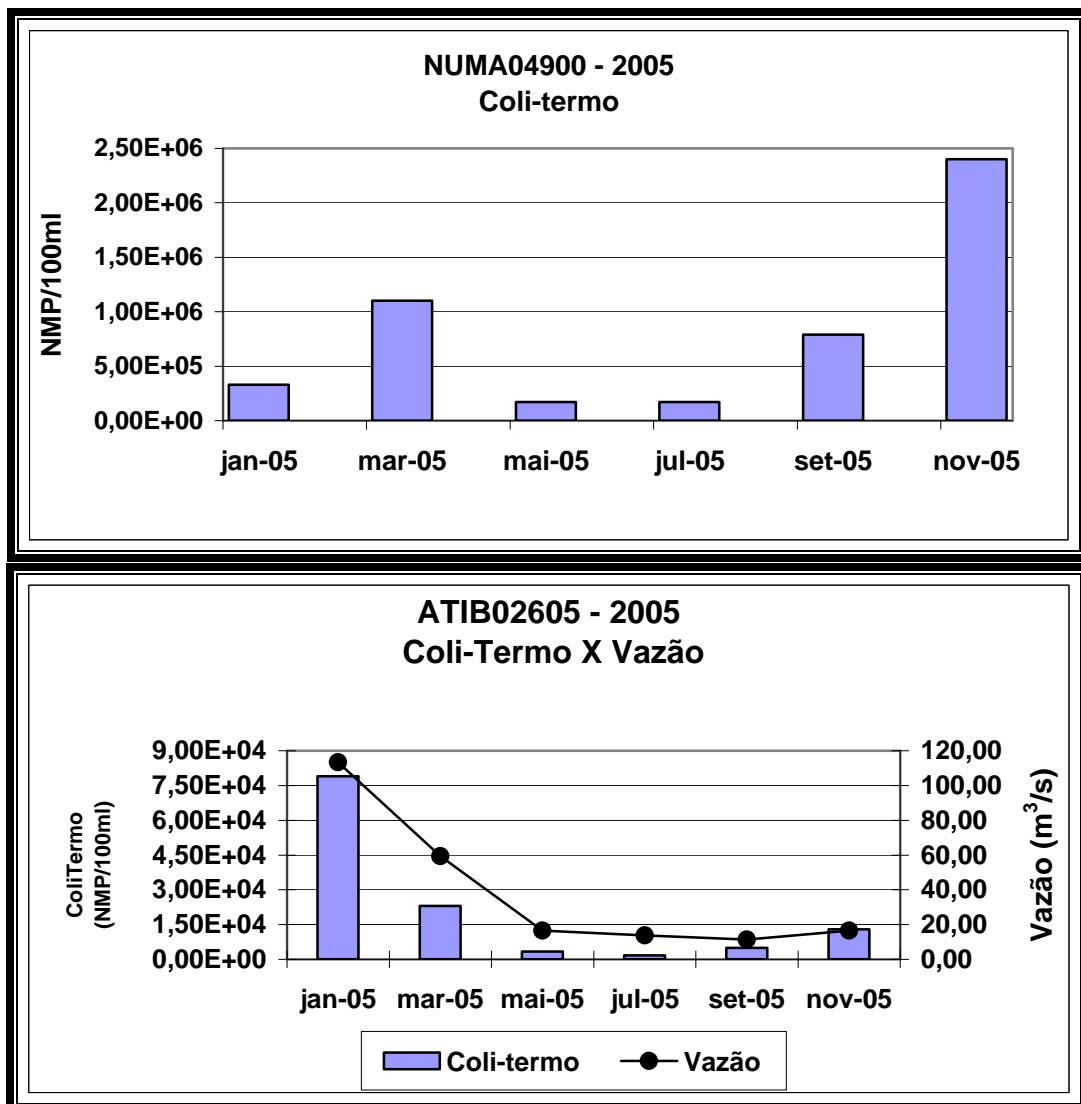
No posto ATIB02065 à jusante do ribeirão Pinheiros, durante todo o ano apresentou não conformidade com a resolução CONAMA 357/05, para corpos d'água enquadrados como classe II. Esses níveis altos de coliforme se pode ser atribuído devido ao lançamento de esgoto doméstico *in natura* pela cidade de Itatiba e pela influencia negativa do ribeirão Pinheiro que drena as cidades de Valinhos e Vinhedo.

No posto NUMA04900, localizado no córrego Anhumas, próximo à foz no Rio Atibaia. Ponte antes da entrada da Rhodia, saindo de Paulínia, os valores de coliforme termotolerante ultrapassaram os limites estabelecidos pela legislação CONAMA 357/05 para águas de classe IV em todos os meses amostrados.

Para o posto ATIB02605 as concentrações também são muito altas, ultrapassando em todos os meses monitorados os limites estabelecidos para rios enquadrados pela resolução CONAMA 357/05 como sendo de classe II. Mas nota-se no mês de Julho uma queda nessa concentração em relação aos outros meses coincidindo com a época de estiagem.







**Figura 5.28. Concentração de coliforme termotolerantes relacionado com vazão dos três pontos da rede básica de monitoramento e em dois postos que tem sua foz no Atibaia, (PINO03900 e NUMA04900), no ano de 2005.**

#### 5.6.5. Índice de qualidade das águas – IQA

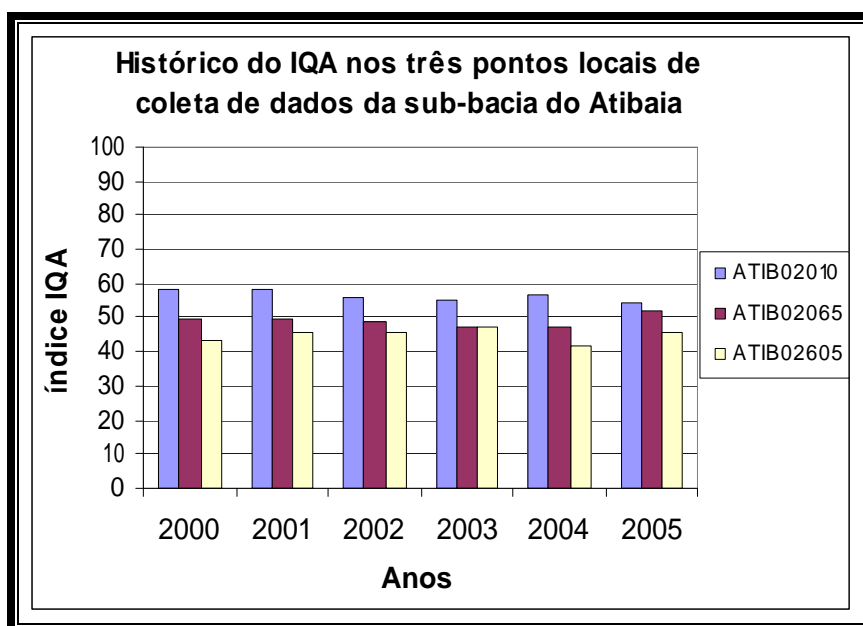
O Índice de Qualidade das Águas (IQA), foi um índice desenvolvido em 1970 pela "National Sanitation Foundation" dos Estados Unidos, a partir disto a CETESB adaptou e desenvolveu este um índice utilizando 9 parâmetros considerados relevantes para a avaliação da qualidade das águas, tendo como determinante principal à utilização das mesmas para abastecimento público.

O IQA varia de 0 a 100 sendo seu valor diretamente proporcional a qualidade da água.

#### 5.6.6. Evolução IQA médio no rio Atibaia.

Na Figura 5.29, observa-se neste gráfico, que a qualidade de água do rio Atibaia apresenta queda na qualidade da água no sentido montante para jusante, com exceção do ano de 2003, quando a qualidade da água se iguala nos pontos ATIB02065 e ATIB02605.

No ponto ATIB02010 observa-se uma queda no IQA de 2000 a 2005, no ponto ATIB02065 ocorre uma melhora da qualidade de água no mesmo espaço de tempo, já no ATIB02605 nota-se que o IQA se manteve estável em 2005 com relação aos outros anos.

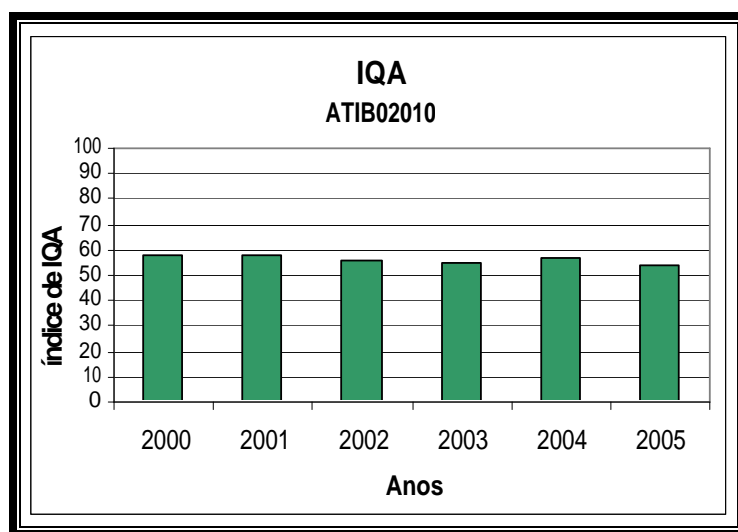


**Figura 5.29. IQA médio de 2000 até 2005 dos três pontos da rede básica de monitoramento realizado pela CETESB.**

A seguir é apresentado a análise do IQA para os postos de amostragem individualmente.

##### ➤ Posto de monitoramento - ATIB 02010

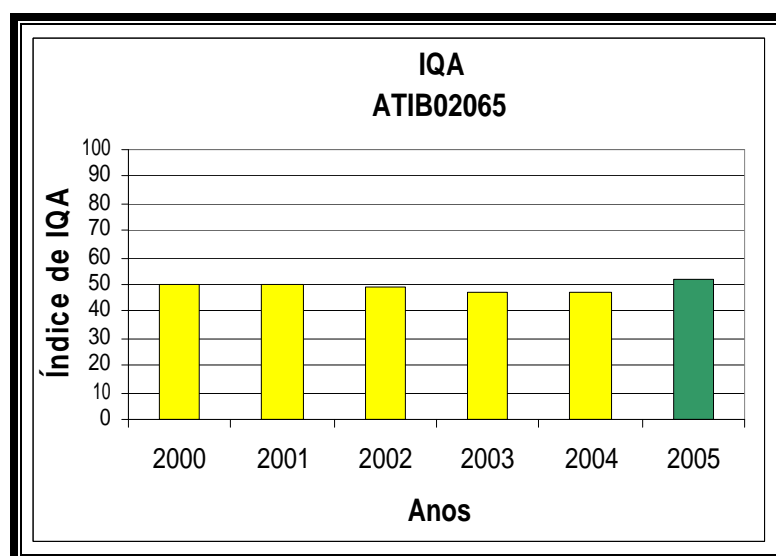
O Ponto ATIB 02010 localiza-se junto à captação de água do município de Atibaia. Nota-se através da interpretação ilustrada pela Figura 5.30, abaixo, que no período de 2000 até 2005 houve uma queda da qualidade da água. Quando em 2000 e 2001 apresentou um índice de 58, em 2002 apresentou 56, em 2003 apresentou um índice de 55, em 2004 houve uma melhora em relação a 2002 e 2003, apresentando um índice de 57 e em 2005 apresentou um índice de 54, o pior em relação aos seis anos de monitoramento. Estes índices são considerados como “BOM”, porém destaca-se que no decorrer dos anos há uma queda no índice IQA, neste posto.



**Figura 5.30. IQA médio do ano 2000 até 2005 do posto de monitoramento ATIB02010**

➤ **Posto de monitoramento - ATIB 02065**

Na Figura 5.31 nota-se que no ponto ATIB02065, que se localiza na captação de Campinas, na divisa entre os municípios de Campinas e Valinhos houve uma melhora no índice de qualidade de água no ano de 2005 em relação aos outros anos de monitoramento, passando de uma qualidade “REGULAR” para “BOA”. Observa-se que no ano de 2000 e 2001 teve um índice de 50, já no ano de 2002 ocorre uma queda para um índice de 49, no ano de 2003 e 2004 o índice de qualidade cai para 47 e em 2005 o índice sobe para 52 ocorrendo um fato isolado não apresentando uma tendência de melhora continua neste ponto.

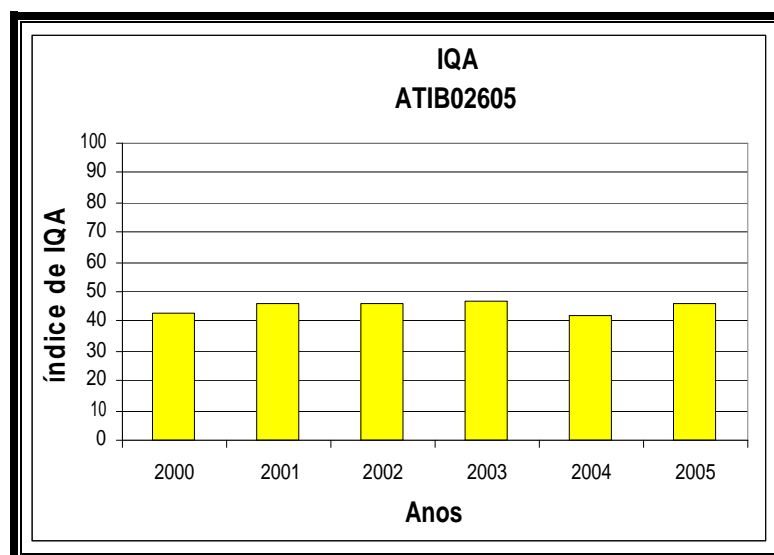


**Figura 5.31. IQA médio do ano 2000 até 2005 do posto de monitoramento ATIB02065.**

➤ **Posto de monitoramento - ATIB 02065**

Na Figura 5.32; nota-se que no ponto ATIB02605 que se localiza na Ponte da Rodovia SP - 332 que ligam Campinas a Cosmópolis, ocorre uma queda no IQA em relação aos outros pontos de rede básica de monitoramento do rio Atibaia devido ao impacto causado pela alta industrialização da região de Campinas.

Observa-se que em 2000 apresentou um índice de 43, e em 2001 e 2002 um índice de 46 caracterizando uma melhora na qualidade de água, melhorando ainda mais quando apresenta um índice de 47 em 2003, já em 2004 ocorre uma queda marcando um índice de 42, mas se recupera em 2005 se estabilizando com um índice de 46, mantendo-se com uma qualidade “REGULAR”.



**Figura 5.32. IQA médio do ano de 2000 até 2005 do posto de monitoramento ATIB02605.**

**5.6.7. Índice de qualidade das águas brutas (abastecimento publico) - IAP**

O índice de qualidade das águas brutas para fins de abastecimento publico (IAP) tem como finalidade refletir a qualidade das águas brutas O IAP será o produto da ponderação dos resultados atuais do IQA (Índice de Qualidade de Águas) e do ISTO (Índice de Substâncias Tóxicas e Organolépticas), que é composto pelo grupo de substâncias que afetam a qualidade Organolépticas da água, bem como de substâncias tóxicas, incluindo metais, além de resultados do teste de Ames (Genotoxicidade) e do Potencial de Formação de Trihalometanos (THMPF). Assim, o índice será composto por três grupos principais de parâmetros:

IQA – grupo de parâmetros básicos (temperatura da água, pH, oxigênio dissolvido, demanda bioquímica de oxigênio, coliformes termotolerantes, nitrogênio total, fósforo total, resíduo total e turbidez);

ISTO - (a) Parâmetros que indicam a presença de substâncias tóxicas (teste de mutagenicidade, potencial de formação de trihalometanos, cádmio, chumbo, cromo total, mercúrio e níquel) e; (b) Grupo de parâmetros que afetam a qualidade Organolépticas (fenóis, ferro, manganês, alumínio, cobre e zinco).

➤ **Análise histórica bimestral do IAP relacionado com as vazões de 2002:**

A Figura 5.33, abaixo, apresenta os valores de IAP relacionados com as vazões dos Postos; ATIB02010, ATIB02065 e ATIB02605. Observa-se nestes gráficos que a qualidade das águas brutas para fins de abastecimento público no posto de coleta Junto à captação do município de Atibaia (ATIB02010), varia de “boa” nos meses de Janeiro, Maio e Julho, para “ótima” no mês de Novembro, mesmo com uma vazão relativamente baixa. No posto da rede básica de monitoramento na captação de Campinas, na divisa entre os municípios de Campinas e Valinhos (ATIB02065) tem qualidade “ruim” nos quatro meses amostrados, e uma vazão relativamente alta quando comparada com o posto a montante. Esse declínio da qualidade provavelmente se dá devido ao lançamento de esgoto das cidades de Atibaia e Itatiba e a influência do ribeirão Pinheiros que recebe esgoto da cidade de Valinhos e Vinhedo que tem sua foz no Atibaia, comprometendo a qualidade das águas brutas neste posto de coleta.

No posto ATIB02605 localizado a jusante do ribeirão Anhumas onde é drenada parte do esgoto de Campinas e passam pelo pólo industrial de Paulínia, os índices de IAP variam entre “ruim” em Março e “regular” nos outros meses amostrados, revelando que houve uma pequena melhora no índice IAP neste posto, em relação ao posto a montante.

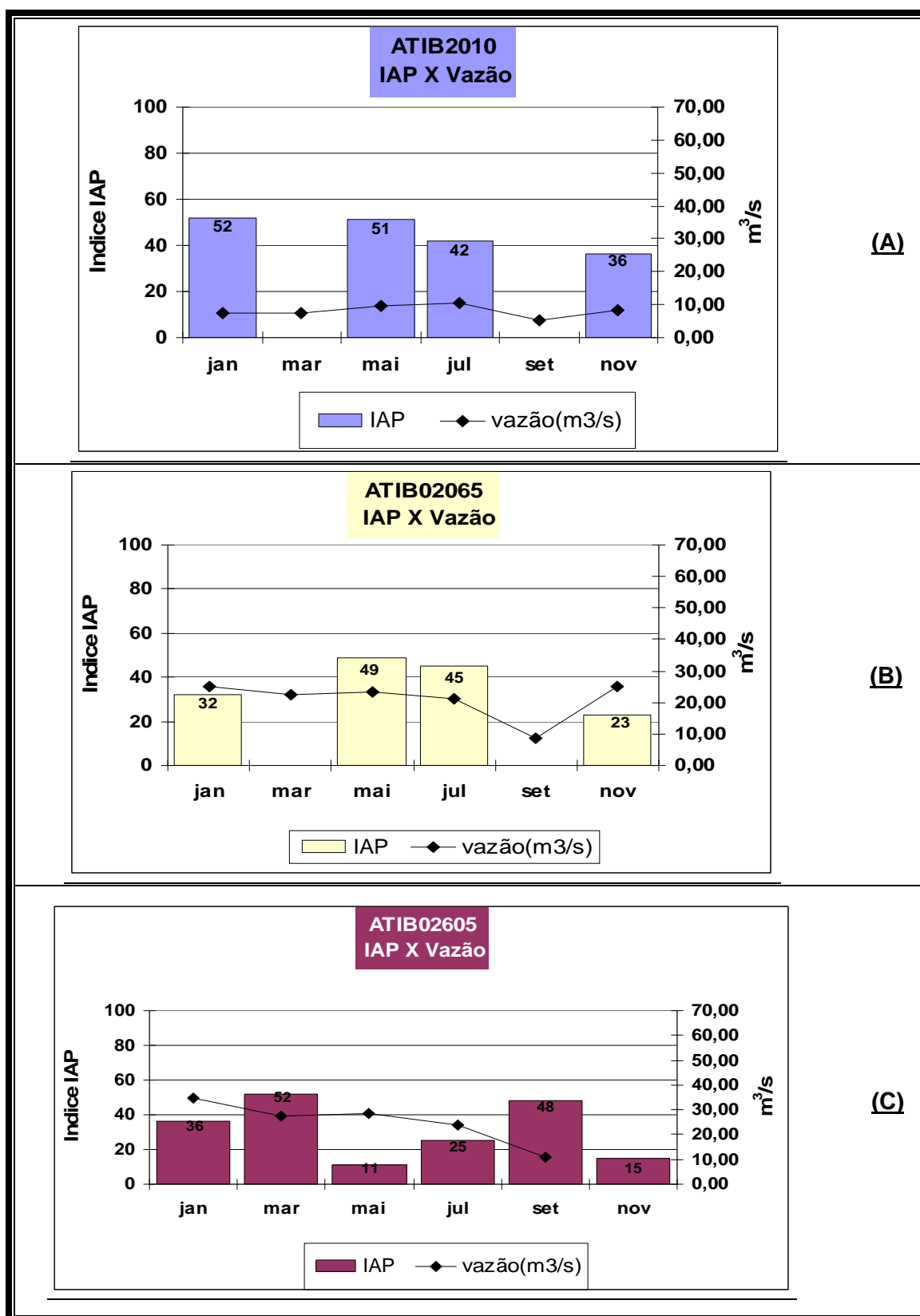
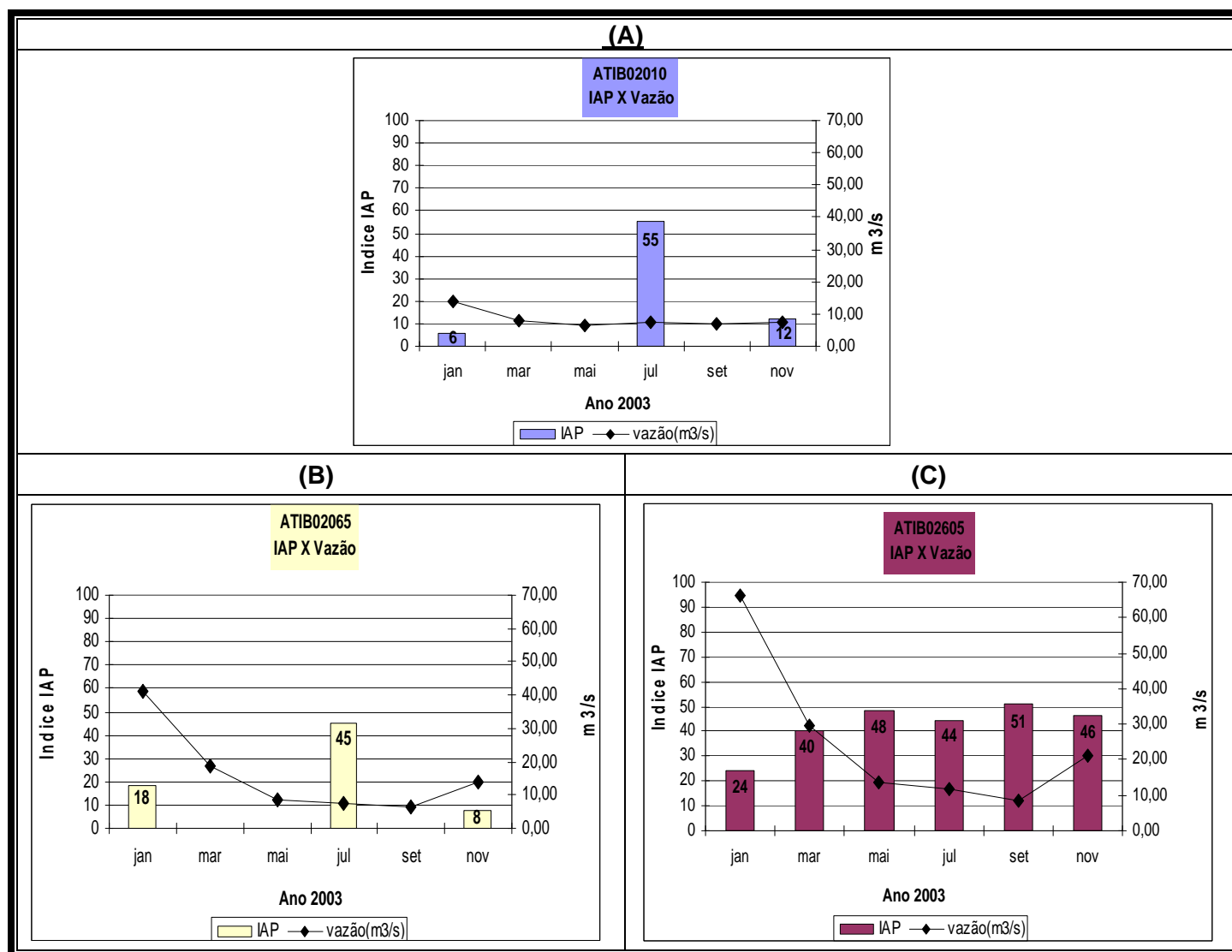


Figura 5.33. IAP relacionado com as vazões do Rio Atibaia no ano de 2002. (A) Posto ATIB02010 – (B) ATIB02065 – (C) ATIB02605.



➤ **Análise histórica bimestral do IAP relacionado com as vazões de 2003**

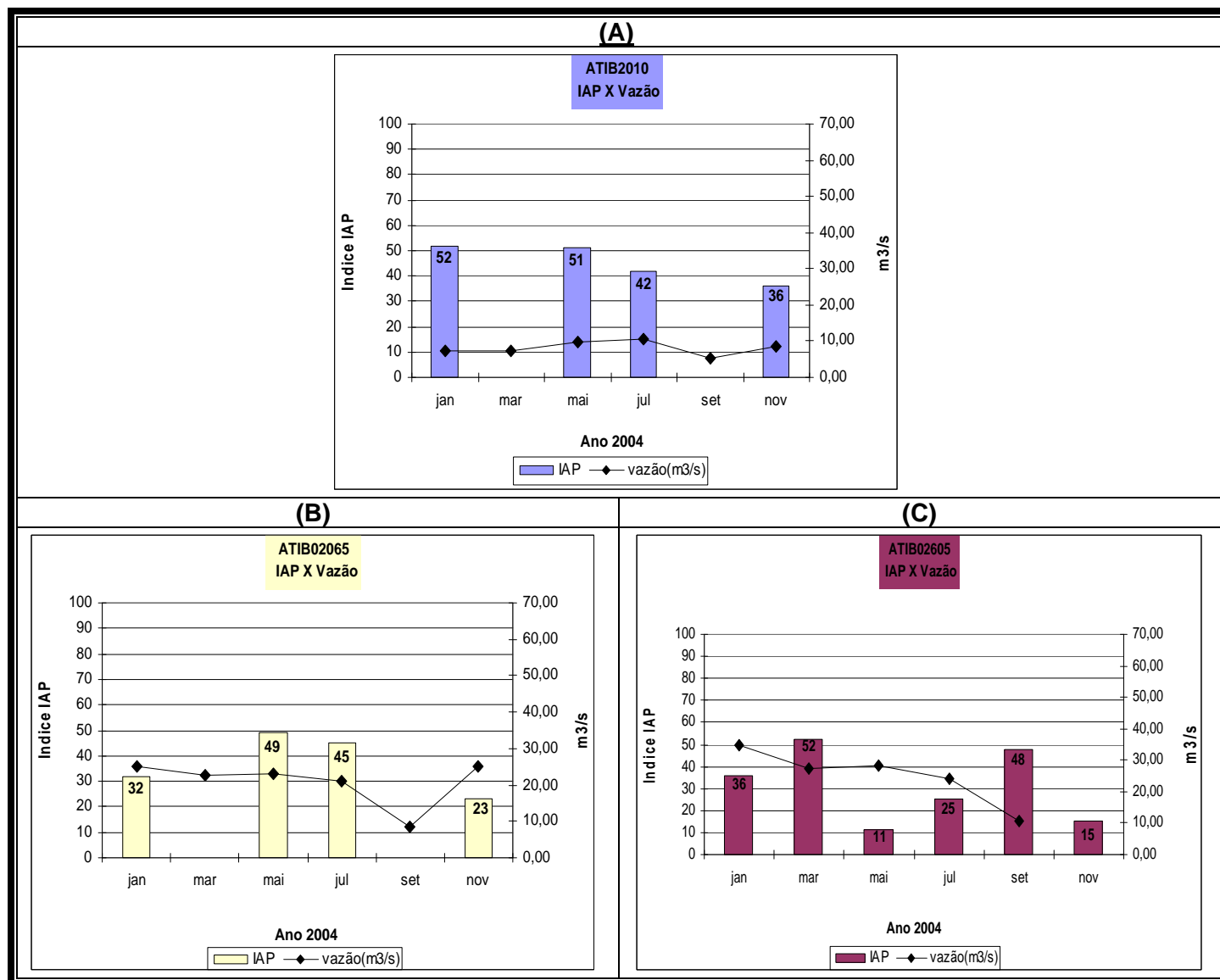
A Figura 5.34, abaixo apresenta os valores de IAP relacionados com as vazões do Rio Atibaia no ano de 2003. Observa-se que no posto ATIB02010, houve uma queda no IAP muito alta em relação ao ano anterior. Também houve um decaimento significativo no posto ATIB02065, em relação ao ano anterior; É importante ressaltar que a qualidade das águas do Rio Atibaia, no ponto ATIB02065, também tem apresentado níveis significativamente elevados de coliformes termotolerantes, por conta de sua localização a jusante do Ribeirão Pinheiros, o qual recebe grande parte dos efluentes domésticos/industriais de Itatiba, Valinhos e Vinhedo. No posto ATIB02605 o índice IAP varia de uma qualidade “boa” no mês de Setembro (época de estiagem), a qualidade “ruim” no mês de Janeiro (época de cheias).



**Figura 5.34. IAP relacionado com as vazões do Rio Atibaia no ano de 2003. (A) Posto ATIB02010 – (B) ATIB02065 – (C) ATIB02605.**

➤ **Análise histórica bimestral do IAP relacionado com as vazões de 2004:**

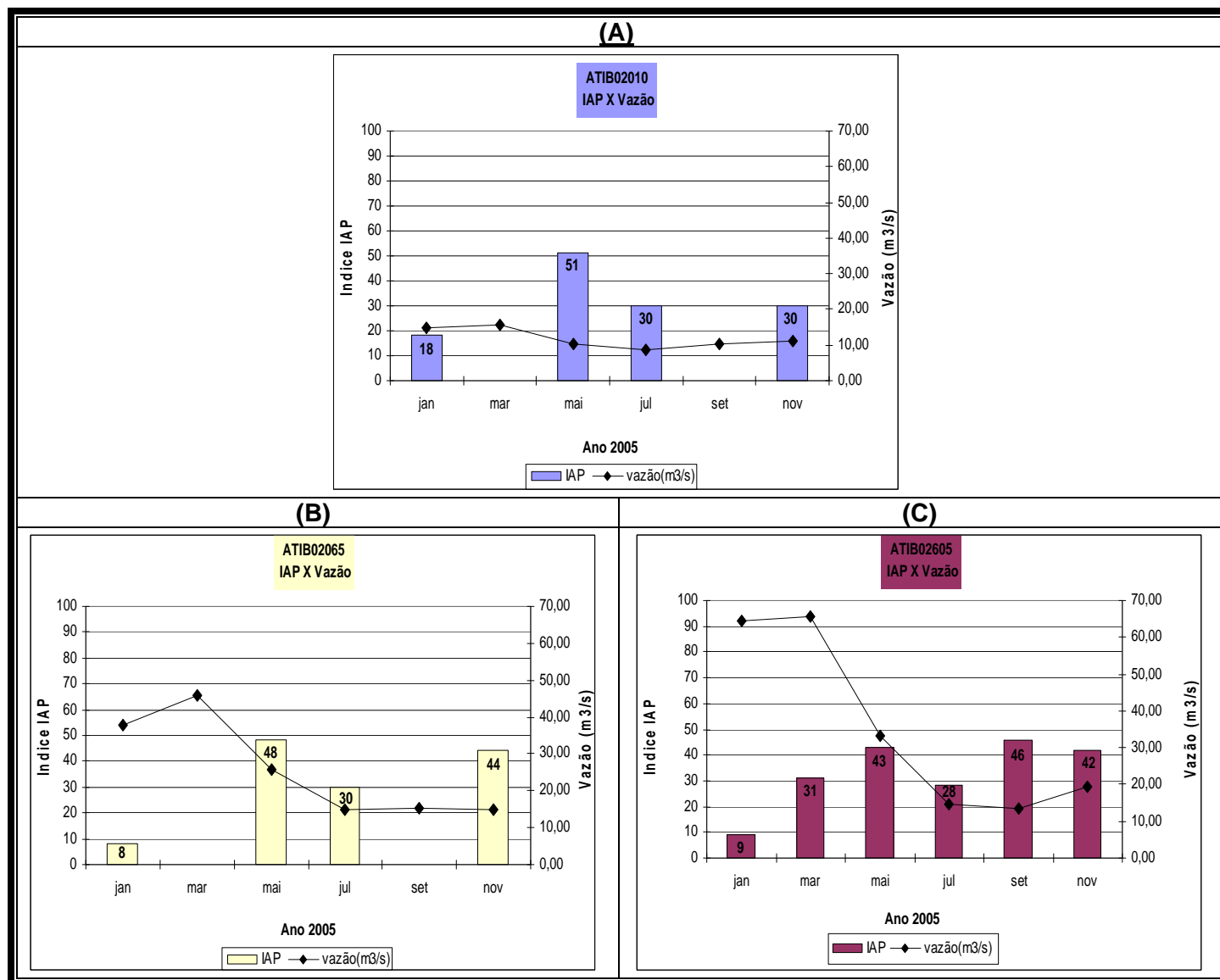
Nota-se no ano de 2004 que houve uma melhora do índice de IAP na captação do município de Atibaia em relação ao ano anterior caracterizado pelo enquadramento no mês de Janeiro e maio em uma qualidade “boa” caindo para “regular” nos meses de Julho e Novembro; mantendo uma vazão semelhante aos outros anos estudados. Também é visível uma melhora significativa em relação ao ano anterior no posto de amostragem da rede básica de monitoramento, ATIB02065, onde o índice IAP varia de uma qualidade “ruim” para “regular”. As águas do Rio Atibaia apresentaram qualidade Regular até a captação de Campinas. Em seu trecho final, no ponto ATIB02605, a qualidade foi Ruim.



**Figura 5.35. IAP relacionado com as vazões do Rio Atibaia no ano de 2004. (A) Posto ATIB02010 – (B) ATIB02065 – (C) ATIB02605.**

➤ **Análise histórica bimestral do IAP relacionado com as vazões de 2005:**

No posto a montante da captação do município de Atibaia o índice de IAP varia entre “péssima” no mês de janeiro, “boa” no mês de Maio e “ruim” nos meses de Julho e Novembro. A jusante, no posto ATIB02065 o índice no mês de Janeiro teve um declínio em relação ao posto a montante, se enquadrando também como “péssima”. Nos meses seguintes com a diminuição da vazão, o índice IAP melhorou ficando com uma qualidade entre “ruim” e “regular”. No posto ATIB02605 (trecho final do Atibaia) teve índices de qualidade de águas brutas para fins de abastecimento público variando entre “péssima” e “regular”.



**Figura 5.36. IAP relacionado com as vazões do Rio Atibaia no ano de 2005. (A) Posto ATIB02010 – (B) ATIB02065 – (C) ATIB02605.**

#### **5.6.8. Índice de qualidade de água para proteção da vida aquática - IAV**

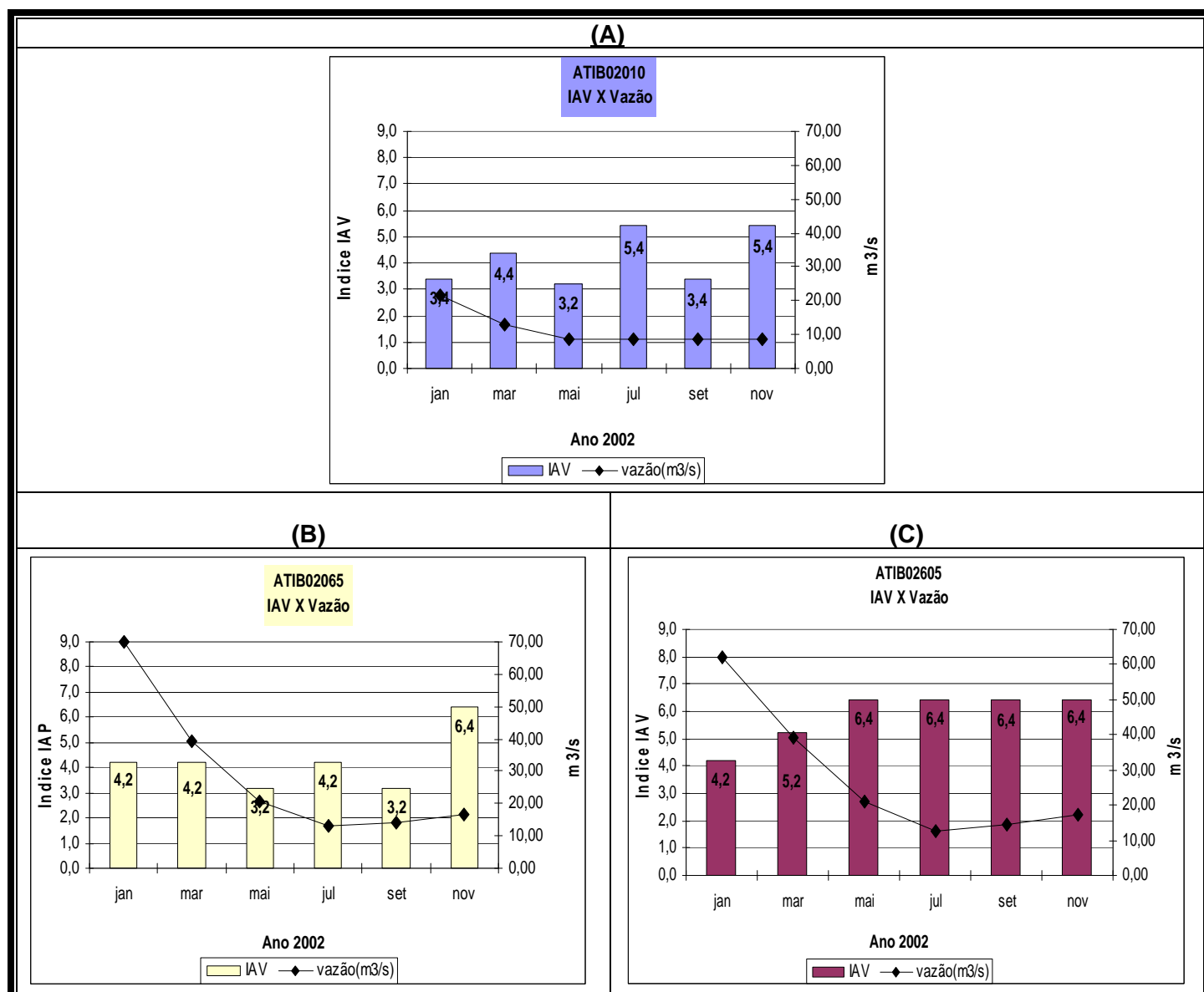
O Índice de qualidade de água para proteção da vida aquática (IAV), tem o objetivo de avaliar a qualidade das águas para fins de proteção da fauna e flora em geral, diferenciadas, portanto, de um índice para avaliação da água para o consumo humano e recreação de contato primário (Zagatto et al., 1999). O IVA leva em consideração a presença e concentração de contaminantes químicos tóxicos, seu efeito sobre os organismos aquáticos (toxicidade) e dois dos parâmetros considerados essenciais para a biota (pH e oxigênio dissolvido), parâmetros esses agrupados no IPMCA – Índice de Parâmetros Mínimos para a Preservação da Vida Aquática, bem como o IET – Índice do Estado Trófico de Carlson modificado por Toledo.

Desta forma, o IVA fornece informações não só sobre a qualidade da água em termos eco toxicológicos, como também sobre o seu grau de trofia.

O IAV tem como peculiaridade quanto menor o índice melhor é a sua qualidade.

##### **➤ Análise histórica bimestral do IAV relacionado com as vazões de 2002:**

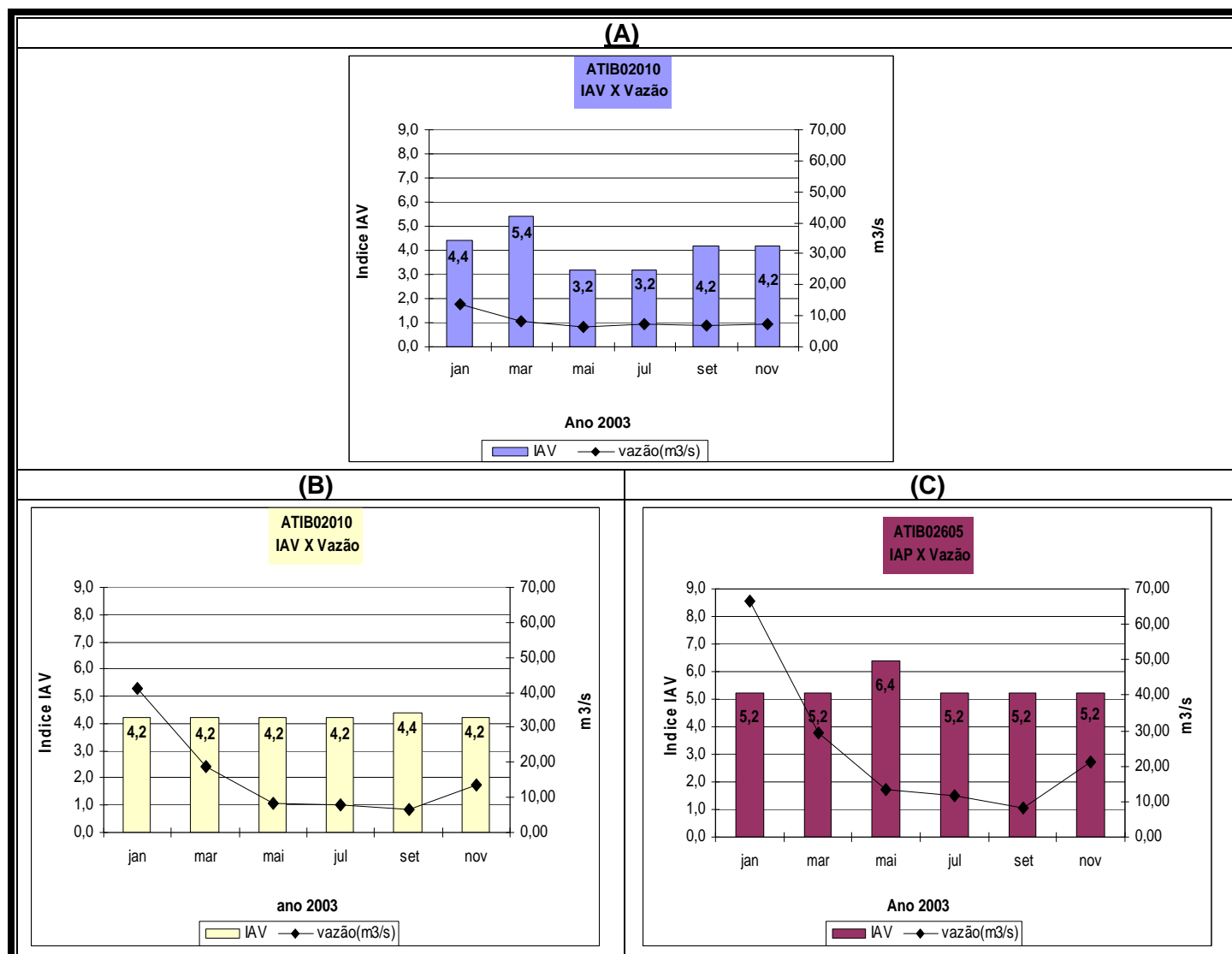
Nota-se no ano de 2002 que a qualidade de água para proteção da vida aquática decai de montante para a jusante, em especial no posto próximo à foz no Rio Atibaia. Ponte antes da entrada da Rhodia, saindo de Paulínia, onde os índices estão enquadrados como de qualidade “regular” em janeiro e “ruim” no outros meses.



**Figura 5.37. IAV relacionado com as vazões do Rio Atibaia no ano de 2002. (A) Posto ATIB02010 – (B) ATIB02065 – (C) ATIB02605.**

➤ **Análise histórica bimestral do IAV relacionado com as vazões de 2003:**

À medida que o Rio Atibaia vai recebendo esgoto não tratado é possível visualizar uma piora em seu índice de qualidade IAV. O perfil espacial da DBO<sub>5,20</sub> ao longo do Rio Atibaia indicou valores mais críticos no ponto ATIB 02605, uma vez que este ponto situa-se a jusante do pólo industrial de Paulínia e do Ribeirão Anhumas, que recebe parte dos despejos de origem doméstica do município de Campinas (cerca de 35%), no ano de 2003, com isso é possível verificar um índice IAV que varia no posto ATIB02010 entre “boa” e “regular”, no posto ATIB02065 é “regular” no ano todo, e no posto ATIB02605 “ruim” também no ano todo.



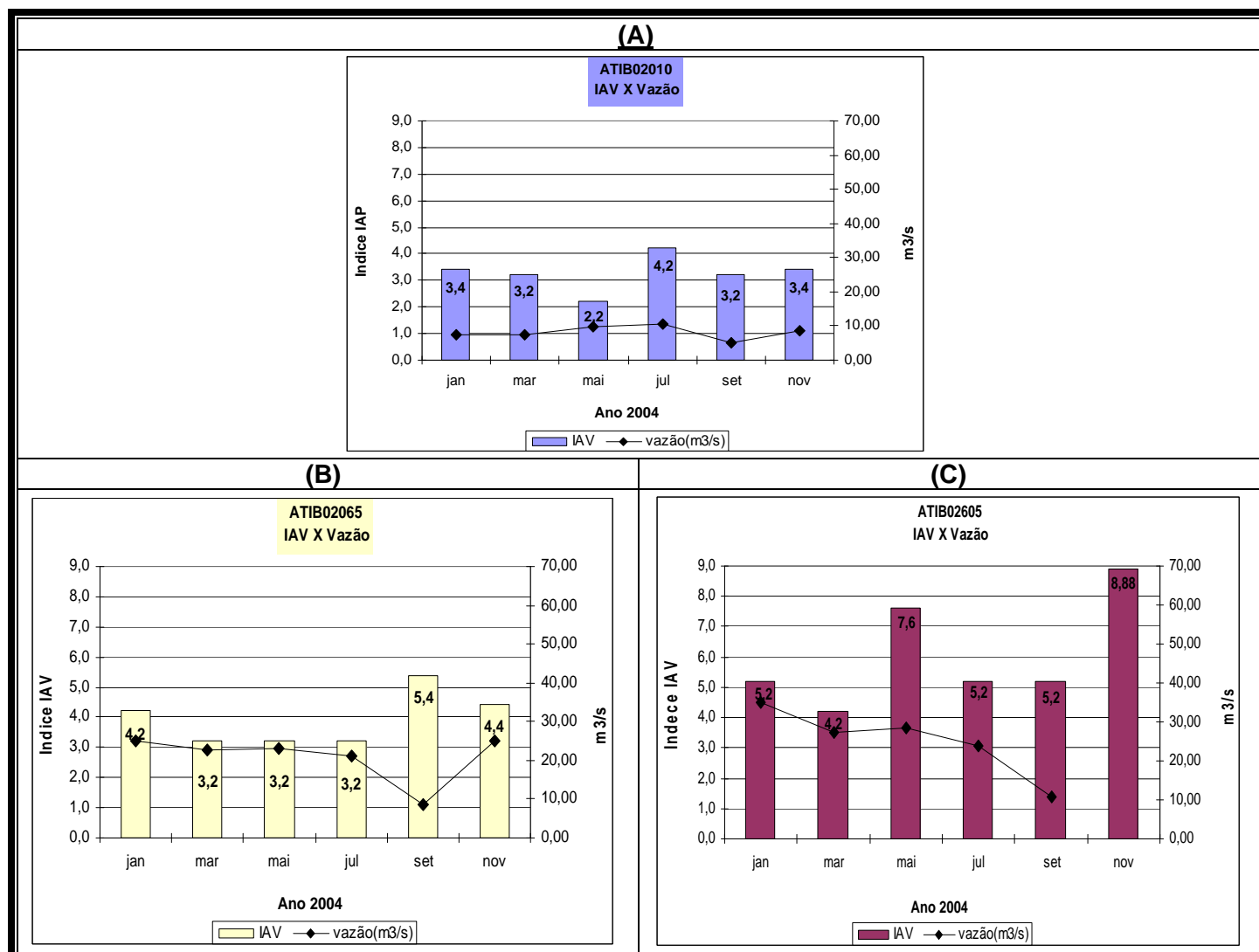
**Figura 5.38. IAV relacionado com as vazões do Rio Atibaia no ano de 2003. (A) Posto ATIB02010 – (B) ATIB02065 – (C) ATIB02605.**

➤ **Análise histórica bimestral do IAV relacionado com as vazões de 2004:**

No ano de 2004 observa-se uma melhora no índice IAV em relação ao ano de 2003. No posto localizado a montante da captação do município de Atibaia nota-se uma melhora na qualidade, onde se verifica índices que variam entre “ótimo” no mês de Maio, “boa” nos meses de Janeiro, Março, Setembro e Novembro, e “regular” no mês de Julho. No posto localizado na divisa entre os municípios de Campinas e Valinhos na captação de Campinas também houve melhora na nota IAV que nos meses de Março, Maio e Julho é qualificado como “boa” a sua qualidade e nos outros meses é constatado uma qualidade “ruim”. Já na foz do rio Atibaia o ponto ATIB02605, localizado à jusante da cidade de Paulínia os índices



variam de “regular” no mês de Março, “ruim” nos meses de Janeiro, Julho e Setembro a “péssimo” nos meses de Maio e Novembro.

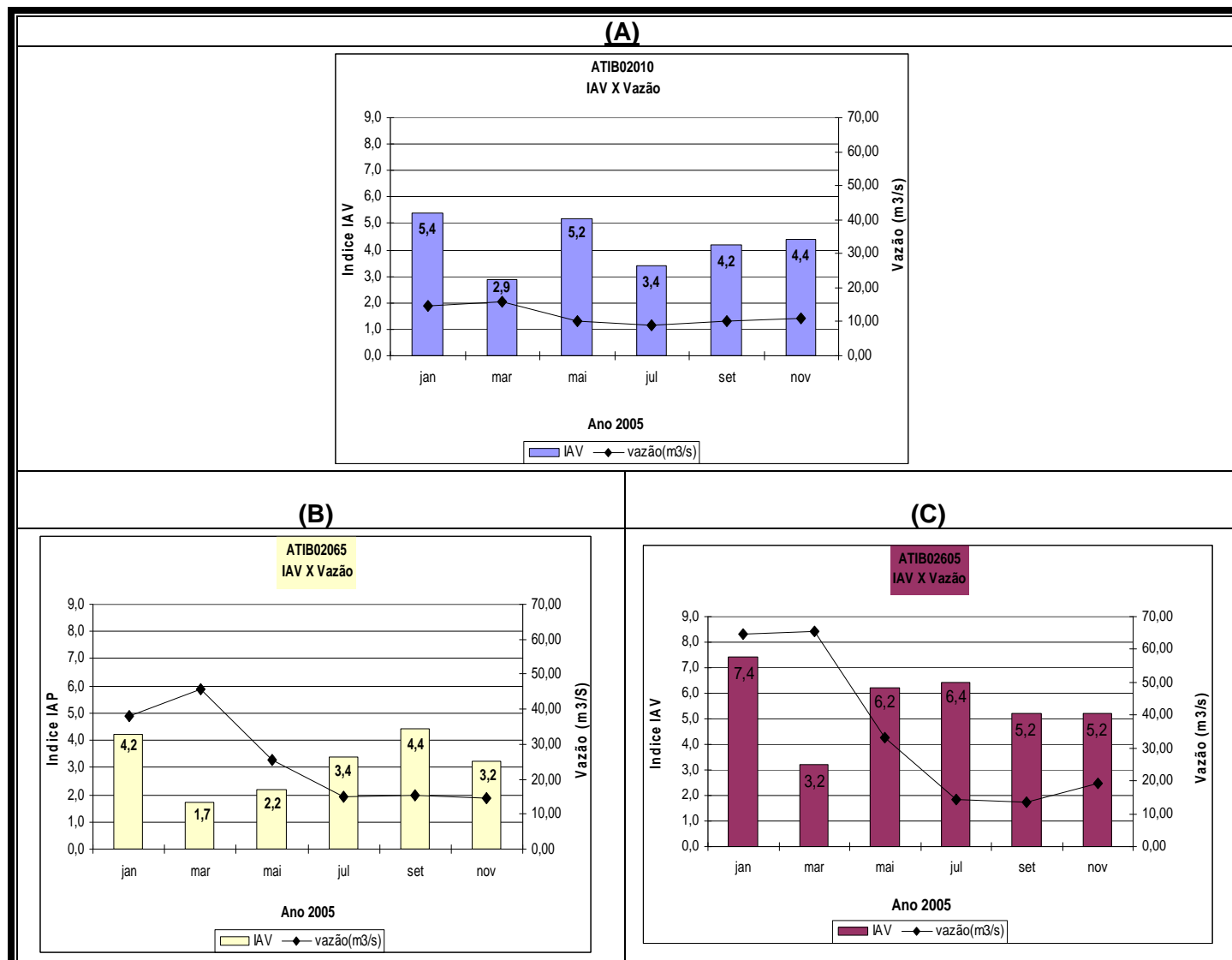


**Figura 5.39. IAV relacionado com as vazões do Rio Atibaia no ano de 2004. (A) Posto ATIB02010 – (B) ATIB02065 – (C) ATIB02605.**

➤ **Análise histórica bimestral do IAV relacionado com as vazões de 2005:**

Observa-se neste ano de 2005 a montante da captação do município de Atibaia que o índice IAV se apresentou qualidade “boa” apenas no mês de março onde se obteve a maior vazão no ano de 2005 o IAV. Já em Janeiro e Maio apresentou qualidade “ruim”, e nos meses de Julho, Setembro e Novembro apresentou qualidade “regular”. Já no posto localizado na divisa entre os municípios de Campinas e Valinhos na captação de Campinas (ATIB02065), houve nos meses de Março e Maio uma qualidade “ótima”. E no restante dos meses monitorados uma qualidade “regular”. No posto ATIB02605, localizado à jusante da cidade de Paulínia, apenas o mês de Março se encontra com uma qualidade “regular”, no

restante dos meses estudados foram constatados índices “ruins”, mas ainda assim o índice IAP melhorou em alguns meses em relação ao ano anterior.



**Figura 5.40. IAV relacionado com as vazões do Rio Atibaia no ano de 2005. (A) Posto ATIB02010 – (B) ATIB02065 – (C) ATIB02605.**

#### ➤ Índice do estado trófico - IET

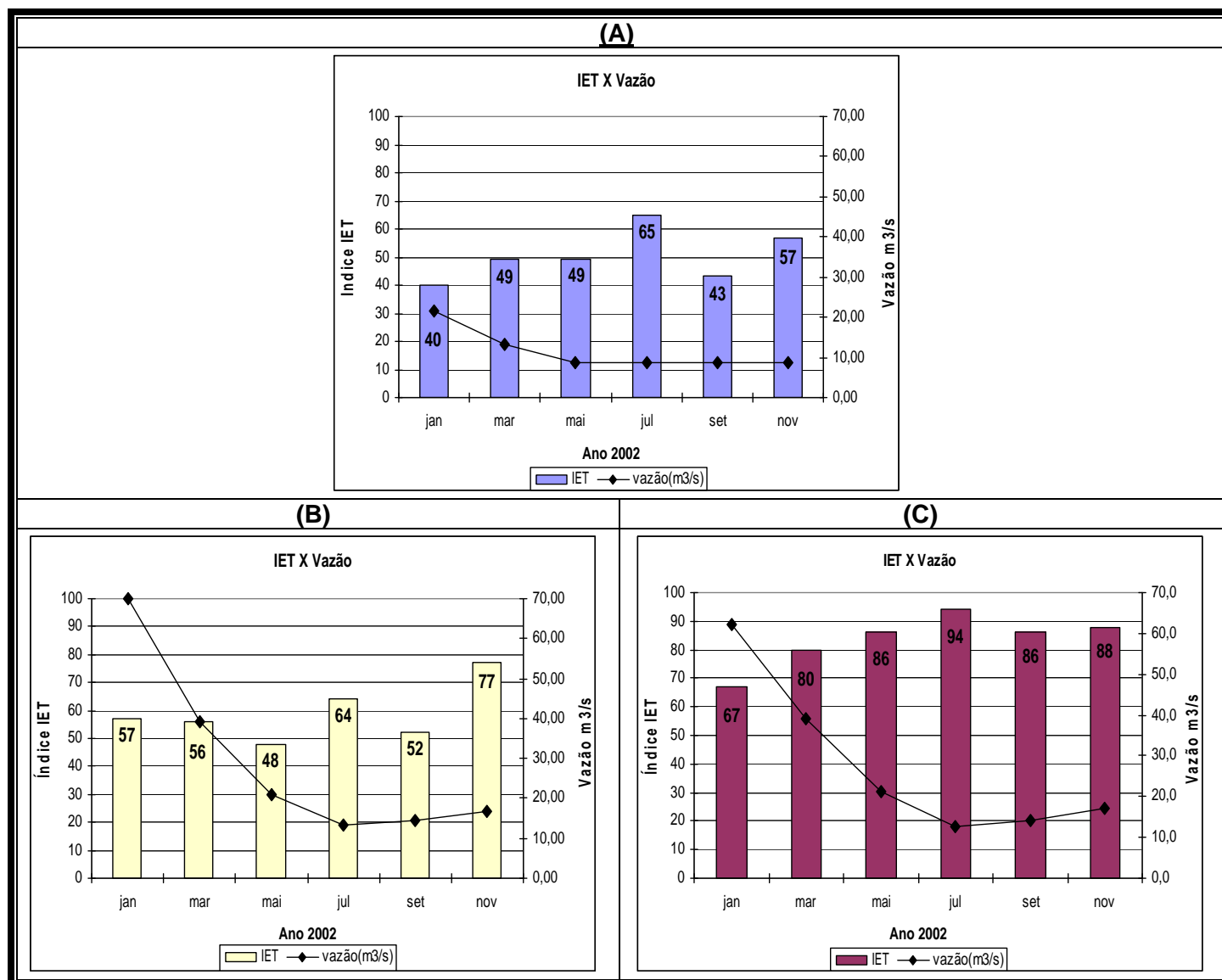
O Índice do Estado Trófico tem por finalidade classificar corpos d'água em diferentes graus de trofia, ou seja, avalia a qualidade da água quanto ao enriquecimento por nutrientes e seu efeito relacionado ao crescimento excessivo das algas e cianobactérias. Este índice utiliza três avaliações de estado trófico em função dos valores obtidos para as seguintes variáveis: transparência (disco de Secchi), clorofila a e fósforo total.

Das três variáveis citadas foram aplicadas duas: clorofila a e fósforo total, uma vez que os valores de transparência, muitas vezes não são representativos do estado de trofia,

tendo em vista que a transparência das águas pode estar relacionada a turbidez abiótica turbidez decorrente de material em suspensão, comum em reservatórios e rios do Estado de São Paulo e não apenas à alta densidade de organismos planctônicos.

➤ **Análise histórica bimestral do IET relacionado com as vazões de 2002:**

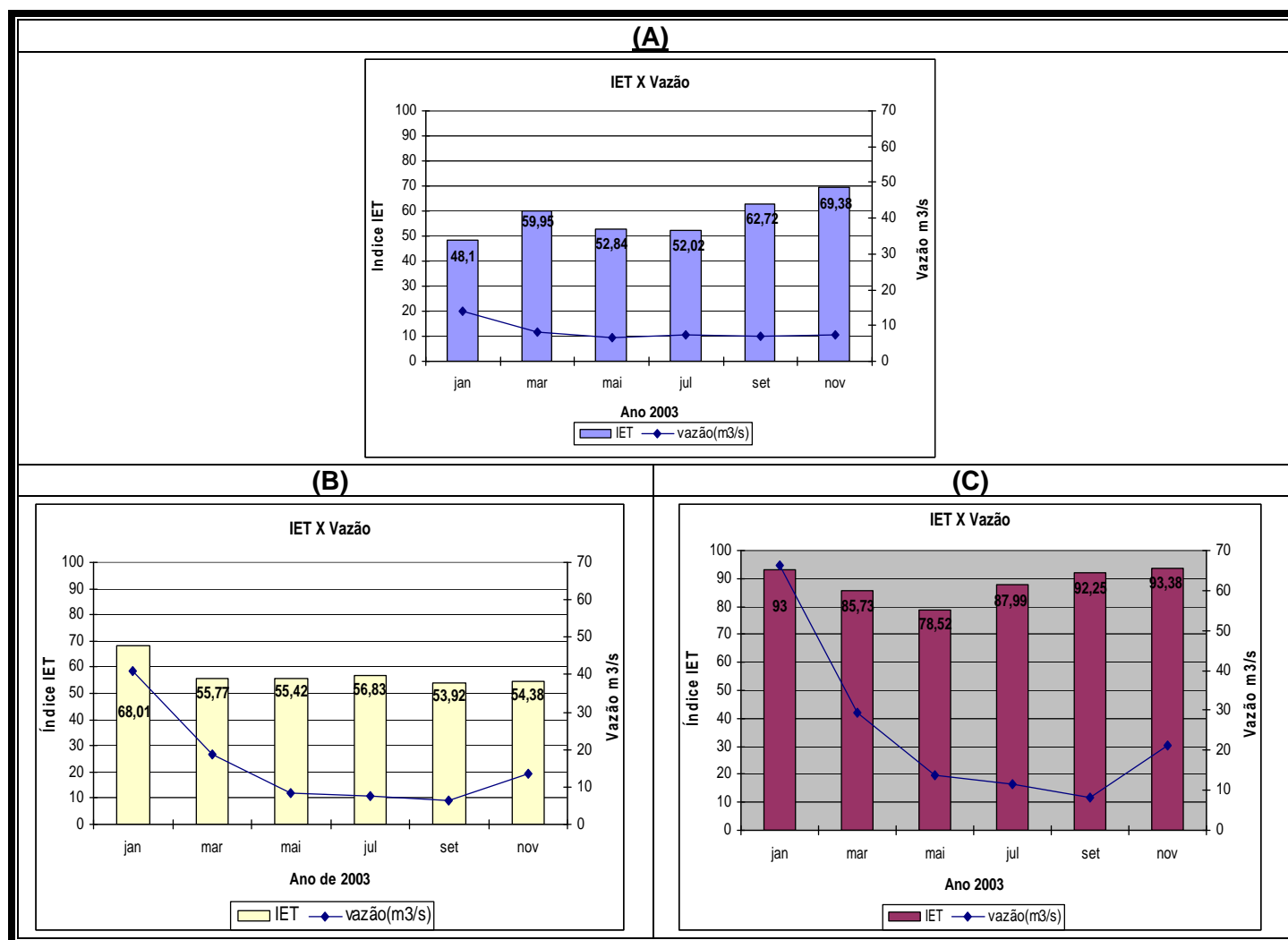
Observa-se no ano de 2002 que o índice de trofização piora de montante para jusante do rio, devido às cargas de esgoto domésticos lançadas no corpo d'água. O posto ATIB02010 apresenta neste ano uma média Oligotrófica atingindo um estado Hipertrófico no mês de Julho; No posto ATIB02065 caracteriza-se em estado Mesotrófico provavelmente por estar situado à jusante do ribeirão Pinheiros que recebe esgoto doméstico das cidades de Valinhos e Vinhedo, atingindo no mês de Novembro, um estado Hipertrófico. No posto ATIB02605 a montante do reservatório de Salto Grande observa-se no gráfico um estado Hipertrófico em todo ano de 2002; Nota-se também que o estado de trofização aumenta quando a vazão do corpo d'água diminui nas épocas de estiagem neste posto.



**Figura 5.41. IET relacionado com as vazões do Rio Atibaia no ano de 2002. (A) Posto ATIB02010 – (B) ATIB02065 – (C) ATIB02605.**

➤ **Análise histórica bimestral do IET relacionado com as vazões de 2003:**

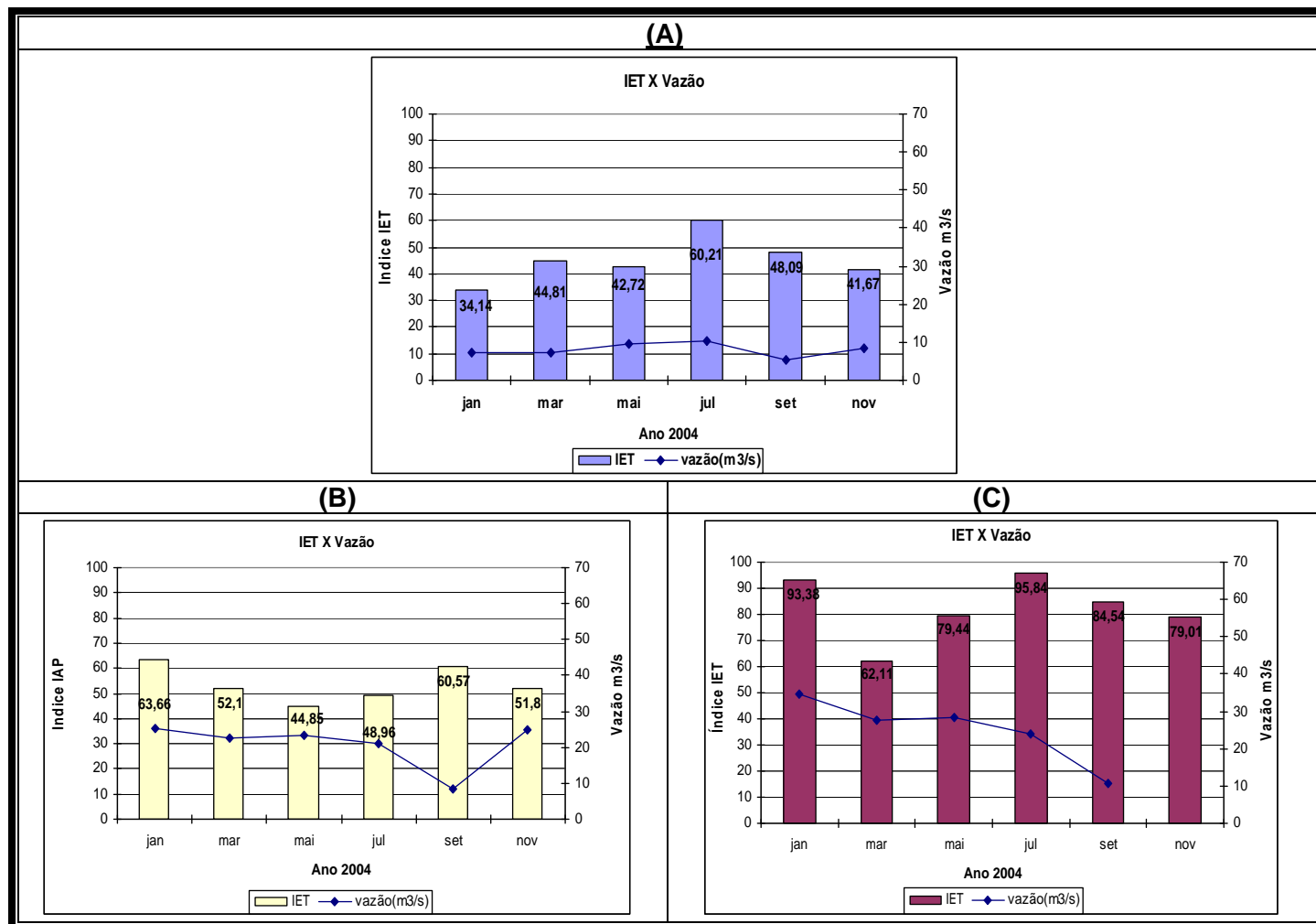
Observa-se na Figura 5.42, que no ano de 2003, no posto a montante da captação de água da cidade de Atibaia o índice de estado trófico piorou em relação ao ano anterior exceto no mês de Julho, caracterizando um estado que varia de Oligotrófica à Hipertrófica ocorrida no mês de Novembro, provavelmente causado pelo aumento de fósforo total devido a origens difusas. No posto a jusante do ribeirão Pinheiros ATIB02065 enquadra-se como Mesotrófico exceto no mês de Janeiro onde se encontra como Hipertrófico coincidindo com a época de maior vazão do rio. No posto a jusante do ribeirão Anhumas, onde sua influência é negativa para o rio Atibaia por receber parte do esgoto doméstico/industrial das cidades de Campinas e Paulínia, é caracterizado como Hipertrófico em todos os meses estudados.



**Figura 5.42. IET relacionado com as vazões do Rio Atibaia no ano de 2003. (A) Posto ATIB02010 – (B) ATIB02065 – (C) ATIB02605.**

➤ **Análise histórica bimestral do IET relacionado com as vazões de 2004:**

O ponto ATIB02010 a montante da cidade de Atibaia, apresentou média anual mesotrófica, atingindo a classificação eutrófica em julho. O ponto seguinte (ATIB02065), utilizado na captação de Campinas, recebeu classificação mesotrófica em sua média anual do IET embora variar de ultraoligotrófico no mês de Maio, oligotrófico no mês de Novembro, Mesotrófico no mês de Março e Eutrófico nos meses de Janeiro e Setembro. Nota-se que o Ribeirão Pinheiros, o tributário do Rio Atibaia à montante deste ponto, é pertencente à classe 3, possivelmente contribuindo para com os valores encontrados em ATIB02065. O ponto ATIB02605 localiza-se à jusante da cidade de Paulínia. Durante todos os meses do ano de 2004 foi qualificado como hipereutrófico, a origem deste índice está no lançamento de esgoto doméstico/industrial. Este posto tem como tributário o ribeirão Anhumas pertencente à classe 4.



**Figura 5.43. IET relacionado com as vazões do Rio Atibaia no ano de 2004. (A) Posto ATIB02010 – (B) ATIB02065 – (C) ATIB02605.**

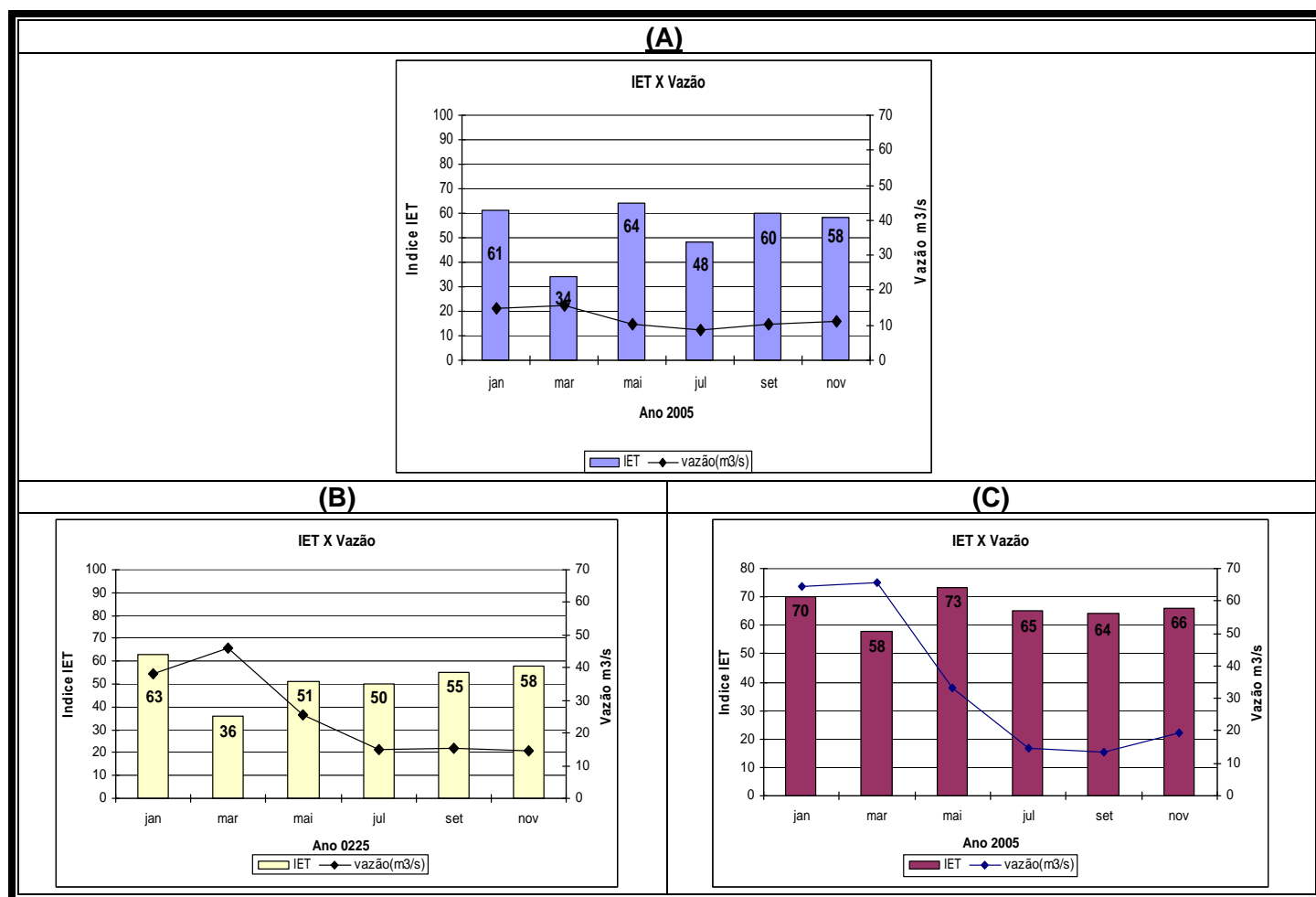


➤ **Análise histórica bimestral do IET relacionado com as vazões de 2005:**

As águas próximas ao ponto ATIB 02010, à montante da cidade de Atibaia, são utilizadas para abastecimento público. A média anual incluiu este ponto na categoria mesotrófica, atingindo a classificação supereutrófica em maio.

O ponto localizado na divisa entre Jundiá e Campinas (ATIB 02065), utilizado para a captação de água para Campinas, recebeu classificação oligotrófica em sua média anual, com variações de estado ultraoligotrófica a eutrófica. Nota-se que o Ribeirão Pinheiros, tributário do Rio Atibaia à montante deste ponto, é pertencente à classe 3, possivelmente contribuindo com os valores encontrados em ATIB 02065.

Para o ponto ATIB 02605 que se localiza a jusante da cidade de Paulínia, durante todo o ano de 2005, é caracterizado como supereutrófico, a origem deste índice está no lançamento de esgoto doméstico/industrial. Possivelmente, parte desse aporte chega ao Rio Atibaia pelo seu tributário Ribeirão Anhumas pertencente à classe 4.



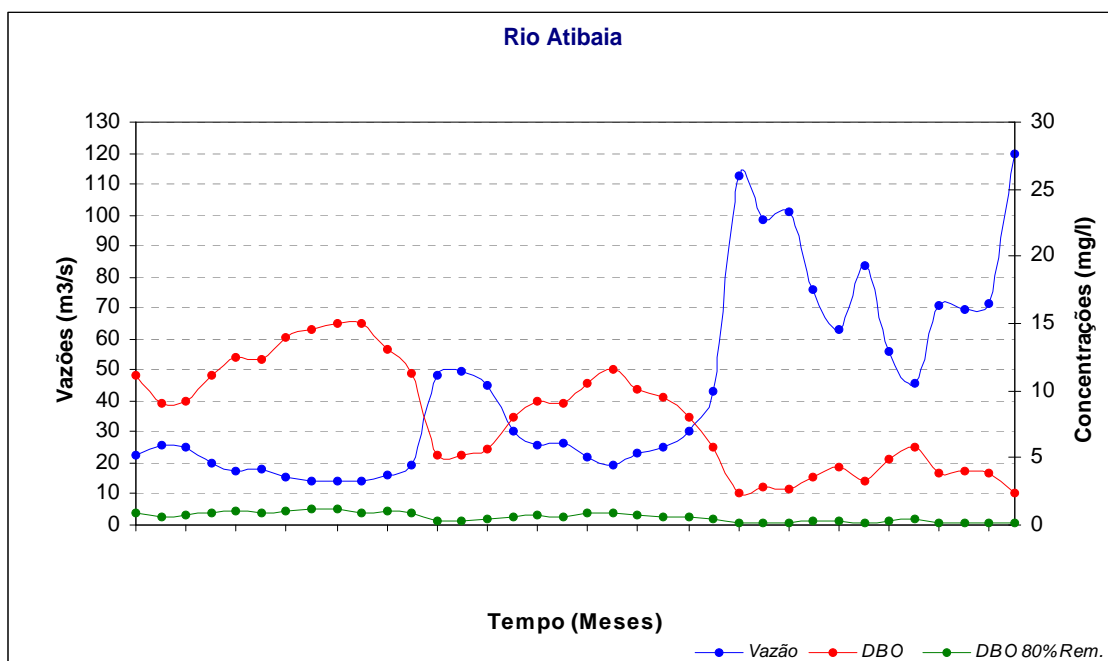
**Figura 5.44. IET relacionado com as vazões do Rio Atibaia no ano de 2004. (A) Posto ATIB02010 – (B) ATIB02065 – (C) ATIB02605.**

### 5.6.9. Simulação da Qualidade das águas -Plano de Bacias 2004/2007

O teste de simulação aqui apresentado foi obtido junto ao Plano de Bacias PCJ 2004/2007. O ponto escolhido para a simulação foi à foz do Rio Atibaia, mais precisamente, na saída do Reservatório de Salto Grande. Foram comparados dados de vazões, DBO atual e DBO 80%:

A Figura 5.45 ilustra o resultado de um teste de simulação realizado pelo método MIKE BASIN. Este teste foi realizado para três hipóteses, conforme apresentado abaixo:

- Um ano seco, com precipitações abaixo da média histórica, representado pelo ano de 2005;
- Um ano normal, com precipitações iguais às médias históricas, representado pelo ano de 2006;
- E um ano chuvoso, com precipitações acima da média histórica, representado pelo ano de 2007;



**Figura 5.45. Resultado da Simulação na Foz do Rio Atibaia.**

#### ➤ Conclusões a respeito da simulação

Nas condições normais, isto é, em um ano típico, temos nos meses com maior vazão uma DBO de cerca de 5mg/l. Já nos meses mais seco, ela aumenta para valores que ultrapassam os 10 mg/l. Na hipótese da remoção de 80% da carga orgânica, a DBO se manteria praticamente constante, com valores abaixo de 2,5 mg/l.

Para o cenário atual, mesmo com anos muito chuvosos, proporcionando vazões elevadas na foz do Rio Atibaia, ainda se tem uma DBO acima de 5mg/l nos meses mais secos.

Analisando a situação atual aliada a um ano de estiagem temos uma situação bastante crítica, chegando a valores de DBO próximos de 15mg/l.

Pelos dados de simulação, nota-se que o tratamento das cargas orgânicas geradas é de vital importância para a manutenção da qualidade dos cursos d'água.

#### 5.6.10. Tendências de Qualidade da Água

Em um estudo realizado no LEI - Laboratório de Ecologia Isotópica, divisão do CENA, Centro de Energia Nuclear na Agricultura, ESALQ, por Groppo, 2005, foram analisados diversos parâmetros sobre a Qualidade da Água nas Bacias PCJ através do teste de Pettitt (Pettitt, 1979), que utiliza uma versão do teste de Mann-Whitney na qual se verifica se duas amostras  $Y_1, \dots, Y_t$  e  $Y_{t+1}, \dots, Y_T$  são da mesma população. A estatística  $U_t$  faz uma contagem do número de vezes que um membro da primeira amostra é maior que um membro da segunda, avaliando a tendência da evolução dos diferentes parâmetros.

Em publicação aceita pela Revista Brasileira de Recursos Hídricos a ser publicada em 2006, *Groppo et al* concluíram que análises estatísticas de tendências temporais no rio, Atibaia, mostram tendências positivas na maior parte dos parâmetros de qualidade de água estudados. Com exceção do OD e coliformes fecais, cujas tendências são negativas, o que indica a continuação da deterioração da qualidade da água na bacia mesmo com o aumento do tratamento de efluentes domésticos. O Quadro 5.9 a seguir demonstra os resultados obtidos pelos autores.

**Quadro 5.9. Sumário dos resultados obtidos para a Bacia do Rio Atibaia.**

		OD	DBO	N (t)	NO <sub>3</sub>	NH <sub>4</sub>	P	Cl	Colif.	Vazão	Precip.
AT	Tend	ns	+ s	-	+ s	+ s	+ s	ns	ns	ns	ns
	Sen's	-	0,073	-	0,007	0,023	0,004	0,032	-8708	0	6,656
		0,033									
	Média	6,97	3,17	-	0,28	0,26	0,161	5,83	129517	21,50	1522
	MB	ns	ns	-	ns	1989	Ns	ns	ns	ns	ns
	%	ns	ns	-	ns	+142	Ns	ns	ns	ns	ns

\*\* Tend = análises de tendências; Sen's = magnitude; Média = valor médio da série temporal; MB = ano de ocorrência da mudança brusca na média ao nível de significância de 5%; % = valor percentual da série temporal antes e depois do ano de ocorrência da mudança; s = significativo; ns = não significativo; st = sem tendência.

## 5.7. Usos dos recursos hídricos

### 5.7.1. Aspectos Metodológicos

O seguinte estudo de usos dos recursos hídricos da bacia do Rio Atibaia foi realizado com base no Relatório de Situação dos Recursos Hídricos das Bacias dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí – 2002/2003 (IRRIGART – 2005).

A Norma aprovada pela Portaria DAEE nº 717/1996 indica: “os usos dos recursos hídricos serão classificados conforme a sua finalidade, deve-se obedecer à seguinte discriminação:

**Industrial:** uso em empreendimentos industriais, nos seus sistemas de processo, refrigeração, uso sanitário, combate a incêndios e outros.

**Urbano:** toda água captada que vise, predominantemente, ao consumo humano de núcleos urbanos (sede, distritos, bairros, vilas, loteamentos, condomínios etc.).

**Irrigação:** uso em irrigação de culturas agrícolas.

**Rural:** uso em atividade rural, como aquicultura e dessedentação de animais, exceto a irrigação.

**Mineração:** toda água utilizada em processos de mineração, incluindo lavra de areia.

**Recreação e Paisagismo:** uso em atividades de recreação, tais como piscinas, lagos para pesca e outros, bem como para composição paisagística de propriedades (lagos, chafarizes etc.) e outros.

**Comércio e Serviços:** usos em empreendimentos comerciais e de prestação de serviços seja para o desenvolvimento de suas atividades, ou uso sanitário (*shopping centers*, postos de gasolina, hotéis, clubes, hospitais etc.).

**Outros:** uso em atividades que não se enquadram nas acima discriminadas “.

A análise dos dados do DAEE (base de dados PRODESP/DAEE) indicou que nem sempre é possível identificar os usos segundo a classificação acima. Assim, houve a necessidade de se efetuar algumas modificações, sendo os dados agrupados nas seguintes categorias de usos:

**Urbano:** foram incluídos os usos para abastecimento público, abastecimento privado (loteamentos, condomínios, etc.) e demais usos (órgãos públicos, uso comunitário, comércio e serviços). Também aparece no banco de dados da PRODESP o “uso sanitário”.

**Agrícola:** devido à impossibilidade de discriminação em vários casos, os usos para irrigação e rural (aquicultura, dessedentação animal, uso doméstico rural e outros) foram agrupados em um único conjunto.



**Industrial:** semelhantemente à norma do DAEE.

**Demais usos:** mineração; lazer, recreação e paisagismo.

Há ainda usos não definidos, quando o banco de dados não discrimina o tipo de uso, que também foram incluídos nos demais usos”.

Quanto às vazões “outorgadas”, nem sempre foi possível estimar as vazões efetivamente outorgadas, pois o banco de dados PRODESP/ DAEE contempla diversos casos, como usuários em processo de obtenção de outorga, outorgas vencidas e outorgas prévias (como perfuração de poço, por exemplo), além de alguns dados estarem desatualizados. Assim, embora se adote nos quadros e figuras o termo “outorgado (a)”, subentende-se esta realidade de qualidade de dados.

Quanto aos pontos de lançamento, há duas fontes de informação principais que foram sistematizadas: os dados da PRODESP/DAEE (com localização e vazões) e os da CETESB (diagramas unifilares, com localização, vazões e, eventualmente, DBO).

#### **5.7.1.1 Vazões Cadastradas para a bacia do rio Atibaia e pelos usos diversos**

Deve-se registrar, novamente, que quando se define o consumo de água cadastrado pelo sistema de outorgas do DAEE/PRODESP, está se referindo às seguintes possíveis situações :

**Vazões cadastradas, realmente captadas, no corpo d’água ou em um poço profundo:** volume total extraído, considerando-se o número de horas de bombeamento diário, número de dias/mês e vazão nominal.

**Vazões cadastradas, utilizadas parcialmente no corpo d’água ou em um poço profundo.** Ex. município solicita outorga para captação superficial de 100 m<sup>3</sup>/h, e no ano em questão possui somente um módulo de bombeamento de 25 m<sup>3</sup>/h. Isto é, está usando somente 25% daquilo que lhe foi concedido.

**Vazões cadastradas com outorga menor do que de fato o usuário extrai do corpo d’água ou poço profundo.**

**Vazões somente cadastradas.** A captação superficial ou subterrânea está em processo de outorga e/ou a obra ainda não foi realizada.

Tendo como base o Cadastro de Usuários do Departamento de Águas e Energia Elétrica da Secretaria de Energia, Recursos Hídricos e Saneamento, e a divisão das modalidades de uso da água anteriormente explanada, elaborou-se o quadro das vazões de captações de água por uso para a bacia do Rio Atibaia. Cabe ressaltar, mais uma vez, que estas vazões não representam, necessariamente os valores reais de captação, mas sim o total registrado.

O Abastecimento Urbano para fins de determinação das vazões utilizadas foi subdividido em:

- Abastecimento urbano para sistemas de abastecimento de água municipais, com a finalidade de fornecimento de água potável e uso sanitário;
- Abastecimento Privado: água utilizada por condomínios, loteamentos etc.;
- Outros usos: água utilizada por outras entidades como associações etc.

O uso industrial é constituído pela água utilizada por indústrias para todas as finalidades informadas por estas, exceto geração de energia elétrica.

O uso rural é constituído por toda água utilizada em propriedades rurais, sendo subdividido em Irrigação (toda água destinada à irrigação nas propriedades rurais) e outros usos (contendo todas as demais finalidades declaradas pelas propriedades).

A definição “demais usos” é formada por todos os outros usos registrados nesta fonte, como, por exemplo, mineração, recreação / paisagismo e os usos não definidos.

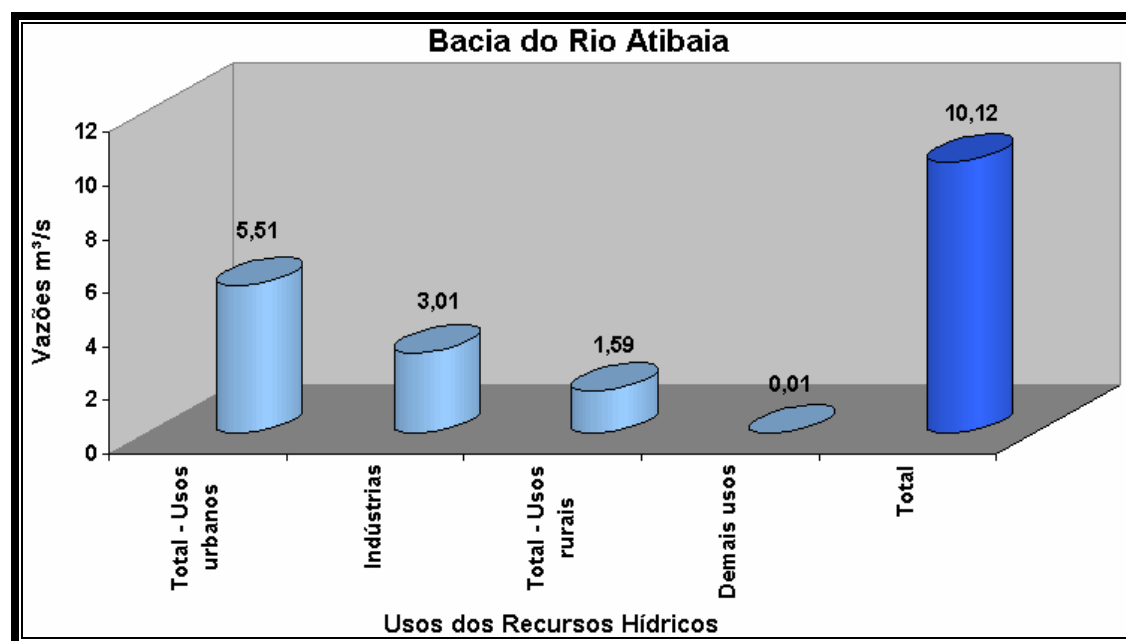
As vazões cadastradas na bacia do Rio Atibaia esta apresentada resumidamente no Quadro 5.10 e a Figura 5.46 apresenta as vazões totais de usos urbano, rurais, industriais e demais usos da Bacia hidrográfica do Rio Atibaia.



**Quadro 5.10. Resumo das vazões (m³/s) cadastradas na bacia do rio Atibaia.**

Bacia		Uso urbano				Uso Industrial	Uso rural			Demais usos	Total
		Abastecimento público	Abastecimento privado	Outros Usos urbanos	Total Usos urbanos		Irrigantes	Outros Usos	Total - Uso rural		
Atibaia	Sub-total (m³/s)	5,37	0,06	0,08	5,51	3,01	1,38	0,21	1,59	0,01	10,12

Fonte: Relatório de Situação dos Recursos Hídricos das bacias do PCJ (iRRIGART – 2005).



**Figura 5.46. Vazões totais de usos na bacia do Rio Atibaia.**

Fonte: Relatório de Situação dos Recursos Hídricos das bacias do PCJ (iRRIGART – 2005).

Conforme se observa no Quadro e na Figura acima, a vazão total para usos urbanos da bacia do Rio Atibaia é de 5,51m<sup>3</sup>/s (54,5% das vazões captadas nesta bacia), sendo deste total 5,37m<sup>3</sup>/s para usos público, 0,06m<sup>3</sup>/s para usos privados e 0,08m<sup>3</sup>/s para outros usos. As vazões totais de usos urbanos vêm seguidas das vazões para usos industriais (3,01 m<sup>3</sup>/s, ou 29,7%) e rurais (1,59 m<sup>3</sup>/s, ou 15,7%), sendo deste total 1,38m<sup>3</sup>/s para irrigantes e 0,21m<sup>3</sup>/s para outros usos. Os demais usos são apenas 0,10% (0,01 m<sup>3</sup>/s). Uma captação de Campinas (SANASA) representa mais de 50% do valor registrado de usos urbanos nesta bacia. Deve-se atentar a reversão do DAE/SA de Jundiaí, onde se faz uma captação de água do Rio Atibaia para o Rio Jundiaí, com uma vazão de 1,0 m<sup>3</sup>/s, sendo que há para esta captação uma outorga de 1,2 m<sup>3</sup>/s.

Com os dados acima citados, e considerando que a outorga do cadastro DAEE/PRODESP foi feita com uma previsão de demanda de 10 anos, algumas informações sobre alguns municípios, inseridos na bacia do Rio Atibaia, são apresentadas a seguir:

➤ **Atibaia**

Segundo os dados obtidos através da resposta ao questionário enviado, a captação para o abastecimento público retira uma vazão de 0,460 m<sup>3</sup>/s e segundo o cadastro de outorgas (DAEE-PRODESP) tem outorgado 0,714 m<sup>3</sup>/s no Rio Atibaia e no Ribeirão do Onofre.

➤ **Bom Jesus dos Perdões**

Segundo os dados obtidos através da resposta ao questionário enviado, a captação para o abastecimento público retira uma vazão de 0,050 m<sup>3</sup>/s e segundo o cadastro de outorgas (DAEE-PRODESP) tem outorgado 0,012 m<sup>3</sup>/s no Ribeirão Cachoeirinha e no Córrego Misael.

➤ **Campinas**

Segundo os dados obtidos através da resposta ao questionário enviado, a SANASA capta para o abastecimento público uma vazão de 3,6 m<sup>3</sup>/s no rio Atibaia e segundo o cadastro de outorgas (DAEE) tem cadastrado 3,9 m<sup>3</sup>/s. No rio Capivari, capta-se 0,400 m<sup>3</sup>/s e tem outorgado 0,400 m<sup>3</sup>/s.

➤ **Jarinu:**

Segundo os dados obtidos através da resposta ao questionário enviado, a SABESP faz a captação para o abastecimento público retira uma vazão de 0,029 m<sup>3</sup>/s e segundo o cadastro de outorgas (DAEE-PRODESP) tem outorgado 0,008 m<sup>3</sup>/s no Ribeirão do Campo Largo.

➤ **Nazaré Paulista**

Segundo os dados obtidos através da resposta ao questionário enviado, a SABESP faz a captação para o abastecimento público de uma vazão de 0,060 m<sup>3</sup>/s e segundo o cadastro de outorgas (DAEE-PRODESP) tem outorgado 0,012 m<sup>3</sup>/s no Rio Atibainha.

➤ **Piracaia**

Segundo os dados obtidos através da resposta ao questionário enviado, a captação para o abastecimento público de uma vazão de 0,087 m<sup>3</sup>/s e segundo o cadastro de outorgas (DAEE-PRODESP) tem outorgado 0,046 m<sup>3</sup>/s no Ribeirão da Cachoeira dos Pretos.

➤ **Valinhos**

Não se tem informação de captação para este município, devido ao não recebimento das respostas do questionário enviado. Segundo o cadastro de outorgas (DAEE-PRODESP) tem outorgado 0,571 m<sup>3</sup>/s no Rio Atibaia e nos Córregos Bom Jardim, Igatemi e São José.

➤ **Vinhedo**

Não se tem informação de captação para este município, devido ao não recebimento das respostas do questionário enviado. Segundo o cadastro de outorgas (DAEE-PRODESP) tem outorgado 0,274 m<sup>3</sup>/s no Rio Capivari, no Ribeirão Moinho e nos Córregos Bom Jardim e Cachoeira.

#### **5.7.1.2 Uso industrial**

Conforme visto anteriormente, a vazão total captada da bacia do Rio Atibaia para fins industriais é de 3,01m<sup>3</sup>/s, segundo Relatório de Situação dos Recursos Hídricos das Bacias PCJ (IRRIGART – 2005). Deste montante, cerca de 80% (2,35 m<sup>3</sup>/s) é utilizado por uma única empresa, a RHODIO do Brasil.

### 5.7.1.3 Vazões estimadas para abastecimento público e projeções futuras

O Quadro 5.11, Quadro 5.12 e Quadro 5.13 mostram projeções de consumo para abastecimento público para os anos de 2003, 2010 e 2020, sendo que nos dois primeiros quadros são apresentadas estimativas com base no consumo *per capita* atual registrado pelas concessionárias e no último quadro com um consumo *per capita* geral de 200L/hab.dia.

O Quadro 5.12 e o Quadro 5.13 também apresentam estimativas de demandas considerando-se a manutenção dos índices de perdas atuais (registrados) e sua diminuição para 25% (ou, nos casos em que está registrado valor atual inferior a 25%, sua manutenção).

**Quadro 5.11. Estimativa de consumo de água para o abastecimento público para 2003.**

Município	População. 2003 (IBGE, 2000; SEADE, 2004)	Índice de perdas globais (%)	Consumo bruto (m <sup>3</sup> /s)	Cota per capita líquido (L/hab.dia)
Atibaia	121.229	37,5	0,460	260
Bom Jesus dos Perdoes	14.731	*	0,050	234
Campinas	1.014.193	27,2	3,600	288
Itatiba	89.083	40,0	0,331	249
Jarinu	19.819	30,0	0,029	189
Joanópolis	11.285	*	0,027	165
Nazaré Paulista	15.469	*	0,060	267
Piracaia	25.023	*	0,230	240
Valinhos	88.769	*	0,298	231
<b>Total</b>	<b>1.399.601</b>	<b>33,67</b>	<b>4,520</b>	<b>235,9</b>

\*Valores não fornecidos pelos municípios através dos questionários

Fonte: Relatório de Situação dos Recursos Hídricos das Bacias do PCJ - 2002/2003 (IRRIGART – 2005)

A partir das informações do Quadro anterior e das projeções populacionais, foram estimadas as demandas para abastecimento público para 2010 e 2020, conforme mostrado no Quadro 5.12. Esta estimativa foi realizada através da multiplicação do consumo per capita atual de cada município pela população atendida em cada município.

**Quadro 5.12. Estimativa de demandas de água para o abastecimento público para 2010 e 2020, mantendo-se o consumo *per capita* atual.**

Município	Consumo bruto 2003 (m <sup>3</sup> /s)	Estimativa mantendo-se o consumo <i>per capita</i> atual			
		Demanda (m <sup>3</sup> /s) mantido índice de perdas globais no valor atual		Demanda (m <sup>3</sup> /s) com redução do índice de perdas globais a 25%	
		2010	2020	2010	2020
Atibaia	0,460	0,621	1,421	0,577	1,405
Bom Jesus dos Perdoes	0,050	0,082	0,185	0,077	0,144
Campinas	4,024	3,359	6,587	3,317	6,900
Itatiba	0,331	0,483	1,098	0,442	1,070
Jarinu	0,029	0,079	0,360	0,077	0,371
Joanópolis		0,055	0,076	0,051	0,059
Nazaré Paulista	0,060	0,071	0,153	0,067	0,119
Piracaia	0,087	0,112	0,211	0,105	0,164
Valinhos <sup>(1)</sup>	0,298	0,394	0,729	0,369	0,567
<b>Total</b>		<b>5,256</b>	<b>10,820</b>	<b>5,082</b>	<b>10,799</b>

Fonte: Relatório de Situação dos Recursos Hídricos das Bacias do PCJ -2002/2003 (IRRIGART – 2005)

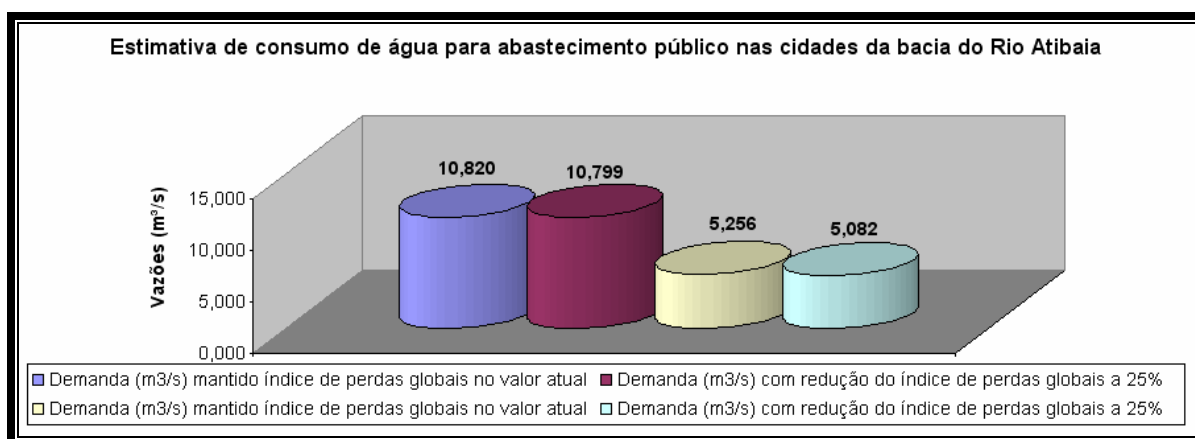
A análise da tabela anterior mostra que a redução das perdas nos sistemas de abastecimento público de água é de fundamental importância para o aumento da disponibilidade hídrica da bacia hidrográfica do Rio Atibaia. Ao se reduzir às perdas para 25% deixar-se-ia de consumir 0,174 m<sup>3</sup>/s em 2010 e 0,021 m<sup>3</sup>/s em 2020.

**Quadro 5.13. Estimativa de consumo de água para o abastecimento público em 2003, 2010 e 2020, considerando-se o consumo *per capita* médio para 200 L/hab.dia.**

Município	Estimativa feita alterando-se o consumo <i>per capita</i> para 200 L/hab.dia				
	Demanda (m <sup>3</sup> /s) mantido índice de perdas globais no valor atual			Demanda (m <sup>3</sup> /s) com redução do índice de perdas globais a 25%	
	2003	2010	2020	2010	2020
Atibaia	0,340	0,446	0,621	0,415	0,577
Bom Jesus dos Perdoes	0,041	0,056	0,082	0,052	0,077
Campinas	2,663	3,156	3,755	3,116	3,708
Itatiba	0,255	0,340	0,483	0,311	0,442
Jarinu	0,029	0,045	0,079	0,044	0,077
Nazaré Paulista	0,043	0,054	0,071	0,051	0,067
Piracaia	0,069	0,087	0,112	0,081	0,105
Valinhos	0,243	0,305	0,394	0,285	0,369
Vinhedo	0,145	0,203	0,314	0,190	0,294
<b>Total</b>	<b>3,828</b>	<b>4,692</b>	<b>5,911</b>	<b>4,545</b>	<b>5,716</b>

Fonte: Relatório de Situação dos Recursos Hídricos das Bacias do PCJ -2002/2003 (IRRIGART – 2005)

A análise da tabela acima mostra que além da redução das perdas físicas a redução média do consumo em todos os municípios da bacia hidrográfica de 295 L/hab/dia para 200 L/hab/dia é de fundamental importância para o aumento da disponibilidade hídrica da bacia hidrográfica do Rio Atibaia. Ao se reduzir esse consumo, haverá em 2020 uma diminuição em cerca de 6,736 m<sup>3</sup>/s .



**Figura 5.47. Estimativa da captação de água para abastecimento público em 2020 para a bacia hidrográfica do Rio Atibaia.**

#### 5.7.1.4 Uso da água para geração de energia da Usina de Salto Grande

A CPFL é a concessionária da usina hidrelétrica de Salto Grande, localizada no curso d'água do Rio Atibaia no município de Campinas – SP. Esta usina hidrelétrica é a principal usina inserida na área em estudo, abaixo se encontra a descrição completa com localização e dados técnicos, desta usina, segundo o Relatório de Situação dos Recursos Hídricos das Bacias do PCJ -2002/2003 (IRRIGART – 2005).

**Localização:** Município de Campinas – SP, Distrito de Joaquim Egídio, km 101 da (Jacareí – Campinas). Rio: Atibaia – SP Rodovia D. Pedro I

**Dados Técnicos:** Início de Operação: 1912/1989 (3,35 MW); 2002 (repotenciação: 4,55 MW); Número de unidades geradoras: 03; Tipo de Máquina: Francis Horizontal Potência nominal total: 4,55 MW; Energia Assegurada: 3,3 MW médios; Fator de Capacidade: 0,64; Queda líquida nominal: 24,0 m; Vazão turbinada total: 21,45 m³/s; Número de condutos forçados: 03; Barragem: Tipo gravidade.



**Figura 5.48. Usina Hidroelétrica de Salto Grande – Rio Atibaia – CPFL.**



## 5.8. 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 das espécies animais ou vegetais que dependem ou tenham contato com esse meio.

A poluição das águas origina-se de várias fontes, entre as quais se destacam os efluentes domésticos, os efluentes industriais, o deflúvio superficial urbano e o deflúvio superficial agrícola, resíduos de atividades de mineração etc., 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.

O lançamento de efluentes líquidos constitui-se no lançamento de um volume de uma solução por unidade de tempo e esta solução por sua vez, constituída por um solvente (água), solutos (sendo que dentre esses estão as cargas poluidoras) e demais componentes (material em suspensão, colóides). O Quadro 5.14 ilustra um resumo dos lançamento líquidos que ocorrem na Bacia do Rio Atibaia.

**Quadro 5.14. Lançamentos de efluentes líquidos na bacia hidrográfica do Rio Atibaia (m³/s).**

Bacias	Unidades	Uso urbano	Uso industrial	Uso rural		Mineração	Outros	Total
				Aqüicultura	Outros			
Atibaia	(m³/s)	3,327	2,937	0,1724	0,106	0,005	0,001	6,549

Fonte: Relatório de Situação dos Recursos Hídricos das bacias do PCJ (IRRIGART – 2005).

Com relação às cargas poluidoras estas são divididas em potencial e remanescente, de modo que, a carga poluidora potencial é a quantidade total desta carga produzida por um agente (que pode ser uma indústria e/ou um município) e, a carga poluidora remanescente quantidade considerada como sendo a carga total que é lançada ao curso d'água após passar por qualquer tipo de tratamento com a função de reduzi-la. A quantidade de carga reduzida dividida pela carga potencial total fornece o valor da eficiência do tipo de tratamento. Nos locais onde não há tratamento dos efluentes, a carga poluidora potencial tem o mesmo valor da carga poluidora remanescente.

É importante observar que as cargas remanescentes já incluem a % do volume total que é tratado e a eficiência do tratamento.

As cargas poluidoras dos cursos d'água referidas neste relatório são proveniente do lançamento de efluentes pelos municípios (origem doméstica) ou pelas indústrias, sendo nestas, discriminadas as sucroalcooleiras pela elevada carga potencial produzida.

Na seqüência deste relatório será apresentado um estudo sobre cada uma das formas de poluição.

#### 5.8.1. Cargas poluidoras de origem industrial

De acordo com as informações prestadas pelas Agências Ambientais da CETESB-2004 e apresentadas no Relatório de Situação dos Recursos Hídricos das Bacias PCJ (iRRIGART - 2005) as cargas orgânicas industriais potenciais e remanescentes da bacia hidrográfica do Rio Atibaia, estão descritas no Quadro 2.4.3.6, a seguir:

**Quadro 5.15. Carga poluidora de origem orgânica industrial da bacia do Rio Atibaia.**

Bacias	Carga potencial (kg DBO / dia)	Carga remanescente (kg DBO / dia)	Remoção (%)
Rio Atibaia	56.900	4.300	92,4%

Fonte: Relatório de Situação dos Recursos Hídricos das bacias do PCJ (iRRIGART – 2005).

Pode-se observar no Quadro 5.15 que as cargas orgânicas industriais potenciais e remanescentes da bacia hidrográfica do Rio Atibaia são 56.900 e 4.300kg DBO/dia, respectivamente o que equivale a uma remoção de aproximadamente 92,4%, índice este elevado se comparado a remoção da carga orgânica de origem industrial.

#### 5.8.2. Cargas Poluidoras de origem Doméstica

Para se realizar um diagnóstico da situação dos municípios quanto ao item saneamento, foi realizado uma visita a todas as cidades que lançam efluentes domésticos na bacia do Rio Atibaia. A situação dos municípios é apresentada abaixo:

**Quadro 5.16. Carga poluidora de origem orgânica doméstica da bacia do Rio Atibaia.**

Bacias	Carga potencial (kg DBO / dia)	Carga remanescente (kg DBO / dia)	Remoção (%)
Rio Atibaia	41.120	32.850	22 %

Fonte: Coleta de dados junto aos serviços de água e esgoto dos município da bacia do Atibaia.

➤ **Atibaia**

O município de Atibaia conta hoje com uma população de aproximadamente 114 mil habitantes na área urbana. O índice de coleta de esgoto gira em torno de 67%, o índice de tratamento de esgoto é da ordem de 33% com uma eficiência média de 90% de remoção de carga orgânica. Este tratamento é realizado em uma única ETE, cujo sistema é o de Lodos Ativados. A previsão para tratamento de 100% dos efluentes domésticos é por volta do ano de 2020.



**Figura 5.49. Vista geral do reator na ETE Estoril de Atibaia.**

➤ **Bom Jesus dos Perdões**

Possui uma população urbana da ordem de 12.200 habitantes. Possui coleta de esgotos para 80% da população. O índice de tratamento é nulo. A implantação de tratamento ainda está em fase preliminar, isto é, está em fase de projeto não havendo previsão para entrada em operação.

## ➤ Campinas

Segundo informações obtidas junto a SANASA, atualmente residem na bacia do Atibaia aproximadamente 341.984 habitantes, o que corresponde a aproximadamente 34% da população de Campinas de 1.015.316 habitantes. Hoje aproximadamente 5% desta população possuem tratamento de esgoto doméstico.

No final de 2006, deverá entrar em funcionamento a ETE Anhumas, localizada as margens do córrego homônimo e que devera aumentar o índice de tratamento da população residente na bacia do Atibaia para aproximadamente 87,6%.

Hoje estão operando na bacia do Atibaia, a ETE Samambaia, com 94% de eficiência, a ETE Alphaville, com 88% de eficiência, a ETE Arboreto, com 97% de eficiência e a ETE Terras do Barão, encontra-se em início de operação.

De acordo com Termo de Compromisso firmado entre a SANASA, Prefeitura Municipal de Campinas e o Promotor de Justiça de Campinas, Dr José Roberto Carvalho Albejante, o comprometimento de implantação dos sistemas para tratamento de esgoto doméstico para o município será até o ano de 2016, porém para a bacia do Atibaia a previsão par atingir 100% de tratamento de esgoto doméstico é para o ano de 2008. O Quadro 5.6 a seguir demonstra a atual situação das ETEs do Município de Campinas existentes na área de drenagem do Rio Atibaia.

**Quadro 5.17. Nome ETE's, vazão, sistema, carga orgânica potencial e remanescente.**

ETE	Q (L.s <sup>-1</sup> )	Sistema de tratamento	Carga (kg DBO/dia)	
			Potencial	Remanescente
Samambaia	204	Lodo Ativado – Aeração com decantador de alta taxa e digestor aeróbio.	1.858	127
Anhumas <sup>1</sup>	1200	Reator UASB + Trat. Químico- Físico com Flotação	20.023	20.023
Alphaville	25	Lodo Ativado + aeração, com reatores seqüenciais em batelada	648	74
Arboreto	12	Lodo Ativado + aeração, com reatores seqüenciais em batelada	108	3
Terras do Barão	7	Lodo Ativado + aeração, com reatores seqüenciais em batelada	63	-
Barão Geraldo <sup>1</sup>	319	Reator UASB + Filtro Biológico + Decantador	2.871	2.871
Sousas <sup>2</sup>	99	Reator UASB + Trat. Físico químico com Flotação por ar dissolvido.	891	891

Fonte: SANASA, 2006. <sup>1</sup> em implantação, <sup>2</sup> programadas para execução.

A Figura 5.50 a seguir ilustra a ETE Anhumas e o Córrego Anhumas nas proximidades da estação.



**Figura 5.50. Em A, vista geral da ETE Anhumas, em B Córrego Anhumas após drenar a área urbana de Campinas.**

#### ➤ Itatiba

Até o fechamento desta versão do estudo, o município de Itatiba não encaminhou o questionário enviado, sendo assim as estimativas foram realizadas através dos dados do Relatório de Qualidade de Água 2005, da CETESB. Segundo esta fonte, o município possui uma população urbana da ordem de aproximadamente 93 mil habitantes. O percentual de coleta é 100% e o tratamento ainda é nulo.

#### ➤ Janirú

Possui uma população urbana em torno de 15 mil habitantes. O índice de coleta de esgotos é da ordem de 92%, com um índice de tratamento de 38% e eficiência perto de 100%. O sistema utilizado é de lagoas facultativas. Já existe projeto para se realizar 100% de tratamento. A área onde se pretende realizar o tratamento já está em fase de desapropriação. A Figura 5.51 ilustra esta ETE.





**Figura 5.51. Detalhe das Lagoas Facultativas da ETE de Janirú.**

➤ **Nazaré Paulista**

Possui uma população urbana em torno de 7 mil habitantes. Possui 100% de coleta e tratamento de esgoto. A eficiência do tratamento ainda é baixa, girando em torno de 65%. Este tratamento é realizado através de uma lagoa de estabilização sem tratamento primário, com aparentes sinais de assoreamento.



**Figura 5.52. Detalhe da Lagoa da ETE de Nazaré Paulista.**

➤ **Paulínia**

O município de Paulínia possui uma população urbana de aproximadamente 60 mil habitantes. Apesar de captar água para abastecimento urbano na bacia do Rio Jaguari, a cidade lança seus efluentes na bacia do Rio Atibaia. O índice de coleta é da ordem de 80%, enquanto que o tratamento é de menos de 1%. Esta única ETE está sendo ampliada de tal forma a garantir o tratamento de 100%. A previsão é que comece a operar no fim do corrente ano.



➤ **Piracaia**

Possui uma população urbana em torno de 25.500 habitantes. Coleta, atualmente, 75% dos efluentes urbanos. O tratamento é da ordem de 30%. Para que se possa realizar o tratamento é necessário à construção de uma estação elevatória de esgotos, que está em fase de projeto.

➤ **Valinhos**

A população urbana de Valinhos está em torno de 86 mil habitantes. O índice de coleta de esgotos é de 90%, estando apenas os bairros mais isolados sem coleta de esgotos. Já o tratamento é realizado em 100% dos efluentes urbanos. A eficiência ainda é de 75%, mas tende a aumentar com a estabilização da ETE, que começou a operar no ano de 2005. A Figura 5.53 ilustra esta ETE.

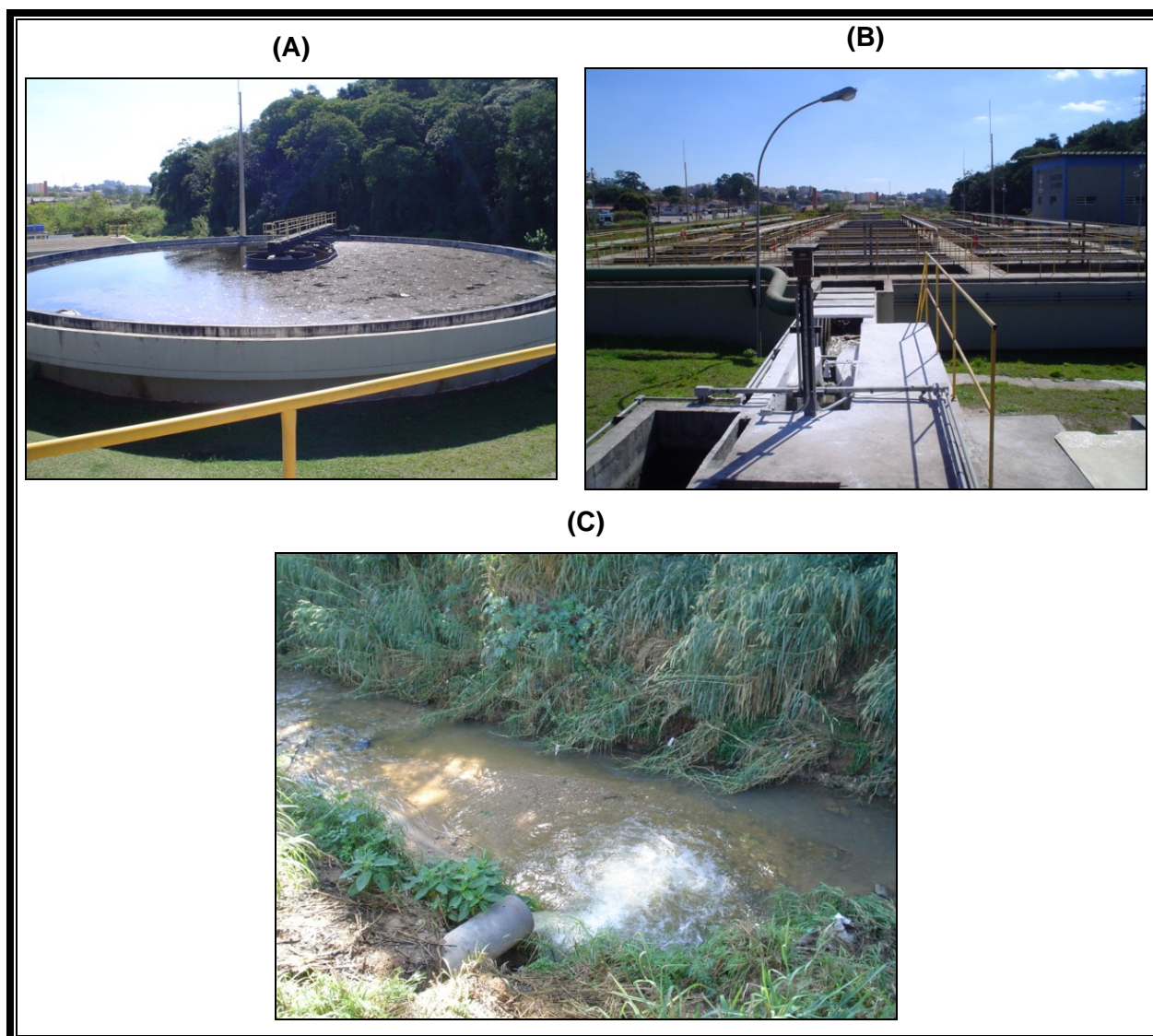


**Figura 5.53. Detalhe de parte da ETE de Valinhos: reator anaeróbico enterrado (A) e o floculador (B).**

➤ **Vinhedo**

O município de Vinhedo conta com uma população da ordem de 55 mil habitantes. O lançamento de esgoto da cidade é realizado na bacia do Rio Capivari (40%) e Rio Atibaia (60%). Na bacia do Capivari o esgoto ainda é lançado “*in natura*”. Já na Bacia do Atibaia, é realizado o tratamento de 100% dos esgotos. O sistema de tratamento utilizado é o de aeração forçada seguida de cloração, conferindo assim, uma eficiência média de 98% para carga orgânica. O efluente da ETE é utilizado para lavagem de ruas e avenidas, gerando grande economia de água e o restante é lançado no Córrego Pinheiros, que também recebe o efluente de Valinhos a jusante. Para as estimativas que serão realizadas a seguir,

considerou-se que 60% da população estimada pelo IBGE contribui com lançamentos na bacia do Atibaia. A Figura 5.54 ilustra algumas fotos da ETE.



**Figura 5.54. Detalhe do Sedimentador (A), Tanques Aeróbios (B) e lançamento do efluente no Pinheiro (C).**

### **5.8.3. Resumo do Diagnóstico do saneamento das cidades com influência na Bacia do Atibaia.**

Os quadros na sequência ilustram o panorama atual dos municípios que lançam efluentes domésticos na bacia do Atibaia.

Também foram realizadas estimativas da situação para os horizontes definidos no último Plano de Bacias 04/07 PCJ. Para os anos limites dos prazos estabelecidos, foram estimados os valores de carga orgânica remanescentes, adotando-se as metas previstas no plano para coleta de esgoto, percentual de tratamento e eficiência de remoção de carga

orgânica. O Quadro 5.18 apresenta os prazos, períodos e metas contidas no Plano de Bacias 04/07.

**Quadro 5.18. Prazos, períodos e metas contidas no Plano de Bacias.**

Prazo	Período	Metas referentes a Esgoto Doméstico		
		Coleta (%)	Tratamento (%)	Eficiência (%)
Curto	2004-2007	92	50	80
Médio	2008-2011	93,5*	90	80
Médio Longo	2012-2014	95	95	80
Longo	2015-2025	98	100	95
Atual**	2006	84	25,6	82
2007**		84	70	82
* - O plano de bacias não definiu uma meta para este parâmetro para médio prazo. Sendo assim adotou-se uma média aritmética entre o curto prazo e o médio-longo prazo.				
** - Dados obtidos através coleta em campo junto aos serviços de água e esgoto dos municípios				

As estimativas de população constantes no Plano de Bacias 04/07 também foram utilizadas. Estas foram, por sua vez, baseadas em estimativas oficiais do IBGE. Para os municípios de Campinas e Vinhedo, foi determinado o índice de 41 e 60%, respectivamente, da população urbana. Estes valores foram estimados para representar somente a população que contribui para o lançamento dos esgotos na Bacia do Rio Atibaia. Estes valores foram adotados após consultas realizadas nos municípios.

Os quadros na seqüência ilustram o cenário atual e o projetado pelo Plano de Bacias 04/07 para curto, médio, médio-longo e longo prazo, isto é para o ano de 2007, 2011, 2014 e 2025.

As estimativas de carga orgânica potencial foram estimadas em 50g.DBO.hab.dia<sup>-1</sup>, índice constante no Plano de Bacias 04/07 do Comitê de Bacias Hidrográficas Piracicaba, Capivari e Jundiaí.

No cenário atual, alguns dados foram fornecidos pelos municípios. As demais cargas foram estimadas usando o índice apresentado. Para as estimativas futuras, todos os valores de carga potencial foram obtidas pelo índice. Nas cidades que estão mais eficientes do que o planejado no Plano de Bacias, as metas constantes no Plano foram ignoradas, isto é, mantidos os valores reais.



**Quadro 5.19. Situação Atual do Tratamento de Esgoto na Bacia do Atibaia.**

Município	População Urbana	Potencial (kg.DBO.dia <sup>-1</sup> )	Coleta (%)	Tratamento (%)	Eficiência (%)	Remoção (kg.DBO.dia <sup>-1</sup> )	Remanescente (kg.DBO.dia <sup>-1</sup> )
Atibaia	113.863	5.693	67	33	90	1.133	2.682
Bom Jesus dos Perdões	12.141	607	80	0	0	0	486
Campinas	422.737	27.259	86	10	92	2.070	25.189
Itatiba	71.879	3.594	100	0	0	0	3.594
Janirú	15.249	762	92	38	100	267	435
Nazaré Paulista	6.805	340	100	100	65	221	119
Paulínia	60.368	3.018	79	0	0	0	2.385
Piracaia	25.584	1.279	75	30	60	173	787
Valinhos	86.131	4.307	90	100	75	2.907	969
Vinhedo	33.075	1.654	92	100	98	1.491	30

**Quadro 5.20. Situação do Tratamento de Esgoto na Bacia do Atibaia 2007 - Estimativa do Plano de Bacias PCJ.**

Município	População Urbana	Potencial (kg.DBO.dia <sup>-1</sup> )	Coleta (%)	Tratamento (%)	Eficiência (%)	Remoção (kg.DBO.dia <sup>-1</sup> )	Remanescente (kg.DBO.dia <sup>-1</sup> )
Atibaia	132.735	6.637	92	50	90	2.748	3.358
Bom Jesus dos Perdões	15.966	798	92	50	80	294	441
Campinas	432.323	21.616	92	50	92	9.148	10.739
Itatiba	97.192	4.860	100	50	80	1.944	2.916
Janirú	22.160	1.108	92	50	100	510	510
Nazaré Paulista	16.487	824	100	100	80	659	165
Paulínia	65.259	3.263	92	50	80	1.201	1.801
Piracaia	26.400	1.320	92	50	80	486	729
Valinhos	92.538	4.627	92%	100%	80%	3.405	851
Vinhedo	35.631	1.782	92%	100%	98%	1.606	33





**Quadro 5.21. Situação do Tratamento de Esgoto na Bacia do Atibaia 2011 - Estimativa do Plano de Bacias PCJ.**

Município	População Urbana	Potencial (kg.DBO.dia <sup>-1</sup> )	Coleta (%)	Tratamento (%)	Eficiência (%)	Remoção (kg.DBO.dia <sup>-1</sup> )	Remanescente (kg.DBO.dia <sup>-1</sup> )
Atibaia	144.395	7.220	94	90	90	5.468	1.283
Bom Jesus dos Perdões	17.450	873	94	90	80	587	228
Campinas	450.631	22.532	94	90	92	17.443	3.624
Itatiba	105.877	5.294	100	90	80	3.812	1.482
Janirú	25.205	1.260	94	90	100	1.061	118
Nazaré Paulista	17.635	882	100	100	80	705	176
Paulínia	75.170	3.759	94	90	80	2.530	984
Piracaia	27.985	1.399	94	90	80	942	366
Valinhos	37.031	1.852	94	100	80	1.385	346
Vinhedo	40.581	2.029	94	100	98	1.859	38

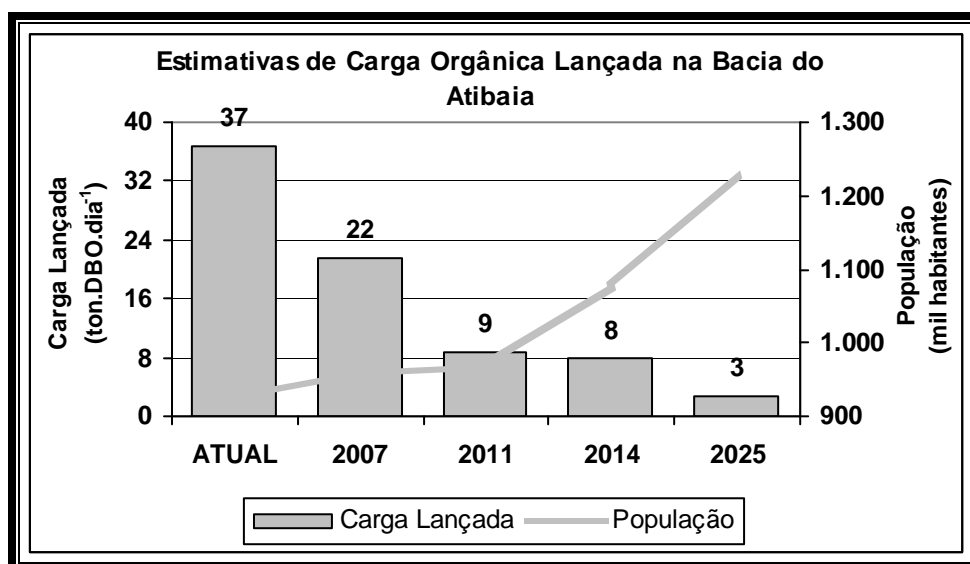
**Quadro 5.22. Situação do Tratamento de Esgoto na Bacia do Atibaia 2014 - Estimativa do Plano de Bacias PCJ.**

Município	População Urbana	Potencial (kg.DBO.dia <sup>-1</sup> )	Coleta (%)	Tratamento (%)	Eficiência (%)	Remoção (kg.DBO.dia <sup>-1</sup> )	Remanescente (kg.DBO.dia <sup>-1</sup> )
Atibaia	152.739	7.637	95	95	90	6.203	1.052
Bom Jesus dos Perdões	18.525	926	95	95	80	669	211
Campinas	463.452	23.173	95	95	92	19.240	2.774
Itatiba	112.033	5.602	100	95	80	4.257	1.344
Janirú	27.459	1.373	95	95	100	1.239	65
Nazaré Paulista	18.471	924	100	100	80	739	185
Paulínia	83.239	4.162	95	95	80	3.005	949
Piracaia	29.109	1.455	95	95	80	1.051	332
Valinhos	100.117	5.006	95	100	80	3.804	951
Vinhedo	42.394	2.120	95	100	98	1.973	40

**Quadro 5.23. Situação do Tratamento de Esgoto na Bacia do Atibaia 2025 - Estimativa do Plano de Bacias PCJ.**

Município	População Urbana	Potencial (kg.DBO.dia <sup>-1</sup> )	Coleta (%)	Tratamento (%)	Eficiência (%)	Remoção (kg.DBO.dia <sup>-1</sup> )	Remanescente (kg.DBO.dia <sup>-1</sup> )
Atibaia	177.172	8.859	98	100	95	8.247	434
Bom Jesus dos Perdões	21.799	1.090	98	100	95	1.015	53
Campinas	501.259	25.063	98	100	95	23.334	1.228
Itatiba	128.776	6.439	100	100	95	6.117	322
Janirú	34.295	1.715	98	100	100	1.680	0
Nazaré Paulista	21.124	1.056	100	100	95	1.003	53
Paulínia	122.013	6.101	98	100	95	5.680	299
Piracaia	32.471	1.624	98	100	95	1.512	80
Valinhos	107.241	5.362	98	100	95	4.992	263
Vinhedo	50.241	2.512	98	100	95	2.339	123

Sintetizando os dados, os lançamentos de carga orgânica, segundo estimativas do Plano de Bacias podem ser verificados na figura abaixo.



**Figura 5.55. Estimativas de Lançamento de Carga Orgânica nos finais dos Prazos do Plano de Bacias.**

Analisando a figura acima, pode-se concluir que se atendidas as metas constantes no Plano de Bacias, a situação tende a ter uma melhora significativa. Mesmo com o



aumento de população prevista, não haverá aumento de carga orgânica lançada, mas sim uma significativa diminuição.

Além da diminuição da carga lançada, há também uma diminuição de outras formas de poluição, uma vez que o percentual de esgoto coletado também aumenta gradativamente, como ilustrado no início deste capítulo. Como o índice de coleta gira em torno de 84%, temos 16% dos esgotos gerados sendo despejados em fossas ou em lançamentos clandestinos, representando grande potencial de poluição do solo ou mesmo dos recursos hídricos. A meta para o ano de 2025 é que 98% dos esgotos sejam coletados,

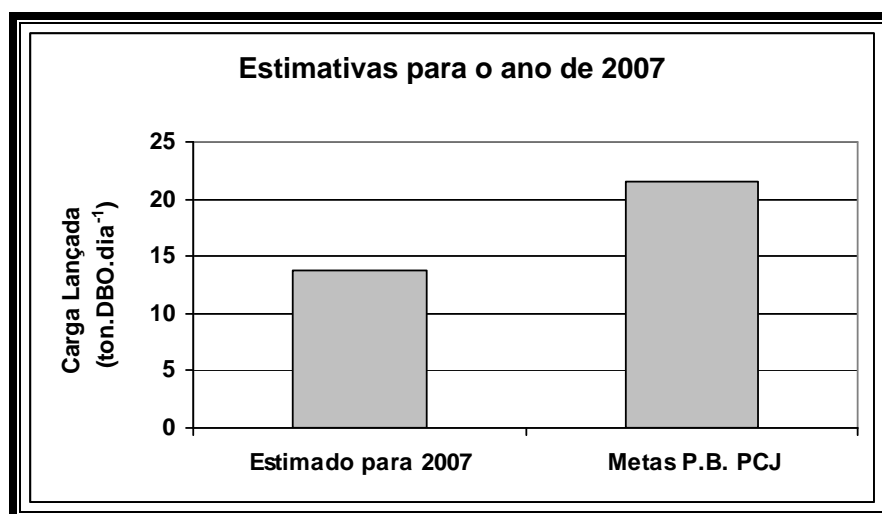
Nas visitas realizadas nas cidades que lançam efluentes domésticos na Bacia, verificou-se que duas ETE's entrarão em operação ainda no fim deste ano. São elas: ETE de Anhumas, no município de Campinas, que vai aumentar o tratamento de esgotos no Setor do Atibaia dos atuais 10% para 84%, e a ETE de Paulínia, que tratará 100% dos esgotos do município. Como ambas são estações que foram bem planejadas, estima-se uma eficiência média de 90%. Sendo assim, a situação prevista já no ano de 2007 será a seguinte:

**Quadro 5.24. Situação do Tratamento de Esgoto na Bacia do Atibaia 2007 - Estimativa a partir das visitas realizadas a campo.**

Município	População Urbana	Potencial (kg.DBO.dia <sup>-1</sup> )	Coleta (%)	Tratamento (%)	Eficiência (%)	Remoção (kg.DBO.dia <sup>-1</sup> )	Remanescente (kg.DBO.dia <sup>-1</sup> )
Atibaia	113.863	5.693	67	33	90	1.133	2.682
Bom Jesus dos Perdões	12.141	607	80	0	0	0	486
Campinas	456.896	22.845	86	84	92	15.201	4.446
Itatiba	71.879	3.594	100	0	0	0	3.594
Janirú	15.249	762	92	38	100	267	435
Nazaré Paulista	6.805	340	100	100	65	221	119
Paulínia	60.368	3.018	79	100	90	2.146	238
Piracaia	25.584	1.279	75	30	60	173	787
Valinhos	86.131	4.307	90	100	75	2.907	969
Vinhedo	33.075	1.654	92	100	98	1.491	30
TOTAL						23.538	13.785

13.785

A figura abaixo realiza um comparativo entre o esperado para 2007 (com a entrada da ETE Anhumas e ETE de Paulínia) e o estimado através da metas do Plano de Bacias 04/07 do PCJ.



**Figura 5.56. Estimativas de Carga Remanescente para o ano de 2007 na Bacia do Atibaia.**

Adotando-se o horizonte de 2007, a situação superará as metas constantes no Plano de Bacias. Isto pode ser considerado como um grande avanço na Bacia, pois mostra o empenho em cumprir as metas do Plano de Bacias.

Ao fim do prazo estipulado no Plano de Bacias do PCJ, isto é, no ano de 2025, se atingidas todas as metas estabelecidas (98% coleta, 100% tratamento e 95% eficiência), haverá, ainda uma carga orgânica remanescente, na Bacia do Atibaia da ordem de 2.855 kg.DBO.dia<sup>-1</sup>.

Deste total, o município de Campinas contribuirá com 1.228 kg.DBO.dia<sup>-1</sup>, isto é, 43% do remanescente na Bacia.

Sendo assim, percebe-se que o tratamento dos esgotos domésticos terá fundamental importância na recuperação do Reservatório de Salto Grande.

Também devem começar a ser estudados novos tipos de tratamento que venham a aumentar a eficiência dos tratamentos atuais, contribuindo ainda mais para a melhora do quadro ambiental que é percebido no Reservatório de Salto Grande e em toda a Bacia do Atibaia.

#### **5.8.4. Poluição de origem Difusa**

A poluição por cargas difusas é um fenômeno com origem no ciclo hidrológico. Inicia-se com o arraste dos poluentes atmosféricos pela chuva e o escoamento superficial direto será responsável pelo transporte dos poluentes dispostos sobre a superfície da área urbana e rural até o lançamento final no corpo receptor. A poluição por cargas difusas é um fenômeno aleatório como o evento hidrológico responsável pela sua ocorrência. Nas regiões

tropicais a intensidade dos processos associados aos ecossistemas terrestres naturais, como temperatura e umidade, promove processos intensos que implicam na recirculação dos nutrientes entre o meio físico e o meio biótico. O clima fornece a energia e a água para a estabilidade de uma bacia hidrográfica, e a geologia dá a ela sua característica distintiva (Welcomme, 1980; Maier, 1983). Assim a composição química da água dos rios depende do tipo e composição das formações geológicas, da intensidade e composição da água das chuvas que caem na área de drenagem, das reações entre água e solo ou sedimento (Maier, 1983).

Considerando-se os ecossistemas em equilíbrio natural, estes processos são fortemente influenciados pelas condições geomorfológicas da bacia hidrográfica, pela sua história geológica, pela evolução das espécies que definiram a atual biota, pelas condições climáticas e por processos "in situ". Estes fatores que definem o equilíbrio dinâmico de um ecossistema natural, quando considerado a menor unidade geomorfológica como uma microbacia, acabam por caracterizar as águas de superfície (rios e lagos) do ponto de vista químico, físico-químico e biológico. É importante salientar ainda que exista também uma fonte dos organismos vivos, os quais através de seus processos metabólicos influem e muitas vezes definem as características dos corpos d'água.

As modificações no ecossistema natural, provocadas por ações antrópicas, no geral visam o estabelecimento de uma atividade econômica produtiva, as quais encontram-se associadas com: *a) remoção da camada vegetativa primitiva, através da expansão urbana e atividades agro-silvo-pastoris; b) perturbação da estrutura geológica, através de atividades de mineração e garimpo; c) introdução de substâncias alheias aos processos naturais ali existentes, através de atividades urbanas, industriais ou utilização de insumos agrícolas; d) aumento das cargas orgânicas e minerais dos corpos d'água, através do despejo de esgoto doméstico e industrial; e) modificações no balanço hídrico e energético associadas às alterações da vegetação e da geomorfologia; f) alteração das características do ecossistema em geral, pelo processo de urbanização e de atividades industriais que induzam altos níveis de poluição atmosférica (i.e., chuvas ácidas); g) Obras de engenharia (i.e., represas, rodovias, construções civis) modificando o tempo de residência das águas.*

De forma geral, nos ecossistemas antropizados como ocorrem com a bacia foco deste projeto todas as atividades acima descritas estão presentes de forma mais ou menos intensas. Estas alterações podem, em parte, ser mensuradas através do estudo das alterações qualitativas e quantitativas dos componentes do ciclo hidrológico e através das alterações das características químicas, físico-químicas e biológicas dos corpos d'água. Estudos em pequenas bacias têm demonstrado a dependência da composição entre águas

dos riachos e as características dos ecossistemas terrestres e que grande parte das bacias hidrográficas do país têm apresentado um considerável aporte de material aos rios. De acordo com Bahia (1992), a erosão dos solos constitui-se em um grande problema no Brasil, onde são perdidas, a cada ano, em torno de 600 milhões de toneladas de solo agrícola.

A expansão da malha urbana e o uso inadequado dos solos agrícolas estão causando a perda gradual da capacidade produtiva dos solos e a contaminação dos recursos hídricos por sedimentos e poluentes de origem difusa. Parte da poluição gerada em áreas urbanas tem origem no escoamento superficial sobre áreas impermeáveis, áreas em fase de construção, depósitos de lixo ou de resíduos industriais e outros. O escoamento superficial da água nesses locais carrega o material, solto ou solúvel que encontra, até os corpos d'água levando, portanto, cargas poluidoras bastante significativas. Além disso, a impermeabilização leva ao aumento do número de vezes em que a bacia produz escoamento superficial e ao aumento também das velocidades de escoamento, gerando maior capacidade de arraste e, portanto, maiores cargas poluidoras. As redes de drenagem urbana são responsáveis pela veiculação dessas cargas e sabe-se hoje que se constituem em importantes fontes de degradação de rios, lagos e estuários.

A poluição difusa, ao contrário da poluição pontual, onde se conhece a origem da poluição (i.e., pontos de emissão de efluentes domésticos e industriais); é uma matriz formada por diversas fontes de substâncias e materiais contaminantes e poluentes (i.e., solos erodidos, agrotóxicos, óleos e graxas do automóvel, a abrasão e o desgaste das ruas pelos veículos, chorume de depósitos de lixo, resíduos orgânicos e inorgânicos, fezes de pássaros e animais domésticos, resíduos sólidos, partículas de amianto e pneus, animais mortos e bactérias patogênicas associadas). Os principais poluentes que são assim carregados são sedimentos, matéria orgânica, bactérias, metais como cobre, zinco, manganês, ferro e chumbo, hidrocarbonetos provenientes do petróleo, tóxicos, como os pesticidas, e os poluentes do ar que se depositam sobre as superfícies. As ligações clandestinas de esgotos, efluentes de fossas sépticas, vazamentos de tanques enterrados de combustível, restos de óleo lubrificante, tintas, solventes e outros produtos tóxicos despejados em sarjetas e bueiros também contribuem para o aumento das cargas poluidoras transportadas pelas redes de drenagem urbana. A poluição gerada pelo escoamento superficial da água em zonas urbanas é dita de origem difusa, uma vez que provém de atividades que depositam poluentes de forma esparsa sobre a área de contribuição da bacia hidrográfica. Cinco condições caracterizam as fontes difusas de poluição: (a) *O lançamento da carga poluidora é intermitente e está relacionado à precipitação;* (b) *Os poluentes são transportados a partir de extensas áreas;* (c) *As cargas*

*poluidoras não podem ser monitoradas a partir de seu ponto de origem, mesmo porque sua origem exata é impossível de ser identificada; (d) O controle da poluição de origem difusa obrigatoriamente deve incluir ações sobre a área geradora da poluição, ao invés de incluir apenas o controle do efluente quando do lançamento; (e) Dificuldade de estabelecimento de padrões de qualidade para o lançamento do efluente, uma vez que a carga poluidora lançada varia com a intensidade e a duração do evento meteorológico, a extensão da área de produção naquele específico evento, e outros fatores que tornam a correlação vazão x carga difícil de ser estabelecida (IBICT, 1992).*

#### **5.8.4.1 Impactos da Poluição Difusa**

A magnitude do impacto causado pela poluição difusa depende de fatores como o estado do corpo d'água antes do lançamento, sua capacidade assimilativa, e ainda da quantidade e distribuição das chuvas, uso do solo na bacia, tipo e quantidade de poluente arrastado. Os problemas então gerados podem ser subdivididos em seis grandes categorias: alterações estéticas, depósitos de sedimentos, depleção da concentração de oxigênio dissolvido, contaminação por organismos patogênicos, eutrofização e danos devido à presença de substâncias ou elementos tóxicos. Segundo Tucci (1993), a qualidade de água dos mananciais que compõem uma bacia hidrográfica está relacionada com o uso do solo na bacia e com o grau de controle sobre as fontes de poluição.

Efeitos típicos da urbanização incluem a modificação dos canais da macro-drenagem, a alteração das margens e da vegetação ribeirinha, o aumento nas taxas de erosão com conseqüente aumento no assoreamento, a variação hidrológica, com aumento dos volumes e picos de vazão. O escoamento superficial traz poluentes e contaminantes (i.e., resíduos sólidos, matéria orgânica, sedimentos, óleos, solventes, hormônios, fenóis, substâncias tóxicas, bactérias e outros) e o efeito da poluição difusa em corpos d'água introduz modificações que produzem impactos negativos diversos, com conseqüências a curto e longo prazo sobre o ecossistema aquático, extinguindo espécies da fauna e flora, promovendo o desequilíbrio trófico do manancial tendo como conseqüências *blooms* de algas e cianobactérias e infestações de plantas aquáticas; acumulando sedimentos tóxicos, depreciando a qualidade da água, e diminuindo a disponibilidade hídrica dos mananciais.

#### **5.8.4.2 Modelos de Poluição Difusa**

Para uma avaliação global do impacto das cargas difusas, modelos hidrológicos e de qualidade da água vêm sendo desenvolvidos para prever o impacto das áreas urbanas e rurais na qualidade das águas superficiais e subterrâneas. O grande número de modelos

de poluição de origem difusa existentes reflete o avanço dessa tecnologia (Machado, 2002). Diversos modelos de simulação do processo de transporte de poluentes de origem difusa estão sendo atualmente aplicados em estudos sobre poluição difusa, entre os quais destacam-se:

**a)** O modelo BASINS 2.0 (Better Assessment Science Integrating Point and Non-point Sources - EPA, 1996). O modelo BASINS é uma ferramenta que possui um sistema integrado de dados espaciais, de qualidade da água, e também de ferramentas de avaliação através de Sistemas de Informações Geográficas (SIG). É um sistema flexível capaz de realizar análises das mais simples às mais complexas e sofisticadas. Pode ser utilizado para bacias pequenas e também para bacias maiores ou conjunto de bacias. O Sistema de Informações Geográficas (SIG) proporciona a integração dos dados espaciais da bacia e o modelo de qualidade da água, relacionando as cargas poluentes com a ocupação da bacia hidrográfica e ainda fazendo uma comparação da geração da poluição difusa de acordo com o tipo de urbanização.

**b)** O modelo GLEAMS (Groundwater Loading Effects of Agricultural Management Systems – Leonard et al., 1987) é um modelo de simulação desenvolvido para avaliar o movimento de agrotóxicos dentro e através da zona radicular das plantas.

**c)** O modelo ANSWERS (Área non-point Source Watershed Environmental Response Simulation – Beasley & Huggins, 1982) baseado em eventos, de parâmetros distribuídos, foi desenvolvido para simular a ação da agricultura como uso principal em bacias hidrográficas.

**d)** O modelo AGNPS (Agricultural Non-point Source – Young, et al., 1989) é baseado em eventos, e simula o runoff, sedimentos e nutrientes transportados em bacias hidrográficas agrícolas.

**e)** O modelo SWAT (Soil and Water Assessment Tool – Peterson & Hamlett, 1998) permite uma grande flexibilidade na configuração de bacias hidrográficas, sendo desenvolvido para prever o efeito de diferentes cenários de manejo na qualidade da água, produção de sedimentos e cargas poluentes em bacias hidrográficas agrícolas.

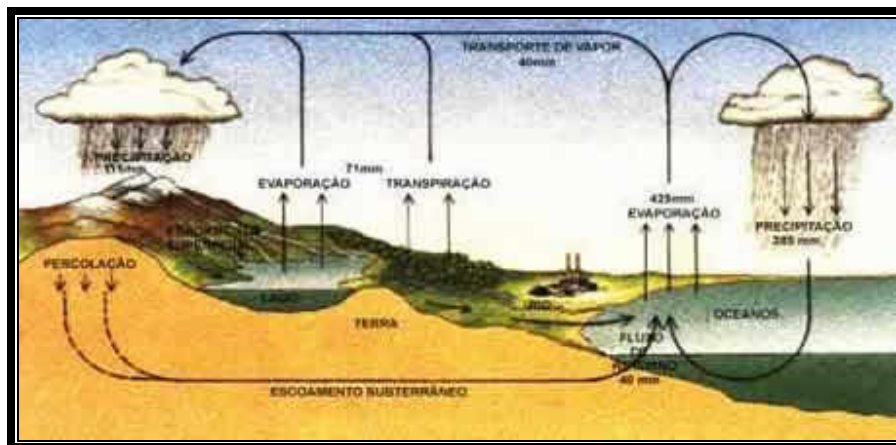
## **5.9. A Floresta e a Água**

O reconhecimento entre ambientalistas, acadêmicos, órgãos públicos e mesmo entre outros setores sociais não diretamente envolvidos com o tema, de que existe uma relação de interdependência entre a floresta e o ecossistema aquático, e que a degradação ou escassez de uma perturba profundamente a existência e a qualidade do outro é fato consolidado.



Porém, as bases científicas e a dimensão da importância desta relação não são amplamente conhecidas e avaliadas. Isso resulta em alguns erros de expectativa e até em fragilidade de argumentos na defesa de uma gestão integrada desses dois recursos, particularmente junto aos tomadores de decisão.

Sabe-se que a água é escassa, sendo este um recurso natural de valor econômico, estratégico e social, essencial ao bem estar do homem e a manutenção dos ecossistemas do planeta, a água é um bem comum a toda humanidade. Sabe-se também que as florestas estão diminuindo gradativamente no estado de São Paulo onde a cobertura florestal original de 80% de todo território, agora não passa de 13,94% concentrados próximo ao litoral e em áreas de difícil acesso. Uma maneira que facilita entender a relação floresta-água é conhecendo o ciclo hidrológico na floresta.



**Figura 5.57. Ciclo Hidrológico.**

Através da Figura 5.57 observa-se que a água de chuva que se precipita sobre uma mata, segue dois caminhos: volta à atmosfera por evapotranspiração ou atinge o solo, através do escoamento pela folhagem ou do tronco das árvores. Na floresta, a interceptação da água acima do solo garante a formação de novas massas atmosféricas úmidas, enquanto a precipitação interna, através dos pingos de água que atravessam a copa e o escoamento pelo tronco, atingem o solo e o seu folheto. De toda a água que chega ao solo, uma parte tem escoamento superficial, chegando de alguma forma aos cursos d'água ou aos reservatórios de superfície. A outra parte sofre armazenamento temporário por infiltração no solo, podendo ser liberada para a atmosfera através da evapotranspiração, mantém-se como água no solo por mais algum tempo ou percolar como água subterrânea. De qualquer forma, a água armazenada no solo que não for evapotranspirada termina por escoar da floresta paulatinamente, compondo o chamado deflúvio, que alimenta os mananciais hídricos e possibilita os seus usos múltiplos.

O processo de interceptação da chuva pela floresta, além de afetar a redistribuição da precipitação e a economia da água no solo, desempenha significativa influência sobre a qualidade da água.

Isto é particularmente evidenciado quando da remoção da cobertura florestal (LIMA, 1986). Segundo o autor citado, a cobertura florestal influi positivamente sobre a hidrologia no solo, melhorando os processos de infiltração, percolação e armazenamento da água, além de diminuir o escoamento superficial.

Influência esta que no todo conduz à diminuição do processo erosivo. Nesta ação protetora da floresta, é muito importante a participação da vegetação herbácea e da manta orgânica, que normalmente recobrem o solo florestal, as quais desempenham papel decisivo na dissipação da energia das gotas das chuvas, cujo impacto com a superfície do solo dá início ao processo de erosão.

Os impactos do desmatamento de uma floresta sobre a hidrologia:

- Aumento do escoamento hídrico superficial
- Redução da infiltração da água no solo
- Redução da evapotranspiração
- Aumento da incidência do vento sobre o solo
- Aumento da temperatura
- Redução da fotossíntese
- Ocupação do solo para diferentes usos
- Redução da flora e fauna nativas (BRAGA, 1999)

Assim, como efeitos principais neste cenário ambiental de degradação, podem ser facilmente identificados:

- Alteração na qualidade da água, através do aumento da turbidez, da eutrofização e do assoreamento dos corpos d'água
- Alteração do deflúvio, com enchentes nos períodos de chuva e redução na vazão de base quando das estiagens
- Mudanças micro e mesoclimáticas, esta última quando em grandes extensões de florestas
- Mudança na qualidade do ar, em função da redução da fotossíntese e do aumento da erosão eólica
- Redução da biodiversidade, em decorrência da supressão da flora e fauna local
- Poluição hídrica, em função da substituição da floresta por ocupação, em geral inadequada, com atividades agropastoris, urbanas e industriais.

As áreas de acentuada declividade também merecem uma atenção especial na sua proteção com cobertura florestal, em função do risco de erosão e de deslizamentos do solo, acarretando em problemas de aumento de assoreamento nos corpos d'água.

O papel da floresta na conservação dos recursos hídricos é exercido através da influência sobre diferentes processos hidrológicos. Os principais processos são:

#### **5.9.1. Atenuação dos picos de vazão**

O escoamento direto é o volume de água que escoar na superfície e na subsuperfície, causando o aumento rápido da vazão de microbacias durante e imediatamente após a ocorrência de uma chuva.

Apenas parte da bacia contribui para o escoamento direto das águas de uma chuva, sobretudo se esta for coberta por floresta.

Porém, com o prolongamento do período de chuvas, essas áreas tendem a se expandir, não apenas em decorrência da ampliação da rede de drenagem, como também pelo fato de que as áreas críticas da microbacia, saturadas ou de solo mais raso, começam também a participar da geração do escoamento direto (LIMA & ZAKIA, 2000).

Portanto, em um primeiro momento a floresta é capaz de segurar a vazão do rio, atenuando as enchentes.

Após as chuvas, a água é liberada gradativamente, amenizando as baixas vazões no período de estiagem.

Assim, a recuperação da vegetação contribui para o aumento da capacidade de armazenamento da água na microbacia, o que eleva o nível de vazão no período de estiagem, se comparada com a que seria gerada na situação de uma área desmatada. Analogamente, atenua o pico de cheia na estação chuvosa.

#### **5.9.2. Ciclagem de nutrientes**

A ciclagem de nutrientes em florestas tropicais, em geral é rápida, devido às altas velocidades de decomposição e dos fluxos de água no sistema.

Porém, segundo PAGANO & DURIGAN (2000), existem alguns processos de transferência exclusivos de matas ciliares, que são: entrada de sedimentos a partir das áreas adjacentes, transportados pelas águas das chuvas ou do rio, sendo retidos pela faixa florestal que atua como filtro; entrada de nutrientes através do fluxo lateral do lençol freático, transportando os das partes mais elevadas para a faixa ciliar; e perda de nutrientes com o arrastamento da serrapilheira pela água dos rios em áreas inundáveis.

De acordo com os autores citados, nessas condições a ciclagem de nutrientes entre os diversos compartimentos passa a ser totalmente aberta e imprevisível.

Assim, relações de adição e perda de nutrientes do sistema são, além de complexas, de difícil quantificação.

### **5.9.3. Influência da qualidade na água**

A mata ciliar desempenha uma ação eficaz na filtragem superficial de sedimentos. Além disso, pode reter por absorção, nutrientes e poluentes, vindos por transporte em solução durante o escoamento superficial.

RHODES et al (apud LIMA, 1986) evidenciaram que a mata ciliar funciona muito efetivamente na remoção de nitrato, principalmente devido às transformações bioquímicas por ação de bactérias denitrificadoras presentes nas condições aeróbicas de áreas saturadas da zona ripária e à absorção pelas raízes da vegetação ciliar.

Por sua vez, MUSCUTT (1993) evidenciou a remoção do fósforo pela mata ciliar, através da revisão de extensa literatura.

Já ASMUSSEN et al (apud OLIVEIRA, 1998) indica fenômeno equivalente para redução da carga de pesticidas.

Em relação ao serviço hídrico que floresta oferece, não só ao meio rural mais também ao âmbito urbano, existe a produção de água, no sentido de que a água que sai da floresta tem uma melhor qualidade e uma vazão mais equilibrada, ou seja, em vez de nós termos enchentes nos períodos de chuva e escassez de água no período de estiagem, nós teremos uma vazão equilibrada, onde a água estará sempre presente na vazão dos rios. Isso depende fundamentalmente da presença da floresta.

### **5.9.4. Diagnostico Vegetação Remanescente da Bacia do Atibaia**

Pode-se notar segundo o diagnostico feito no Inventario Florestal da Vegetação Natural do Estado de São Paulo, realizado pelo Instituto Florestal (IF) em 2005 que os remanescentes florestais das diferentes fisionomias do estado de São Paulo correspondem hoje apenas a 13,94% de todo o território, ou seja, o Estado encontra-se em uma situação critica, uma vez que a cobertura vegetal original era de aproximadamente de 80% do território.

As principais causas desta destruição são atribuídas à expansão da fronteira agrícola que se iniciou com o café, migrando para o interior de São Paulo, sendo procedida por outras culturas como a cana-de-açúcar, algodão, milho, e a pecuária., aonde contribuirão e estão contribuindo com a devastação das florestas do estado de São Paulo.

De acordo com o Inventário, para os municípios paulistas pertencentes total ou parcialmente a Bacia do Atibaia, destacam-se pela elevada porcentagem de remanescentes florestais, os municípios de Bom Jesus dos Perdoes com uma área de 3.783 ha ou 31,5% do território de vegetação natural remanescente, Nazaré Paulista com uma área de 9.263 ha ou 28,8% do território de vegetação natural remanescente, Jundiaí com uma área de 8.394 ha ou 18,7% do território de vegetação natural remanescente, Jarinu com uma área de 3.048 ha ou 15,2% do território de vegetação natural remanescente, Piracaia com uma área de 5.352ha ou 14,3% do território de vegetação natural remanescente, Atibaia com uma área de 6.363ha ou 13,3% do território de vegetação natural remanescente, Campo Limpo Pta. com uma área de 1.064ha ou 12,7% do território de vegetação natural remanescente e Joanópolis com uma área de 4.689ha ou 12,4% do território de vegetação natural remanescente.

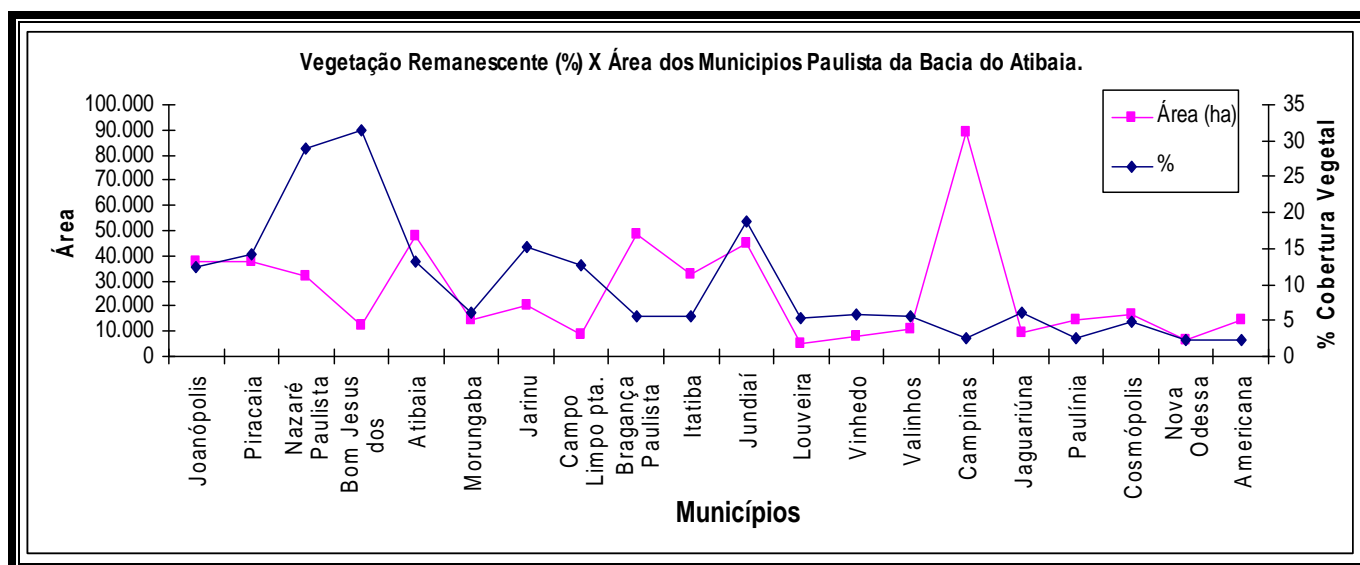
Dentre os municípios paulistas pertencentes total ou parcialmente na Bacia do Atibaia, destacam-se pela baixa porcentagem de remanescentes florestais, os municípios de Americana com uma área de 0.314ha ou 2,2% do território de vegetação natural remanescente, Nova Odessa com uma área de 0.140ha ou 2,3% do território de vegetação natural remanescente e Campinas com uma área de 2.294 ou 2,6% do território de vegetação natural remanescente. No Quadro 5.25 abaixo estão indicados os diferentes municípios, a vegetação remanescente e sua condição de fragmentação em classes de superfície.

**Quadro 5.25. Diferentes municípios, a vegetação remanescente e sua condição de fragmentação em classes de superfície.**

Zona Hidrológica	Município	Área (ha)	Veg. Nat (ha)	%	Numero de Fragmentos por Classe de Superfície (há)						Total Frag.
					<10	10-20	20-50	50-100	100-200	>200	
<b>Alto Curso Atibaia</b>	Joanópolis	37.700	4.689	12,4	213	45	31	10	4	2	305
	Piracaia	37.400	5.352	14,3	200	46	34	16	7	2	305
	Nazaré Paulista	32.200	9.263	28,8	236	77	64	14	10	7	408
	Bom Jesus dos Pedoes	12.000	3.783	31,5	39	10	5	3	2	2	61
<b>TOTAL</b>	<b>5 municípios</b>	<b>167.100</b>	<b>29.450</b>	<b>17,62</b>	<b>1024</b>	<b>259</b>	<b>169</b>	<b>58</b>	<b>28</b>	<b>16</b>	<b>1554</b>
<b>Médio Curso Atibaia</b>	Atibaia	47.800	6.363	13,3	336	81	35	15	5	3	475
	Morungaba	14.300	887	6,2	107	16	8		1		132
	Jarinu	20.000	3.048	15,2	118	37	34	12	1		202
	Campo Limpo pta.	8.400	1.064	12,7	83	13	14		1		111
	Bragança Paulista	48.900	2.773	5,7	298	44	19	3		1	365
	Itatiba	32.500	1.837	5,7	195	26	16	4			241
	Jundiaí	45.000	8.394	18,7	263	47	17	5	7	5	344
<b>TOTAL</b>	<b>6 municípios</b>	<b>169.100</b>	<b>18.003</b>	<b>10,62</b>	<b>1064</b>	<b>183</b>	<b>108</b>	<b>24</b>	<b>10</b>	<b>6</b>	<b>1395</b>
<b>Baixo Curso Atibaia</b>	Louveira	5.400	288	5,3	24	9	2				35
	Vinhedo	8.000	468	5,8	38	6	3		1		48
	Valinhos	11.100	641	5,7	86	11	5	1			103
	Campinas	89.000	2.294	2,6	266	34	10	3		2	315
	Jaguariúna	9.600	589	6,1	84	10	3	1			98
	Paulínia	14.200	366	2,6	38	2	2		1		43
	Cosmópolis	16.600	2.683	4,8	51	11	8	2	1		73
	Nova Odessa	6.200	140	2,3	22	3					25
	Americana	14.400	314	2,2	18	4	4	1			27
<b>TOTAL</b>	<b>9 municípios</b>	<b>174.500</b>	<b>7.783</b>	<b>4,47</b>	<b>627</b>	<b>90</b>	<b>37</b>	<b>8</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>767</b>
	<b>TOTAL</b>	<b>510.700</b>	<b>55.236</b>	<b>10,8</b>	<b>2715</b>	<b>532</b>	<b>314</b>	<b>90</b>	<b>41</b>	<b>24</b>	<b>3716</b>



Na Figura 5.58 observa-se a relação da porcentagem de vegetação remanescente x área dos municípios paulistas na Bacia do Atibaia.



**Figura 5.58. Relação da porcentagem de vegetação remanescente com área dos municípios paulistas na Bacia do Atibaia.**

## 5.10. Aspectos Sócio Econômicos

### 5.10.1. Grau de Urbanização

Considerando as populações totais locais dentro da área do reservatório, o município com maior expressividade seria Atibaia, seguido de Itatiba e Valinhos, com valores muito próximos. Analisando as populações urbana e rural, nota-se que a que possui maior contingente populacional no meio rural seria Atibaia, que contrasta bastante com Paulínia, por exemplo. Nota-se que todas as cidades analisadas são predominantemente urbanas. O total de habitantes da área é de 864.1357, sendo que esta população está concentrada nas cidades localizadas no baixo curso do Rio Atibaia. Vale ressaltar que a população real de Campinas residente na Bacia é de difícil determinação. Os índices variam de 35 a 45% da população total da cidade, sendo usado nesta estimativa cerca de 35% da população. Para efeito dos cálculos para saneamento, utilizou-se o índice de 41%. O município de Vinhedo também tem sua população parcialmente vivendo na bacia, também sendo difícil sua determinação. Neste capítulo considerou 100% da população, uma vez que esta diferença não chega a ser significativa no montante da Bacia do Rio Atibaia.

**Quadro 5.26. População Urbana, Rural e Total dos municípios que integram a bacia do Rio Atibaia.**

Municípios	Soma de População - 2005	Soma de População Urbana - 2005	Soma de População Rural - 2005
<b>Atibaia</b>	126.851	113.863	12.988
<b>Bom Jesus dos Perdões</b>	15.226	12.141	3.085
<b>Campinas</b>	360.000	355.000	5.000
<b>Itatiba</b>	92.780	71.879	20.901
<b>Jarinu</b>	20.693	15.249	5.444
<b>Nazaré Paulista</b>	15.911	6.805	9.106
<b>Paulínia</b>	60.875	60.368	507
<b>Piracaia</b>	25.584	25.584	-
<b>Valinhos</b>	90.155	86.131	4.024
<b>Vinhedo</b>	56.062	55.125	937
<b>Total</b>	<b>864.137</b>	<b>802.145</b>	<b>51.992</b>

#### 5.10.2. Condições de Vida

Como fonte principal de informações das condições de vida na área em questão foi selecionado o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM), indicador este que focaliza o município como unidade de análise, a partir das dimensões de longevidade, educação e renda, que participam com pesos iguais na sua determinação.

De acordo com a Fundação SEADE os critérios de determinação do IDHM são os seguintes: em relação à Longevidade, o índice utiliza a esperança de vida ao nascer (número médio de anos que as pessoas viveriam a partir do nascimento). No aspecto educação, considera o número médio dos anos de estudo (razão entre o número médio de anos de estudo da população de 25 anos e mais, sobre o total das pessoas de 25 anos e mais) e a taxa de analfabetismo (percentual das pessoas com 15 anos e mais, incapazes de ler ou escrever um bilhete simples). Em relação à renda, considera a renda familiar per capita (razão entre a soma da renda pessoal de todos os familiares e o número total de indivíduos na unidade familiar). Todos os indicadores são obtidos a partir do Censo Demográfico do IBGE. O IDHM se situa entre 0 (zero) e 1 (um), os valores mais altos indicando níveis superiores de desenvolvimento humano. Para referência, segundo classificação do PNUD, os valores distribuem-se em 3 categorias:

1. Baixo desenvolvimento humano, quando o IDHM for menor que 0,500;
2. Médio desenvolvimento humano, para valores entre 0,500 e 0,800;

3. Alto desenvolvimento humano, quando o índice for superior a 0,800.

Os índices obtidos para os municípios estão demonstrados no quadro abaixo.

Nota-se que a maioria dos municípios da área considerada estão na condição de médio desenvolvimento humano.

**Quadro 5.27. Índice de Desenvolvimento Humano Municipal nos municípios integrantes da Bacia do Rio Atibaia.**

Municípios	Índice de Desenvolvimento Humano Municipal - IDHM
Atibaia	0,819
Bom Jesus dos Perdões	0,780
Campinas	0,852
Itatiba	0,828
Jarinu	0,759
Nazaré Paulista	0,746
Paulínia	0,847
Piracaia	0,792
Valinhos	0,842
Vinhedo	0,857
Média da All	<b>0,8122</b>

### 5.10.3. Condições Gerais de Saneamento Básico

De maneira geral, a região é atendida satisfatoriamente pelos serviços de saneamento básico de abastecimento de água e esgotamento sanitário. Quanto ao aspecto dos tratamentos dos esgotos domésticos as discrepâncias ficam restritas à maioria dos municípios de Atibaia, Bom Jesus dos Perdões, Itatiba, Paulínia e Valinhos, que contam com baixo percentual inexistente de tratamento já demonstrados nos item Saneamento. Apesar desta situação a média do nível atendimento com relação à coleta de lixo também é maior do que 96% para a área em questão. O quadro abaixo ilustra as condições gerais de saneamento das cidades.

**Quadro 5.28. Condições gerais de atendimento a coleta de lixo dos municípios integrantes da Bacia do Rio Atibaia**

Municípios	Coleta de Lixo - Nível de Atendimento (Em %) 2000
Atibaia	95,36
Bom Jesus dos Perdões	99,63
Campinas	98,85
Itatiba	99,67
Jarinu	90,11
Nazaré Paulista	97,81
Paulínia	98,20
Piracaia	81,48
Valinhos	98,64
Vinhedo	98,27

#### 5.10.4. Serviços de Saúde

O atual quadro demográfico brasileiro resulta de vários fatores, como a queda da fecundidade, a redução da mortalidade infantil, o aumento da esperança de vida e o progressivo envelhecimento da população, que geram impactos e novas demandas para o sistema de saúde.

O sistema de saúde brasileiro congrega o setor público e de planos e seguros privados de saúde que, segundo a Agência Nacional de Saúde Suplementar – ANS apresentam cobertura de 16% da população brasileira. Na organização desse sistema, destaca-se o SUS, que disponibiliza a universalização do acesso, integralidade da atenção, equidade, descentralização da gestão, hierarquização dos serviços e controle social. Sua implantação pressupõe também a reordenação das práticas sanitárias e, em consequência, a transformação do modelo assistencial e da organização dos serviços.

Com base nesses critérios, fez-se um levantamento da situação atual dos municípios em questão, avaliando sua infra-estrutura como um todo, assim como a abrangência de atendimento à população, como ilustra a tabela a seguir.

A situação da saúde na área de influência do empreendimento, não é muito favorável, uma vez que há municípios com até 50 estabelecimentos como Atibaia e outros com apenas dois, como Jarinu, mostrando a desigualdade que há entre as cidades em questão. Podemos observar o mesmo quanto à questão de disponibilidade de leitos, sejam ou não do SUS, pois há municípios com até 261 leitos, como Atibaia e outros sem um sequer, como é o caso de Jarinu, comprovando que a situação de serviços de saúde destes último é evidentemente precária.

**Quadro 5.29. Situação dos serviços de Saúde nos município integrantes da Bacia do Atibaia.**

Municípios	Atibaia	Bom Jesus dos Perdões	Campinas	Itatiba	Jarinu	Nazaré Paulista	Paulínia	Piracaia	Valinhos	Vinhedo
<b>Estabelecimentos de Saúde Total</b>	50	3	243	23	2	5	14	5	30	18
<b>Estabelecimentos de Saúde Públicos</b>	18	1	72	12	2	3	10	2	17	9
<b>Estabelecimentos de Saúde Privados</b>	32	2	171	11	0	2	4	3	13	9
<b>Estabelecimentos de Saúde com internação</b>	8	1	32	3	0	1	2	1	2	1
<b>Estabelecimentos de Saúde com internação públicos</b>	0	1	3	0	0	1	1	0	0	0
<b>Estabelecimentos de Saúde com internação privados</b>	8	0	29	3	0	0	1	1	2	1
<b>Estabelecimentos de Saúde sem internação</b>	33	1	139	16	2	3	9	3	22	14
<b>Estabelecimentos de Saúde sem internação público</b>	16	0	67	12	2	2	9	2	17	9
<b>Estabelecimentos de Saúde sem internação privados</b>	17	1	72	4	0	1	0	1	5	5
<b>Leitos</b>	261	11	2.921	175	0	13	113	32	129	98
<b>Leitos Disponíveis ao SUS</b>	23	11	1.391	91	0	13	95	28	83	65



### 5.10.5. Educação

A educação é um dos principais indicadores sociais e é extremamente importante para o desenvolvimento do ser humano e da sociedade. Educação com infra-estrutura e qualidade forma indivíduos críticos e criativos, preparados para o pleno exercício da cidadania. Nota-se que grande parte dos estudantes estão concentrados no ensino fundamental, porém também dá para analisar que boa parte dos estudantes concluintes do ensino médio encaminham-se para o ensino superior, como ilustra o quadro seguinte:

**Quadro 5.30. Número de matrículas nos município integrantes da Bacia do Atibaia.**

Municípios	Matrícula Inicial na Educação Infantil	Matrícula Inicial no Ensino Fundamental	Matrícula Inicial no Ensino Médio	Matrícula Inicial no Ensino Superior
Atibaia	5014	18.232	5.751	705
Bom Jesus dos Perdões	630	2.462	848	-
Campinas	29.567	143.214	45.864	52.652
Itatiba	3.346	13.475	4.679	3.436
Jarinu	383	3.491	1.204	-
Nazaré Paulista	171	2.620	878	-
Paulínia	3.330	10.487	3.264	927
Piracaia	1.015	4.002	989	-
Valinhos	3.987	14.180	5.473	1.682
Vinhedo	2.669	7.423	3.111	3.436
<b>TOTAL</b>	<b>50.112</b>	<b>219.586</b>	<b>72.061</b>	<b>62.838</b>

Quanto ao número de estabelecimentos, cidades como Atibaia e Valinhos destacam-se pelos estabelecimentos de ensino fundamental, enquanto que em relação ao ensino superior, a cidade de Campinas prevalece, segundo o quadro abaixo baseado no IBGE:

**Quadro 5.31. Número de estabelecimentos de ensino nos município integrantes da Bacia do Atibaia.**

Municípios	Escolas Ensino Fundamental	Escolas Ensino Médio	Escolas Ensino Superior
Atibaia	67	19	2
Bom Jesus dos Perdões	7	2	-
Campinas	262	120	9
Itatiba	33	10	0
Jarinu	17	4	-
Nazaré Paulista	21	3	-
Paulínia	19	9	1
Piracaia	25	4	-
Valinhos	36	13	0
Vinhedo	22	8	2
<b>Total</b>	<b>509</b>	<b>192</b>	<b>14</b>



### 5.10.6. Aspectos Econômicos

Através de alguns indicadores conseguimos caracterizar o perfil econômico de cada município da área em questão, indicando assim suas respectivas relevâncias na articulação financeira da região em questão.

Quanto ao número de empregos por setor, nota-se uma distribuição desigual, sendo o setor de serviços o mais representativo, sendo um total de 184.759 empregos na cidade, e que a menor parte se concentra na atividade comercial, totalizando um número de 81.926 empregados em tal setor. A Tabela a seguir ilustra a importância de cada setor quanto à oferta de empregos existentes.

**Quadro 5.32. Importância de cada setor quanto à oferta de empregos existentes.**

Municípios	Soma de Empregos ocupados na indústria 2003	Soma de Empregos ocupados no comércio 2003	Soma de Empregos ocupados nos serviços 2003
Atibaia	4.883	4.954	8.257
Bom Jesus dos Perdões	1.348	284	977
Campinas	52.830	59.317	136.531
Itatiba	9.175	4.798	9.049
Jarinu	662	789	1.014
Nazaré Paulista	255	150	2.712
Paulínia	7.291	4.942	10.028
Piracaia	894	596	926
Valinhos	9.849	3.368	9.087
Vinhedo	7.745	2.728	5.578
<b>Total</b>	<b>94.932</b>	<b>81.926</b>	<b>184.159</b>

No que diz respeito ao número de estabelecimentos na cidade, observa-se que a grande maioria seria de propriedades comerciais, sendo que há grande disparidade entre os municípios. Percebe-se que o número de indústrias é bem menor que os outros, sendo que os estabelecimentos comerciais estão praticamente em mesmo número que os de serviços, como mostra o quadro a seguir:



**Quadro 5.33. Números de estabelecimentos divididos por setor nos municípios integrantes da Bacia do Atibaia.**

Municípios	Soma de Número de estabelecimentos do comércio - 2003	Soma de Número de estabelecimentos da indústria - 2003	Soma de Número de estabelecimentos de serviços - 2003
Atibaia	986	291	706
Bom Jesus dos Perdões	70	67	45
Campinas	9.657	1.894	9.670
Itatiba	849	344	594
Jarinu	101	39	92
Nazaré Paulista	49	19	50
Paulínia	646	155	426
Piracaia	158	77	90
Valinhos	734	332	698
Vinhedo	530	208	401
<b>Total</b>	<b>13.780</b>	<b>3.426</b>	<b>12.772</b>

O produto interno bruto (PIB) representa a soma (em valores financeiros) de todas as riquezas finais produzidas em uma determinada região durante um período determinado (mês, trimestre, ano, etc), Considerando-se apenas bens e serviços. A tabela abaixo ilustra o cada município com sua respectiva participação do PIB na região em questão, assim como a participação de cada município na receita total do estado.

Municípios	Soma de PIB (Em milhões de reais correntes) - 2003	Soma de Total da receita municipal por participação na receita corrente do Estado (Em reais de 2001) - 1995
Atibaia	910	12.765.858
Bom Jesus dos Perdões	95	1.516.208
Campinas	13.006	314.646.327
Itatiba	1.239	18.212.152
Jarinu	159	1.673.926
Nazaré Paulista	80	1.788.433
Paulínia	9.967	178.861.127
Piracaia	137	3.875.808
Valinhos	1.600	32.985.193
Vinhedo	1.304	22.754.733
<b>Total</b>	<b>28.497</b>	<b>589.079.765</b>

### 5.11. Represa Bairro da Usina – Atibaia.

Assim como o reservatório de Salto Grande, que se apresenta como importante ferramenta para a depuração das cargas orgânicas lançadas a montante, é de se esperar que o Reservatório Bairro da Usina, localizado a montante do Município de Atibaia, esteja funcionando de forma similar na depuração das cargas orgânicas remanescentes dos municípios de Atibaia, Bom Jesus dos Perdões, Nazaré Paulista e Piracaia.

Em conjunto a elaboração do Plano Integrado proposto, a equipe técnica realizou levantamentos referentes a um acidente ocorrido e um diagnóstico preliminar sobre a situação do Reservatório Municipal Bairro da Usina, local o qual se encontra sob intervenção do Ministério Público.

De acordo com análise dos autos do processo 13.371/98, da Prefeitura Municipal de Atibaia ficou identificado um problema operacional, onde um denominado “corpo estranho” impediu o correto funcionamento da comporta que regulariza o nível d’água do reservatório.

Tal fato se sucedeu no dia 24/04/1994, e culminou no esvaziamento completo do reservatório, uma vez que não existia a possibilidade de controlar o fluxo efluente. (Figura 5.59).



**Figura 5.59. Reservatório Bairro da Usina vazio. Fonte: acervo PM Atibaia.**

Segundo levantamentos, a Câmara Municipal de Atibaia entrou com uma Ação Civil Pública contra a Prefeitura Municipal de Atibaia solicitando certas atividades como medida compensatória ao ocorrido.

Em análise aos documentos correspondidos entre o Ministério Público do Estado de São Paulo e a Prefeitura Municipal da Estância de Atibaia, o Ministério cobra da Prefeitura Municipal a elaboração de um Plano de Conservação da Ictiofauna do reservatório, devidamente aprovado pelo IBAMA, estudo esse que não se tomou conhecimento de sua concretização até o mês de outubro de 2006.

No Ofício 001/98, fls 26 e 27 do processo supra citado, observa-se que a montante da barragem do reservatório, puderam ser identificadas um número pequeno de espécies, (13) sendo destas, 6 espécies exóticas. A recomendação feita pelo Instituto de Pesca, foi o peixamento do reservatório com 5 espécies de peixes sendo o Curimatá (*Prochilodus scrofa*), o Piaussu (*Leporinus obtusidens*), a Piapara (*Leporinus elongatus*), o Tabiú (*Astyanax bimaculatus*) e o Lambari de Rabo Amarelo (*Atsyanax fasciatus*) na concentração de 01 alevino por metro do perímetro do reservatório x 30, o que resulta num total de 189.000 alevinos sendo 37.800 alevinos de cada espécie, recomendação cumprida parcialmente pela Prefeitura Municipal de Atibaia.

Analisando se a situação atual da qualidade da água afluente, observam-se os baixos índices de tratamento de esgoto doméstico dos municípios a montante do reservatório (i.e. Atibaia, Bom Jesus dos Perdões e Piracaia e Nazaré Paulista), assim como o uso e ocupação do solo da bacia de contribuição localizada entre o vertedouro da Barragem de Atibainha e Represa Cachoeira, e a barragem do reservatório Bairro da Usina. Tal região se configura como um mosaico de áreas urbanas e rurais altamente antropizadas onde existe um potencial desconhecido poluição difusa que deve atuar de forma negativa na qualidade da água do reservatório.

Esses aspectos fazem com que o reservatório sofra com problemas de eutrofização de suas águas e conseqüentemente floração de algas, o que ocasiona comprometimento dos usos múltiplos, inclusive afeta diretamente a população da atual ictiofauna.

Levando se em consideração o histórico dos acontecimentos acima relatados, pode-se estimar que:

1) Devido ao tempo passado desde o esvaziamento do reservatório até a presente data (aproximadamente 12 anos) a população de peixes do reservatório provavelmente deve estar estabilizada, com as cadeias alimentares e sua respectiva capacidade de produção equilibrada.

2) O conhecimento sobre a atual composição da ictiofauna do reservatório é superficial, refletindo apenas espécies de peixes habitualmente capturadas pela atividade da pesca recreativa.

3) O evento ocorrido não se caracteriza como acidente ambiental com grandes magnitudes, uma vez que não houve comprovações de inundações a jusante da barragem, assim como mortandade de peixes. Observa-se que ocorreu uma migração forçada dos espécimes da ictiofauna do reservatório para montante e jusante da barragem, fato esse confirmado em laudo nas fls 07,08 e 09 dos autos, onde é afirmado “tendo os peixes neste período se refugiado nos leitos dos rios formadores”.

## 6. IMPACTO SOBRE O RESERVATÓRIO DE SALTO GRANDE

### 6.1. Eutrofização dos corpos d'água

#### 6.1.1. Conceituação e consequência do fenômeno

As plantas aquáticas podem ser classificadas dentro das seguintes duas categorias bem amplas (Thomann e Mueller, 1987):

**plantas que se movem livremente com a água** (plantas aquáticas planctônicas): incluem o fitoplâncton microscópico, plantas flutuantes e certos tipos de plantas, como as algas cianofíceas, que podem flutuar na superfície e mover com a corrente superficial;

**plantas fixas** (aderidas ou enraizadas): incluem as plantas aquáticas enraizadas de diversos tamanhos e as plantas microscópicas aderidas (algas benthicas).

As algas são, portanto, uma designação abrangente de plantas simples, a maior parte microscópica, que incluem tanto as plantas de movimentação livre, o fitoplâncton e as algas benthicas aderidas. Em todos os casos, as plantas obtêm a sua fonte de energia primária da energia luminosa através do processo de fotossíntese.

A eutrofização é o crescimento excessivo das plantas aquáticas, tanto planctônicas quanto aderidas, a níveis tais que sejam considerados como causadores de interferências com os usos desejáveis do corpo d'água (Thomann e Mueller, 1987). Como será visto neste estudo, o principal fator de estímulo é um nível excessivo de nutrientes no corpo d'água, principalmente *nitrogênio* e *fósforo*.

Neste estudo enfoca-se, como corpo d'água a Represa de Salto Grande. O processo de eutrofização pode ocorrer também em rios, embora seja menos frequente, devido às condições ambientais serem mais desfavoráveis para o crescimento de algas e outras plantas, como turbidez e velocidades elevadas.

O nível de eutrofização de um lago ou represa está usualmente associado ao uso e ocupação do solo predominante na bacia hidrográfica. A seguir estão descritos os principais tipos de uso do solo que acarretam na eutrofização de um corpo d'água

#### 6.1.2. Problemas da eutrofização

Os principais efeitos indesejáveis da eutrofização (Arceivala, 1981; Thomann e Mueller, 1987; von Sperling, 1994), estão citados abaixo:

➤ Problemas estéticos e recreacionais. Diminuição do uso da água para recreação, balneabilidade e redução geral na atração turística devido a:





- ✓ Frequentes florações das águas
- ✓ Crescimento excessivo da vegetação
- ✓ Distúrbios com mosquitos e insetos
- ✓ Eventuais maus odores
- ✓ Eventuais mortandades de peixes

➤ Condições anaeróbias no fundo do corpo d'água. O aumento da produtividade do corpo d'água causa uma elevação da concentração de bactérias heterotróficas, que se alimentam da matéria orgânica das algas e de outros microrganismos mortos, consumindo oxigênio dissolvido do meio líquido. No fundo do corpo d'água predominam condições anaeróbias, devido à sedimentação da matéria orgânica, e à reduzida penetração do oxigênio a estas profundidades, bem como à ausência de fotossíntese (ausência de luz). Com a anaerobiose, predominam condições redutoras, com compostos e elementos no estado reduzido:

➤ O ferro e o manganês encontram-se na forma solúvel, trazendo problemas ao abastecimento de água

➤ O fosfato encontra-se também na forma solúvel, representando uma fonte interna de fósforo para as algas

➤ O gás sulfídrico causa problemas de toxicidade e maus odores.

➤ Eventuais condições anaeróbias no corpo d'água como um todo. Dependendo do grau de crescimento bacteriano, pode ocorrer, em períodos de mistura total da massa líquida (inversão térmica) ou de ausência de fotossíntese (período noturno), mortandade de peixes e reintrodução dos compostos reduzidos em toda a massa líquida, com grande deterioração da qualidade da água.

➤ Eventuais mortandades de peixes. A mortandade de peixes pode ocorrer em função de: anaerobiose (já comentada acima) toxicidade por amônia. Em condições de pH elevado (frequentes durante os períodos de elevada fotossíntese), a amônia apresenta-se em grande parte na forma livre ( $\text{NH}_3$ ), tóxica aos peixes, ao invés de na forma ionizada ( $\text{NH}_4^+$ ), não tóxica.

➤ Maior dificuldade e elevação nos custos de tratamento da água. A presença excessiva de algas afeta substancialmente o tratamento da água captada no lago ou represa, devido à necessidade de:

- remoção da própria alga
- remoção de cor
- remoção de sabor e odor
- maior consumo de produtos químicos

- lavagens mais frequentes dos filtros
- Problemas com o abastecimento de águas industrial. Elevação dos custos para o abastecimento de água industrial devido a razões similares às anteriores, e também aos depósitos de algas nas águas de resfriamento.
- Toxicidade das algas. Rejeição da água para abastecimento humano e animal em razão da presença de secreções tóxicas de certas algas e cianobactérias.
- Modificações na qualidade e quantidade de peixes de valor comercial
- Redução na navegação e capacidade de transporte. O crescimento excessivo de macrófitas enraizadas interfere com a navegação, aeração e capacidade de transporte do corpo d'água.
- Desaparecimento gradual do lago como um todo. Em decorrência da eutrofização e do assoreamento, aumenta a acumulação de matérias e de vegetação, e o lago se torna cada vez mais raso, até vir a desaparecer. Esta tendência de desaparecimento de lagos (conversão a brejos ou áreas pantanosas) é irreversível, porém usualmente extremamente lenta. Com a interferência do homem, o processo pode se acelerar abruptamente. Caso não haja um controle na fonte e/ou dragagem do material sedimentado, o corpo d'água pode desaparecer relativamente rapidamente.

### 6.1.3. Graus de trofia

De forma a se poder caracterizar o estágio de eutrofização em que se encontra um corpo d'água, possibilitando a tomada de medidas preventivas e /ou corretivas, é interessante a adoção de um sistema classificatório. Usualmente, tem-se os seguintes níveis de trofia:

*oligotrófico* (lagos claros e com baixa produtividade)

*mesotrófico* (lagos com produtividade intermediária)

*eutrófico* (lagos com elevada produtividade, comparada ao nível natural básico)

De forma a se caracterizar com uma particularidade ainda mais elevada os corpos d'água, há outras classificações com outros níveis tróficos, tais como: ultraoligotrófico, oligotrófico, oligomesotrófico, mesotrófico, mesoeutrófico, eutrófico, eupolitrófico, hipereutrófico (listados da menor para a maior produtividade).

Uma caracterização qualitativa entre os principais graus de trofia pode ser como apresentada no Quadro 6.1.

**Quadro 6.1. Caracterização trófica de lagos e reservatórios**

Item	Classe de trofia				
	Ultraoligotrófico	Oligotrófico	Mesotrófico	Eutrófico	Hipereutrófico
Biomassa	Bastante baixa	Reduzida	Média	Alta	Bastante alta
Fração de algas verdes e/ou cianofíceas	Baixa	Baixa	Variável	Alta	Bastante alta
Macrófitas	Baixa ou ausente	Baixa	Variável	Alta ou baixa	Baixa
Dinâmica de produção	Bastante baixa	Baixa	Média	Alta	Alta, instável
Dinâmica de oxigênio na camada superior	Normalmente saturado	Normalmente saturado	Variável em torno da supersaturação	Frequente mente supersaturado	Bastante instável, de supersaturação à ausência
Dinâmica de oxigênio na camada inferior	Normalmente saturado	Normalmente saturado	Variável abaixo da saturação	Abaixo da saturação à completa ausência	Bastante instável, de supersaturação à ausência
Prejuízo aos usos múltiplos	Baixo	Baixo	Variável	Alto	Bastante alto

Adaptado de Vollenweider (apud Salas e Martino, 1991)

A quantificação do nível trófico é, no entanto, mais difícil, especialmente para lagos tropicais. Von Sperling (1994) apresenta uma coletânea de diversas referências, em termos de concentração de fósforo total, clorofila *a* e transparência, a qual ressalta a grande amplitude das faixas propostas por diversos autores. Além disso, a referência citada apresenta ainda outros possíveis índices a serem utilizados, sempre com a ressalva da dificuldade de se generalizar dados de um corpo d'água para outro. Deve-se ter em mente ainda que corpos d'água tropicais apresentam uma maior capacidade de assimilação de fósforo que corpos d'água de climas temperados. Uma interpretação da síntese relatada por von Sperling pode ser como apresentado no Quadro 6.2, em termos da concentração de fósforo total.

**Quadro 6.2. Faixas aproximadas de valores de fósforo total para os graus de trofia.**

Classe de trofia	Concentração de fósforo total na represa (mg/m <sup>3</sup> )
Ultraoligotrófico	< 5
Oligotrófico	< 10 - 20
Mesotrófico	10 - 50
Eutrófico	25 - 100
Hipereutrófico	> 100

Fonte: tabela construída com base nos dados apresentados por von Sperling (1994)

Nota: a superposição dos valores entre duas faixas indica a dificuldade no estabelecimento de faixas rígidas

O estabelecimento da classe de trofia com base apenas no fósforo é por uma questão de conveniência na modelagem matemática. Da mesma forma que nos outros tópicos de poluição das águas foram escolhidas variáveis representativas, como oxigênio dissolvido (poluição por matéria orgânica) e coliformes (contaminação por patogênicos), adota-se neste capítulo o fósforo como representativo do grau de trofia.

#### 6.1.4. Nutriente limitante

Nutriente limitante é aquele, sendo essencial para uma determinada população, limita seu crescimento. Em baixas concentrações do nutriente limitante, o crescimento populacional é baixo. Com a elevação da concentração do nutriente limitante, o crescimento populacional também aumenta. Essa situação persiste até o ponto em que a concentração desse nutriente passa a ser tão elevada no meio, que um outro nutriente passa a ser o fator limitante, por não se apresentar em concentrações suficientes para suprir os elevados requisitos da grande população. Esse novo nutriente passa a ser o novo nutriente limitante, pois nada adianta aumentar a concentração do primeiro nutriente, que a população não crescerá, pois estará limitada pela insuficiência do novo nutriente limitante.

Thomann e Mueller (1987) sugerem o seguinte critério, com base na relação entre as concentrações de nitrogênio e fósforo (N/P), para se estimar preliminarmente se o crescimento de algas em um lago está sendo controlado pelo fósforo ou nitrogênio:

Grandes lagos, com predominância de fontes não pontuais: **N/P >> 10: limitação por fósforo**

Pequenos lagos, com predominância de fontes pontuais: **N/P << 10: limitação por nitrogênio**

De acordo com Salas e Martino (1991), a maioria dos lagos tropicais da América Latina são limitados por fósforo. Um outro aspecto é o de que, mesmo que se controle o aporte externo de nitrogênio, há algas com capacidade de fixar o nitrogênio atmosférico, que não teriam a sua concentração reduzida com a diminuição da carga afluenta de nitrogênio. Por estas razões, *prefere-se dar uma maior prioridade ao controle das fontes de fósforo quando se pretende controlar a eutrofização em um corpo d'água*. O presente texto segue esta abordagem.

#### 6.1.5. Estimativa da carga de fósforo afluenta a um lago ou represa

As principais fontes de fósforo a um lago ou represa são, em ordem crescente de importância:

- drenagem pluvial



- áreas com matas e florestas
- áreas agrícolas
- áreas urbanas
- esgotos

A drenagem pluvial de áreas com ampla cobertura vegetal, como matas e florestas, transporta a menor quantidade de fósforo. Nestas áreas, o fósforo não está superabundando no meio, já que o ecossistema se encontra próximo ao equilíbrio, não havendo nem grandes excessos, nem grandes faltas dos principais elementos.

A drenagem de áreas agrícolas apresenta valores mais elevados e, também, uma ampla variabilidade, dependendo da capacidade de retenção do solo, irrigação, tipo de fertilização da cultura e condições climáticas (CETESB, 1976).

A drenagem urbana apresenta valores mais elevados e com menor variabilidade.

Os esgotos domésticos veiculados por sistemas de esgotamento dinâmico são, na realidade, a maior fonte de contribuição de fósforo. Este encontra-se presente nas fezes humanas, nos detergentes para limpeza doméstica e em outros subprodutos das atividades humanas. Com relação aos esgotos industriais, é difícil a generalização da sua contribuição, em virtude da grande variabilidade apresentada entre distintas tipologias industriais, e mesmo de indústria para indústria em uma mesma tipologia.

O Quadro 6.2, apresenta valores típicos da contribuição unitária de fósforo, compilados de diversas referências nacionais e estrangeiras (von Sperling, 1986). A unidade de tempo adotada é “ano”, conveniente para modelagem matemática.

**Quadro 6.3. Contribuições unitárias de fósforo típicas**

Fonte	Tipo	Valores típicos	Unidade
Drenagem	Áreas de matas e florestas	10	kgP/km <sup>2</sup> .ano
	Áreas agrícolas	50	kgP/km <sup>2</sup> .ano
	Áreas urbanas	100	kgP/km <sup>2</sup> .ano
Esgotos	Domésticos	1,0	kgP/hab.ano

## 6.2. Macrófitas Aquáticas

Segundo o International Biological Programme (IBP) o termo macrófitas aquáticas constitui uma designação geral para os vegetais que habitam desde brejos até ambientes totalmente submersos, sendo esta terminologia baseada no contexto ecológico, independentemente, em primeira instância, de aspectos taxonômicos (ESTEVES, 1998).

As macrófitas aquáticas constituem, em sua grande maioria, vegetais superiores que retornaram ao ambiente aquático. Dessa forma, apresentam ainda algumas

características de vegetais terrestres e grande capacidade de adaptação a diferentes tipos de ambientes (ESTEVES, 1998). Dada a sua heterogeneidade filogenética, são geralmente classificadas segundo seu biótipo no ambiente aquático, nos seguintes grupos ecológicos:

**a. Macrófitas aquáticas emersas:** enraizadas, porém com folhas fora d'água. Ex: *Eleocharis* sp, *Typha domingensis*.

**b. Macrófitas aquáticas com folhas flutuantes:** enraizadas e com folhas flutuando na superfície da água. Ex: *Nymphaea* sp, *Nymphoides* sp.

**c. Macrófitas aquáticas submersas enraizadas:** enraizadas, crescendo totalmente submersas na água. Ex: *Egeria densa*, *Mayaca* sp.

**d. Macrófitas aquáticas submersas livres:** permanecem flutuando submergidas na água. Geralmente prendem-se a pecíolos e caules de outras macrófitas. Ex: *Utricularia* sp.

**e. Macrófitas aquáticas flutuantes:** flutuam na superfície da água. Ex: *Pistia stratiotes*, *Eichhornia* sp.

Até a década de 50, acreditava-se que as macrófitas aquáticas desempenhavam um papel pouco relevante na dinâmica dos ecossistemas lacustres, sendo seu estudo muito negligenciado no âmbito das pesquisas limnológicas. Atualmente, pesquisas sobre o papel funcional desempenhado pela comunidade de macrófitas aquáticas no metabolismo de ecossistemas límnicos ressaltam a grande importância deste compartimento, capaz de estabelecer um forte intercâmbio entre o ecossistema aquático e o ambiente terrestre adjacente. Diversos estudos sobre macrófitas aquáticas enfatizam sua elevada produtividade e importância na ciclagem de nutrientes (NOGUEIRA, 1989).

#### 6.2.1. Presença de Macrófitas no reservatório.

O reservatório de Salto Grande, assim como vários outros reservatórios no Brasil apresentam áreas vastas com presenças de macrófitas, ocasionada principalmente devido a alta disponibilidade de nutrientes. Nos reservatórios como o de Salto Grande, a abundância de macrófitas se deve principalmente pela introdução de nutrientes providos dos ecossistemas terrestres adjacentes, seja por escoamento superficial ou por lançamento direto.

TAVARES et al (2004) evidenciaram 14 táxons de macrófitas aquáticas, sendo as mais abundantes *Brachiaria arrecta*, *Eichhornia crassipes*, *Pistia stratiotes*, *Salvinia auriculata* e *Polygonum* spp.

As macrófitas têm efeito na melhora da qualidade da água através da absorção de nutrientes. Apenas a título de ilustração, pode-se citar o trabalho de BITAR (1998) que



concluiu que apenas duas espécies de macrófitas presentes em tais condições estudadas, retiravam por dia quase 3 toneladas de nitrogênio. LOPES FERREIRA (2000) avaliou que as macrófitas atuam como filtro biológico nos reservatórios, retendo parcela significativa dos nutrientes que entram no sistema. A eficiência de remoção de metais também pode chegar a 80%, através dos processos de adsorção, precipitação, sedimentação e absorção.

Outro serviço prestado pelas macrófitas no reservatório de salto grande é o isolamento das praias. Como se observa na figura abaixo, as margens do reservatório encontram-se totalmente tomadas pela macrófitas aquáticas. Esta cobertura inibe que banhistas venham a ter contato primário com as águas da represa, que encontram com uma qualidade imprópria para recreação de contato. No caso do desaparecimento destas macrófitas, o uso da represa para recreação por parte da população seria inevitável e de difícil controle, contribuindo para a maior contaminação por doenças de veiculação hídrica.



**Figura 6.1. Presença de macrófitas nas bordas do reservatório isolando banhistas das águas abertas.**



A retirada das macrófitas do reservatório é fundamental para a efetiva remoção dos nutrientes do reservatório. Esta remoção deve ser realizada, preferencialmente de maneira mecânica, com uma posterior utilização. As formas de utilização podem ser várias. Destaca-se a proposta elaborada por FARIA (2002) que prevê a utilização das macrófitas em tijolos tipo adobe. O combate de macrófitas com algicidas, apesar de se mostrar eficiente a curto prazo, acaba por introduzir novamente nutrientes no reservatório, provocando ainda mais a eutrofização do sistema. Aconselha-se o controle da entrada de nutrientes no reservatório.

### **6.3. Cianobacterias**

Como consequência dessa eutrofização, as águas se tornam propícias à proliferação excessiva de algas e cianobactérias. Assim como na Represa de Salto Grande, o crescimento excessivo destas algas é uma realidade e tem prejudicado os usos múltiplos das águas.

Em seu estudo sobre a represa de Salto Grande: Aspectos físicos-químicos e variação das populações de Copepoda Cyclopoida de vida livre. Carvalho, 1979, classificou a represa como mesoeutrófica com base na concentração de nitrogênio e fósforo.

Segundo o relatório de qualidade das águas interiores no Estado de São Paulo de 2005, atualmente a rede de monitoramento possui três pontos de amostragem no Rio Atibaia e sua foz localiza-se na Represa de Salto Grande. As águas próximo ao ponto ATIB 02010, à montante da cidade de Atibaia, são utilizadas para abastecimento público. A média anual incluiu este ponto na categoria mesotrófica, atingindo a classificação supereutrófica em maio, devido às altas concentrações de fósforo total. neste ponto, os valores de coliformes termotolerantes estiveram acima do limite para classe 2 estabelecido pela Resolução CONAMA 357/05, sendo as altas cargas de fósforo encontradas, provavelmente, de origens difusas.

O ponto localizado na divisa entre Jundiaí e Campinas (ATIB 02065), utilizado para a captação de água para Campinas, recebeu classificação oligotrófica em sua média anual do IET (índice de estado trófico), com variações de estado ultraoligotrófica a eutrófica. Em todos os meses, foram encontrados coliformes termotolerantes, em concentrações que ultrapassaram os valores limite para classe 2, segundo o CONAMA 357/05, variando de 3.300 à 79.000 UFC/100mL. Nota-se que o Ribeirão Pinheiros, tributário do Rio Atibaia à montante deste ponto, é pertencente à classe 3 da mesma legislação, possivelmente contribuindo com os valores encontrados em ATIB 02065.

Para o ponto ATIB 02605 que se localiza à jusante da cidade de Paulínia, durante todo o ano de 2005 observam-se altas cargas de fósforo total, que o caracterizaram como supereutrófico.

A origem deste fósforo é atribuída ao lançamento de esgoto doméstico/industrial. Possivelmente, parte desse aporte chega ao Rio Atibaia pelo seu tributário Ribeirão Anhumas pertencente à classe 4 (Cetesb, 2005).

Segundo Silva (1972), apud Carvalho (1979), o reservatório de Salto Grande é quatro vezes menor que o lago de Paranoá (Brasília – DF), porém, recebe, diariamente, mais do que o dobro de nitrogênio (2.575 kg/dia no reservatório de Salto Grande e 1.043 kg/dia no lagoa Paranoá), no entanto, apesar das características nutricionais não serem limitantes para as florações de algas nos vários meses de estudo, outros fatores devem ter promovido a floração de *Anabaena spiroides* em 1969. Verifica-se que os florescimentos de cianobactérias foram muito mais freqüentes, tornando-se praticamente permanentes no reservatório de Salto Grande, entre 1980 e 1981 (Shimizu, 1981), sendo que desde 1995 foram registradas florações de algas, principalmente do gênero *Microcystis*, juntamente com os extensos bancos de macrófitas aquáticas.

Algumas algas, em especial as do grupo cianofíceas ou cianobactérias, que são microorganismos com características celulares procariontes, estes organismos podem produzir metabólitos que causam gosto e odor, alterando as características organolépticas das águas, além de produzir toxinas altamente potentes (hepatoxinas e neurotoxinas). A presença dessas toxinas de cianobactérias, em águas para consumo humano implica em sérios riscos à saúde pública e por isso é importante o monitoramento ambiental da densidade algácea e dos níveis de cianotoxinas nas águas.

Inúmeros trabalhos publicados relatam mortandades de animais domésticos e selvagens, inclusive intoxicação humana, devido ao consumo de águas contendo algas tóxicas e/ou toxinas liberadas pelas florações.

As florações de cianobactérias, em mananciais utilizados para abastecimento público, apresentam, sempre, um risco potencial ao usuário da água. As toxinas são altamente solúveis em águas e passam pelo sistema de tratamento convencional.

Com o intuito de prevenir e controlar a presença de cianotoxinas na água distribuída, na última revisão da Portaria 36, do Ministério da Saúde, foram estabelecidos limites máximos permissíveis de cianotoxinas nas águas para potabilidade.

A atual Portaria 1469, do Ministério da Saúde, de 29/12/2000 estabelece como padrões para potabilidade de água, 1 mg/L para microcistinas, 3 mg/L para saxitoxina (STX), e 15 µg/L para cilindrospermopsinas.

A necessidade de monitoramento e controle de cianobactérias nas águas continentais brasileiras é uma necessidade atual, uma vez que os estudos têm confirmado a ocorrência de cianobactérias tóxicas neste reservatório utilizado para abastecimento público e lagos da maioria dos estados brasileiros.

### 6.3.1. Doenças de veiculação hídrica

O reservatório de Salto Grande, ao interceptar o fluxo de água do Rio Atibaia, funciona como um coletor de nutrientes inorgânicos e orgânicos, poluentes, materiais em suspensão etc. Devido esse aporte contínuo e excessivo de nutrientes o reservatório de Salto Grande, apresenta avançado estado de degradação e também vários estudos indicam um alto potencial de contaminação, porém não é possível quantificar e qualificar os casos de doenças de veiculação hídrica da região, por contaminações ocorridas através do contato com o reservatório. Porém pode-se afirmar que a água do reservatório possui o potencial de disseminar doenças de veiculação hídrica.

A água pode estar relacionada com doenças em forma de transmissão ou origem. Quando a água atua como veículo do agente infeccioso, esta é uma doença de **transmissão hídrica**. Agora, quando as doenças são decorrentes de tóxicos eventualmente presentes nas águas estas, são consideradas doenças de **origem hídrica**.

A seguir, tem-se uma breve descrição do agente causador, modo de transmissão, ciclo, quadro clínico e profilaxia das principais doenças de veiculação hídrica.

➤ **Amebíase:** é uma doença endêmica em grande parte do território brasileiro e amplamente disseminada por todo o mundo.

**Agente causador:** é o protozoário *Entamoeba histolytica*, um típico exemplo de protozoário rizópoda, isto é, protozoa destituído de flagelos ou cílios.

**Transmissão:** Eliminados com as fezes pelas pessoas doentes, os cistos contaminam a água dos rios e, levados por esta ou pela poeira e pelas moscas, baratas e outros animais, também contaminam frutos, verduras e diversos alimentos, permitindo o alastramento dessa protozoose.

**Ciclo:** As amebas se desenvolvem ou proliferam notadamente no intestino grosso, embora possam ser encontradas também no intestino delgado.

**Quadro clínico:** diarreia.

**Profilaxia:** Há medicação específica para essa doença. Mas a profilaxia depende também de:

- ✓ cuidados pessoais de higiene
- ✓ limpeza das mãos e dos alimentos



- ✓ saneamento básico nas regiões onde a pobreza e a promiscuidade facilitam a dispersão da endemia.

➤ **Ancilostomose ou amarelão**

**Agente causador:** *Ancylostoma duodenale* e *Necator americanus*.

**Transmissão:** pela penetração de larvas dos vermes pela pele ou ingestão de ovos do parasita através de água e alimentos contaminados.

**Ciclo:** no intestino, a fêmea adulta põe ovos que são eliminados pelas fezes. No solo formam-se larvas que podem atravessar a pele humana. As larvas caem na circulação, chegam ao coração, pulmões, atravessam a parede dos alvéolos, sobem à árvore respiratória, chegam à faringe e são deglutidas chegando ao intestino e formam vermes adultos.

**Quadro clínico:** O verme se alimenta de sangue, há anemia, fraqueza, emagrecimento, desânimo, pele cor amarelada (amarelão). Pode surgir perversão do apetite como hábito de comer terra, dores abdominais, vômito, diarreia e às vezes desinteria.

**Profilaxia:**

- ✓ Higiene alimentar
- ✓ Uso de calçado
- ✓ Instalações sanitárias adequadas
- ✓ Saneamento básico
- ✓ Educação sanitária
- ✓ Tratamento dos doentes.

➤ **Ascaridiase**

**Agente causador:** *Ascaris lumbricoides*., conhecido como lombriga.

**Transmissão:** pela ingestão de água e alimentos contaminados com ovos da lombriga.

**Ciclo:** os ovos são ingeridos, chegam ao intestino do hospedeiro onde se abrem e liberam larvas que atravessam a parede intestinal, caem na circulação, passam para o fígado e pulmões. Nos pulmões atravessam os alvéolos, sobem pela árvore respiratória até chegar à faringe e são deglutidas. No intestino delgado transformam-se em vermes adultos.

**Quadro clínico:** quase não há problemas. Quando o número de vermes é grande, pode haver perigo de obstrução intestinal.

**Profilaxia:**

- ✓ Higiene alimentar
- ✓ Instalações sanitárias adequadas



- ✓ Educação sanitária
- ✓ Tratamento dos doentes.

➤ **Cólera**

**Agente causador:** vibrião colérico (*vibrio cholerae*), uma bactéria na forma de vírgula.

**Transmissão:** Ocorre pela ingestão de água e alimentos contaminados com a bactéria. As precárias condições de saneamento básico (abastecimento de água potável e sistemas de esgoto) são as principais causas de propagação do cólera.

**Sintomas:** diarreia intensa, desidratação, dor abdominal. Pode ocorrer morte.

**Profilaxia:**

- ✓ Saneamento básico
- ✓ Instalações sanitárias adequadas
- ✓ Tratamento dos doentes
- ✓ Educação sanitária
- ✓ Higiene alimentar.

**Dengue:** É uma doença infecciosa aguda, de gravidade variável, causada por um vírus.

**Agente causador:** é um arbovírus, sendo conhecidos quatro sorotipos: 1, 2, 3 e 4.

**Transmissão:** Os vetores são culicídeos do gênero *Aedes aegypti* na transmissão da doença. Entre outros vetores de menor importância epidemiológica estaria o *Aedes albopictus*, vetor de manutenção da doença na Ásia, porém ainda não foi associada à transmissão do dengue nas Américas. A fonte de infecção e reservatório vertebrado é o homem, pois até hoje somente este desenvolve a doença.

**Transmissão:** A transmissão se faz pela picada do mosquito fêmea infectado.

**Ciclo:** ocorre da seguinte forma: *homem - Aedes aegypti - homem*.

**Ciclo de vida:** Os mosquitos do gênero *Aedes* bem como todos os da família Culicidae, apresentam duas fases: aquáticas e terrestre.

Fase aquática: ovo, larva e pupa.

Fase terrestre: mosquito adulto.

**Profilaxia:**

- ✓ Combate ao mosquito transmissor.
- ✓ Eliminação de criadouros de mosquitos.
- ✓ Educação sanitária.





➤ **Enterobíase ou oxiurose:**

**Agente causador:** *Enterobius vermiculares*, um verme pequeno, branco.

**Transmissão:** Pela ingestão de ovos do verme em água e alimentos contaminados.

**Ciclo:** os vermes adultos fixam-se à parede intestinal. As fêmeas, na época da postura desprendem-se e vão às proximidades do ânus depor ovos que são eliminados no meio exteno.

**Sintoma principal:** coceira anal, mas pode haver náuseas, vômitos, dores abdominais, diarreia e irritabilidade.

**Profilaxia:**

- ✓ Higiene pessoal e alimentar
- ✓ Higiene da casa
- ✓ Saneamento básico
- ✓ Educação sanitária
- ✓ Tratamento dos doentes.

➤ **Esquistossomose**

**Agente causador:** No Brasil, o agente causador da esquistossomose é o *Schistosoma mansoni*. Os vermes adultos vivem dentro de pequenas veias do intestino e do fígado do homem doente; alcançam até 12 mm de comprimento por 0,44 mm de diâmetro.

**Transmissão:** Depende da presença de portador humano, eliminando ovos do verme nas fezes, da existência de hospedeiro intermediário, que é o caramujo; e do contato do homem com a água contendo cercárias de *S. mansoni*.

**Ciclo:** O hospedeiro intermediário é o caramujo do gênero *Biomphalaria*. É um molusco de água doce chamado planorbídeo - conhecido popularmente por caramujo. Os caramujos vivem na água doce de córregos, riachos, alagados, brejos, açudes, represas ou outros locais onde haja pouca correnteza. Os caramujos jovens alimentam-se de vegetais em decomposição e folhas verdes. Os caramujos põem ovos, dos quais, depois de alguns dias, nascem novos caramujos que crescem e se tornam adultos.

**Ciclo intermediário:** Desenvolve-se em duas fases: uma no interior do caramujo e outra no interior do homem. O homem, quando doente, elimina ovos do verme pelas fezes. Estes, em contato com a água, rompem-se e libertam o miracídio que é a larva ciliada, que nada ativamente, penetrando no caramujo. No caramujo, realiza-se um processo de desenvolvimento, que ao final de vinte a trinta dias atinge a última fase larvária que são as cercárias, iniciando a sua eliminação. Estas nadam ativamente, podendo permanecer vivas por algumas horas, dependendo das condições ambientais e vão penetrar na pele de

peessoas, iniciando a fase no homem. No homem, as cercárias alcançam a corrente sanguínea, passando pelos pulmões, coração até chegar no fígado. Este processo dura em torno de dez dias. No vigésimo sétimo dia já se encontram vermes acasalados e a postura de ovos pode começar no trigésimo dia. A partir do quadragésimo dia se encontram ovos nas fezes.

**Profilaxia:**

- ✓ Higiene pessoal
- ✓ Evitar beber ou tomar banho em água contaminada por caramujos
- ✓ Saneamento básico
- ✓ Educação sanitária
- ✓ Tratamento dos doentes.

➤ **Febre tifóide**

**Agente causador:** Doença endêmica, estando sua presença relacionada com águas não tratadas e contaminadas com a bactéria *Salmonella typhi*.

**Transmissão:** pode acontecer de forma direta ou indireta. Na forma direta um indivíduo recebe a bactéria de um doente. A forma indireta está ligada a atividades em que uma pessoa sadia se infecta por objetos, água ou alimentos manipulados por portadores. As moscas domésticas também estão relacionadas com esse tipo de contágio.

**Quadro clínico:** febre alta, podendo levar à morte.

**Profilaxia:**

- ✓ Proteção, purificação e cloração da água
- ✓ Ferver e pasteurizar leite
- ✓ Boas condições de higiene
- ✓ Combate às moscas
- ✓ Saneamento básico
- ✓ Notificação de casos à autoridade sanitária e isolar os doentes.

➤ **Giardíase**

**Agente causador:** A giardíase é uma parasitose intestinal provocada pelo protozoário *Giardia lamblia* ou *Giardia intestinalis*. A giárdia é um protozoário flagelado, dotado de aspecto bem peculiar, lembrando, quando visto de frente, uma máscara.

**Transmissão:** A giárdia é transmitida por contágio direto, através da água e de alimentos contaminados. Instala-se no jejuno-íleo (intestino delgado) e, frequentemente, sobe pelo canal colédoco e vai se alojar na vesícula biliar, tornando o tratamento bem mais difícil. Apesar do caráter agudo com que se manifesta a doença, ela tem alta tendência à

cronicidade. A incidência é acentuadamente maior em crianças, provavelmente porque entre estas são menores os cuidados higiênicos com as mãos, a água e os alimentos.

**Profilaxia:**

- ✓ Cuidados de higiene com a água, alimentos e mãos
- ✓ Tratamento de água
- ✓ Saneamento básico

➤ **Malária ou maleita**

**Agente causador:** é uma doença infecciosa, causada por um protozoário do gênero *Plasmodium*. As espécies de plasmódios que afetam o ser humano são: *Plasmodium vivax*, *P. falciparum*, *P. malariae* e *P. ovale*.

**Transmissão:** é transmitida de uma pessoa para outra, através da picada de um mosquito do gênero *Anopheles* ou por transfusão de sangue infectado com plasmódios. O transmissor é conhecido também como: pernilongo, mosquito prego, carapanã - a fêmea se alimenta de sangue para maturação dos ovos, enquanto que o macho, alimenta-se de seiva vegetal. O mosquito vive em águas de rios e córregos, lagoas, represas, açudes, alagados, pântanos e em Águas coletados em plantas bromeliáceas.

**Ciclo:** No homem os plasmódios passam por uma evolução inicial nas células do fígado e posteriormente invadem os glóbulos vermelhos onde evoluem por períodos variáveis, provocando a partir daí os sintomas da doença. No anófeles, evoluem inicialmente no estômago e posteriormente nas glândulas salivares sendo, no momento da picada, inoculados no ser humano. Os plasmódios se multiplicam por reprodução assexuada no organismo humano e por reprodução sexuada no anófeles.

**Quadro clínico:** febre intermitente, acompanhada de tremores.

**Profilaxia:**

- ✓ Combate ao mosquito transmissor
- ✓ Uso de telas em janelas e portas
- ✓ Tratamento dos doentes.

### 6.3.2. Impossibilidade de Usos Múltiplos

A execução de reservatórios tem sido necessária para a manutenção do progresso material das populações e sustentabilidade do desenvolvimento. Elas tornam o potencial hidroelétrico dos rios aproveitável, viabilizam seu uso como vias navegáveis interiores e possibilitam a utilização mais racional da água através da regularização de vazões, assegurando, deste modo, o uso da água de forma contínua para fins de abastecimento humano, industrial e para irrigação.

Os usos múltiplos de reservatórios, segundo Cruz e Fabrizy (1995), “são planos de aproveitamento de recursos hídricos projetados e operados para atender dois ou mais propósitos” Trata-se de uma alternativa para o melhor aproveitamento dos recursos hídricos. Portanto, os reservatórios surgem como uma importante ferramenta para o atendimento dos usos múltiplos das águas.

Podemos citar como usos múltiplos:

- Criação de peixes - o reservatório pode ser usado para a agricultura e criação de peixes. Mesmo não tendo nenhuma medida específica de piscicultura, o Reservatório de Salto Grande, devido a sua natural eutrofização, têm aumentado bastante a produção local de algumas espécies de peixes.
- Captação de água para abastecimento,
- Recreação de contato primário,
- Navegação,
- Abastecimento humano - as necessidades para o uso doméstico são menos variáveis durante o ano, porém, geralmente, há uma utilização máxima no verão. É importante manter uma reserva suficiente para o período de seca e, como precaução sanitária, pode ser impedido o uso dos reservatórios para recreação
- Geração de energia,
- Abastecimento industrial,
- Irrigação,
- Controle de cheias - o objetivo fundamental do reservatório, que é totalmente compatível com outros usos da água, é armazenar uma parte das vazões de enchente, minimizando, no local a ser protegido, o pico da cheia.
- Recreação,
- Pesca,
- Mitigação de secas,
- Finalidade específica de que foi construído.

O uso múltiplo dos recursos hídricos não é uma opção que o planejador faz, mas uma realidade que ele enfrenta com o desenvolvimento econômico. Esse compartilhamento dos recursos hídricos por diversos usuários deverá exigir o estabelecimento de regras operacionais freqüentemente complexas para que a apropriação da água seja realizada de forma harmônica. No entanto, devido ao alto crescimento da demanda de energia elétrica e da água destinada ao abastecimento público, industrial e agrícola, o uso múltiplo das águas provocou o surgimento de conflitos que envolvem aspectos ambientais e operacionais, independentemente da finalidade principal do reservatório.

No caso do Reservatório de Salto Grande, quase todos os seus usos foram impedidos, exceto a geração de energia elétrica, em função de um processo de eutrofização extremamente elevado. Além da perda de qualidade da água, ocorreram vários problemas de caráter econômico e social na região, como a desvalorização dos imóveis e o aumento da criminalidade às margens do reservatório. Este processo é intimamente ligado à degradação ambiental que se encontra o reservatório e o seu entorno, afugentando as pessoas do local, contribuindo ainda mais para os problemas sociais que ocorrem no entorno do reservatório.

## **7. METAS E AÇÕES PARA A APLICAÇÃO DO PLANO DE GESTÃO**

O Plano de Gestão para Remediação dos Recursos Hídricos para a Remediação e Proteção dos Recursos Hídricos da Sub-Bacia do Atibaia, com Ênfase no Reservatório de Salto Grande, compreende as propostas de intervenções preventivas e corretivas que visam minimizar os principais problemas identificados nesta bacia. Compreende também a concepção de intervenções de natureza institucional, de gestão e planejamento do uso dos recursos hídricos.

Uma vez compartimentada e caracterizada a Bacia do Rio Atibaia, na primeira fase do projeto, definiu-se mediante reuniões com o grupo de acompanhamento, os principais problemas diagnosticados, os temas, metas e ações que farão parte deste Plano de Gerenciamento Integrado em suas diferentes fases de implantação e respectivas prioridades e custos.

Além das medidas propostas teve-se como diretriz integrar este estudo com os demais existentes nas Bacias PCJ. Foram analisados o Plano de Bacias dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí 2004/2007 e o Plano Diretor de Reflorestamento visando a Produção de Água nas Bacias PCJ.

As ações aqui propostas englobam atividades desenvolvidas no entorno do Reservatório de Salto Grande, e em sua área de contribuição, a Bacia do Rio Atibaia, cujos reflexos deverão ser evidenciados na qualidade da água do reservatório.

Na seqüência, serão apresentados os principais itens a ser abordados e ações prioritárias definidas para esse plano. Estes itens foram definidos após toda a análise e caracterização da Bacia Hidrográfica do Rio Atibaia.

Vale ressaltar que neste plano foi dada ênfase as ações na Bacia contribuinte, ou seja, o Rio Atibaia de tal forma a sanar a causa do problema do Reservatório de Salto Grande. Estas ações são geralmente de médio e longo prazo e demandam um certo tempo para surtir efeito, caso do tratamento dos esgotos domésticos.

Algumas soluções imediatas e pontuais também podem ser adotadas como solução instantânea, o que não é recomendado, porém devido a gravidade da situação do reservatório podem e devem ser tomadas. As ações instantâneas demandam estudos mais aprofundados. Algumas sugestões estão descritas na seqüência:

Soluções Físicas: desvios de agentes eutrofizantes por canais em torno de lagos e reservatórios, sistemas de zonas pantanosas na entrada dos efluentes, retirada de sedimentos rico em nutrientes e contaminantes por dragagem; aeração do hipolimnion para



a quebra por estabilidade e precipitação dos fosfatos; retiradas seletivas através de comportas, conciliando os regimes de operação com tempos de residência diferenciados e melhoria da qualidade da água; sombreamento com mata ciliar e de porções críticas, retiradas de biomassa, etc.

Soluções Químicas: precipitadores de fosfato no sedimento, desnitrificação, oxidação da matéria orgânica, floculação, flotação, isolamento do sedimento com argilas, etc.

Soluções Biológicas: herbivoria, predação, agentes patogênicos.

Outra sugestão é a operação conjunta do volume do reservatório, visando uma gestão unificada quantitativa (volume do reservatório) e qualitativa (melhora da qualidade da água em função do tempo de detenção ou residência).

## **8. SÍNTESE DO DESENVOLVIMENTO DE PROGRAMAS**

Devido a alto índice de antropização da bacia de contribuição do Reservatório de Salto Grande, o mesmo se encontra com seus usos múltiplos comprometido devido à degradação da qualidade da água afluente.

Os principais problemas identificados são os lançamentos pontuais de origem urbana e industrial e a poluição difusa, principalmente as geradas pelo Baixo Curso devido à alta densidade demográfica e concentração de indústrias.

O Capítulo a seguir, trata de uma síntese dos programas a serem desenvolvidos para que se possam alcançar melhorias na qualidade da água do reservatório de Salto Grande, assim como a possibilidade de retomar os usos múltiplos, assim como as ações necessárias para alcançar as diferentes metas.

Em relação ao horizonte do projeto, definiu-se como curto prazo as ações a serem desenvolvidas até 2010, médio prazo até 2014 e longo prazo as ações a serem desenvolvidas após o ano de 2014.

### **8.1. Avaliação e divulgação da qualidade da água do reservatório. (M.1)**

O atual quadro de degradação dos recursos hídricos do reservatório de Salto Grande é evidenciado por parâmetros analisados pela CETESB em pontos a montante do reservatório, ocorrência de eventos característicos de águas poluídas como floração de algas e desenvolvimento excessivo de macrófitas aquáticas entre outros.

Para que se tenha uma avaliação da qualidade da água do reservatório assim como sua evolução, propõe-se a implementação de um sistema de coleta periódica de água para análise junto a CETESB e divulgação de seus resultados. As ações a serem desenvolvidas estão descritas nas ações M.1.1, M.1.2 e M.1.3 no Quadro 8.1 a seguir.

### **8.2. Advertência ao Usuário. (M.2)**

A área da Praia Azul e a Praia dos Namorados se configuram como área recreacionais a população e se encontra num ambiente sujeito a riscos devido ao grau de contaminação da água, perante os quais se faz necessário o desenvolvimento de mecanismos de segurança participativa.

Analisar a realidade envolvente, inventariar os recursos existentes e testar a eficácia das normas de segurança são ações que contribuem para a promoção de uma consciência coletiva e corporizam o conceito de Proteção Civil.

Propõe-se para este Plano, a confecção de placas de advertência sobre a atual qualidade da água do reservatório, assim como a impossibilidade de sua múltipla utilização, visando prevenir a ocorrência de riscos coletivos e limitar os seus efeitos.

Para que as implicações de uma situação de emergência sejam minoradas é indispensável que cada um e todos conheçam os riscos que correm, os meios de que dispõem e a forma correta de atuação, sendo assim a colocação de placas informativas é a solução para atenuar os impactos adversos a população na Praia dos Namorados e na Praia Azul e também nos clubes náuticos. As ações a serem desenvolvidas estão descritas nas ações M.2.1 e M.2.2 no Quadro 8.1 a seguir.

### **8.3. Diagnóstico da Pesca Profissional.(M.3)**

Foi identificada a pesca profissional no reservatório de Salto Grande, entretanto não se obteve conhecimento sobre a qualidade, quantidade e mercado consumidor deste pescado. Para tanto, propõe-se neste Plano o diagnóstico da Pesca Comercial no reservatório. As ações a serem desenvolvidas estão descritas nas ações M.3.1 e M.3.2 no Quadro 8.1 a seguir.

### **8.4. Coleta e Tratamento de Efluentes. (M.4)**

O tratamento dos esgotos industriais e urbanos se mostra como um dos principais condicionante para reversão do atual estado de degradação do Reservatório de Santo Grande. O esgoto doméstico gerado e lançado nos córregos tributários é um problema ambiental que provoca a contaminação e a deterioração da qualidade da água em diversos pontos da bacia hidrográfica, contribuindo para veiculação de doenças e com a eutrofização dos mananciais. As ações a serem desenvolvidas estão descritas nas ações M.4.1e M.4.2 no Quadro 8.1 a seguir.

### **8.5. Avaliação da Eficiência das ETEs (M.5)**

Hoje, a bacia do Atibaia não dispõe de mecanismos e ferramentas para se avaliar e ou estimar a eficiência atual dos sistemas, pois grande parte das estações sequer exerce um controle sobre parâmetros, estando poucas vezes preocupados somente com a eficiência de remoção da carga orgânica. Para tanto, recomenda-se a implementação de um controle de eficiência nos sistemas de tratamento de esgoto doméstico em toda bacia do Rio Atibaia. As ações a serem desenvolvidas estão descritas na ação M.5.4 no Quadro 8.1 a seguir.

#### **8.5.1. Tratamento Terciário nas ETEs do Baixo Curso (Polimento Final) (M.5)**

Devido à proximidade do Reservatório e alta carga poluidora remanescente, recomenda-se o Tratamento Terciário dos efluentes no Baixo Curso do Atibaia.

Atualmente, a grande preocupação com os esgotos é o percentual de tratamento. Quando um município atinge 100% de tratamento, considera-se como situação resolvida, entretanto a eficiência do tratamento se mostra como de suma importância para que se consiga obter a remoção satisfatória da carga poluidora.

A medida, geralmente utilizada para avaliação da remoção da carga orgânica presente no efluente é a Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO). Este parâmetro é utilizado devido ao grande impacto causado nas características químicas, físicas e biológicas pelo lançamento destas cargas orgânicas nos corpos d'água.

O problema dos efluentes domésticos não se restringe simplesmente a carga orgânica. Temos, dentre outros, o problema dos nutrientes dissolvidos e remanescentes, em especial o fósforo e o nitrogênio. Estes compostos não causam danos visíveis aos recursos hídricos, mas significam um grande problema ambiental e econômico quando encontram condições que propiciem a floração de algas e proliferação de macrófitas e outras espécies vegetais que causam inúmeros problemas, como já discutido anteriormente.

Sendo assim, sugere-se que além das metas contidas no Plano de Bacias em relação à percentagem de tratamento de esgoto doméstico, sejam incluídas metas de eficiência de remoção de Fósforo (P) e Nitrogênio (N) nos sistemas de tratamento.

Uma das formas mais simples de se promover este polimento finais á através do uso de alagados construídos ou, como mais difundidos, wetlands. Entretanto tal utilização dever ser precedida de estudos caso a caso da viabilidade de implantação. As ações a serem desenvolvidas estão descritas nas ações M.5.1, M.5.2 e M.5.3 no Quadro 8.1 a seguir.

#### **8.6. Controle de Poluição Difusa.(M.6.)**

A poluição difusa é, sem dúvida nenhuma um sério problema em áreas antropizadas, sejam elas urbanas ou agrícolas.

Diferentemente da poluição pontual, que é facilmente monitorada (quantitativo e qualitativo), a poluição difusa não pode ser monitorada com precisão. Sem dúvida nenhuma, o principal agente transportados desta poluição são as enxurradas, sendo assim, quanto maior o escoamento superficial maior a poluição difusa carregada para os cursos d'água.

A adoção de medidas mitigadoras visando à redução do impacto das atividades antrópicas em bacias hidrográficas deve prever o controle da poluição difusa, a qual afeta a

qualidade e disponibilidade dos recursos hídricos, e conseqüentemente toda biodiversidade associada. Dentre as alternativas de controle da poluição difusa para a Bacia do Atibaia que serão contempladas no plano, destacam-se:

#### **8.6.1. Difusão e Incentivo a Construção de Sistemas Domésticos de Amortecimento das Águas de Enxurradas (M.6.)**

A gestão sistêmica dos recursos hídricos exige iniciativas públicas e privadas para a adoção eficaz das tecnologias propostas num planejamento. Para a Difusão e Incentivo a Construção de Sistemas Domésticos de Amortecimento das Águas de Enxurradas, esse plano prevê a contratação de empresa especializada para ministrar palestras e mini-cursos. Essas atividades serão realizadas nas Prefeituras Municipais e Associações Comerciais e Industriais do Baixo curso do Atibaia, assim como nas empresas detentoras de grandes áreas impermeabilizadas e ou com alto potencial de contaminação dos recursos hídricos.

Esses sistemas de amortecimentos das enxurradas no meio urbano e industrial visam diminuir a velocidade de escoamento das águas e facilitar o processo de infiltração, evitando picos de enchentes nos corpos hídricos, assim como intensificando o fluxo de base durante o período de estiagem. Os sistemas de amortecimento são feitos através de pequenas bacias de drenagem dispostas ao lado de leitos carroçáveis, em pátios de estacionamentos, além da utilização de áreas verdes (i.e., praças, jardins) e “telhados verdes”. As ações a serem desenvolvidas estão descritas na ação M.6.1 no Quadro 8.1 a seguir.

#### **8.6.2. Conservação e Manejo dos Solos (M.6.)**

A conservação do solo constitui, sem dúvida, um dos aspectos mais importantes para manutenção e aproveitamento racional dos recursos naturais que promovem o desenvolvimento sustentável do homem. O problema da conservação do solo agrava-se à medida que ocorre o aumento da expansão demográfica implicando em ocupações de áreas impróprias e inadequadas (i.e, áreas ciliares de cursos d'água, áreas de várzea, encostas e topos de morros). A degradação dos recursos naturais, principalmente do solo e da água, vem crescendo rapidamente, atingindo níveis críticos que se refletem na deterioração do meio ambiente, no assoreamento e na poluição dos cursos e dos espelhos d'água, com prejuízos para saúde humana e animal, na destruição de estradas e pontes, na disponibilidade de água para irrigação e para abastecimento, na redução da produtividade agrícola e no empobrecimento do meio rural e urbano.

A conservação do solo e dos demais recursos naturais renováveis está, no Brasil como em todas as partes do mundo, estreitamente correlacionada com as pressões

demográficas que se vêm registrando em diferentes regiões. Um dos fatores de desgaste que mais seriamente têm contribuído para a improdutividade do solo e o assoreamento dos mananciais e cursos d'água é, sem dúvida, a erosão hídrica, facilitada e acelerada pelas atividades antrópicas inadequadas (i.e., práticas inadequadas de agricultura, degradação de matas ciliares, ocupações civis irregulares, construção de estradas em locais inadequados). Em linhas gerais, as pesquisas dos fatores físicos que influem sobre a erosão podem ser resumidos da seguinte maneira: a) características de intensidade, duração e freqüência das chuvas; b) características físicas e químicas dos solos; c) características da cobertura vegetal; d) perdas de solo e água ocasionadas por diferentes chuvas em várias unidades de solo com diferentes coberturas vegetais; e) estudo da influência do clima, vegetação e solo sobre a erosão e a enxurrada; f) efeito das práticas vegetativas, edáficas e mecânicas sobre as perdas de solo; g) efeitos econômicos das diferentes práticas e sistemas de manejo.

As práticas conservacionistas são procedimentos ou trabalhos realizados com o objetivo de manter o solo produtivo, ou promover as condições para que o solo torne-se produtivo; evitando ou minimizando as perdas devido ao processo de erosão. O controle da erosão pode ser baseado em três princípios: a) Redução do impacto da gota d'água (i.e., densa cobertura vegetal, restos de cultura sobre a superfície do solo – mulching, agregação do solo através de rotação de culturas); b) Redução do efeito do escoamento superficial (i.e., parcelamento do declive, aumento da cobertura vegetal); c) Melhoramento das condições de infiltração da água no solo (i.e., melhoria das condições físicas do solo, represamento da água).

Algumas das causas do esgotamento do solo pela erosão podem ser controladas dentro das normas práticas e econômicas, pela aplicação das denominadas práticas conservacionistas, sendo elas: Seleção de glebas em função da capacidade de uso, Controle de queimadas, Rotação de culturas, Utilização de cobertura morta (mulching), Adubação verde, Consorciação de culturas, Culturas em faixas, Encordoamento do mato em contorno, Cultivos em nível, Terraceamento e Manutenção e Conservação das Estradas e Vias de Acesso.

Devido ao exposto, recomenda-se para este Plano, o levantamento das capacidades de uso e ocupação do solo na bacia do Atibaia, o levantamento atual dos usos e ocupação do solo para a obtenção das áreas de conflito. As ações a serem desenvolvidas estão descritas na ação M.6.2 no Quadro 8.1 a seguir.



### 8.6.3. Recomposição Florestal de APP's (M.7.)

Os processos de substituição da vegetação nativa, especialmente da cobertura florestal, na área da Bacia Hidrográfica do Salto Grande intensificam os processos erosivos, acarretando no assoreamento e na eutrofização dos cursos d'água, sendo que a retirada da vegetação ciliar é um dos principais fatores que influenciam na perda da qualidade e quantidade dos recursos hídricos, tendo como principais causas: a) A expansão de pequenas fronteiras agropecuária; b) A criação de uma malha urbana sem planejamento prévio em áreas regulares ou em áreas de risco e/ou áreas sob restrições legais (i.e., Área de Proteção Permanente, Área de Proteção aos Mananciais); c) O desmatamento predatório e indiscriminado ao longo do tempo, acarretando na fragmentação da paisagem e das florestas afetando a distribuição, movimento e persistência das espécies; d) A construção de vias de tráfego e trilhas de acessos próximas aos cursos d'água, evidenciando a ocupação irregular das áreas ciliares e o risco potencial de contaminação dos mananciais da região, bem como falta de manutenção adequada das estradas, favorecendo a intensificação dos processos erosivos.

Dentro da ótica hidrológica as principais funções da mata ciliar (ou zona ripária) são:

- Estabiliza as ribanceiras (diques marginais naturais) dos cursos d'água, pelo desenvolvimento e manutenção de um emaranhado radicular;
- Funciona como tampão e filtro entre os terrenos mais altos e o ecossistema aquático, participando do controle da ciclagem de nutrientes, do carreamento de sedimentos e do balanço hídrico na bacia hidrográfica (contribui para a manutenção da qualidade da água no sistema);
- Através da interação com a superfície da água, proporciona cobertura e alimentos para peixes e outros organismos aquáticos;
- Intercepta, absorve e redistribui radiação solar, contribuindo para a estabilização térmica de pequenos cursos d'água;

Assim, através de mecanismos físicos, químicos e biológicos, a influência da mata ciliar pode ser de grande magnitude na qualidade da água que atinge a rede de drenagem por via superficial e sub-superficial. Embora se reconheça a importância desta vegetação, a quantificação de seus efeitos na qualidade da água constitui assunto em desenvolvimento em função da grande complexidade das interações que ocorrem entre solo, vegetação, microorganismos, vazões e geometria, entre outros. No entanto vários trabalhos evidenciam a correlação entre o grau de presença da mata ciliar e a concentração de parâmetros

indicadores de qualidade da água. Paterjohn & Correl (1984), elaboraram um estudo sobre a influência da mata ciliar na dinâmica de nutrientes em Maryland, EUA, em uma bacia hidrográfica coberta por plantações de milho. Estes autores concluíram que, naquele caso, houve uma remoção de 80% de Fósforo Total e de 89% de Nitrogênio Total pela mata ciliar. Rhodes et al., (1985) efetuaram uma série de experimentos em uma microbacia experimental e concluíram que os dados obtidos mostraram uma remoção de 99% de nitrato dissolvido na água devido à ação da mata ciliar. A maior parte desta remoção foi causada por transformações bioquímicas por ação das bactérias anaeróbias existentes no solo e pela absorção pela vegetação ciliar.

Recomendada neste Plano, a recomposição Florestal do entorno imediato do reservatório, e das APPs das microbacias prioritárias selecionadas no Plano Diretor de Reflorestamento Visando a Produção de Água nas Bacias PCJ. As ações a serem desenvolvidas estão descritas na ação M.7.1 no Quadro 8.1 a seguir.

#### **8.7. Estudos Complementares Reservatório Bairro da Usina (M.8)**

Devido a pouca disponibilidade de estudos realizados no reservatório Bairro da Usina, sobre os impactos causados pelo acidente relatado neste relatório, recomenda-se neste Plano, a realização de estudos complementares e ações visando um melhor conhecimento para preservação integrada do Reservatório do Bairro da Usina, de acordo com o exposto a seguir:

- 1) Estudos limnológicos que contemplem: padrões de circulação, vazões, transportes de sólidos, produtividade primária e secundária, efeitos da eutrofização, nutrientes na coluna d'água e sedimentos.
- 2) O levantamento da Ictiofauna a montante e jusante do reservatório.
- 3) Avaliação da capacidade de depuração do reservatório.
- 4) Determinação e avaliação de risco nas áreas de contribuição do reservatório tanto ambiental como social.
- 5) Estudos mais detalhados sobre a ocupação do entorno do reservatório.

As ações a serem desenvolvidas estão descritas nas ações M.8.1, M.8.2 e M.8.3 no Quadro 8.1 a seguir.

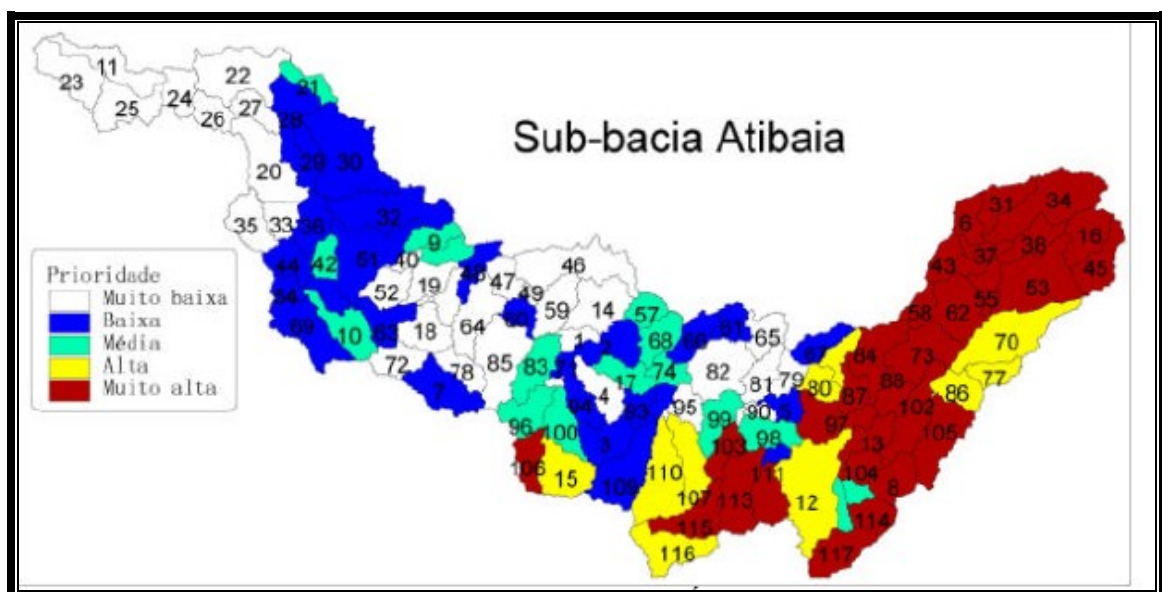
#### **8.8. Incorporação do Plano Diretor de Reflorestamento Visando a Produção de Água nas Bacias PCJ, na área de contribuição do Reservatório de Salto Grande.(M.9,M.10, M.11 e M.12)**

O Plano Diretor para Recomposição Florestal, Visando a Produção de Água nas Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá, tem como objeto principal a revitalização das regiões produtoras de água das bacias hidrográficas do PCJ.

De acordo com o Plano acima referido, a Sub-bacia Atibaia divide-se em 117 microbacias, sendo 30 microbacias com prioridade muito alta e 10 microbacias com prioridade alta para a produção de água.

As microbacias com alta e muito alta prioridade estão concentradas na parte superior da bacia do Atibaia, que contemplam regiões com relevo acidentado e maior susceptibilidade a erosão.

A figura 1 mostra a relação de prioridades das microbacias da Sub-bacia do Atibaia.



**Figura 8.1. Micro bacias Prioritárias para a Produção de Água na Sub-bacia Atibaia.**

A microbacia hidrográfica deve ser utilizada como unidade básica para o planejamento conservacionista. Entretanto, os trabalhos de manejo e conservação do solo vêm sendo em grande parte, ainda hoje, realizados de maneira isolada, em nível de propriedade, o que não é necessariamente adequado. O planejamento conservacionista, levando em conta as características da microbacia hidrográfica, visa um controle integrado da erosão do solo em toda a área que converge para uma mesma seção de deságüe (Calijuri et al., 1998).

Os recursos financeiros para o cumprimento das metas e ações desse Plano, foram estimados tendo como base, dados coletados em empresas na região que trabalham com preservação, recomposição e recuperação florestal, bem como empresas prestadoras de serviços na área de Projetos de Engenharia Civil, recuperação de Estradas Rurais de Terra

e empresas de Projetos e Serviços voltados para os recursos hídricos e meio ambiente, e na publicação. Recuperação Florestal: da mata à floresta. (SMA & FF, 2004).

#### **8.9. Incorporação do Plano de Bacias PCJ 2004/2007 na área de contribuição do Reservatório de Salto Grande. (1.06, 1.14, 1.15, 3.01,3.04, 4.03, 6.03 e 7.02)**

Dada a abrangência e a atualidade deste estudo que possui interface do Plano de Gestão Integrado com o Plano de Bacias estruturado em Gestão dos Recursos Hídricos, visando a recuperação e proteção dos recursos hídricos, foram compiladas as ações prioritárias para serem implementadas na bacia do Rio Atibaia. São as ações:

1.06 - Monitoramento que divulgue os dados da quantidade e qualidade dos recursos hídricos, e de operação de reservatórios. Havendo um acompanhamento, análise, publicação e difusão de dados relativos ao monitoramento, para ampliação da rede telemétrica (quali-quantitativa) na bacia.

1.14 - Fiscalização e monitoramento dos pontos de lançamento de efluentes domésticos, visando à regularização das respectivas outorgas e da renovação de licença, em especial a Região metropolitana de Campinas.

1.15- Monitoramento dos pontos de lançamentos de efluentes industriais, cadastramento, estudo e caracterização de efluentes industriais, visando a regularização das respectivas outorgas e da renovação das licenças, principalmente no que se diz respeito ao Pólo Industrial de Paulínia.

3.01 - Estudo/ Projetos e Obras de Interceptação, Afastamento, Disposição e Tratamento dos Efluentes Urbanos, Efluentes das ETAs e disposição final dos lodos das ETEs, executando obras de sistemas de afastamento e tratamento de esgotos urbanos, prioritariamente para conclusões de obras já iniciadas e adequações da eficiência das obras existentes. Elaborar projetos, estudos, cadastros, classificação e avaliação das ETAs (lodo), ETEs seus processos.; sistemas de afastamento e tratamento de esgotos urbanos; fomento ao desenvolvimento de planos diretores municipais de esgotamento sanitário.

3.04 - Estudo, projeto e obras de tratamento dos sistemas de obras de tratamento de obras de tratamento dos efluentes dos sistemas públicos de disposição final dos resíduos sólidos (chorume), bem como, estudos e projetos de fomento ao desenvolvimento de pesquisas e de práticas agrícolas que minimizem as cargas difusas.

4.03 - Ações e Incentivos de recomposição de vegetação ciliar e da cobertura vegetal e disciplinamento do uso do solo. Implantando projetos como o do Plano Diretor de Reflorestamento das Bacias PCJ e o Projeto Piloto do "Programa Produtor de Água".

6.03 - Estudos e projetos complementares para implantação de infra-estrutura de uso compartilhado dos reservatórios já existentes para recreação e lazer, navegação e aqüicultura, visando os uso múltiplo dos recursos hídricos e o desenvolvimento sustentável dos municípios afetados pelo reservatório.

7.02 - Desenvolvimento de estudos para apoio à elaboração dos Planos de Macrodrenagem Urbana. Detalhamento dos projetos.

**Quadro 8.1. Proposição de Metas e Ações para a implantação do Plano Integrado na Sub-bacia Atibaia.**

Metas		Ações		Custo Estimado (R\$)	Horizonte Projetado	Desenvolvimento/ Coordenação
<b>M.1</b>	Implantação de Programa de Monitoramento da Qualidade da água no Reservatório de Salto Grande	<b>M.1.1</b>	Coleta e Análise mensal de água em 3 pontos da represa, incluindo o parâmetro Clorofila.	100.000,00	Curto	CETESB
		<b>M.1.2</b>	Divulgação anual do resultado das análises junto ao Site do Consórcio PCJ, boletins informativos, Relatório de Qualidade das Águas Interiores - CETESB.	12.000,00	Curto	CETESB / Consórcio PCJ
		<b>M.1.3</b>	Elaboração de Relatório Síntese mostrando a evolução da qualidade da água no reservatório, com periodicidade bianual.	50.000,00	Longo	CETESB / Consórcio PCJ
<b>M.2</b>	Advertência a População sobre a qualidade da água no Reservatório de Salto Grande	<b>M.2.1</b>	Confecção de placas de sinalização e informação a população.	10.960,00	Curto	Poder Público, Consórcio PCJ, ONG Barco Escola da Natureza.
		<b>M.2.2</b>	Instalação das placas de sinalização.	7.000,00	Curto	órgãos públicos e colaboradores
<b>M.3</b>	Diagnóstico da Pesca Profissional no Reservatório de Salto Grande	<b>M.3.1</b>	Contratação de empresa especializada para realização de diagnóstico e caracterização da Ictiofauna contemplando aspectos toxicol	9.600,00	Curto	P.M. Americana
		<b>M.3.2</b>	Contratação de empresa especializada para realização de avaliação qualitativa da pesca profissional no Reservatório de Salto Grande.	48.760,00	Curto	P.M. Americana



**Quadro 8.1. Proposição de Metas e Ações para a implantação do Plano Integrado na Sub-bacia Atibaia. (Continuação).**

Metas		Ações		Custo Estimado	Horizonte Projetado	Desenvolvimento/C oordenação
<b>M.4</b>	Tratamento de 100% efluentes domésticos na bacia do Atibaia.	<b>M.4.1</b>	Realização de Diagnóstico detalhado da situação do esgoto.	130.000,00	Curto	Consórcio PCJ / Agência de Bacias
		<b>M.4.2</b>	Construção de ETE's para efluentes que ainda são lançados in natura	45.000.000,00	Médio	Prefeituras Municipais, Serviços Autônomos, SABESP/COPASA
<b>M.5</b>	Aumento de eficiência nas ETEs (DBO, Nitrogênio e Fósforo).	<b>M.5.1</b>	Contratação de consultoria para auxílio aos municípios no manejo de ETE.	100.000,00	Curto	Consórcio PCJ / Agência de Bacias
		<b>M.5.2</b>	Adequação de projetos visando o aumento da eficiência de remoção de carga orgânica.	250.000,00	Curto	Consórcio PCJ / Agência de Bacias
		<b>M.5.3</b>	Implantação de tratamento terciário nas ETE's já construídas	15.000.000,00	Médio	Concessionárias Municipais / estaduais.
		<b>M.5.4</b>	Implantação de Programa de Monitoramento da eficiência das ETE's	800.000,00	Médio	CETESB / COPASA
		<b>M.5.6</b>	Inclusão dos parâmetros de N e P para valor cobrado pelo lançamento de efluentes.	-	Médio	Consórcio PCJ / Agência de Bacias
<b>M.6</b>	Plano de controle da Poluição Difusa na RMC	<b>M.6.1</b>	Projetos de Difusão de Tecnologias de Controle de Poluição Difusa.	80.000,00	Médio	AGECAMP
		<b>M.6.2</b>	Contratação de empresa especializada para elaboração de um Plano de Controle da Poluição Difusa.	350.000,00	Médio	AGECAMP

**Quadro 8.1. Proposição de Metas e Ações para a implantação do Plano Integrado na Sub-bacia Atibaia.(Continuação).**

Metas		Ações		Custo Estimado	Horizonte Projetado	Desenvolvimento/C oordenação
<b>M.7</b>	Restauração Florestal do entorno do Reservatório de Salto Grande	<b>M.7.1</b>	Projeto e execução de reflorestamento nas APPs do entorno imediato do Reservatório, de acordo com o Plano Diretor CPFL - Esalq - Área 250,65 ha.	2.500.000,00	Curto	CPFL, Consorcio PCJ / Agência de Bacias
<b>M8</b>	Diagnóstico e Avaliação Ambiental do Reservatório Bairro da Usina – Atibaia	<b>M.8.1</b>	Contratação de empresa especializada para a realização de levantamento e caracterização da Ictiofauna atual do reservatório, contemplando aspectos toxicológicos voltados para o consumo humano.	9.600,00	Curto	P.M. Atibaia
		<b>M.8.2</b>	Análise da capacidade de depuração do Reservatório	47.110,00	Médio	P.M. Atibaia
		<b>M.8.3</b>	Avaliação Áreas de Risco e Impacto aos Recursos Hídricos.	69.000,000	Médio	P.M. Atibaia

**Quadro 8.2. Metas e Ações determinadas pelo Plano Diretor de Reflorestamento, visando a Produção de Água nas Bacias PCJ.**

Metas		Ações		Custo Estimado	Horizonte Projetado	Desenvolvimento/ Coordenação
<b>M.8</b>	Preservação, Recuperação e Recomposição Florestal na Sub-bacia Atibaia (30 microbacias com <b>Muito Alta Prioridade</b> ) do Plano Diretor e Projeto Piloto.	<b>M.9.1</b>	Recomposição Florestal na área determinada pelo Plano Diretor de Reflorestamento (3.630 ha )	R\$ 30.927.600,00	Médio	DPRN – Instituto Florestal – Consórcio PCJ
		<b>M.9.2</b>	Recuperação Florestal nas áreas determinadas pelo Plano Diretor de Reflorestamento (1.569 ha)	R\$ 9.814.095,00	Médio	DPRN – Instituto Florestal – Consórcio PCJ
<b>M.9</b>	Preservação, Recuperação e Recomposição Florestal na Sub-bacia Atibaia (10 microbacias com <b>Alta Prioridade</b> ) do Plano Diretor e Projeto Piloto	<b>M.10.1</b>	Recomposição Florestal na área determinada pelo Plano Diretor de Reflorestamento (1.210 ha )	R\$ 10.309.200,00	Longo	DPRN – Instituto Florestal – Consórcio PCJ
		<b>M.10.2</b>	Recuperação Florestal nas áreas determinadas pelo Plano Diretor de Reflorestamento (523 ha)	R\$ 3.271.365,00	Longo	DPRN – Instituto Florestal – Consórcio PCJ

**Quadro 8.2. Metas e Ações determinadas pelo Plano Diretor de Reflorestamento, visando a Produção de Água nas Bacias PCJ. (Continuação)**

Metas		Ações		Custo Estimado	Horizonte Projetado	Desenvolvimento/ Coordenação
<b>M.10</b>	Programa de Combate à Erosão e Assoreamento na Sub-bacia Atibaia ( <b>30 microbacias com Muito Alta Prioridade</b> ) e implementação das técnicas conservacionistas para aumento da infiltração da água no solo.	<b>M.11.1</b>	Implementação das Técnicas de Uso e Conservação do solo na bacia hidrográfica priorizada pelo Plano Diretor de Reflorestamento.	R\$ 25.810.404,50	Curto	Secretaria Municipal de Agricultura, CODASP
		<b>M.11.2</b>	Diagnóstico da Erosão, assoreamento e Drenagem nas Estradas Rurais de Terra pelo Plano Diretor de Reflorestamento.	R\$ 2.085.000,00	Curto	Departamento Municipal de Obras
		<b>M.11.3</b>	Contenção de enxurradas através de programa de recuperação da drenagem superficial em estradas rurais de terra	R\$ 3.770.058,00	Médio	Departamento Municipal de Obras
<b>M.11</b>	Programa de Combate à Erosão e Assoreamento na bacia do Atibaia ( <b>10 microbacias com Alta Prioridade</b> ) e implementação das técnicas conservacionistas para aumento da infiltração da água no solo.	<b>M.12.1</b>	Implementação das Técnicas de Uso e Conservação do solo na bacia hidrográfica priorizada pelo Plano Diretor de Reflorestamento.	R\$ 8.603.468,00	Curto	Secretaria Municipal de Agricultura, CODASP
		<b>M.12.2</b>	Diagnóstico da Erosão, assoreamento e Drenagem nas Estradas Rurais de Terra.	R\$ 695.000,00	Curto	Departamento Municipal de Obras
		<b>M.13.3</b>	Contenção de enxurradas através de programa de recuperação da drenagem superficial em estradas rurais de terra.	R\$ 1.256.686,30	Médio	Departamento Municipal de Obras

**Quadro 8.3. PDC's constantes no Plano de Bacias – Sub-Bacia do Atibaia.**

Metas		Ações	Custo Estimado (R\$)	Desenvolvimento/Coordenação
<b>PDC 1 – BASE DE DADOS, CADASTROS, ESTUDOS E LEVANTAMENTOS – BASE</b>				
<b>1.06</b>	Divulgação de dados da quantidade e qualidade dos recursos hídricos, e de operação de reservatórios	Acompanhamento, análise, processamento, publicação e difusão de dados relativos ao monitoramento da quantidade e qualidade dos recursos hídricos, inclusive operação de reservatórios.	1.000.000,00 <sup>1</sup>	CETESB
<b>1.14</b>	Monitoramento dos lançamentos de efluentes domésticos e regularização das respectivas outorgas	Fiscalização e monitoramento dos pontos de lançamentos de efluentes domésticos, regularização das respectivas outorgas e monitoramento da renovação das licenças.	360.000,00 <sup>1</sup>	DAEE
<b>1.15</b>	Monitoramento dos pontos de lançamentos de efluentes industriais e regularização das respectivas outorgas.	Cadastramento, estudo, caracterização e monitoramento dos pontos de lançamentos de efluentes industriais, regularização das respectivas outorgas e monitoramento da renovação das licenças.	500.000,00 <sup>1</sup>	DAEE
<b>PDC 3 – RECUPERAÇÃO DA QUALIDADE DOS CORPOS D'ÁGUA – RQCA</b>				
<b>3.01</b>	Tratamento dos Efluentes Urbanos, Efluentes das ETAs e disposição final dos lodos das ETes	Estudos/ Projetos e Obras de Interceptação, Afastamento, Tratamento e Disposição de Esgotos Urbanos, Tratamento dos Efluentes das ETAs e a Disposição final dos lodos das ETes, excluída a Rede Coletora.	53.000.000,00	Concessionárias do Sistema de Água e Esgoto.
<b>3.04</b>	Tratamento de efluentes dos sistemas de disposição final dos resíduos sólidos urbanos, e das fontes difusas de poluição	Estudos, Projetos e Obras de tratamento dos sistemas de disposição final dos resíduos sólidos urbanos, bem como, estudos e projetos para o controle das fontes difusas de poluição.	1.653.000,00	Concessionárias do Sistema de Água e Esgoto.
<b>PDC 4 – CONSERVAÇÃO E PROTEÇÃO DOS CORPOS D'ÁGUA – CPCA</b>				
<b>4.03</b>	Ações de recomposição da vegetação ciliar e da cobertura vegetal e disciplinamento do uso do solo	Incentivos e Ações de recomposição da vegetação ciliar e de topos de morros, da cobertura vegetal da bacia hidrográfica e de fomento ao disciplinamento do uso do solo, rural e urbano.	60.000.000,00 <sup>1</sup>	Consórcio PCJ / Municípios / DEPRN

<sup>1</sup> Valores estimados em conjunto para as 7 bacias PCJ. Sendo assim, adotou-se neste trabalho uma sétima parte do montante estimado para as Bacias PCJ.

**Quadro 8.3. PDC's constantes no Plano de Bacias – Sub-Bacia do Atibaia. (Continuação)**

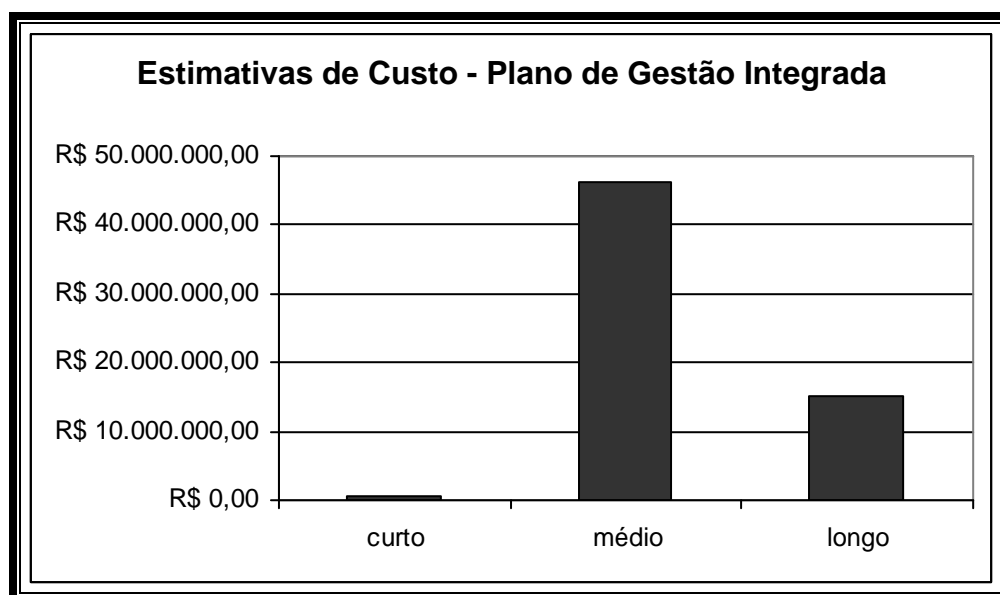
Metas		Ações	Custo Estimado Horizonte Projetado	Desenvolvimento/ Coordenação
<b>PDC 06 – APROVEITAMENTO MÚLTIPLO DOS RECURSOS HÍDRICOS</b>				
<b>6.03</b>	Incentivos ao Uso Múltiplo dos recursos hídricos, nos Municípios Afetados por Reservatórios	Estudos e projetos complementares para implantação de infra-estrutura de uso compartilhado dos reservatórios para recreação e lazer, navegação e aquicultura, visando o uso múltiplo dos recursos hídricos e o desenvolvimento sustentável dos municípios afetados por reservatórios	500.000,00 <sup>1</sup>	empresa responsável pela operação do reservatório.
<b>PDC 7 – PREVENÇÃO E DEFESA CONTRA EVENTOS HIDROLÓGICOS EXTREMOS – PDEH</b>				
<b>7.02</b>	Apoio à elaboração dos Planos de Macrodrenagem Urbana	Desenvolvimento de estudos e projetos para apoio à elaboração dos Planos de Macrodrenagem Urbana	780.000,00 <sup>1</sup>	DAEE

## 9. CUSTOS ENVOLVIDOS

Os custos envolvidos compreendem o Plano de Gestão Integrada para remediação da Sub-Bacia do Rio Atibaia, com ênfase no Reservatório de Salto Grande, o Plano Diretor de Reflorestamento visando a produção de água nas bacias PCJ e o Plano de Bacias 2004-2007.

### 9.1. Plano de Gestão Integrada para Remediação da Bacia do Rio Atibaia.

Para se cumprir todas as metas e ações constantes no capítulo anterior, foi estimado um montante de investimentos da ordem de 62 milhões de reais, de 700 mil reais para o curto prazo, 46,3 milhões para o médio prazo e 15 milhões de reais para longo prazo. Esta discrepância de valores entre os horizontes acontece devido aos altos valores envolvidos para o tratamento de esgotos na Bacia, responsáveis por grande parte dos valores demandados para a Bacia. Obviamente, os investimentos em tratamento de esgotos devem ser iniciados imediatamente, de modo a atingir a meta a médio prazo. A Figura 9.1 apresenta as estimativas de custos por horizonte projetado.

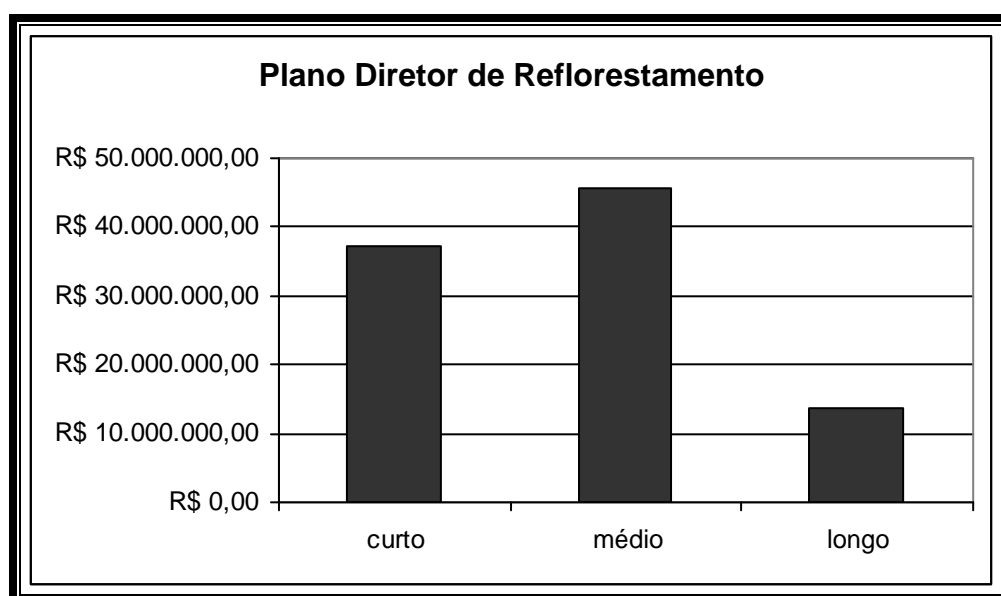


**Figura 9.1. Estimativas de custo com o Plano de Gestão Integrada da Bacia do Rio Atibaia.**

### 9.2. Plano Diretor de Reflorestamento visando a produção de água nas bacias PCJ

Deste plano diretor, foram extraídos os custos estimados apenas para a Sub-Bacia do Rio Atibaia. Os valores encontrados estão apresentados na Figura 9.2.





**Figura 9.2. Estimativas de custo com o Plano de Gestão Integrado da Bacia do Rio Atibaia.**

### 9.3. Plano de Bacias

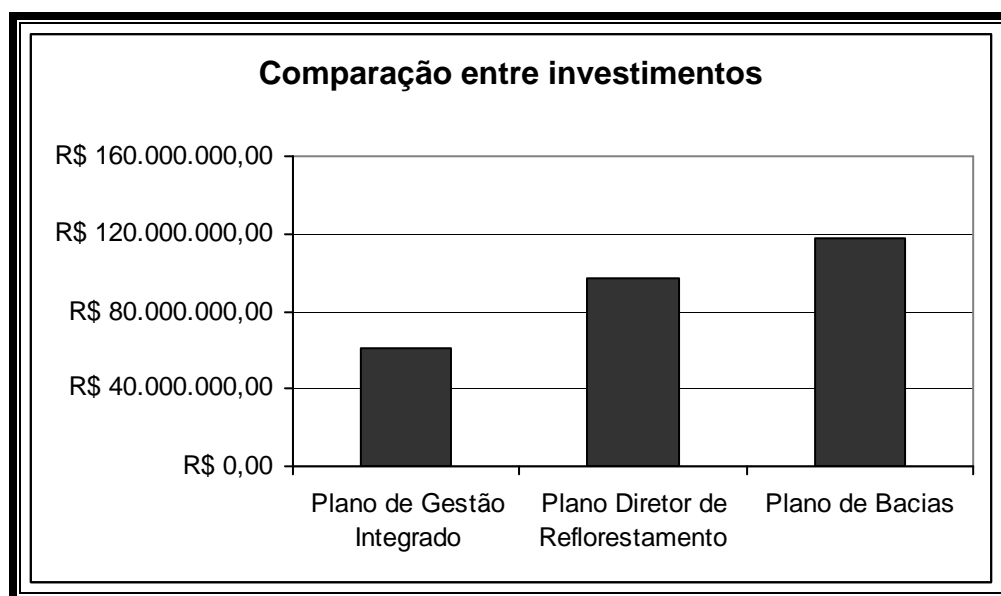
Foi estimado em 118 milhões de reais os investimentos necessários para a implantação dos Programas de Duração Continuada aplicáveis a Sub-Bacia do Rio Atibaia. Estes valores não podem ser divididos por horizonte como os outros planos, por se tratarem de programas contínuos, que demandam investimentos em todo o horizonte do tempo.

### 9.4. Resumo dos Valores

O Quadro 9.1 apresenta um resumo dos investimentos constantes dos diferentes planos analisados, divididos por horizontes projetados. O valor para o Plano de Bacias não pode ser dividido por horizontes de tempo, uma vez que são programas contínuos, isto é, requerem recursos constantes. Estes valores também são apresentados na Figura 9.3.

**Quadro 9.1. Comparação entre os valores encontrados para cada Plano.**

Plano / Projeto	Horizonte Projetado			Total de Investimento
	curto	médio	longo	
Plano de Gestão Integrado	R\$ 700.000,00	R\$ 46.300.000,00	R\$ 15.000.000,00	R\$ 62.000.000,00
Plano Diretor de Reflorestamento	R\$ 37.193.872,00	R\$ 45.768.439,00	R\$ 13.580.565,00	R\$ 96.542.876,00
Plano de Bacias	R\$ 118.000.000,00			R\$ 118.000.000,00



**Figura 9.3. Comparativo entre os investimento para os diferentes planos.**

De uma maneira geral, estas estimativas de custos são muito aproximadas, requerendo estudos mais avançados, exclusivos para cada ação, visando determinar o real custo de implantação de cada ação, obtendo-se assim o custo total para a remediação e proteção dos recursos hídricos na Bacia do Atibaia.

## 10. CONCLUSÃO

Através do levantamento realizado para a caracterização da bacia do Rio Atibaia, visando a interferência com a qualidade da água no reservatório de Salto Grande, pode concluir-se que:

- A bacia do rio Atibaia sofre por constantes adições de carga poluentes, sendo estas de origem industrial, doméstica ou através de fontes de poluição difusa.

- A proximidade de grandes centros urbanos (i.e. mancha urbana de Campinas) e industriais (i.e. Pólo Petroquímico de Paulínia) intensifica os índices de poluição no reservatório, uma vez que a capacidade de autodepuração do corpo hídrico é prejudicada devido a baixa capacidade de diluição das cargas poluentes. Concomitantemente, os pontos de lançamento destas cargas poluentes se encontram muito próximas ao início do reservatório.

- O entorno do reservatório possui grande carência de áreas florestadas junto as Áreas de Preservação Permanente (APPs), assim como boa parte da bacia de contribuição.

- De acordo com outros autores, o reservatório funciona como uma grande estação de tratamento de efluentes, retendo grande parte da carga orgânica que entra no reservatório, contribuindo para a melhora da qualidade da água no Rio Piracicaba.

Com base nas conclusões elencadas acima, definiu-se que os pilares para a elaboração do Plano de Gerenciamento Integrado são:

- Tratamento de Efluentes Domésticos;
- Controle e prevenção da poluição difusa das áreas rurais;
- Controle e prevenção da poluição difusa oriunda da Região Metropolitana da Grande Campinas;
- Monitoramento da qualidade da água do Reservatório;
- Recomposição Florestal das APP's;
- Aumento da eficiência hídrica da Bacia do Atibaia;

## 11. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABGE. Geologia de engenharia. São Paulo : ABGE, 1998.
- ASTROM, JAN AKE LENNART (1995). A eficiência dos instrumentos de controle da poluição da água no estado de São Paulo; Piracicaba, 1995. (Tese de dissertação).
- BASTIAN, R.K.; HAMMER, D.A. The use of constructed wetlands for wastewater treatment and recycling. In: MOSHIRI, G. A. (Ed.). Constructed wetlands for water quality improvement. Pensacola: Editora, Florida, 1993 p. 3-8.
- Bertoni, José; Lombardi Neto, Francisco. Conservação do solo, São Paulo : Icone, 1990.
- Brasil. Mag. Código florestal : lei n. 4.771 de 15-ix-1965. Rio de Janeiro : Sia, 1965.
- CAMARGO, A.F.M.; ESTEVES, F.A. Influence of water level variation on biomass and chemical composition of the aquatic macrophyte *Eichhornia azurea* (Kunth) in a box lake of the Rio Mogi-Guaçu (São Paulo, Brazil). Arch. Hydrobiol., Struttgart, v.135, n.3, p. 423-32, 1996.
- Centro Tecnológico da Fundação Paulista - CETEC. Relatório de Situação dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí, 1999 – Lins. 2000.
- CETESB - Controle da qualidade da água para consumo humano. Bases conceituais e operacionais. São Paulo: CETESB, 1994. 198p.
- CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. Inventário : resíduos sólidos 2005. São Paulo : SMA; 2006.
- 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 2005. São Paulo : CETESB, 2006.
- Comitê das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí. Relatório de situação dos recursos hídricos, 1994. São Paulo : DAEE, 1995
- Comitê das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí. Relatório de situação dos recursos hídricos, 1995. São Paulo : DAEE, 1996
- Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. Relatório de qualidade das águas interiores do estado de São Paulo : 1995. São Paulo : CETESB, 1996.

- Concepção, Estudos de Apoio e Preparação de Programa de Investimentos para Proteção e Aproveitamento dos Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá – CONSÓRCIO F. FERRAZ/COPLASA – 1998.
- Conselho Estadual de Recursos Hídricos (São Paulo). Plano estadual de recursos hídricos. São Paulo : DAEE, 1990.
- Conselho Estadual de Recursos Hídricos. Plano estadual de recursos hídricos: primeiro plano do Estado de São Paulo – 1990. São Paulo, 1991.
- Costa, J P O. Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza – SNUC. Brasília : Ibama / Funatura, 1989.
- DEBUSK, T.A. RYTHER, J.M. Biomass production on yields of aquatic plants . In: REEDY, K. R.; SMITH, W. H. (Ed.). Aquatic plants for waste treatment and resource recovery. Magnolia Orlando: Publishing, 1987.
- DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA – DAEE – CADASTRO DAS OUTORGAS
- ESTEVES, F.A. Fundamentos de Limnologia. Rio de Janeiro: Interciência, 1998. 602 p.
- Embrapa (Br). Serviço Nac Levantamento Conservação Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. Brasília : Embrapa Produção de Informação, 1999.
- FARIA, O.B. Utilização de macrófitas aquáticas na produção de adobe: um estudo de caso no reservatório de Salto Grande (Americana-SP). 2002. 224p. Tese (Doutorado) – EESC/USP, São Carlos.
- FELLENBERG, GUNTER. Introdução aos problemas da poluição ambiental. São Paulo, Epu: Springer, 1980.
- Fornasari Filho, Nilton, Silva, Wanderlei Sérgio da. Unidades de conservação ambiental e áreas correlatas no Estado de São Paulo. São Paulo : Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 1992.
- Fundacao Centro Tecnologico de Hidráulica. Regionalização hidrológica do Estado de São Paulo. São Paulo: DAEE 1988
- Fundacao Centro Tecnologico de Hidráulica. Regionalização hidrológica do Estado de São Paulo. São Paulo: DAEE 1994

- Groppo J.D. 2005. Estudo de Tendências nas Séries Temporais de Qualidade de Água de Rios do Estado de São Paulo com Diferentes Graus de Interferências Antrópica. Dissertação Mestrado, ESALQ – USP.
- Groppo,J.D.;Moraes, J.M.;Genovez,A.M. e Martinelli, L.A.. Estudo de Tendência de Parâmetros de Qualidade de água na Bacia do rio Piracicaba. Revista Brasileira de Recursos Hídricos. 2006.
- HARBEL, R.,; PERTHER, R.; LABER, J.; COOPER, P. (Ed.). 1997. Wetland Systems for Water Pollution Control. Wat. Sci. Technol. 35 Proceeding of the IAWQ. 5rd International Conference on The Use of C W in Water Pollution Control (1996) – Vienna , Austria.
- IBGE Recursos naturais e meio ambiente: uma visão do Brasil. Rio de Janeiro : IBGE, 1993
- IBICT – Instituto Brasileiro de Informações em Ciência e Tecnologia - Guia de fontes de informação sobre tecnologia de controle ambiental, Rio de Janeiro, 1992.
- Instituto Brasileiro de Geografia Estatística – IBGE. Censo demográfico 2000: características da população e dos domicílios: resultados do universo. Rio de Janeiro: Ministério de Planejamento, Orçamento e Gestão. 2001.
- Instituto de Pesquisas Tecnológicas. Divisão de Minas e Geologia Aplicada. Mapa geomorfológico do estado de São Paulo. São Paulo : IPT, 1981 a.
- Instituto de Pesquisas Tecnológicas. Divisão de Minas e Geologia Aplicada. Mapa geológico do Estado de São Paulo. São Paulo : IPT, 1981 b.
- Inventário florestal da vegetação natural do Estado de São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente/Instituto Florestal. Imprensa Oficial, 2005.
- IRRIGART – Eng. & Cons. Rec. Hid. e M. Ambiente Ltda – Questionário técnico aplicado as prefeituras dos municípios contidos nas bacias hidrográficas dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí. – Piracicaba, março, 2004 – 12p.
- IRRIGART – Eng. & Cons. Rec. Hid. e M. Ambiente Ltda – Relatório de Situação dos Recursos Hídricos da Bacia do PCJ 2002/2003. 103 p, 2005.
- KADLEC, R.H.; KNIGHT, R.L. Treatment wetlands. Boca Raton, CRC, 1996. 893P.
- Liasi, A. et. al., Regionalização Hidrológica no Estado de São Paulo. Revista Água e Energia Elétrica. Ano 5, n.º 14. 1988.



- MACHADO, R. E. Simulação de escoamento e de produção de sedimentos em uma microbacia hidrográfica utilizando técnicas de modelagem e geoprocessamento. Piracicaba, 2002. (Tese Doutorado)
- MINISTERIO DO PLANEJAMENTO E ORÇAMENTO – Secretaria de Política Urbana - Projeto Qualidade das Águas e Controle Da Poluição Hídrica das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari E Jundiaí – PQA – Consórcio FIGUEIREDO FERRAZ – COPLASA, CD-ROM – 1997.
- NOTARE, M. Plantas Hidrófilas e seu cultivo em aquário. Rio de Janeiro, RJ: Edições Sulaméricas Flora Bleher. 1992. 238p.
- OLIVEIRA et al., Mapa pedológico do Estado de São Paulo: legenda expandida. Campinas/Rio de Janeiro: Instituto Agrônômico/Embrapa, 1999.
- PQA - Consórcio FIGUEIREDO FERRAZ – COPLASA (1997)
- PQA (MPO/SEPURB, SRHSO/UGP-PCJ; Consórcio Figueiredo Ferraz – COPLASA). Programa de Investimento para Proteção e Aproveitamento dos Recursos Hídricos das Bacias dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí – Projeto de Qualidade das Águas e Controle de Poluição Hídrica. 1999.
- REDDY, K.R.; D'ANGELO, E.M. Soil Processes Regulating Water Quality in Wetlands. In: MITSCH, W. (Ed.). **Global Wetlands: Old World and New**. Amsterdam: Elsevier, 1994. p. 309-324.
- Reservatório de Salto Grande (Americana-SP): caracterização, impactos e propostas de manejo. Evaldo Luís Gaeta Espíndola, Maurício Augusto Leite, Carolina Buso Dornfeld – São Carlos: RiMa, 2004.
- ROQUETTE PINTO, C.L. et al. Utilization of water hyacinth for removal and recovery of silver from industrial wastewater. **Water Science and Technology**, (abreviar ), cidade, v.19, n.10, p. 89-101, 1987.
- SALATI, E.. Aquatic Plants for Water Treatment and Resource Recovery. In: EDAPHIC-phytodepuration: A New Approach to Wastewater Treatment , 1987. p. 199-208. Orlando, Magnólia, 1987. p. 199-208.
- SANTOS, M.M. (2005), Prospecção Tecnológica Recursos Hídricos. Centro de Gestão e Estudos Estratégicos Ciência, Tecnologia e Inovação. Brasília, Novembro 2005, 100p.

- São Paulo (Estado). Secretaria do Meio Ambiente. Atlas das unidades de conservação ambiental do Estado de São Paulo : parte I - Litoral / Secretaria de Estado e Meio Ambiente, Secretaria de Energia, CESP. São Paulo : Metalivros, 1996.
- São Paulo (Estado). Sistema de Informações para Gerenciamento de Recursos Hídricos. Plano Estadual de Recursos Hídricos 2000-2003. São Paulo : Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica, 2001.
- São Paulo. Departamento de Águas e Energia Elétrica. Estudo das águas subterrâneas no estado de São Paulo. São Paulo : DAEE, 1981.
- SEADE (Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados). Banco de Dados de Informações dos Municípios Paulistas. São Paulo : Departamento Grafico da Fundacao Seade, 2003.
- SEADE (Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados). Banco de Dados de Informações dos Municípios Paulistas. São Paulo : Departamento Grafico da Fundacao Seade, 2004.
- SHS Consultoria e Projetos de Engenharia S/S Ltda. Plano de Bacias Hidrográficas para o quadriênio 2004-2007 do Comitê das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí”, 2006
- TANNER, CC., Sukias, J.P., and Upsdell, M.P. (1999) Substratum phosphorus accumulation during maturation of gravel-bed constructed wetlands, *Wat.Sci.Tech.* 40 (3), 147-154.
- Von Sperling, Marcos. Introdução a qualidade das aguas e ao tratamento de esgotos. 2º Ed. Universidade Federal de Minas Gerais. 1996.
- WETZEL, R. Constructed wetlands: Scientific fundations are critcal. In: Moshiri, G.A. ed Constructed wetlands for water improvement. Pensacola, Florida, 1-8, 632p. 1993.
- [www.phd.poli.usp.br/cabucu/qualidade.htm](http://www.phd.poli.usp.br/cabucu/qualidade.htm)
- [www.cnpq.br/resultadosjulgamento/cthidro](http://www.cnpq.br/resultadosjulgamento/cthidro)
- [www.ibama.gov.br/ambtec/documentos/1\\_Quadro\\_Indicativo](http://www.ibama.gov.br/ambtec/documentos/1_Quadro_Indicativo)
- [www.jornalvaledoaco.com.br/not\\_vis.asp](http://www.jornalvaledoaco.com.br/not_vis.asp)
- [www.hidro.ufrj.br/pqaceivap](http://www.hidro.ufrj.br/pqaceivap)
- <http://www.soaresoliveira.br/projetoagua/doencas.html>



**iRRIGART**  
Engenharia e Consultoria em  
R. Hídricos e M. Ambiente Ltda

## **ANEXOS**



## **ANEXO 1. MAPA BASE DAS BACIA HIDROGRÁFICA DO** **RIO ATIBAIA**



## **ANEXO 2. MAPA PEDOLÓGICO DA BACIA HIDROGRÁFICA** **DO RIO ATIBAIA**



## **ANEXO 3. MAPA DAS SUB-BACIAS PERTENCENTES A** **BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO ATIBAIA**





## **ANEXO 4. MAPA GEOLÓGICO DA BACIA HIDROGRÁFICA** **DO RIO ATIBAIA**



## **ANEXO 5. MAPA GEOMORFOLÓGICO DA BACIA**

### **HIDROGRÁFICA DO RIO ATIBAIA**



## **ANEXO 6. DIVISÃO DAS REGIÕES NA BACIA**

### **HIDROGRÁFICA DO RIO ATIBAIA**



## **ANEXO 7. MUNICÍPIOS POR REGIÃO NA BACIA**

### **HIDROGRÁFICA DO RIO ATIBAIA**



## **ANEXO 8. SUSCEPTIBILIDADE A EROSÃO NA BACIA**

### **HIDROGRÁFICA DO RIO ATIBAIA**



## **ANEXO 9. USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NA BACIA**

### **HIDROGRÁFICA DO RIO ATIBAIA.**



This document was created with Win2PDF available at <http://www.win2pdf.com>.  
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.  
This page will not be added after purchasing Win2PDF.