

Plano de Recursos Hídricos para a Fase Inicial da Cobrança na Bacia do Rio Paraíba do Sul

Diagnóstico da Situação Atual dos Recursos Hídricos

PGRH-RE-010-R0

Volume 1

Fevereiro de 2002



Agência Nacional de Águas (ANA) – Fundação COPPETEC
Execução: Laboratório de Hidrologia e Estudos do Meio Ambiente da COPPE/UFRJ

Projeto Gestão dos Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul

Plano de Recursos Hídricos para a Fase Inicial da Cobrança na
Bacia do Rio Paraíba do Sul

Diagnóstico da Situação Atual dos Recursos Hídricos

PGRH-RE-010-R0 - Volume 1

Interessado: Agência Nacional de Águas (ANA)

Fevereiro de 2002
(Revisado em novembro de 2002)

Equipe Técnica

Equipe do Laboratório de Hidrologia e Estudos de Meio Ambiente da COPPE/UFRJ envolvida no Projeto Gestão dos Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul

Coordenador	Paulo Canedo de Magalhães
Coordenador Técnico	Jander Duarte Campos
Coordenador Técnico Adjunto	Paulo Roberto Ferreira Carneiro
Gerente de Informática	Flávio José Lyra da Silva
Gerente de Saneamento	José Roberto de Freitas Gago
Gerente de Economia e Gestão Institucional	Evaristo Samuel Villela Pedras
Gerente de Hidrologia e Hidráulica	Paulo Marcelo Lambert Gomes
Especialista em Gestão Institucional	Rosa Maria Formiga Johnsson
Especialista em Qualidade da Água e Hidrologia	Fernanda Rocha Thomaz
Especialista em Qualidade da Água e Hidrologia	Mônica de Aquino Galeano M. da Hora
Especialista em Meio Ambiente	Cláudia Silva Teixeira
Especialista em Saneamento Básico	Sérgio Flavio Passos Miranda
Especialista em Hidrologia e Hidráulica	Olga K. B. Calhman
Especialista em Hidrologia e Recursos Hídricos	Patrick Thomaz
Programador de Sistemas	Marcelo de Carvalho
Projetista	Nelson Afonso Nascimento
Operador de CAD/SIG I	Celso dos Santos Pelizari
Operador de CAD/SIG II	Leandro Couto Pitta
Técnico Nível I	Evaldo Coelho Thomé
Técnico Nível II	Marcelo Salimeni
Gerente Administrativo	Marília Oberlaender Alvarez
Assistente Administrativo	Valéria Almeida de Lima
Auxiliar Administrativo	Fernando Leite de Mesquita
Auxiliar Administrativo	Sérgio Zednicek
Auxiliar de Escritório	Jairo Azeredo de Matos

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO		
1.	INTRODUÇÃO	I.1
2.	ANTECEDENTES	II.1
3.	A BACIA HIDROGRÁFICA	III.1
	3.1 Características Gerais da Bacia.....	III.1
	3.2 Cobertura Vegetal e Uso Atual do Solo.....	III.1
	3.3 Processos Erosivos.....	III.2
	3.4 Processos Hidrossedimentológicos.....	III.13
4.	SANEAMENTO AMBIENTAL	IV.1
	4.1 Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário.....	IV.1
	4.2 Resíduos Sólidos Urbanos e Industriais.....	IV.32
	4.3 Drenagem Urbana e Controle de Cheias.....	IV.52
5.	SAÚDE	V.1
	5.1 Introdução.....	V.1
	5.2 Mortalidade Infantil.....	V.1
	5.3 Morbidade Hospitalar.....	V.4
	5.4 Conclusão.....	V.12
6.	DISPONIBILIDADES, USOS E DEMANDAS HÍDRICAS	VI.1
	6.1 Águas Superficiais.....	VI.1
	6.2 Águas Subterrâneas.....	VI.11
	6.3 Usos e Demandas Hídricas.....	V.19
7.	CADASTRO DE USUÁRIOS E OUTORGA	VII.1
	7.1 Outorgas na Bacia do Rio Paraíba do Sul.....	VII.1
	7.2 Cadastro Unificado – Antecedentes.....	VII.1
	7.3 Cadastro Unificado – Proposta da ANA.....	VII.2
	7.4 Cadastro Unificado – Reunião com os Estados.....	VII.5
8.	ENQUADRAMENTO DAS ÁGUAS EM CLASSES DE USO	VIII.1
	8.1 Legislação Federal.....	VIII.1
	8.2 Legislação do Estado de Minas Gerais.....	VIII.4
	8.3 Legislação do Estado do Rio de Janeiro.....	VIII.7
	8.4 Legislação do Estado de São Paulo.....	VIII.8
	8.5 Proposta para Estudos de Enquadramento na Bacia.....	VIII.10
9.	SISTEMA DE INFORMAÇÕES EM RECURSOS HÍDRICOS	IX.1
10.	DINÂMICA SÓCIO-INSTITUCIONAL	X.1
	10.1 Panorama Político-Institucional de Gestão.....	X.1
	10.2 Atores Sociais Estratégicos.....	X.12
11.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	XI.1

APRESENTAÇÃO

O presente trabalho, intitulado **Plano de Recursos Hídricos para a Fase Inicial da Cobrança na Bacia do Rio Paraíba do Sul**, foi elaborado pelo Laboratório de Hidrologia e Estudos do Meio Ambiente da COPPE/UFRJ, por solicitação da Agência Nacional de Águas – ANA, visando atender à Deliberação N° 08, de 06 de dezembro de 2001 do CEIVAP que, em seu Artigo Primeiro, Parágrafo Primeiro, Inciso I, condiciona o início da cobrança pelo uso da água à “*aprovação do Plano de Recursos Hídricos da Bacia, formatado com base nos Programas Estaduais de Investimentos do Projeto Qualidade das Águas e Controle da Poluição Hídrica e no Programa Inicial de Investimento aprovado pela Deliberação n° 05/2001*”, do CEIVAP.

Este trabalho constitui-se, assim, em uma consolidação dos estudos realizados no âmbito dos Programas acima referidos, complementada com alguns aspectos técnicos necessários à sua caracterização como um Plano de Recursos Hídricos, de forma a atender as exigências impostas pelo Artigo 7° da Lei 9.433/97. A consolidação foi, também, integrada com dados e informações constantes do “Plano de Bacia UGRHI - 02 – Paraíba do Sul”, elaborado pelo Estado de São Paulo com a orientação/colaboração do Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul e Serra da Mantiqueira ou, simplesmente, Comitê Paulista.

Dentro deste enfoque os assuntos foram estruturados nos seguintes volumes:

- VOLUME 1: Diagnóstico da situação atual dos recursos hídricos
- VOLUME 2: Análise de alternativas de crescimento demográfico, de evolução de atividades produtivas e de modificações dos padrões de ocupação do solo
- VOLUME 3: Balanço entre disponibilidade e demandas futuras dos recursos hídricos, em quantidade e qualidade, com indicação de conflitos potenciais
- VOLUME 4: Metas de racionalização de uso, aumento da quantidade e melhoria da qualidade dos recursos hídricos
- VOLUME 5: Medidas a serem tomadas, programas a serem desenvolvidos e projetos a serem implantados, para atendimento das metas previstas
- VOLUME 6: Prioridade para outorga de direitos de usos de recursos hídricos
- VOLUME 7: Diretrizes e critérios para a cobrança pelo uso de recursos hídricos
- VOLUME 8: Propostas para a criação de áreas sujeitas a restrição de uso com vistas à proteção dos recursos hídricos

O presente volume constitui-se no Volume 1: “Diagnóstico da Situação Atual dos Recursos Hídricos, sendo que parte de seu conteúdo foi atualizada com base no relatório “Diagnóstico e Prognóstico do Plano de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paraíba do Sul (PGRH-RE-009-R0) emitido pelo Laboratório de Hidrologia da COPPE em dezembro de 2001.

Além dos volumes acima relacionados, integram ainda o Plano de Recursos Hídricos para a Fase Inicial da Cobrança na Bacia do Rio Paraíba do Sul, todos os documentos produzidos quando do desenvolvimento dos “Programas Estaduais de Investimentos do Projeto Qualidade das Águas e Controle da Poluição Hídrica” e no “Programa Inicial de Investimento”, aprovado pela Deliberação nº 05/2001”, do CEIVAP. . A relação desses documentos está apresentada em anexo.

1. INTRODUÇÃO

Este documento apresenta o diagnóstico sobre a situação atual dos recursos hídricos da bacia do rio Paraíba do Sul, elaborado como insumo para a composição do Plano de Recursos Hídricos (PRH) dessa bacia, do qual será parte integrante. As diretrizes definidas para o levantamento dos dados que embasam o diagnóstico, assim como as perspectivas de concepção desse PRH, foram orientadas pelas disposições da Lei 9.433/97.

Dos seis instrumentos de gestão definidos pela Política Nacional de Recursos Hídricos, é por intermédio dos Planos de Recursos Hídricos que se dá o planejamento de longo prazo para o setor, acompanhado de atualizações periódicas, na medida em que surjam alterações nos cenários previstos.

Para poder cumprir sua função precípua – nortear a implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos, cabe aos PRH integrar os demais instrumentos dessa Política: a outorga, a cobrança, o enquadramento dos rios em classes de uso e o sistema de informações.

Assim, os PRH são, além de uma disposição legal, instrumentos essenciais para o planejamento e a concertação da gestão nas bacias hidrográficas. Devem, portanto, ser elaborados e implementados de forma participativa, procurando refletir a realidade existente e seus impactos na qualidade de vida da população beneficiária – seu alvo maior – e convergir os diferentes interesses da sociedade para a construção de planos pactuados e factíveis.

É nessas premissas que se baseia este diagnóstico.

Numa breve consideração histórica do planejamento regional no Brasil, tem-se que reconhecer que ele constituiu uma curta experiência, cujo marco foi a criação da Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE) com o objetivo central de reduzir a enorme disparidade econômica e social existente entre a Região Nordeste e o Centro/Sul do País.

A fase áurea da SUDENE estendeu-se do período de sua criação, no final da década de 1950, até o início do Governo Militar. A partir daí, a SUDENE passa a ser comandada pelo novo Governo, desvirtuando seus objetivos originais. O período do regime militar foi marcado pela grande centralidade do planejamento do Estado brasileiro, resultando na marginalização da SUDENE do processo decisório e na sua cooptação pelas oligarquias nordestinas. Houve, ainda, outras poucas tentativas de planejamento regional, mas obtiveram pouco êxito.

Posteriormente, com o fim do período autoritário e, sobretudo, a partir do Governo Collor, o país inicia um forte processo de abertura econômica ao capital externo, associado à redução da presença do Estado na economia. Num cenário de inflação galopante e sucessão de planos voltados para o ajuste macroeconômico do País, não houve espaço para políticas de desenvolvimento regional. Nesse quadro, oficialmente a SUDENE sucumbiu ao ser declarada sua extinção.

Com a instituição, em 1997, da Política Nacional de Recursos Hídricos, o Brasil volta a possuir um instrumento de planejamento territorial, direcionado para o ordenamento do uso dos recursos hídricos. Pode-se indagar se será mais uma tentativa de planejamento fadada ao fracasso, como foram outras. Existem motivos para acreditar

que não. Em primeiro lugar, essa Política apresenta solução para a questão do financiamento de planos de recursos hídricos ao introduzir o instrumento da cobrança pelo uso do recurso hídrico, reduzindo, assim, a dependência de recursos públicos. Sem dúvida, a não execução dos planos concebidos no País deve-se, em grande parte, à interrupção na disponibilização de recursos, fato agravado pela crise fiscal do Estado brasileiro.

O segundo aspecto alvissareiro é a criação dos comitês de bacia, instância de poder deliberativo constituída de representantes de setores usuários, da sociedade civil e do Poder Público. Por esses comitês modifica-se a correlação de forças, antes centrada nas instâncias de Governo, trazendo para a bacia a arena política decisória sobre a aplicação dos recursos, a mediação de conflitos pelo uso da água e a definição das metas ambientais a serem atingidas, entre outras questões. Ademais, a existência de um colegiado deliberativo possibilita a construção democrática dos Planos de Recursos Hídricos, contrariamente à tendência de elaboração de planos de gabinete que, mesmo consistentes tecnicamente, não refletem as expectativas dos atores locais e, portanto, não possuem a legitimação necessária à sua implementação.

Esses aspectos, entre outros, são indicativos das potencialidades dos PRH como instrumento de planejamento. Se cumprirem seus objetivos, os PRH poderão contribuir para a emergência de novos modelos de planejamento regional no País.

2. ANTECEDENTES

A bacia do rio Paraíba do Sul, cuja localização é apresentada na [Figura 2.1](#), tem suscitado vários esforços de planejamento, alguns coroados de êxito e transformados em verdadeiros acordos, como o que regula a produção de energia elétrica na bacia e as vazões que devem ser asseguradas para o trecho desse rio a jusante da captação para o Complexo Hidrelétrico de Lajes, pertencente à Light Serviços de Eletricidade S.A. Dentre os vários planos que abarcam a bacia, por serem os mais recentes e, por isso, conterem informações pormenorizadas sobre a história do planejamento e do uso dos recursos hídricos, merecem destaque o Projeto Paraíba do Sul (Cooperação Brasil-França), o Projeto Qualidade das Águas e Controle da Poluição Hídrica (PQA) e o Projeto Preparatório para o Gerenciamento dos Recursos Hídricos do Paraíba do Sul.

Entretanto, a primeira iniciativa de alcance interestadual foi a criação do Comitê Executivo de Estudos Integrados da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul (CEEIVAP), no final da década de 1970. O CEEIVAP foi responsável pela execução de vários estudos, os Projetos Gerenciais, que propunham a implementação de ações multissetoriais destinadas à recuperação e ao gerenciamento da bacia.

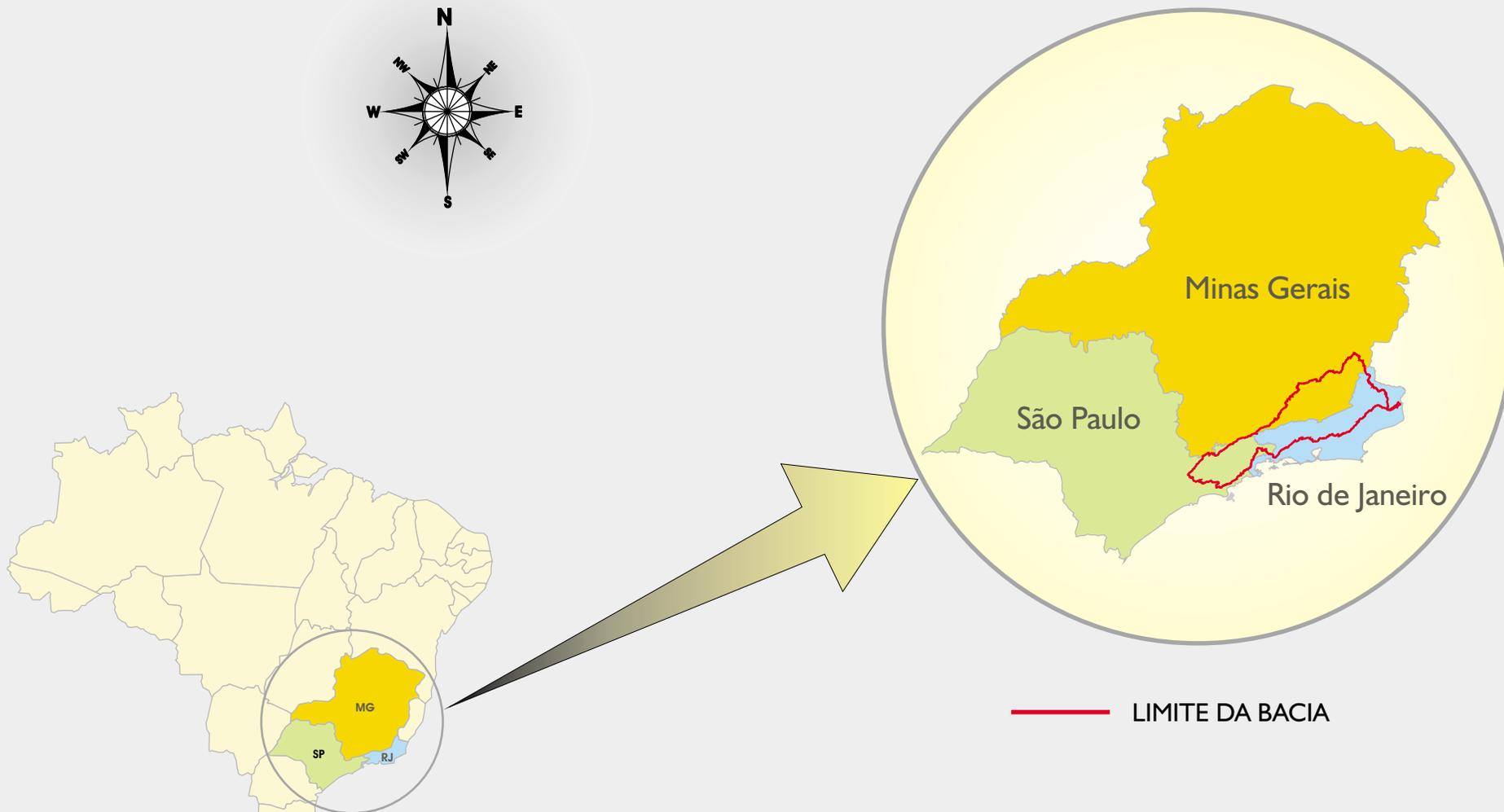
Apesar de contar com amparo legal, com base na Portaria Interministerial nº 90, promulgada conjuntamente pelos ministérios das Minas e Energia e do Interior em 1978, o CEEIVAP tinha função eminentemente consultiva, cuja finalidade era "sugerir às autoridades federais e estaduais medidas para a efetiva recuperação e proteção dos recursos naturais, objetivando harmonizar o desenvolvimento econômico, que aí ocorre, com as necessidades de preservação do ambiente, mormente dos recursos hídricos, indispensáveis à população e às atividades aí desenvolvidas".

Embora tenha sido importante a contribuição do CEEIVAP na identificação e proposição de ações para a recuperação da bacia, não houve suficiente apoio político para, de fato, implementar as medidas propostas.

Em 1992, em decorrência da experiência bem-sucedida da bacia do rio Doce, teve início a Cooperação Brasil-França para a bacia do rio Paraíba do Sul. Essa Cooperação, ao longo de sete anos, realizou amplo trabalho de atualização, aquisição e sistematização de dados relacionados aos recursos hídricos da bacia, sobretudo em matéria de qualidade da água e atividade industrial.

Em dezembro de 1996 foi criado, por decreto presidencial, o novo Comitê para Integração da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul (CEIVAP). Esse foi o primeiro passo no sentido da efetiva implantação de um novo modelo de gestão na bacia, fortalecido mediante a aprovação da Lei 9.433/97, que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos e criou o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, e das leis estaduais de recursos hídricos dos Estados de São Paulo, Rio de Janeiro e Minas Gerais, as quais ainda se encontram em fase de regulamentação.

Antes disso, porém, em junho de 1996, o Governo Federal celebrou convênios com os Estados do Rio de Janeiro e São Paulo, visando à elaboração de programas de investimentos para a recuperação ambiental da bacia no âmbito do PQA, da então Secretaria de Política Urbana do Ministério do Planejamento e Orçamento (SEPURB/MPO). O Estado de Minas Gerais, à época da celebração desses instrumentos, passava por uma reestruturação institucional e não foi possível celebrar o convênio. No entanto, o Programa de Investimentos referente ao trecho mineiro da



**LOCALIZAÇÃO DA BACIA DO RIO PARAÍBA DO SUL
FIGURA 2.1**

bacia foi elaborado posteriormente, como parte do Projeto Preparatório para o Gerenciamento dos Recursos Hídricos do Paraíba do Sul. Os estudos resultantes desses convênios começaram em janeiro de 1997 e foram concluídos em março de 1999.

O conjunto dos investimentos previstos nesses projetos para os três Estados, a serem implementados num período de 20 anos, foi estimado em R\$ 3,0 bilhões. No entanto, os estudos realizados demonstram que, mediante um eficiente sistema de gestão e se a cobrança pelo uso da água for introduzida na bacia, já a partir do quarto ano da cobrança os recursos gerados serão capazes de garantir a totalidade dos investimentos previstos.

Após a conclusão do PQA, a Secretaria de Recursos Hídricos do Ministério do Meio Ambiente (SRH/MMA), intermediada pela Agência Brasileira de Cooperação (ABC) do Ministério das Relações Exteriores, e o Banco Internacional para Reconstrução e Desenvolvimento (Banco Mundial), em articulação com os três Estados e o CEIVAP, decidiram executar, com recursos de um *Grant* do Governo japonês, o Projeto Preparatório para o Gerenciamento dos Recursos Hídricos do Paraíba do Sul (PPG).

Esse projeto, executado pelo Laboratório de Hidrologia e Estudos do Meio Ambiente da Coordenação dos Programas de Pós-Graduação em Engenharia da Universidade Federal do Rio de Janeiro (COPPE/UFRJ), foi coordenado pela SRH/MMA e administrado pela Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO). Contou com o estreito acompanhamento do CEIVAP, por meio de suas câmaras técnicas e seu Escritório Técnico. Seu objetivo central consistiu em elaborar o Projeto Inicial, iniciativa que abrange a execução de um conjunto de ações de natureza institucional voltadas para a consolidação da gestão dos recursos hídricos na bacia e, ainda, de algumas ações estruturais propostas no PQA, notadamente na área do saneamento ambiental, aprovado em reunião plenária do CEIVAP (Deliberação Nº 02/00), realizada em São José dos Campos, no dia 21/7/2000.

O Projeto Inicial, orçado em US\$ 40 milhões, seria, em princípio, parcialmente financiado pelo Banco Mundial (50%), sendo o restante atendido por recursos federais (aproximadamente 20%) e estaduais e municipais (também cerca de 30%). Contudo, diante das dificuldades existentes para a obtenção de novo financiamento externo, o Projeto Inicial deverá ser viabilizado a partir de recursos da cobrança pelo uso da água e de recursos orçamentário da Agência Nacional de Águas (ANA).

Ao final de 2000, ao instalar-se a ANA esse processo adquiriu nova dinâmica, com destaque na implantação da cobrança dos recursos hídricos, aprovada pelo CEIVAP para ter início já a partir de 2002 e, ainda, no lançamento do Programa Nacional de Despoluição de Bacias Hidrográficas, que permite o financiamento de até 50% do custo de implantação de estações de tratamento de esgoto (ETE), mediante a “compra” de esgoto tratado.

No tocante à experiência estadual em planejamento de recursos hídricos, São Paulo elaborou o seu primeiro Plano Estadual de Recursos Hídricos em 1991, aprovado por decreto, contendo um conjunto de diretrizes gerais. Encontra-se hoje no seu III Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERH), que deverá vigorar no período 2000-2003, organizado em três partes: Projeto de Lei, Situação dos Recursos Hídricos no Estado e Programa de Investimentos.

Quanto aos planos de bacia, São Paulo dispõe dos PQA e respectivos programas de investimentos para as bacias do Piracicaba-Capivari-Jundiá e do Paraíba do Sul. A

fim de apoiar o III PERH, todos os comitês de bacia hidrográfica (CBH) elaboraram o chamado Relatório Zero (Primeiro Relatório de Situação da Bacia, anterior ao I Plano de Recursos Hídricos da Bacia), e o CBH-PSM concluiu o Plano de Recursos Hídricos de nove bacias afluentes do rio Paraíba do Sul, o qual vigorará por quatro anos e será acompanhado por Relatórios de Situação.

Atualmente, Minas Gerais está elaborando uma série de planos de bacia, inclusive em rios federais, sendo que na bacia do São Francisco o plano corresponde apenas ao território mineiro. O Plano Estadual de Recursos Hídricos deverá ser elaborado com base nos planos de bacia e implementado mediante financiamento internacional, a ser contratado por meio da SRH/MMA.

O Rio de Janeiro aprovou sua Lei de Recursos Hídricos há menos de um ano e está procurando organizar o setor. Ainda não dispõe de seu Plano Estadual de Recursos Hídricos, em fase de preparação dos Termos de Referência para licitação, mas conta com o PQA da bacia do rio Paraíba do Sul para o trecho fluminense desse rio.

3. A BACIA HIDROGRÁFICA

3.1 Características Gerais da Bacia

Com uma área de drenagem de cerca de 55.500km², a bacia do rio Paraíba do Sul localiza-se na Região Sudeste entre os Estados de São Paulo (13.900km²), Minas Gerais (20.700km²) e Rio de Janeiro (20.900km²), conforme mostra o mapa político-administrativo da bacia, (Figura 3.1.1), apresentados na página seguinte

A bacia do Paraíba do Sul drena uma das regiões mais desenvolvidas do país, abrangendo parte do Estado de São Paulo, na região conhecida como Vale do Paraíba Paulista, parte do Estado de Minas Gerais, denominada Zona da Mata Mineira, e metade do Estado do Rio de Janeiro. Em toda essa extensão há atualmente 180 municípios, 36 dos quais estão parcialmente inseridos na bacia, distribuídos como mostra o mapa político -administrativo da bacia.

A população urbana total da bacia, segundo o Censo 2000, do IBGE, é 4.922.779 habitantes, sendo que desses, 2.142.397 vivem no Estado do Rio de Janeiro, 1.632.670 em Minas Gerais 1.147.712 em São Paulo. A tendência de concentração populacional nas áreas urbanas segue o mesmo padrão de outras regiões brasileiras e é um dos fatores responsáveis pelo aumento da poluição hídrica na bacia.

3.2 Cobertura Vegetal e Uso Atual do Solo

O capítulo II.2 “Modificações dos Padrões de Ocupação do Solo”, do Volume 2 deste PRH discorre sobre a cobertura vegetal e o uso atual do solo fornecendo, entre outras informações, dados para cada um dos municípios da bacia, da área ocupada por florestas, por campos e pastagens, por centros urbanos etc. De forma a possibilitar uma visão sintética do uso atual do solo é apresentada a Tabela 3.2 que procura sintetizar aquelas informações.

Tabela 3.2 - Ocupação e Uso Atual do solo

Cobertura Vegetal e Uso do Solo	Minas Gerais		Rio de Janeiro		São Paulo		Total Bacia PBSUL	
	hectares	%	hectares	%	hectares	%	hectares	%
Floresta Ombrófila	6.872	0,3	186.984	8,9	212.764	15,3	406.620	7,3
Floresta Estacional	100.644	4,9	89.252	4,3	4.600	0,3	194.496	3,5
Florestas	107.516	5,2	276.236	13,2	217.364	15,6	601.116	10,8
Vegetação Secundária	190.208	9,2	372.424	17,8	170.884	12,3	733.516	13,2
Campo/Pastagem	1.657.196	80,2	1.281.560	61,2	800.344	57,6	3.739.100	67,4
Área Agrícola	40.688	2,0	51.012	2,4	63.176	4,5	154.876	2,8
Reflorestamento	11.160	0,5	8.008	0,4	60.916	4,4	80.084	1,4
Área Urbana	7.900	0,4	22.328	1,1	35.736	2,6	65.964	1,2
Afloramento Rochoso	1.096	0,1	9.784	0,5	436	0,0	11.316	0,2
Área Não Sensoriada	39.452	1,9	45.848	2,2	2.912	0,2	88.212	1,6
Campos de Altitude	1.968	0,1	2.792	0,1	12.296	0,9	17.056	0,3
Mangue	-	-	500	0,0	-	-	500	0,0
Restinga	-	-	1.112	0,1	-	-	1.112	0,0
Água	2.412	0,1	14.808	0,7	23.220	1,7	41.936	0,8
Solo Exposto	364	0,0	5.456	0,3	1.576	0,1	7.396	0,1
Várzea	5.424	0,3	352	0,0	-	-	5.776	0,1
TOTAL	2.065.384	100,0	2.093.220	100,0	1.388.860	100,0	5.547.464	100,0

Municípios em Minas Gerais

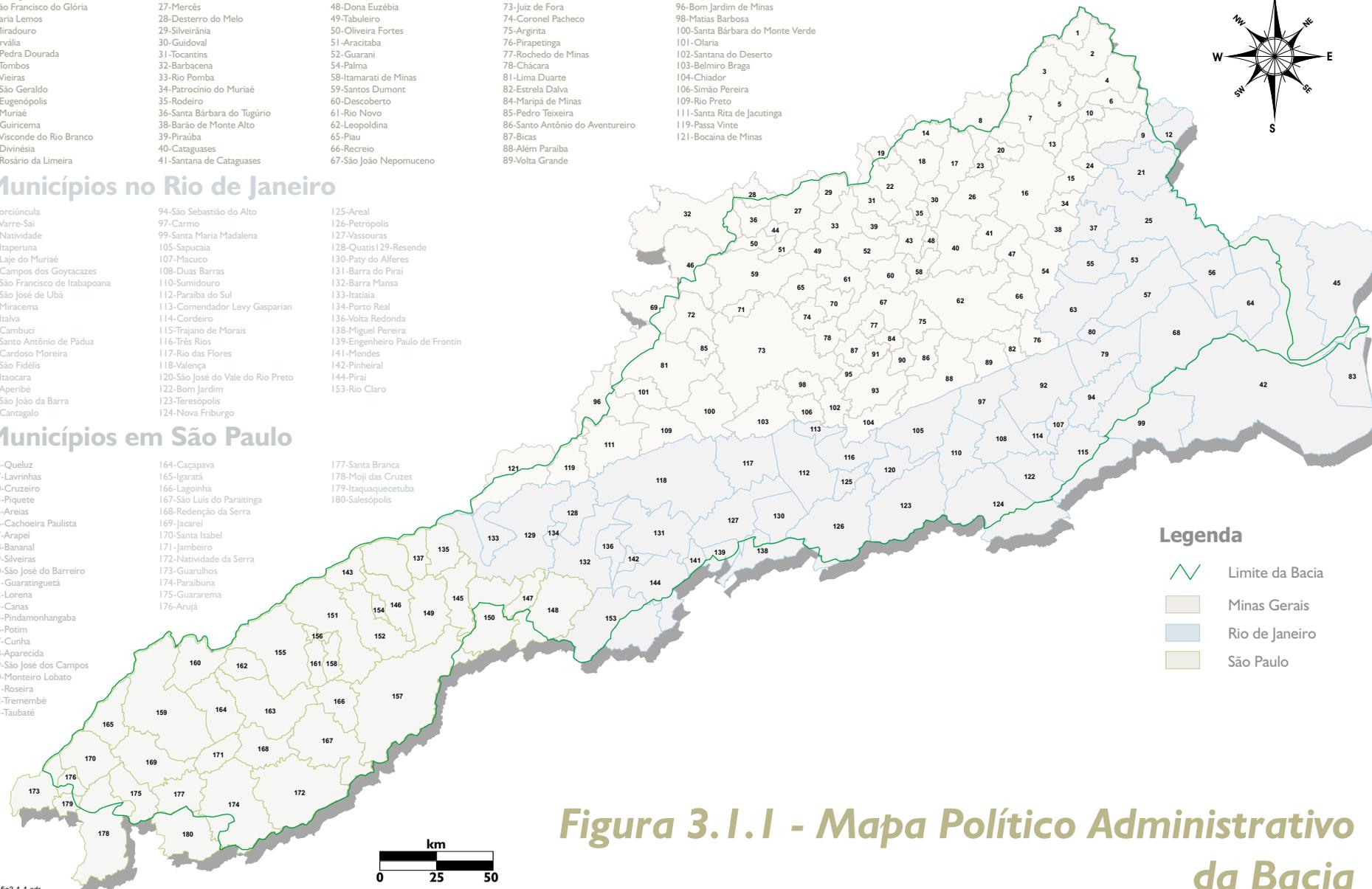
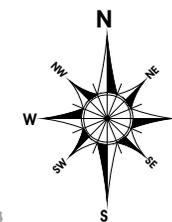
- | | | | | |
|---------------------------|-----------------------------------|------------------------|---------------------------------|----------------------------------|
| 1-Orizânia | 22-Ubatã | 43-Astolfo Dutra | 69-Santa Rita de Ibitipoca | 90-Senador Cortes |
| 2-Divino | 23-São Sebastião da Vargem Alegre | 44-Paiva | 70-Goianã | 91-Guarará |
| 3-Fervedouro | 24-Antônio Prado de Minas | 46-Antônio Carlos | 71-Evbank da Câmara | 93-Mar de Espanha |
| 4-Carangola | 26-Mirai | 47-Laranjal | 72-Bias Fortes | 95-Pequeri |
| 5-São Francisco do Glória | 27-Mercês | 48-Dona Euzébia | 73-Juiz de Fora | 96-Bom Jardim de Minas |
| 6-Faria Lemos | 28-Desterro do Melo | 49-Tabuleiro | 74-Coronel Pacheco | 98-Matias Barbosa |
| 7-Miradouro | 29-Silveirânia | 50-Oliveira Fortes | 75-Argirita | 100-Santa Bárbara do Monte Verde |
| 8-Ervália | 30-Guidoval | 51-Aracitaba | 76-Pirapetinga | 101-Olaría |
| 10-Pedra Dourada | 31-Tocantins | 52-Guarani | 77-Rochedo de Minas | 102-Santana do Deserto |
| 11-Tombos | 32-Barbacena | 54-Palma | 78-Chácara | 103-Belmiro Braga |
| 13-Vieiras | 33-Rio Pomba | 58-Itamarati de Minas | 81-Lima Duarte | 104-Cliador |
| 14-São Geraldo | 34-Patrocínio do Muriaé | 59-Santos Dumont | 82-Estrela Dalva | 106-Simão Pereira |
| 15-Eugenópolis | 35-Rodeiro | 60-Descoberto | 84-Maripá de Minas | 109-Rio Preto |
| 16-Muriaé | 36-Santa Bárbara do Tugúrio | 61-Rio Novo | 85-Pedro Teixeira | 111-Santa Rita de Jacutinga |
| 17-Guicema | 38-Barão de Monte Alto | 62-Leopoldina | 86-Santo Antônio do Aventureiro | 119-Passa Vinte |
| 18-Visconde do Rio Branco | 39-Piraúba | 65-Plau | 87-Bicas | 121-Bocaina de Minas |
| 19-Divinéia | 40-Cataguases | 66-Recreio | 88-Além Paraíba | |
| 20-Rosário da Limeira | 41-Santana de Cataguases | 67-São João Nepomuceno | 89-Volta Grande | |

Municípios no Rio de Janeiro

- | | | |
|--------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|
| 9-Porciúncula | 94-São Sebastião do Alto | 125-Areal |
| 12-Varre-Sai | 97-Carmo | 126-Petrópolis |
| 21-Natividade | 99-Santa Maria Madalena | 127-Vassouras |
| 25-Itaperuna | 105-Sapucaia | 128-Quatis 129-Resende |
| 37-Laje do Muriaé | 107-Macuco | 130-Paty do Alferes |
| 42-Campos dos Goytacazes | 108-Duas Barras | 131-Barra do Piraí |
| 45-São Francisco de Itabapoana | 110-Sumidouro | 132-Barra Mansa |
| 53-São José de Ubá | 112-Paraíba do Sul | 133-Itaízia |
| 55-Miracema | 113-Comendador Levy Gasparian | 134-Porto Real |
| 56-Italva | 114-Cordeiro | 136-Volta Redonda |
| 57-Cambuci | 115-Trajano de Moraes | 138-Miguel Pereira |
| 63-Santo Antônio de Pádua | 116-Três Rios | 139-Engenheiro Paulo de Frontin |
| 64-Cardoso Moreira | 117-Rio das Flores | 141-Mendes |
| 68-São Fidélis | 118-Valença | 142-Pinheiral |
| 79-Itaocara | 120-São José do Vale do Rio Preto | 144-Piraí |
| 80-Aperibé | 122-Bom Jardim | 153-Rio Claro |
| 83-São João da Barra | 123-Teresópolis | |
| 92-Cantagalo | 124-Nova Friburgo | |

Municípios em São Paulo

- | | | |
|--------------------------|----------------------------|---------------------|
| 135-Queluz | 164-Caçapava | 177-Santa Branca |
| 137-Lavrinas | 165-Igaratá | 178-Mojo das Cruzes |
| 140-Cruzeiro | 166-Lagoinha | 179-Itaquaquecetuba |
| 143-Piquete | 167-São Luís do Paraitinga | 180-Salesópolis |
| 145-Areias | 168-Redenção da Serra | |
| 146-Cachoeira Paulista | 169-Jacareí | |
| 147-Arapeí | 170-Santa Isabel | |
| 148-Bananal | 171-Jamboio | |
| 149-Silveiras | 172-Natividade da Serra | |
| 150-São José do Barreiro | 173-Guarulhos | |
| 151-Guaratinguetá | 174-Parabuna | |
| 152-Lorena | 175-Guararema | |
| 154-Canas | 176-Arujá | |
| 155-Pindamonhangaba | | |
| 156-Potim | | |
| 157-Cunha | | |
| 158-Aparecida | | |
| 159-São José dos Campos | | |
| 160-Monteiro Lobato | | |
| 161-Roseira | | |
| 162-Tremembé | | |
| 163-Taubaté | | |



Legenda

- Limite da Bacia
- Minas Gerais
- Rio de Janeiro
- São Paulo

Figura 3.1.1 - Mapa Político Administrativo da Bacia

3.3 Processos Erosivos

A erosão ocorre de modo generalizado na bacia do rio Paraíba do Sul, desde a sua forma menos visível (a chamada erosão laminar ou superficial) até processos mais intensos e de grande impacto visual e conseqüências socioambientais graves, como as voçorocas.

O problema da erosão na bacia tem sido registrado e alertado há décadas, mas pouco ou nada se fez até hoje para solucionar ou, ao menos, minimizar seus impactos. As iniciativas identificadas para enfrentá-lo são poucas, pontuais e sem continuidade. Muitos planos, programas e projetos, como os já formulados, desde 1998, no âmbito dos estudos e projetos realizados no Laboratório de Hidrologia e Estudos do Meio Ambiente da COPPE/UFRJ para o controle da erosão na bacia do Paraíba do Sul, acabam por ficar somente “no papel”, à espera de recursos financeiros e vontade política para serem implementados.

A dificuldade de enfrentamento do problema da erosão tem parte de suas causas na própria complexidade que lhe é peculiar, principalmente por ser um problema “difuso”, associado a outros problemas, culturalmente históricos, inclusive, mas em especial pelo caráter de “fundo perdido” das soluções normalmente necessárias, ou seja, as medidas preventivas ou corretivas de processos de erosão demandam recursos financeiros que dificilmente poderão trazer retorno de investimento.

Quando um fazendeiro desmata determinada área para pastagem, lavoura ou qualquer outro uso da terra sem tomar as medidas necessárias para evitar o desgaste do solo por erosão, isso significará, a médio ou longo prazo, depreciação de “capital natural”, que se refletirá na redução da lucratividade da produção. Para manter os níveis de produtividade de uma pastagem ou lavoura, o fazendeiro entende que deve repor as perdas por erosão da fertilidade do solo com adubação química ou orgânica, mas não se preocupa (a tempo) com a adoção de outras medidas que evitem a continuidade dos processos erosivos que, mais cedo ou mais tarde, inviabilizarão a produção. Nesse estágio, já não haverá recursos financeiros para recuperar o tempo perdido, a terra será abandonada, mas a erosão prosseguirá depreciando o capital natural da bacia.

Nas áreas urbanas, verifica-se processo semelhante, na medida em que as cidades vão crescendo sobre as encostas, sem critérios geotécnicos, até chegar à condição de consolidação de áreas de risco de deslizamentos de terra, situação em que os custos das obras de contenção necessárias para evitar graves acidentes são inviáveis para os cofres das administrações municipais. Nesse caso, está-se depreciando, a médio e longo prazo, a qualidade de vida dos cidadãos.

Processos de erosão, em área rural ou urbana, agravam problemas ao inundarem as várzeas dos rios, assoreados pelo constante aporte de sedimentos gerados nas áreas em erosão acelerada. Encostas desflorestadas sofrem um aumento de *runoff* (escoamento superficial) e uma diminuição de infiltração das águas pluviais para o lençol freático, resultando em redução da quantidade de água nos mananciais e mais carreamento de sólidos para o leito dos rios. Em área urbana, isso significa também mais lixo para dentro dos rios. Desse modo, o problema da erosão vai-se entrelaçando com os problemas de (ausência de) saneamento básico e planejamento urbano.

No diagnóstico do problema da erosão na bacia do rio Paraíba do Sul, procurou-se visualizar espacial e qualitativamente as condições de suscetibilidade ou vulnerabilidade à ocorrência de processos erosivos, no sentido de identificar áreas

mais críticas e, desse modo, estabelecer parâmetros para a aplicação de recursos na realização de ações de prevenção e controle. Considerando-se as dimensões da bacia, o estudo realizado ficou restrito ao uso de mapas temáticos já existentes, complementando-se as informações com verificações de campo e sobrevôos.

Em termos qualitativos, definiu-se uma escala relativa de classes de vulnerabilidade à erosão, variando de muito baixa a muito alta, aplicada para os fatores de relevo, solos, cobertura vegetal e uso do solo, isoladamente e de modo integrado, mediante o uso do *software ILWIS* de geoprocessamento. Para relevo e solos foram utilizados os mapas do Projeto Radambrasil e, para cobertura vegetal e uso do solo, os do GEROE. Nas Figuras 3.3.1 a 3.3.4 são apresentados os mapas temáticos elaborados, assim como o relativo à vulnerabilidade do meio físico à erosão. O estudo e os resultados completos, por área temática, encontram-se publicados no relatório “Estudo de Vulnerabilidade Ambiental” (GPS-RE-009-R0, Abril/2001), realizado no âmbito do Projeto PROAGUA – Fortalecimento Institucional, Fase III, Sistema de Gestão da Bacia do Rio Paraíba do Sul, disponível no Escritório Técnico do CEIVAP e na *home page* do Laboratório de Hidrologia e Estudos do Meio Ambiente da COPPE (<http://www.hidro.ufrj.br>).

Neste documento, estão apresentados somente os dados do cruzamento temático final, que resulta na visualização da condição de vulnerabilidade à erosão atual. Esses dados estão distribuídos por municípios (e respectivos estados) e por sub-bacias e podem ser visualizados nos mapas anexos, apresentados nas Figuras 3.3.5 e 3.3.6 (de vulnerabilidade atual à erosão), assim como nas tabelas apresentadas nos próximos subitens.

É importante destacar que, em função da escala de mapeamento (compatível com as dimensões da bacia e com o escopo do diagnóstico), cada classe de vulnerabilidade à erosão representa a condição predominante, podendo existir situações diferenciadas em cada região abrangida pela classe. Na análise integrada entre os temas, procedeu-se inicialmente ao cruzamento entre relevo e solos, definindo-se, assim, em que condições de meio físico a ação antrópica se desenvolve. O resultado final, ou seja, meio físico (relevo + solos) + cobertura vegetal e uso do solo, expressa, portanto, a condição de vulnerabilidade atual à erosão (dada pela data das imagens utilizadas no mapeamento de cobertura vegetal e uso do solo, que são aspectos variáveis no tempo).

Para a compreensão do resultado desses cruzamentos temáticos, visualizado nos mapas e expresso em área nas tabelas, deve-se considerar que as classes de muito alta e alta vulnerabilidade à erosão representam as situações mais críticas quanto ao conjunto de condições temáticas analisadas, ou seja, representam as áreas onde interagem situações que podem combinar relevos mais acidentados, solos mais erodíveis, cobertura vegetal mais rala e formas de uso da terra mais inadequadas.

A Tabela 3.3.1 a seguir reúne os valores totais encontrados para cada classe de vulnerabilidade à erosão, por Estado pertencente à bacia do rio Paraíba do Sul.

Municípios em Minas Gerais

- 1 - Orizânia
- 2 - Divino
- 3 - Fervedouro
- 4 - Carangola
- 5 - São Francisco do Glória
- 6 - Faria Lemos
- 7 - Miradouro
- 8 - Ervália
- 10 - Pedra Dourada
- 11 - Tombos
- 13 - Vieiras
- 14 - São Geraldo
- 15 - Eugênioópolis
- 16 - Muriaé
- 17 - Guiricema
- 18 - Visconde do Rio Branco
- 19 - Divinésia
- 20 - Rosário da Limeira

- 22 - Ubá
- 23 - São Sebastião da Vargem Alegre
- 24 - Antônio Prado de Minas
- 26 - Mirai
- 27 - Mercês
- 28 - Desterro do Melo
- 29 - Silveirânia
- 30 - Guidoval
- 31 - Tocantins
- 32 - Barbacena
- 33 - Rio Pomba
- 34 - Patrocínio do Muriaé
- 35 - Rodeiro
- 36 - Santa Bárbara do Tugúrio
- 38 - Barão de Monte Alto
- 39 - Piraúba
- 40 - Cataguases
- 41 - Santana de Cataguases

- 43 - Astolfo Dutra
- 44 - Paiva
- 46 - Antônio Carlos
- 47 - Laranjal
- 48 - Dona Euzébia
- 49 - Tabuleiro
- 50 - Oliveira Fortes
- 51 - Aracitaba
- 52 - Guarani
- 54 - Palma
- 58 - Itamarati de Minas
- 59 - Santos Dumont
- 60 - Descoberto
- 61 - Rio Novo
- 62 - Leopoldina
- 66 - Recreio
- 67 - São João Nepomuceno

- 69 - Santa Rita de Ibitipoca
- 70 - Goianá
- 71 - Ewbank da Câmara
- 72 - Bias Fortes
- 73 - Juiz de Fora
- 74 - Coronel Pacheco
- 75 - Argirita
- 76 - Pirapetinga
- 77 - Rochedo de Minas
- 78 - Chácara
- 81 - Lima Duarte
- 82 - Estrela Dalva
- 84 - Maripá de Minas
- 85 - Pedro Teixeira
- 86 - Santo Antônio do Aventureiro
- 87 - Bicas
- 88 - Além Paraíba
- 89 - Volta Grande

- 90 - Senador Cortes
- 91 - Guarará
- 93 - Mar de Espanha
- 95 - Pequeri
- 96 - Bom Jardim de Minas
- 98 - Matias Barbosa
- 100 - Santa Bárbara do Monte Verde
- 101 - Olaria
- 102 - Santana do Deserto
- 103 - Belmiro Braga
- 104 - Chiador
- 106 - Simão Pereira
- 109 - Rio Preto
- 111 - Santa Rita de Jacutinga
- 119 - Passa Vinte
- 121 - Bocaina de Minas

Municípios no Rio de Janeiro

- 9 - Porciúncula
- 12 - Varre-Sai
- 21 - Natividade
- 25 - Itaperuna
- 37 - Laje do Muriaé
- 42 - Campos dos Goytacazes
- 45 - São Francisco de Itabapoana
- 53 - São José de Ubá
- 55 - Miracema
- 56 - Itaiva
- 57 - Cambuci
- 63 - Santo Antônio de Pádua
- 64 - Cardoso Moreira
- 68 - São Fidélis
- 79 - Itaocara
- 80 - Aperibé
- 83 - São João da Barra
- 92 - Cantagalo

- 94 - São Sebastião do Alto
- 97 - Carmo
- 99 - Santa Maria Madalena
- 105 - Sapucaia
- 107 - Macuco
- 108 - Duas Barras
- 110 - Sumidouro
- 112 - Paraíba do Sul
- 113 - Comendador Levy Gasparian
- 114 - Cordeiro
- 115 - Trajano de Moraes
- 116 - Três Rios
- 117 - Rio das Flores
- 118 - Valença
- 120 - São José do Vale do Rio Preto
- 122 - Bom Jardim
- 123 - Teresópolis
- 124 - Nova Friburgo

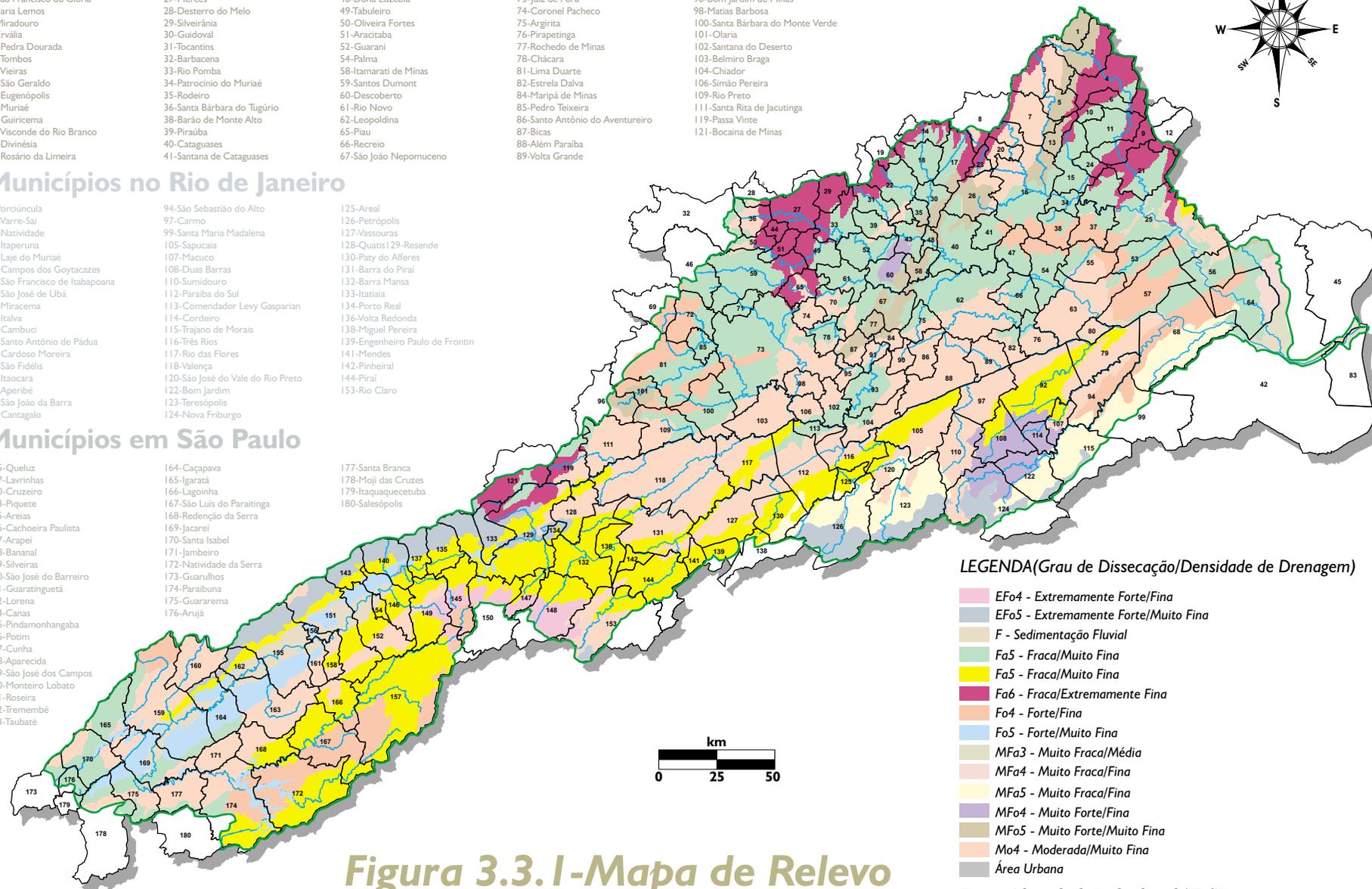
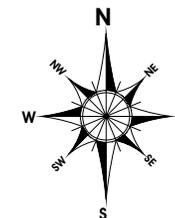
- 125 - Areal
- 126 - Petrópolis
- 127 - Vassouras
- 128 - Quatis 129 - Resende
- 130 - Paty do Alferes
- 131 - Barra do Pirai
- 132 - Barra Mansa
- 133 - Itaiaia
- 134 - Porto Real
- 136 - Volta Redonda
- 138 - Miguel Pereira
- 139 - Engenheiro Paulo de Frontin
- 141 - Mendes
- 142 - Pinheiral
- 144 - Pirai
- 153 - Rio Claro

Municípios em São Paulo

- 135 - Queluz
- 137 - Lavrinhas
- 140 - Cruzeiro
- 143 - Piquete
- 145 - Areias
- 146 - Cachoeira Paulista
- 147 - Arapeí
- 148 - Bananal
- 149 - Silveiras
- 150 - São José do Barreiro
- 151 - Guaratinguetá
- 152 - Lorena
- 154 - Canas
- 155 - Pindamonhangaba
- 156 - Potim
- 157 - Cunha
- 158 - Aparecida
- 159 - São José dos Campos
- 160 - Monteiro Lobato
- 161 - Roseira
- 162 - Tremembé
- 163 - Taubaté

- 164 - Caçapava
- 165 - Igaratá
- 166 - Lagoinha
- 167 - São Luís do Paraitinga
- 168 - Redenção da Serra
- 169 - Jacareí
- 170 - Santa Isabel
- 171 - Jambuí
- 172 - Natividade da Serra
- 173 - Guarulhos
- 174 - Paraíba
- 175 - Guararema
- 176 - Arujá

- 177 - Santa Branca
- 178 - Moji das Cruzes
- 179 - Itaquaquecetuba
- 180 - Salesópolis



LEGENDA (Grau de Dissecação/Densidade de Drenagem)

- EFo4 - Extremamente Forte/Fina
- EFo5 - Extremamente Forte/Muito Fina
- F - Sedimentação Fluvial
- Fa5 - Fraca/Muito Fina
- Fa5 - Fraca/Muito Fina
- Fa6 - Fraca/Extremamente Fina
- Fo4 - Forte/Fina
- Fo5 - Forte/Muito Fina
- MFa3 - Muito Fraca/Média
- MFa4 - Muito Fraca/Fina
- MFa5 - Muito Fraca/Fina
- MFo4 - Muito Forte/Fina
- MFo5 - Muito Forte/Muito Fina
- Mo4 - Moderada/Muito Fina
- Área Urbana

Fonte: Adaptado do Radambrasil / IBGE

Figura 3.3.1-Mapa de Relevo

Municípios em Minas Gerais

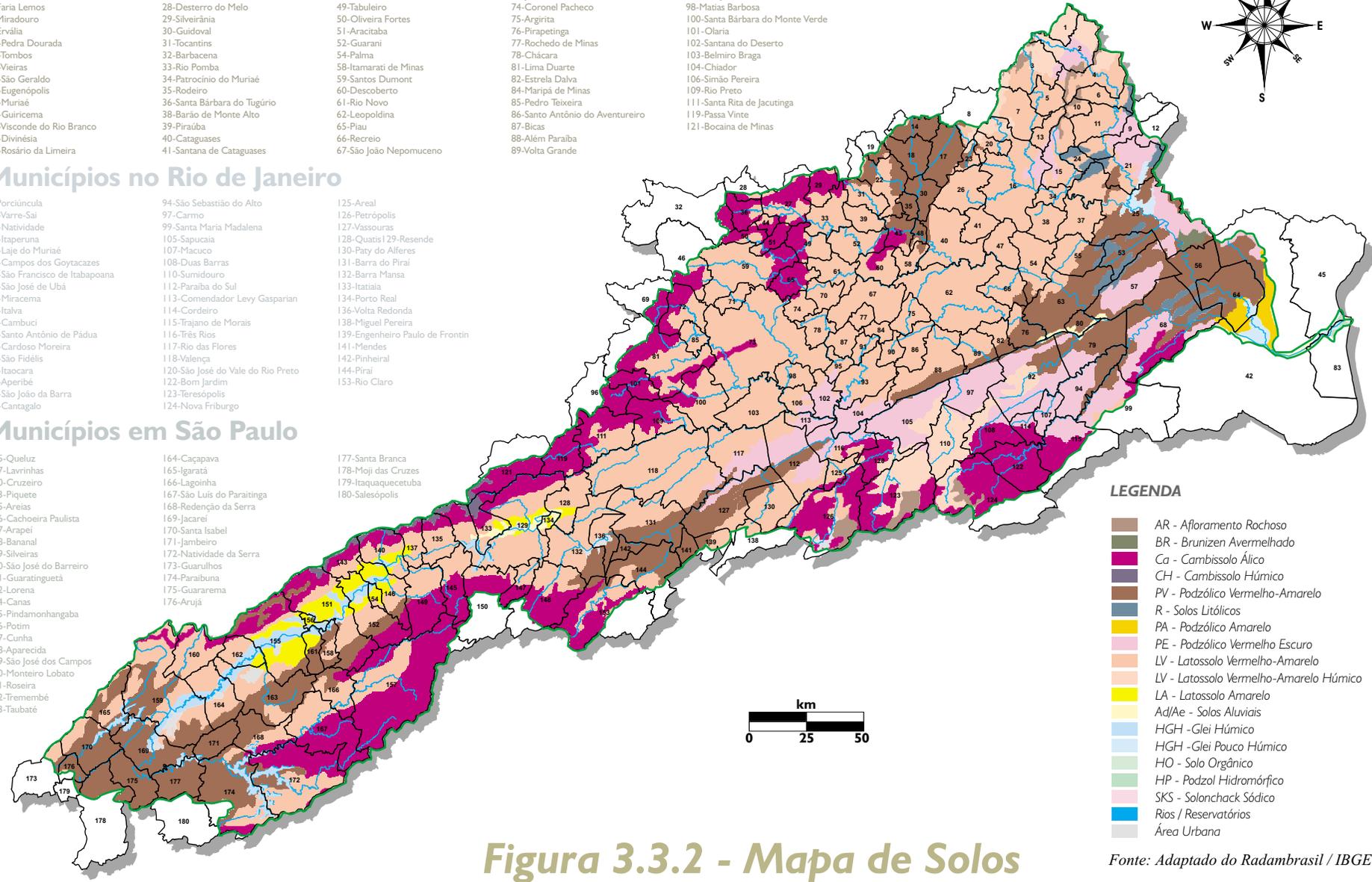
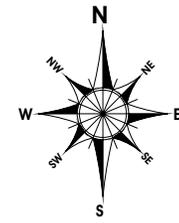
- | | | | | |
|---------------------------|-----------------------------------|------------------------|---------------------------------|----------------------------------|
| 1-Orizânia | 22-Ubá | 43-Astolfo Dutra | 69-Santa Rita de Ibitipoca | 90-Senador Cortes |
| 2-Divino | 23-São Sebastião da Vargem Alegre | 44-Paiva | 70-Goianá | 91-Guarará |
| 3-Farvedouro | 24-Antônio Prado de Minas | 46-Antônio Carlos | 71-Ewbank da Câmara | 93-Mar de Espanha |
| 4-Carangola | 26-Mirai | 47-Laranjal | 72-Bias Fortes | 95-Boquero |
| 5-São Francisco da Glória | 27-Mercês | 48-Dona Euzébia | 73-Juiz de Fora | 96-Bom Jardim de Minas |
| 6-Faria Lemos | 28-Desterro do Melo | 49-Tabuleiro | 74-Coronel Pacheco | 98-Matias Barbosa |
| 7-Miradouro | 29-Silveirânia | 50-Oliveira Fortes | 75-Argirita | 100-Santa Bárbara do Monte Verde |
| 8-Ervália | 30-Guidoal | 51-Aracitaba | 76-Pirapetinga | 101-Olaría |
| 10-Pedra Dourada | 31-Tocantins | 52-Guarani | 77-Rochedo de Minas | 102-Santana do Deserto |
| 11-Tombos | 32-Barbacena | 54-Palma | 78-Chácara | 103-Belmiro Braga |
| 13-Vieiras | 33-Rio Pomba | 58-Itamarati de Minas | 81-Lima Duarte | 104-Chiadour |
| 14-São Geraldo | 34-Patrocínio do Muriaé | 59-Santos Dumont | 82-Estrela Dalva | 106-Simão Pereira |
| 15-Eugenópolis | 35-Rodeiro | 60-Descoberto | 84-Mariá de Minas | 109-Rio Preto |
| 16-Muriae | 36-Santa Bárbara do Tugúrio | 61-Rio Novo | 85-Pedro Teixeira | 111-Santa Rita de Jacutinga |
| 17-Guicirema | 38-Barão de Monte Alto | 62-Leopoldina | 86-Santo Antônio do Aventureiro | 119-Passa Vinte |
| 18-Visconde do Rio Branco | 39-Piraúba | 65-Plau | 87-Bicas | 121-Bocaina de Minas |
| 19-Divinéia | 40-Cataguases | 66-Recreio | 88-Além Paraíba | |
| 20-Rosário da Limeira | 41-Santana de Cataguases | 67-São João Nepomuceno | 89-Volta Grande | |

Municípios no Rio de Janeiro

- | | | |
|--------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|
| 9-Porciúncula | 94-São Sebastião do Alto | 125-Areal |
| 12-Varre-Sai | 97-Carmo | 126-Petropolis |
| 21-Natividade | 99-Santa Maria Madalena | 127-Vassouras |
| 25-Itaperuna | 105-Sapucaia | 128-Quatis 129-Resende |
| 37-Laje do Muriaé | 107-Macuco | 130-Paty do Alferes |
| 42-Campos dos Goytacazes | 108-Duas Barras | 131-Barra do Pirai |
| 45-São Francisco de Itabapoana | 110-Sumidouro | 132-Barra Mansa |
| 53-São José de Ubá | 112-Paraíba do Sul | 133-Itaúia |
| 55-Miracema | 113-Comendador Levy Gasparian | 134-Porto Real |
| 56-Italva | 114-Cordeiro | 136-Volta Redonda |
| 57-Cambuci | 115-Trajano de Moraes | 138-Miguel Pereira |
| 63-Santo Antônio de Pádua | 116-Três Rios | 139-Engenheiro Paulo de Frontin |
| 64-Cardoso Moreira | 117-Rio das Flores | 141-Mendes |
| 68-São Fidélis | 118-Valença | 142-Pinheiral |
| 79-Itaocara | 120-São José do Vale do Rio Preto | 144-Pirai |
| 80-Aperibé | 122-Bom Jardim | |
| 83-São João da Barra | 123-Teresópolis | |
| 92-Cantagalo | 124-Nova Friburgo | |

Municípios em São Paulo

- | | | |
|--------------------------|----------------------------|---------------------|
| 135-Queluz | 164-Caçapava | 177-Santa Branca |
| 137-Lavrinhas | 165-Igaratá | 178-Moju das Cruzes |
| 140-Cruzeiro | 166-Lagoinha | 179-Itaquaquecetuba |
| 143-Piquete | 167-São Luis do Paraitinga | 180-Salesópolis |
| 145-Areias | 168-Redenção da Serra | |
| 146-Cachoeira Paulista | 169-Jacaré | |
| 147-Arapeí | 170-Santa Isabel | |
| 148-Bananal | 171-Jambelero | |
| 149-Silveiras | 172-Natividade da Serra | |
| 150-São José do Barreiro | 173-Guarulhos | |
| 151-Guaratinguetá | 174-Parauluna | |
| 152-Lorena | 175-Guararema | |
| 154-Canas | 176-Arujá | |
| 155-Pindamonhangaba | | |
| 156-Potim | | |
| 157-Cunha | | |
| 158-Aparecida | | |
| 159-São José dos Campos | | |
| 160-Monteiro Lobato | | |
| 161-Roseira | | |
| 162-Tremembé | | |
| 163-Taubaté | | |



LEGENDA

- AR - Afloramento Rochoso
- BR - Brunizen Avermelhado
- Ca - Cambissolo Álico
- CH - Cambissolo Húmico
- PV - Podzólio Vermelho-Amarelo
- R - Solos Litólicos
- PA - Podzólio Amarelo
- PE - Podzólio Vermelho Escuro
- LV - Latossolo Vermelho-Amarelo
- LA - Latossolo Amarelo
- Ad/Ae - Solos Aluviais
- HGH - Glei Húmico
- HGH - Glei Pouco Húmico
- HO - Solo Orgânico
- HP - Podzol Hidromórfico
- SKS - Solonchack Sódico
- Rios / Reservatórios
- Área Urbana

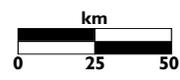


Figura 3.3.2 - Mapa de Solos

Fonte: Adaptado do Radambrasil / IBGE

LABORATORIO DE HIDROLOGIA DA COPPE/URJ

Municípios em Minas Gerais

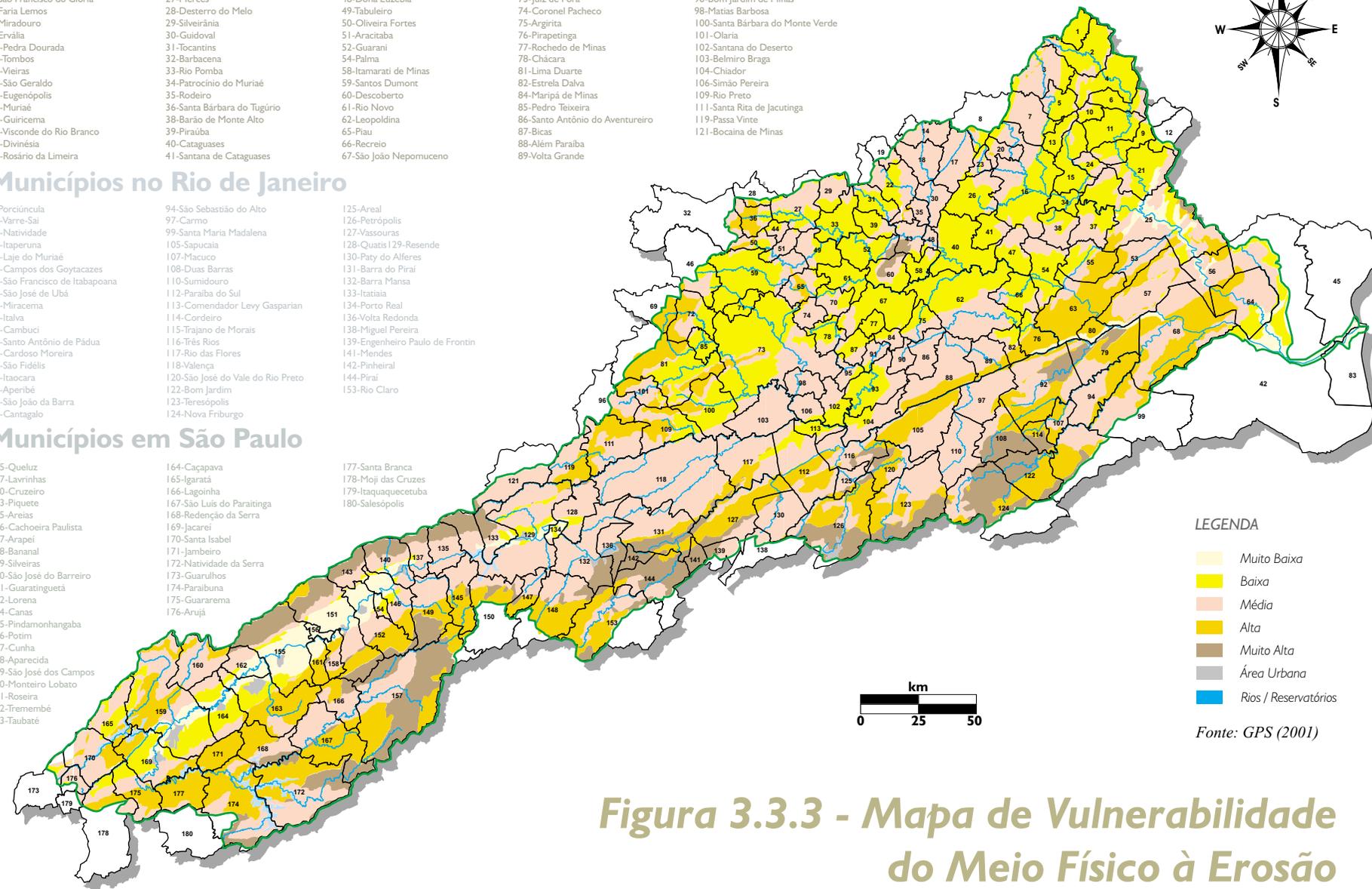
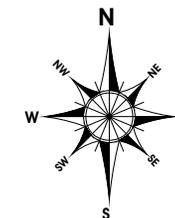
- | | | | | |
|---------------------------|-----------------------------------|------------------------|---------------------------------|----------------------------------|
| 1-Orizânia | 22-Ubá | 43-Astolfo Dutra | 69-Santa Rita de Ibitipoca | 90-Senador Cortes |
| 2-Divino | 23-São Sebastião da Vargem Alegre | 44-Paiva | 70-Goianá | 91-Guarará |
| 3-Fervedouro | 24-Antônio Prado de Minas | 46-Antônio Carlos | 71-Ewbank da Câmara | 93-Mar de Espanha |
| 4-Carangola | 26-Miral | 47-Laranjal | 72-Bias Fortes | 95-Pequeri |
| 5-São Francisco do Glória | 27-Mercês | 48-Dona Euzébia | 73-Juiz de Fora | 96-Bom Jardim de Minas |
| 6-Faria Lemos | 28-Desterro do Melo | 49-Tabuleiro | 74-Coronel Pacheco | 98-Matias Barbosa |
| 7-Miradouro | 29-Silveirânia | 50-Oliveira Fortes | 75-Argirita | 100-Santa Bárbara do Monte Verde |
| 8-Ervália | 30-Guidoval | 51-Aracatuba | 76-Pirapetinga | 101-Olaría |
| 10-Pedra Dourada | 31-Tocantins | 52-Guarani | 77-Rochedo de Minas | 102-Santana do Deserto |
| 11-Tombos | 32-Barbacena | 54-Palma | 78-Chacara | 103-Belmiro Braga |
| 13-Yeiras | 33-Rio Pomba | 58-Itamarati de Minas | 81-Lima Duarte | 104-Chiador |
| 14-São Geraldo | 34-Patrocínio do Muriaé | 59-Santos Dumont | 82-Estrela Dalva | 106-Simão Pereira |
| 15-Eugenópolis | 35-Rodeiro | 60-Descoberto | 84-Mariép de Minas | 109-Rio Preto |
| 16-Muriáe | 36-Santa Bárbara do Tugúrio | 61-Rio Novo | 85-Pedro Teixeira | 111-Santa Rita de Jacutinga |
| 17-Guicema | 38-Barão de Monte Alto | 62-Leopoldina | 86-Santo Antônio do Aventureiro | 119-Passa Vinte |
| 18-Visconde do Rio Branco | 39-Piraúba | 65-Plau | 87-Bicas | 121-Bocaina de Minas |
| 19-Divinéia | 40-Cataguases | 66-Recreio | 88-Além Paraíba | |
| 20-Rosário da Limeira | 41-Santana de Cataguases | 67-São João Nepomuceno | 89-Volta Grande | |

Municípios no Rio de Janeiro

- | | | |
|--------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|
| 9-Porciúncula | 94-São Sebastião do Alto | 125-Areal |
| 12-Varre-Sai | 97-Carmo | 126-Petrópolis |
| 21-Natividade | 99-Santa Maria Madalena | 127-Vassouras |
| 25-Itaperuna | 105-Sapucaia | 128-Quatis 129-Resende |
| 37-Laje do Muriaé | 107-Macuco | 130-Paty do Alferes |
| 42-Campos dos Goytacazes | 108-Duas Barras | 131-Barra do Pirai |
| 45-São Francisco de Itabapoana | 110-Sumidouro | 132-Barra Mansa |
| 53-São José de Ubá | 112-Paraíba do Sul | 133-Itaitiaia |
| 55-Miracema | 113-Comendador Levy Gasparian | 134-Porto Real |
| 56-Italva | 114-Cordeiro | 136-Volta Redonda |
| 57-Cambuci | 115-Trajano de Moraes | 138-Miguel Pereira |
| 63-Santo Antônio de Pádua | 116-Três Rios | 139-Engenheiro Paulo de Frontin |
| 64-Cardoso Moreira | 117-Rio das Flores | 141-Mendes |
| 68-São Fidélis | 118-Valença | 142-Pinheiral |
| 79-Itaocara | 120-São José do Vale do Rio Preto | 144-Pirai |
| 80-Aperibé | 122-Bom Jardim | 153-Rio Claro |
| 83-São João da Barra | 123-Teresópolis | |
| 92-Cantagalo | 124-Nova Friburgo | |

Municípios em São Paulo

- | | | |
|--------------------------|----------------------------|---------------------|
| 135-Queluz | 164-Caçapava | 177-Santa Branca |
| 137-Lavrinhas | 165-Igaratá | 178-Moju das Cruzes |
| 140-Cruzeiro | 166-Lagoinha | 179-Itaquaquecetuba |
| 143-Piquete | 167-São Luis do Paraitinga | 180-Salesópolis |
| 145-Areias | 168-Redenção da Serra | |
| 146-Cachoeira Paulista | 169-Jacareí | |
| 147-Arapé | 170-Santa Isabel | |
| 148-Bananal | 171-Jambeiro | |
| 149-Silveiras | 172-Natividade da Serra | |
| 150-São José do Barreiro | 173-Guarulhos | |
| 151-Guaratinguetá | 174-Paralubna | |
| 152-Lorena | 175-Guararema | |
| 154-Canas | 176-Arujá | |
| 155-Pindamonhangaba | | |
| 156-Potim | | |
| 157-Cunha | | |
| 158-Aparecida | | |
| 159-São José dos Campos | | |
| 160-Monteiro Lobato | | |
| 161-Roseira | | |
| 162-Tramembé | | |
| 163-Taubaté | | |



LEGENDA

- Muito Baixa
- Baixa
- Média
- Alta
- Muito Alta
- Área Urbana
- Rios / Reservatórios

Fonte: GPS (2001)

Figura 3.3.3 - Mapa de Vulnerabilidade do Meio Físico à Erosão

Municípios em Minas Gerais

- | | | | | |
|---------------------------|-----------------------------------|------------------------|---------------------------------|----------------------------------|
| 1-Orizânia | 22-Ubá | 43-Astolfo Dutra | 69-Santa Rita de Ibitipoca | 90-Senador Cortes |
| 2-Divino | 23-São Sebastião da Vargem Alegre | 44-Paiva | 70-Goianá | 91-Guarará |
| 3-Farvedouro | 24-Antônio Prado de Minas | 46-Antônio Carlos | 71-Ewbank da Câmara | 93-Mar de Espanha |
| 4-Carangola | 26-Miraflores | 47-Laranjal | 72-Bias Fortes | 95-Pequeri |
| 5-São Francisco do Glória | 27-Mercês | 48-Dona Euzébia | 73-Juiz de Fora | 96-Bom Jardim de Minas |
| 6-Faria Lemos | 28-Desterro do Melo | 49-Tabuleiro | 74-Coronel Pacheco | 98-Matias Barbosa |
| 7-Miradouro | 29-Silveirânia | 50-Oliveira Fortes | 75-Argirita | 100-Santa Bárbara do Monte Verde |
| 8-Ervália | 30-Guidoval | 51-Aracitaba | 76-Pirapetinga | 101-Olaría |
| 10-Pedra Dourada | 31-Tocantins | 52-Guarani | 77-Rochedo de Minas | 102-Santana do Deserto |
| 11-Tombos | 32-Barbacena | 54-Palma | 78-Chácara | 103-Belmiro Braga |
| 13-Vieiras | 33-Rio Pomba | 58-Itamarati de Minas | 81-Lima Duarte | 104-Chiadour |
| 14-São Geraldo | 34-Patrocínio do Muriaé | 59-Santos Dumont | 82-Estrela Dalva | 106-Simão Pereira |
| 15-Eugenópolis | 35-Rodeiro | 60-Descoberto | 84-Maripá de Minas | 109-Rio Preto |
| 16-Muriae | 36-Santa Bárbara do Tugúrio | 61-Rio Novo | 85-Pedro Teixeira | 111-Santa Rita de Jacutinga |
| 17-Guicirema | 38-Barão de Monte Alto | 62-Leopoldina | 86-Santo Antônio do Aventureiro | 119-Passa Vinte |
| 18-Visconde do Rio Branco | 39-Piraúba | 65-Plau | 87-Bicas | 121-Bocaina de Minas |
| 19-Divinésia | 40-Cataguases | 66-Recreio | 88-Além Paraíba | |
| 20-Rosário da Limeira | 41-Santana de Cataguases | 67-São João Nepomuceno | 89-Volta Grande | |

Municípios no Rio de Janeiro

- | | | |
|--------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|
| 9-Porciúncula | 94-São Sebastião do Alto | 125-Areal |
| 12-Varre-Sai | 97-Carmo | 126-Petropolis |
| 21-Natividade | 99-Santa Maria Madalena | 127-Vassouras |
| 25-Itaperuna | 105-Sapucaia | 128-Quatis 129-Resende |
| 37-Laje do Muriaé | 107-Macuco | 130-Paty do Alferes |
| 42-Campos dos Goytacazes | 108-Duas Barras | 131-Barra do Piraí |
| 45-São Francisco de Itabapoana | 110-Sumidouro | 132-Barra Mansa |
| 53-São José de Ubá | 112-Paraíba do Sul | 133-Itaiaia |
| 55-Miracema | 113-Comendador Levy Gasparian | 134-Porto Real |
| 56-Italva | 114-Cordeiro | 136-Volta Redonda |
| 57-Cambuci | 115-Trajano de Moraes | 138-Miguel Pereira |
| 63-Santo Antônio de Pádua | 116-Três Rios | 139-Engenheiro Paulo de Frontin |
| 64-Cardoso Moreira | 117-Rio das Flores | 141-Mendes |
| 68-São Fidélis | 118-Valença | 142-Pinheiral |
| 79-Itaocara | 120-São José do Vale do Rio Preto | 144-Piraí |
| 80-Aperibé | 122-Bom Jardim | 153-Rio Claro |
| 83-São João da Barra | 123-Teresópolis | |
| 92-Cantagalo | 124-Nova Friburgo | |

Municípios em São Paulo

- | | | |
|--------------------------|----------------------------|---------------------|
| 135-Queluz | 164-Caçapava | 177-Santa Branca |
| 137-Lavrinhas | 165-Igaratá | 178-Mojo das Cruzes |
| 140-Cruzeiro | 166-Lagoinha | 179-Itaquaquecetuba |
| 143-Piquete | 167-São Luis do Paraitinga | 180-Salesópolis |
| 145-Areias | 168-Redenção da Serra | |
| 146-Cachoeira Paulista | 169-Jacareí | |
| 147-Arapeí | 170-Santa Isabel | |
| 148-Bananal | 171-Jambelero | |
| 149-Silveiras | 172-Natividade da Serra | |
| 150-São José do Barreiro | 173-Guarulhos | |
| 151-Guaratinguetá | 174-Paralimna | |
| 152-Lorena | 175-Guararema | |
| 154-Canas | 176-Arujá | |
| 155-Pindamonhangaba | | |
| 156-Potim | | |
| 157-Cunha | | |
| 158-Aparecida | | |
| 159-São José dos Campos | | |
| 160-Monteiro Lobato | | |
| 161-Roseira | | |
| 162-Tremembé | | |
| 163-Taubaté | | |

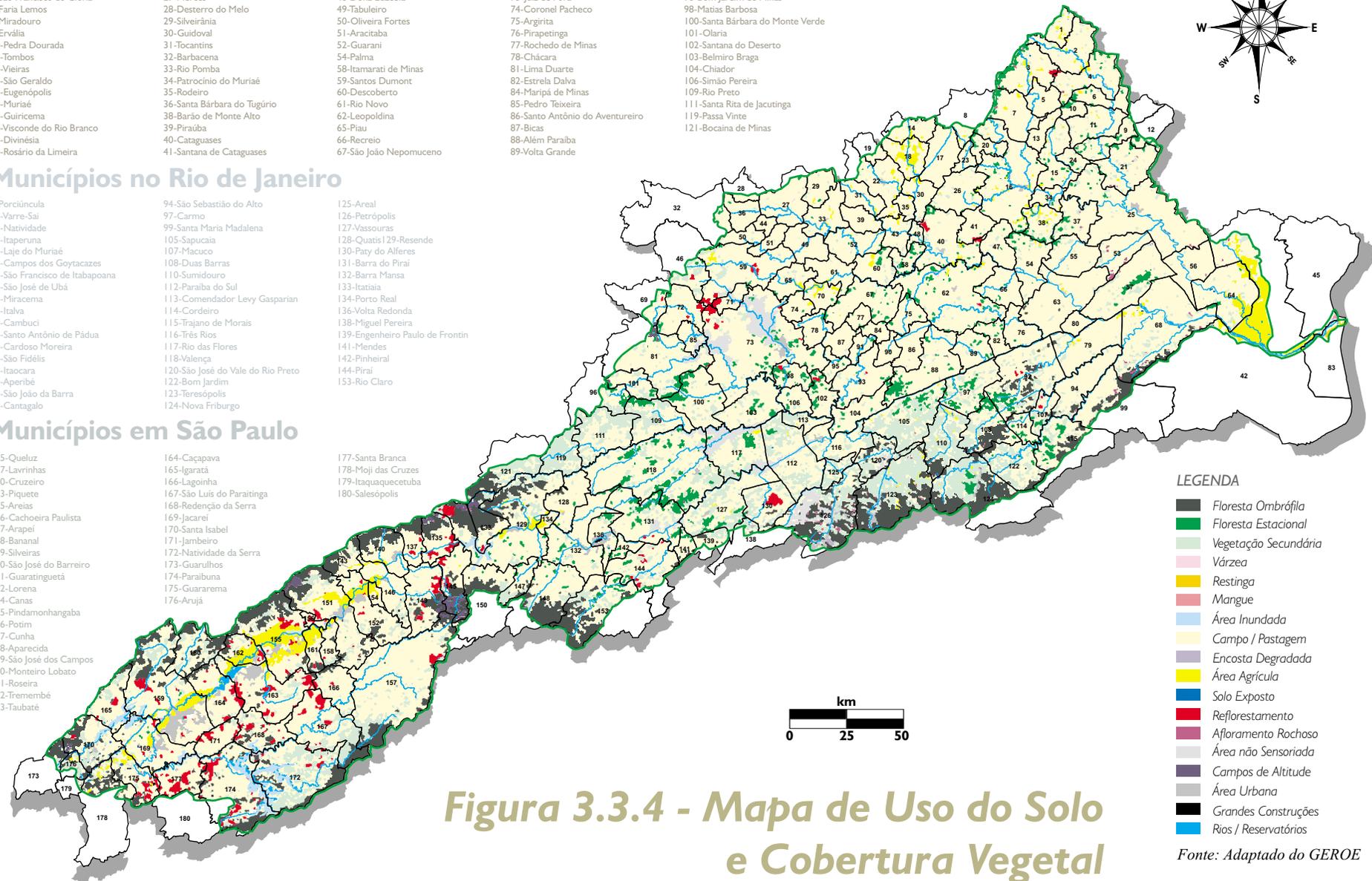
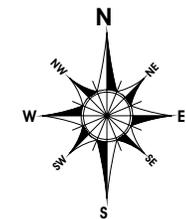


Figura 3.3.4 - Mapa de Uso do Solo e Cobertura Vegetal

Fonte: Adaptado do GEROE

Municípios em Minas Gerais

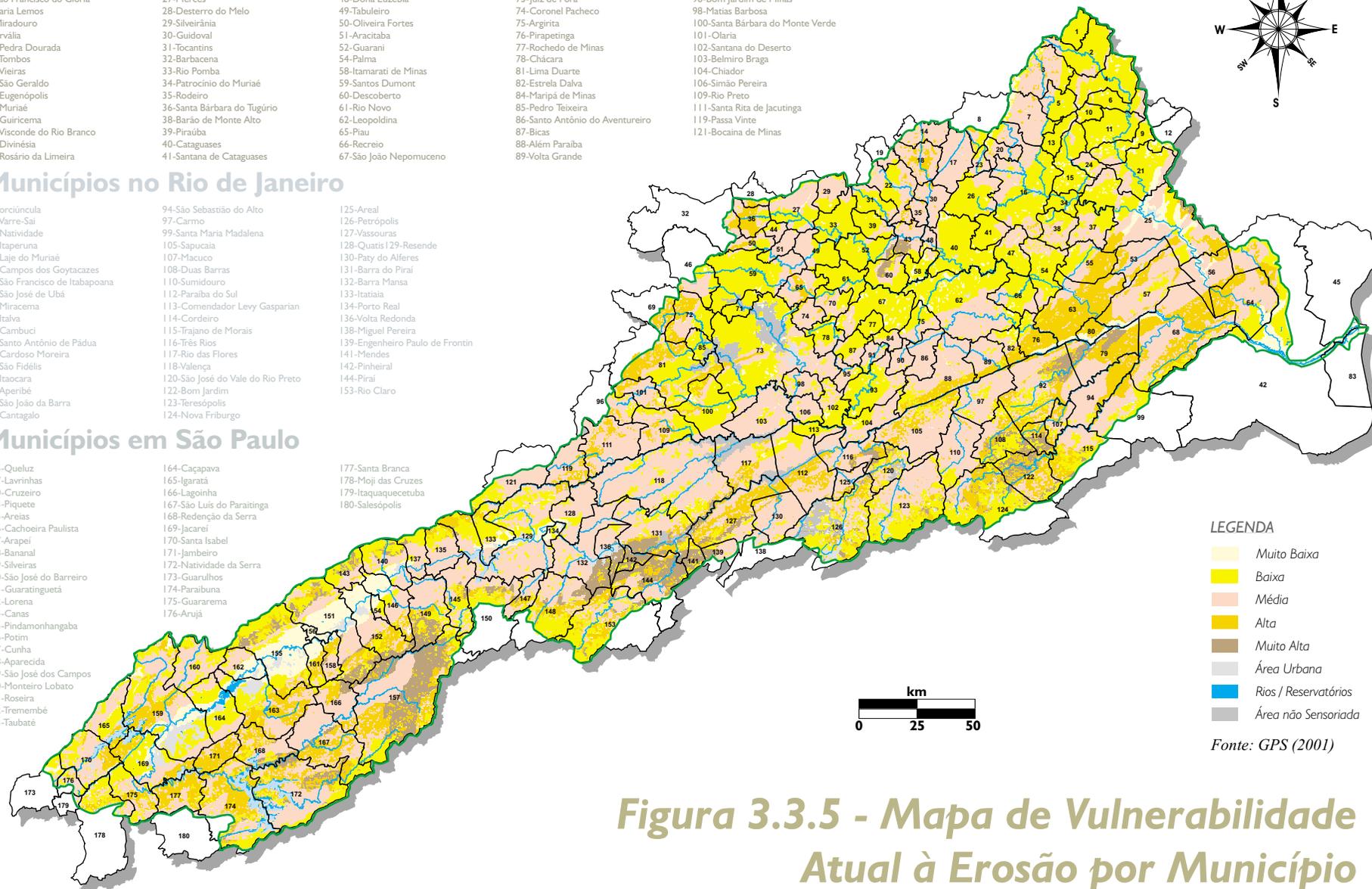
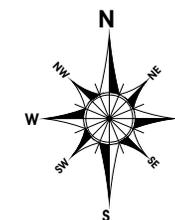
- | | | | | |
|---------------------------|-----------------------------------|------------------------|---------------------------------|----------------------------------|
| 1-Orizânia | 22-Ubá | 43-Atolfo Dutra | 69-Santa Rita de Ibitipoca | 90-Senador Cortes |
| 2-Divino | 23-São Sebastião da Vargem Alegre | 44-Paiva | 70-Goianá | 91-Guarará |
| 3-Fervedouro | 24-Antônio Prado de Minas | 46-Antônio Carlos | 71-Ewbank da Câmara | 93-Mar de Espanha |
| 4-Carangola | 26-Miral | 47-Laranjal | 72-Bias Fortes | 95-Pequeri |
| 5-São Francisco do Glória | 27-Mercês | 48-Dona Euzébia | 73-Juiz de Fora | 96-Bom Jardim de Minas |
| 6-Faria Lemos | 28-Desterro do Melo | 49-Tabuleiro | 74-Coronel Pacheco | 98-Matias Barbosa |
| 7-Miradouro | 29-Silveirânia | 50-Oliveira Fortes | 75-Argirita | 100-Santa Bárbara do Monte Verde |
| 8-Ervália | 30-Guidoal | 51-Aracitaba | 76-Pirapetinga | 101-Olaría |
| 10-Pedra Dourada | 31-Tocantins | 52-Guarani | 77-Rochedo de Minas | 102-Santana do Deserto |
| 11-Tombos | 32-Barbacena | 54-Palma | 78-Chacara | 103-Belmiro Braga |
| 13-Yeiras | 33-Rio Pomba | 58-Itamarati de Minas | 81-Lima Duarte | 104-Chiador |
| 14-São Geraldo | 34-Patrocínio do Muriaé | 59-Santos Dumont | 82-Estrela Dalva | 106-Simão Pereira |
| 15-Eugenópolis | 35-Rodeiro | 60-Descoberto | 84-Maripá de Minas | 109-Rio Preto |
| 16-Muriáe | 36-Santa Bárbara do Tugúrio | 61-Rio Novo | 85-Pedro Teixeira | 111-Santa Rita de Jacutinga |
| 17-Guicema | 38-Barão de Monte Alto | 62-Leopoldina | 86-Santo Antônio do Aventureiro | 119-Passa Vinte |
| 18-Visconde do Rio Branco | 39-Piraúba | 65-Plau | 87-Bicas | 121-Bocaina de Minas |
| 19-Divinésia | 40-Cataguases | 66-Recreio | 88-Além Paraíba | |
| 20-Rosário da Limeira | 41-Santana de Cataguases | 67-São João Nepomuceno | 89-Volta Grande | |

Municípios no Rio de Janeiro

- | | | |
|--------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|
| 9-Porciúncula | 94-São Sebastião do Alto | 125-Areal |
| 12-Varre-Sai | 97-Carmo | 126-Petrópolis |
| 21-Natividade | 99-Santa Maria Madalena | 127-Vassouras |
| 25-Itaperuna | 105-Sapucaia | 128-Quatis 129-Resende |
| 37-Laje do Muriaé | 107-Macuco | 130-Paty do Alferes |
| 42-Campos dos Goytacazes | 108-Duas Barras | 131-Barra do Pirai |
| 45-São Francisco de Itabapoana | 110-Sumidouro | 132-Barra Mansa |
| 53-São José de Ubá | 112-Paraíba do Sul | 133-Itaitia |
| 55-Miracema | 113-Comendador Levy Gasparian | 134-Porto Real |
| 56-Italva | 114-Cordeiro | 136-Volta Redonda |
| 57-Cambuci | 115-Trajano de Moraes | 138-Miguel Pereira |
| 63-Santo Antônio de Pádua | 116-Três Rios | 139-Engenheiro Paulo de Frontin |
| 64-Cardoso Moreira | 117-Rio das Flores | 141-Mendes |
| 68-São Fidélis | 118-Valença | 142-Pinheiral |
| 79-Itaocara | 120-São José do Vale do Rio Preto | 144-Pirai |
| 80-Aperibé | 122-Bom Jardim | 153-Rio Claro |
| 83-São João da Barra | 123-Teresópolis | |
| 92-Cantagalo | 124-Nova Friburgo | |

Municípios em São Paulo

- | | | |
|--------------------------|----------------------------|---------------------|
| 135-Queluz | 164-Caçapava | 177-Santa Branca |
| 137-Lavrinhas | 165-Igaratá | 178-Moju das Cruzes |
| 140-Cruzeiro | 166-Lagoinha | 179-Itaquaquecetuba |
| 143-Piquete | 167-São Luis do Paraitinga | 180-Salesópolis |
| 145-Areias | 168-Redenção da Serra | |
| 146-Cachoeira Paulista | 169-Jacaré | |
| 147-Arapé | 170-Santa Isabel | |
| 148-Bananal | 171-Jamboiro | |
| 149-Silveiras | 172-Natividade da Serra | |
| 150-São José do Barreiro | 173-Guarulhos | |
| 151-Guaratinguetá | 174-Paralubna | |
| 152-Lorena | 175-Guararema | |
| 154-Canas | 176-Arujá | |
| 155-Pindamonhangaba | | |
| 156-Potim | | |
| 157-Cunha | | |
| 158-Aparecida | | |
| 159-São José dos Campos | | |
| 160-Monteiro Lobato | | |
| 161-Roseira | | |
| 162-Tramembé | | |
| 163-Taubaté | | |



LEGENDA

- Muito Baixa
- Baixa
- Média
- Alta
- Muito Alta
- Área Urbana
- Rios / Reservatórios
- Área não Sensoriada

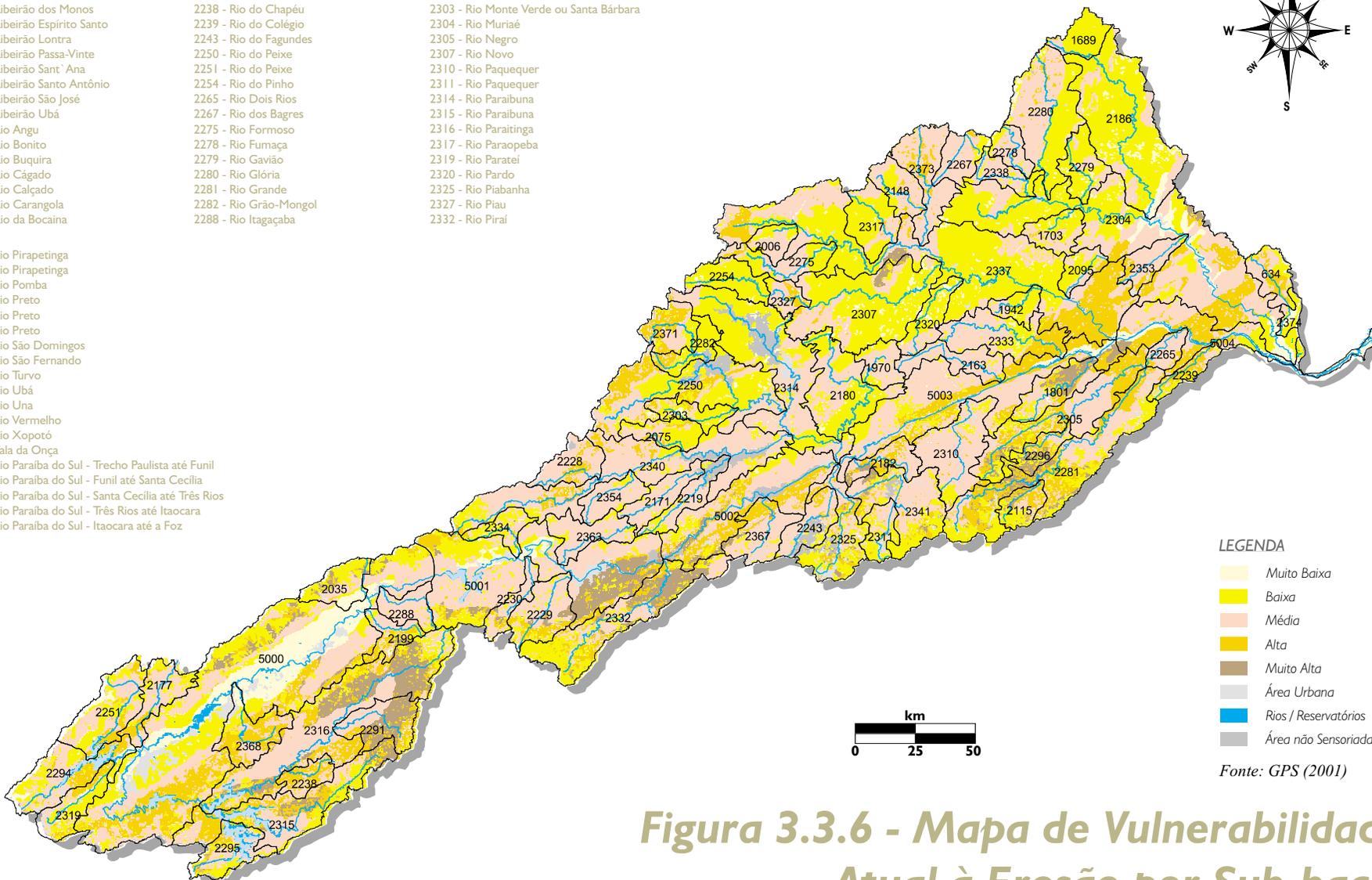
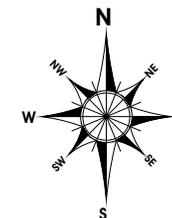
Fonte: GPS (2001)

Figura 3.3.5 - Mapa de Vulnerabilidade Atual à Erosão por Município

Sub-bacias

- | | | |
|----------------------------------|---------------------------------|---|
| 634 - Córrego da Onça | 2219 - Rio das Flores | 2291 - Rio Jacuí |
| 1689 - Ribeirão Bom Jesus | 2228 - Rio do Bananal | 2294 - Rio Jaguari |
| 1703 - Ribeirão Cachoeira Alegre | 2229 - Rio do Bananal | 2295 - Rio Lourenço Velho |
| 1801 - Ribeirão das Areias | 2230 - Rio do Barreiro de Baixo | 2296 - Rio Macuco |
| 1942 - Ribeirão dos Monos | 2238 - Rio do Chapéu | 2303 - Rio Monte Verde ou Santa Bárbara |
| 1970 - Ribeirão Espírito Santo | 2239 - Rio do Colégio | 2304 - Rio Muriaé |
| 2006 - Ribeirão Lontra | 2243 - Rio do Fagundes | 2305 - Rio Negro |
| 2035 - Ribeirão Passa-Vinte | 2250 - Rio do Peixe | 2307 - Rio Novo |
| 2075 - Ribeirão Sant' Ana | 2251 - Rio do Peixe | 2310 - Rio Paquequer |
| 2095 - Ribeirão Santo Antônio | 2254 - Rio do Pinho | 2311 - Rio Paquequer |
| 2115 - Ribeirão São José | 2265 - Rio Dois Rios | 2314 - Rio Paraibuna |
| 2148 - Ribeirão Ubá | 2267 - Rio dos Bagres | 2315 - Rio Paraibuna |
| 2163 - Rio Angu | 2275 - Rio Formoso | 2316 - Rio Paraitinga |
| 2171 - Rio Bonito | 2278 - Rio Fumaça | 2317 - Rio Paraopeba |
| 2177 - Rio Buquira | 2279 - Rio Gavião | 2319 - Rio Paratei |
| 2180 - Rio Cágado | 2280 - Rio Glória | 2320 - Rio Pardo |
| 2182 - Rio Calçado | 2281 - Rio Grande | 2325 - Rio Piabanha |
| 2186 - Rio Carangola | 2282 - Rio Grão-Mongol | 2327 - Rio Piau |
| 2199 - Rio da Bocaina | 2288 - Rio Itagaçaba | 2332 - Rio Pirai |

- | |
|---|
| 2333 - Rio Pirapetinga |
| 2334 - Rio Pirapetinga |
| 2337 - Rio Pomba |
| 2338 - Rio Preto |
| 2340 - Rio Preto |
| 2341 - Rio Preto |
| 2353 - Rio São Domingos |
| 2354 - Rio São Fernando |
| 2363 - Rio Turvo |
| 2367 - Rio Ubá |
| 2368 - Rio Una |
| 2371 - Rio Vermelho |
| 2373 - Rio Xopotó |
| 2374 - Vala da Onça |
| 5000 - Rio Paraiba do Sul - Trecho Paulista até Funil |
| 5001 - Rio Paraiba do Sul - Funil até Santa Cecília |
| 5002 - Rio Paraiba do Sul - Santa Cecília até Três Rios |
| 5003 - Rio Paraiba do Sul - Três Rios até Itaocara |
| 5004 - Rio Paraiba do Sul - Itaocara até a Foz |



LEGENDA

- Muito Baixa
- Baixa
- Média
- Alta
- Muito Alta
- Área Urbana
- Rios / Reservatórios
- Área não Sensoriada

Fonte: GPS (2001)

Figura 3.3.6 - Mapa de Vulnerabilidade Atual à Erosão por Sub-bacia

Tabela 3.3.1 - Vulnerabilidade Atual à Erosão na Bacia do Rio Paraíba do Sul

ESTADO	MUITO ALTA	ALTA	MÉDIA	BAIXA	MUITO BAIXA
Minas Gerais	7.568	133.508	848.320	978.712	46.180
Rio de Janeiro	124.132	407.384	969.676	415.260	77.388
São Paulo	110.676	269.592	505.912	299.948	121.128
TOTAL	242.376	810.484	2.323.908	1.693.920	244.696

Observa-se que a classe de média vulnerabilidade é a mais expressiva em toda a bacia. Mediante verificações de campo, pôde-se constatar que essa classe tende mais para situações de alta vulnerabilidade do que de baixa, apresentando muitas áreas com solos visivelmente degradados pela erosão laminar ou em sulcos, diferenciando-se da classe de alta vulnerabilidade pela menor ocorrência de ravinas e voçorocas.

As classes mais críticas – de alta e muito alta vulnerabilidade – somam juntas uma área pouco superior a 1,0 milhão de hectares, representando cerca de 20% da bacia, a metade disso no Rio de Janeiro, 36% em São Paulo e 13% em Minas Gerais. As regiões (municípios e sub-bacias) compreendidas nessa área são, certamente, prioritárias para a realização de ações de controle de erosão. Vale lembrar que a classe de muito alta vulnerabilidade, além de apresentar condições críticas naturalmente dadas pelo meio físico (e, portanto, permanentes), caracteriza-se pela ausência total de cobertura florestal ou mesmo de capoeiras ou reflorestamentos e é ocupada exclusivamente por lavouras ou campos/pastagens.

As análises dos mapas temáticos, associadas às observações de campo, demonstram que a região compreendida pelo chamado Médio Vale do Paraíba – desde Cruzeiro e Queluz (no trecho paulista da bacia) até a região de Vassouras (no trecho fluminense), principalmente entre o rio Paraíba do Sul e a rodovia Nova Dutra – é a mais crítica quanto à ocorrência de erosão acelerada, com muitas ravinas e voçorocas ao longo das íngremes encostas cobertas por ralas pastagens. A produção de sedimentos para o rio Paraíba do Sul nessa região é bastante expressiva e suas consequências podem ser vistas na turbidez do próprio rio e nos problemas de assoreamento dos reservatórios de Funil e do Sistema Light, que recebem as águas do Paraíba do Sul, desviadas em Barra do Piraí.

A atividade mineral, especialmente a extração de areia e argila, é responsável por muita produção de sedimentos nos corpos d'água da bacia. No trecho paulista esse é um dos mais graves problemas ambientais. A extração mineral na bacia consiste, principalmente, de minerais para a construção civil. O aumento dessa atividade está relacionado tanto com as demandas externas como ao próprio crescimento das cidades da bacia. Grande parte dessas cidades vem enfrentando problemas de deslizamentos de encostas. Quanto maiores as cidades e se estiverem situadas em relevo mais acidentado, pior a situação, tal como ocorre na Região Serrana (Teresópolis, Petrópolis e Nova Friburgo), em Juiz de Fora, Barra do Piraí e Barra Mansa. Nas menores cidades também há constantes incômodos e perdas materiais e humanas em vista dos problemas de ocupação/erosão das encostas.

3.3.1 Vulnerabilidade Atual à Erosão em Minas Gerais

O trecho mineiro da bacia do rio Paraíba do Sul é o que apresenta menor área ocupada pelas classes de muito alta e alta vulnerabilidade à erosão, estando a maior parte da região (90%) compreendida pelas classes de média e baixa vulnerabilidade. Essa condição é determinada principalmente pelo relevo, que se apresenta de fraco a moderado na maior parte da bacia, tendendo a reduzir o efeito da erodibilidade natural dos solos, onde predominam os latossolos vermelho-amarelos, que apresentam média vulnerabilidade à erosão.

A pouca existência de florestas no trecho mineiro da bacia e o uso agrícola e pecuário em condições inadequadas de conservação de solos resulta em uma significativa extensão de terras da classe de alta vulnerabilidade à erosão. Conforme dados exibidos na [Tabela 3.3.2](#) a seguir, os municípios de Lima Duarte, Pirapetinga e Além Paraíba são os que apresentam as maiores extensões de terras nessa classe, seguidos de Bias Fortes, Santa Bárbara do Tugúrio, Santa Rita de Jacutinga, Visconde de Rio Branco e Santa Rita do Ibitipoca, mais um conjunto de 18 municípios que apresentam mais de 1.000 ha de terras na classe de alta vulnerabilidade, dentre os quais estão Astolfo Dutra, Descoberto e Guarani, que somam ainda mais de 1.000 ha cada um na classe de muito alta vulnerabilidade à erosão e mostram baixo percentual de cobertura florestal.

Tabela 3.3.2 - Vulnerabilidade Atual à Erosão nos Municípios da Bacia do Rio Paraíba do Sul – MG

Município	Muito Alta	Alta	Média	Baixa	Muito Baixa
Além Paraíba		10.564	33.512	6.140	252
Antônio Carlos		372	6.920	7.496	392
Antônio Prado de Minas		8	5.040	3.152	332
Aracitaba		40	8.560	1.880	
Argirita			7.176	7.784	996
Astolfo Dutra	2.916	924	10.164	1.836	
Barão de Monte Alto		464	8.816	10.152	476
Barbacena		2.020	2.900	316	
Belmiro Braga		28	34.768	3.076	96
Bias Fortes		9.172	9.264	9.792	160
Bicas		8	5.440	8.420	96
Bocaina de Minas		352	15.812	6.852	16
Bom Jardim de Minas		1.140	8.812	2.564	8
Carangola		236	3.888	29.484	1.316
Cataguases		20	1.404	43.824	1.992
Chácara		24	5.784	9.556	536
Chiador			16.992	7.660	312
Coronel Pacheco		864	10.136	1.152	
Descoberto	3.128	612	4.832	12.672	44
Desterro do Melo		1.084	888	716	
Divinésia		12	3.040	696	
Divino		372	5.600	27.196	8
Dona Euzébia			4.548	716	252
Ervália		780	1.720	2.328	456
Estrela Dalva		3.700	3.972	4.424	892
Eugenópolis		8	2.608	26.396	1.992
Ewbank da Câmara				8.704	268
Faria Lemos		4	3.228	12.220	616
Fervedouro		2.408	21.924	8.620	1.760
Goianá		456	6.780	7.800	248
Guarani	1.476	120	2.548	22.040	244
Guarará			6.940	1.720	196
Guidoval		940	14.420	488	44
Guiricema		276	28.040	936	20
Itamarati de Minas		40	1.464	8.388	1.872
Juiz de Fora		2.912	37.428	70.528	2.924
Laranjal		16	7.072	12.840	416
Leopoldina		36	36.676	51.528	5.608
Lima Duarte		19.976	11.080	26.172	560
Mar de Espanha		16	11.564	24.680	920
Maripá de Minas			4.796	2.728	272
Matias Barbosa		120	12.272	3.256	
Mercês		68	16.976	12.716	340
Miradouro		792	22.536	4.696	1.504
Mirai		160	8.912	22.472	552
Muriaé		888	32.768	47.536	2.148
Olaria		3.948	11.772	1.596	396
Oliveira Fortes		1.736	5.832	3.296	120
Orizânia				11.716	
Paiva			3.612	2.236	
Palma		356	8.572	22.272	444
Passa Vinte	48	4.468	19.720		8
Patrocínio do Muriaé				10.184	548
Pedra Dourada			684	6.212	152
Pedro Teixeira		24	880	7.564	356
Pequeri			6.580	2.308	168
Piau		4.164	11.120	3.584	236
Pirapetinga		11.192	1.656	4.048	1.924
Piraúba		176	3.356	10.676	128
Recreio		140	6.716	15.948	544
Rio Novo			788	19.520	392
Rio Pomba		40	2.296	22.312	332
Rio Preto		4.324	19.256	10.928	80
Rochedo de Minas				7.644	344
Rodeiro		616	6.592		
Rosário da Limeira		340	8.984	1.304	500
Santa Bárbara do Monte Verde		4.012	10.084	26.656	868
Passa Vinte	48	4.468	19.720		8
Patrocínio do Muriaé				10.184	548
Pedra Dourada			684	6.212	152
Pedro Teixeira		24	880	7.564	356
Pequeri			6.580	2.308	168

Tabela 3.3.2 - Vulnerabilidade Atual à Erosão nos Municípios da Bacia do Rio Paraíba do Sul – MG (continuação)

MUNICÍPIO	Muito Alta	Alta	Média	Baixa	Muito Baixa
Piau		4.164	11.120	3.584	236
Pirapetinga		11.192	1.656	4.048	1.924
Piraúba		176	3.356	10.676	128
Recreio		140	6.716	15.948	544
Rio Novo			788	19.520	392
Rio Pomba		40	2.296	22.312	332
Rio Preto		4.324	19.256	10.928	80
Rochedo de Minas				7.644	344
Rodeiro		616	6.592		
Rosário da Limeira		340	8.984	1.304	500
Santa Bárbara do Monte Verde		4.012	10.084	26.656	868
Santa Bárbara do Tugúrio		7.408	5.676	2.768	68
Santa Rita de Ibitipoca		5.928	2.180	376	
Santa Rita de Jacutinga		7.388	35.856		52
Santana de Cataguases			2.824	13.228	204
Santana do Deserto			6.584	10.908	632
Santo Antônio do Aventureiro		4	19.496	496	220
Santos Dumont		356	13.160	48.156	600
São Francisco do Glória		228	4.732	11.440	20
São Geraldo		1.064	13.340	256	
São João Nepomuceno		104	4.576	32.864	3.192
São Sebastião da Vargem Alegre		20	4.976	2.152	280
Senador Cortes		12	9.544	248	
Silveirânia		196	9.936	5.292	120
Simão Pereira		36	10.988	2.272	144
Tabuleiro		12	8.920	11.428	788
Tocantins		360	3.892	12.680	164
Tombos			1.120	26.156	1.012
Ubá		2.084	19.324	9.980	
Vieiras			1.004	10.124	
Visconde do Rio Branco		6.496	16.664	52	
Volta Grande		4.244	15.008	1.484	8

Fonte: Análise dos mapas de relevo e solos do Projeto Radambrasil (1983) e dos mapas de cobertura vegetal e uso do solo do GEROE (1995), por geoprocessamento.

3.3.2 Vulnerabilidade Atual à Erosão no Rio de Janeiro

O trecho fluminense da bacia do rio Paraíba do Sul apresenta-se como o mais vulnerável aos problemas relacionados à ocorrência de erosão, não só por suas próprias condições ambientais, reunindo 50% da área total ocupada pelas classes de alta e muita alta vulnerabilidade à erosão, como também pelo fato de estar a jusante dos trechos paulista e mineiro, acumulando os efeitos negativos da erosão que ocorre a montante, principalmente nas sub-bacias compartilhadas com os outros estados.

Observa-se que, embora o trecho fluminense apresente a maior área de florestas (e capoeiras), a cobertura florestal não é suficiente para atenuar a maior parte da condição de vulnerabilidade do meio físico à erosão que é, nesse trecho, a mais elevada da bacia. A [Tabela 3.3.3](#) a seguir mostra uma grande quantidade de municípios apresentando extensas áreas na classe de muito alta vulnerabilidade atual à erosão e muitos mais na classe de alta vulnerabilidade.

Tabela 3.3.3 – Vulnerabilidade Atual à Erosão nos Municípios da Bacia do Rio Paraíba do Sul – RJ

Município	Muito Alta	Alta	Média	Baixa	Muito Baixa
Aperibé		5.748	140		2.736
Areal	300	1.416	9.244	112	
Barra do Pirai	10.680	7.640	26.448	8.924	116
Barra Mansa	8.880	884	39.552	3.048	44
Bom Jardim	9.356	18.288	5.948	4.804	
Cambuci		10.804	37.808	5.320	1.644
Campos dos Goytacazes		5.560	12.228	19.532	13.288
Cantagalo	8.084	18.972	31.432	12.300	612
Cardoso Moreira		15.168	24.012	8.380	3.400
Carmo		1.496	28.488	4.936	
Comendador Levy Gasparian		44	3.408	7.184	
Cordeiro	3.844	4.736	1.204	1.740	
Duas Barras	7.508	7.556	7.760	11.372	
Engenheiro Paulo de Frontin	1.980	252	5.324	1.060	
Italva		6.924	18.704	128	3.300
Itaocara	8.336	19.320	11.728	220	2.588
Itaperuna	1.692	11.828	41.744	32.000	20.848
Itatiaia	4	1.496	5.236	10.544	3.404
Laje do Muriaé		80	11.512	12.868	360
Macuco	60	4.676	7.144	1.412	
Mendes	4.880	788	184	1.720	4
Miguel Pereira	4	100	3.564	452	
Miracema		11.736	8.860	8.852	216
Natividade			9.560	23.972	4.752
Nova Friburgo	4.060	17.500	9.508	27.156	
Paraíba do Sul	64	12.088	36.472	5.684	396
Paty do Alferes	524	2.888	27.008	1.324	
Petrópolis	3.324	11.612	15.792	22.884	
Pinheiral	5.868	612	4	836	
Pirai	20.212	7.868	8.668	2.252	
Porciúncula			2.536	14.504	2.192
Porto Real		8	740	1.168	2.492
Quatis	324	248	23.480	3.636	652
Resende	264	6.808	61.428	29.904	6.384
Rio Claro	4.220	11.268	16.172	21.560	
Rio das Flores	224	5.708	21.876	4.868	280
São Fidélis		42.060	47.732	7.776	1.784
São Francisco de Itabapoana					1.128
São João da Barra					2.136
São José de Ubá		5.404	18.696		
São José do Vale do Rio Preto	1.524	4.644	10.164	5.084	
São Sebastião do Alto		15.416	20.520	1.140	
Santa Maria Madalena		5.136	14.748	7.876	
Santo Antônio de Pádua		44.116	12.384	3.176	1.240
Sapucaia	28	12.516	36.432	4.408	
Sumidouro	56	1.708	33.084	4.392	
Teresópolis	900	5.760	36.228	30.176	
Trajano de Moraes	984	8.312	12.764	10.700	
Três Rios	3.552	5.084	21.840	20	
Valença	1.584	2.564	103.760	16.212	
Varre-Sai			484	2.064	1.296
Vassouras	6.080	22.500	18.132	3.880	64
Volta Redonda	4.732	44	7.792	1.700	

Fonte: Análise dos mapas de relevo e solos do Projeto Radambrasil (1983) e dos mapas de cobertura vegetal e uso do solo do GEROE (1995), por geoprocessamento.

3.3.3 Vulnerabilidade Atual à Erosão em São Paulo

A situação do trecho paulista da bacia do Paraíba do Sul é, em parte, semelhante à do trecho fluminense quanto ao percentual, em relação ao total do trecho, da soma das classes mais críticas (muito alta e alta) de vulnerabilidade atual à erosão que, em ambos os estados, está entre 25% - 30%. O somatório da área ocupada por essas classes no trecho paulista apresenta um valor bastante elevado, embora menor do que o verificado no trecho fluminense.

O município de Cunha é o que contém a maior área ocupada com a classe de muito alta vulnerabilidade à erosão (não só em relação aos municípios do trecho paulista como em relação a toda a bacia) e representa sozinho 50% dessa classe no trecho

paulista. Muitos outros municípios apresentam extensas áreas nessa classe, como se pode constatar na Tabela 3.3.4 a seguir.

Tabela 3.3.4 - Vulnerabilidade Atual à Erosão nos Municípios da Bacia do Rio Paraíba do Sul – SP

MUNICÍPIO	Muito Alta	Alta	Média	Baixa	Muito Baixa
Aparecida	468	3.108	5.412	1.060	1.388
Arapeí	400	2.132	10.916	1.868	
Areias	768	2.252	19.280	8.108	
Arujá		240	4.204	2.220	
Bananal	4.608	8.424	20.548	15.212	
Caçapava		92	10.244	18.544	4.332
Cachoeira Paulista	372	3.388	12.072	3.764	8.720
Canas			1.272	1.812	2.000
Cruzeiro	1.704	616	11.712	11.068	2.844
Cunha	51.760	30.072	37.768	15.680	
Guararema		6.236	10.660	9.008	168
Guaratinguetá	10.284	9.288	19.508	14.612	17.856
Guarulhos		72	1.260	3.172	1.296
Igaratá		2.728	12.544	9.528	1.196
Itaquaquetuba			632	52	
Jacareí		10.244	9.568	14.616	3.660
Jambeiro		13.432	3.992	580	
Lagoinha	2.676	5.424	16.248	1.140	
Lavrinhas	440	108	9.892	5.228	616
Lorena	3.872	8.428	12.028	3.524	12.052
Moji das Cruzes		2.708	5.240	10.112	456
Monteiro Lobato		868	21.448	10.308	
Natividade da Serra	7.848	19.336	34.896	10.804	
Paraibuna	1.292	25.176	22.160	12.696	
Pindamonhangaba	4.644	7.148	4.792	23.324	28.900
Piquete	2.220	1.092	5.448	7.648	528
Potim					4.168
Queluz	360	2.504	16.576	5.132	
Redenção da Serra	3.112	9.016	13.412	3.820	
Roseira	24	3.944	1.780	2.076	5.060
São José do Barreiro	2.824	3.708	9.876	7.600	
São José dos Campos		18.848	34.220	28.280	13.000
São Luís do Paraitinga	2.300	19.760	33.880	5.744	
Salesópolis	12	12	668	8	
Santa Branca		16.748	7.796	1.676	
Santa Isabel		5.088	19.236	8.228	704
Silveiras	8.496	4.736	21.292	6.888	
Taubaté	60	22.100	17.124	12.136	3.420
Tremembé	132	516	6.308	2.672	8.764

Fonte: Análise dos mapas de relevo e solos do Projeto Radambrasil (1983) e dos mapas de cobertura vegetal e uso do solo do GEROE (1995), por geoprocessamento.

3.3.4 Vulnerabilidade Atual à Erosão nas Sub-Bacias

A visualização das classes de vulnerabilidade à erosão por sub-bacia é, sem dúvida, muito mais relevante na identificação de áreas prioritárias para ações de proteção de mananciais e controle de erosão. Essas ações devem, preferencialmente, ter a bacia hidrográfica como unidade espacial de análise e planejamento. As instituições municipais, estaduais e federais devem sempre procurar trabalhar em parceria para que as iniciativas de proteção/recuperação ambiental sejam pensadas e realizadas no âmbito da bacia, otimizando-se, assim, os benefícios das ações.

Os resultados dessa análise por sub-bacia, observados na [Tabela 3.3.5](#) a seguir, revelam que a prioridade na seleção de áreas para investimentos em controle de erosão não pode se basear unicamente na condição de cobertura florestal existente, visto que sub-bacias com grande extensão e percentual relativamente maior de florestas também apresentam extensas áreas na classe de muito alta vulnerabilidade à erosão (que reúne as condições mais frágeis quanto a relevo e tipos de solos e encontra-se totalmente desprovida de cobertura florestal). Destaca-se, nessa situação, a sub-bacia Paraitinga/Paraibuna que, entre as grandes sub-bacias, apresenta a maior extensão de terras na classe de muito alta vulnerabilidade, o que representa um percentual maior (20%) de terras degradadas do que de cobertura florestal (13%) na bacia. Situação semelhante verifica-se na bacia do rio Dois Rios, mais especificamente na sub-bacia do rio Grande e na do Piraí (entre as que têm mais de 20.000 ha e afluem direto para o rio Paraíba do Sul). A classe de alta vulnerabilidade à erosão também apresenta sua maior expressão, em área ocupada, nessas mesmas grandes sub-bacias - Paraitinga/Paraibuna e Dois Rios, seguidas pelas sub-bacias dos rios Pomba e Muriaé.

Observa-se ainda que, dos trechos com pequenas sub-bacias ao longo do rio Paraíba do Sul, o de Funil-Santa Cecília contém grande extensão de terras na classe de muito alta vulnerabilidade e o trecho paulista até Funil reúne a maior área de terras na classe de alta vulnerabilidade.

Considerando-se o contexto regional (macro) deste estudo, a recomendação básica para o tratamento do problema da erosão na bacia é que sejam priorizadas as áreas que se encontram, pelo menos, na classe de muito alta vulnerabilidade. Tendo em vista a ordem de grandeza (240.000 ha) e as limitações de escala e método do estudo, torna-se necessário que essas áreas sejam analisadas em maior profundidade, não só ampliando a escala e atualizando as bases de mapeamento, mas, também, avaliando diversos outros fatores relacionados às causas e conseqüências da erosão, tais como o comprometimento da qualidade e da quantidade da água e os condicionantes e impactos socioambientais da erosão, no sentido de otimizar recursos nas ações de prevenção e controle.

Diversas alternativas de prevenção e controle da erosão que devem ser realizadas de modo integrado já foram apresentadas e dimensionadas nos subprogramas de controle de erosão incluídos no PQA e no PPG (documentos PS-RE-060-R0, de junho/1998 e PPG-RE-021-R0, de fevereiro/2000, respectivamente). Visando viabilizar recursos, mediante a concentração em ações em áreas menores, foram elaborados três projetos-piloto de controle de erosão em três sub-bacias, uma de cada região representativa das situações mais críticas de cada Estado na bacia do Paraíba do Sul. Esses projetos-piloto foram aprovados pelo CEIVAP para compor um conjunto de ações prioritárias na bacia do Paraíba do Sul. As sub-bacias selecionadas foram as dos rios Barra Mansa (RJ), Ubá (MG) e São Gonçalo, em Guaratinguetá (SP), e os projetos estão consolidados nos documentos PPG-RE-037-R0, PPG-RE-038-R0 e PPG-RE-039-R0, disponíveis no Escritório Técnico do CEIVAP e na *home page* do Laboratório de Hidrologia da COPPE.

Tabela 3.3.5 - Vulnerabilidade Atual à Erosão nas Sub-bacias do Rio Paraíba do Sul (em hectares)

Num	Sub-Bacia	Muito Alta	Alta	Média	Baixa	Muito Baixa
Bacia Paraitinga/Paraibuna						
2316	Rio Paraitinga	49.900	42.012	81.164	20.276	
2291	Rio Jacuí	20.648	11.388	14.480	2.276	
2238	Rio do Chapéu	92	13.384	9.284	20	
2315	Rio Paraibuna	12.480	32.652	35.312	23.412	
2295	Rio Lourenço Velho	1.216	4.304	15.756	11.584	
	Subtotal	84.336	103.740	155.996	57.568	0
Bacia do rio Jaguarí						
2319	Rio Parateí		4.832	7.660	20.948	1.644
2251	Rio do Peixe		11.116	31.088	21.816	2.656
2294	Rio Jaguarí		14.076	27.600	19.388	3.928
	Subtotal	0	30.024	66.348	62.152	8.228
Bacia do rio Preto						
2228	Rio do Bananal		6.296	30.260		60
2075	Ribeirão Sant`Ana		3.596	9.996	16.036	76
2354	Rio São Fernando			27.780	3.468	
2171	Rio Bonito		40	29.500	2.680	
2219	Rio das Flores		4	19.096	5.496	
2340	Rio Preto	456	12.012	128.776	23.816	356
	Subtotal	456	21.948	245.408	51.496	492
Bacia do rio Paraibuna						
2371	Rio Vermelho		14.988	12.352	9.312	280
2282	Rio Grão-Mongol		3.772	1.096	19.048	384
2250	Rio do Peixe		23.792	48.996	57.916	1.904
2303	Rio Monte Verde ou Santa Bárbara		2.456	4.684	17.224	1.020
1970	Ribeirão Espírito Santo		12	19.164	7.080	548
2180	Rio Cágado		36	37.516	47.460	2.084
2314	Rio Paraibuna		1.084	63.516	74.140	2.332
	Subtotal	0	46.140	187.324	232.180	8.552
Bacia do rio Piabanha						
2325	Rio Piabanha	2.420	11.268	17.080	19.692	
2243	Rio do Fagundes	504	3.668	20.448	3.180	
2311	Rio Paquequer	12	1.404	9.520	12.016	
2341	Rio Preto	3.684	10.344	40.660	23.504	
	Subtotal	6.620	26.684	87.708	58.392	0
Bacia do rio Dois Rios						
2281	Rio Grande	11.336	48.852	46.784	42.444	
2115	Ribeirão São José	2.916	9.096	4.488	8.180	
2296	Rio Macuco	7.228	6.148	4.388	6.916	
2305	Rio Negro	4.300	36.724	42.664	13.468	
2265	Rio Dois Rios		2.672	14.644		
	Subtotal	25.780	103.492	112.968	71.008	0
Bacia do rio Pomba						
2267	Rio dos Bagres		1.132	25.656	3.904	796
2148	Ribeirão Ubá		1.644	21.932	8.128	
2373	Rio Xopotó		8.296	51.304	992	172
2006	Ribeirão Lontra		124	13.592	6.664	
2275	Rio Formoso		1.924	18.168	18.036	1.084
2317	Rio Paraopeba		956	12.532	32.976	288
2254	Rio do Pinho		24	2.520	33.332	932
2327	Rio Piauí		4.016	11.360	2.088	220
2307	Rio Novo	3.896	2.552	32.384	104.700	7.596

Continua...

Tabela 3.3.5 - Vulnerabilidade Atual à Erosão nas Sub-bacias do Rio Paraíba do Sul (em hectares)

Continuação...

Num	Sub-Bacia	Muito Alta	Alta	Média	Baixa	Muito Baixa
2320	Rio Pardo			9.408	19.908	3.912
2095	Ribeirão Santo Antônio		1.212	8.144	12.228	216
1942	Ribeirão dos Monos			6.116	13.564	548
2337	Rio Pomba	3.624	65.348	96.128	174.356	5.168
	Subtotal	7.520	87.228	309.244	430.876	20.932
Bacia do rio Muriaé						
1689	Ribeirão Bom Jesus		248	2.916	24.140	
2186	Rio Carangola		348	27.396	131.740	14.036
2278	Rio Fumaça		320	17.308	3.280	632
2338	Rio Preto		252	16.852	7.732	668
2280	Rio Glória		3.436	54.372	46.536	3.548
2279	Rio Gavião		16	7.180	27.228	1.976
1703	Ribeirão Cachoeira Alegre		1.080	12.776	15.592	1.172
2353	Rio São Domingos		4.908	21.092	456	276
634	Córrego da Onça		6.912	17.500	5.872	204
2374	Vala da Onça		100	1.808	5.012	2.992
2304	Rio Muriaé	1.664	42.892	122.476	117.128	32.644
	Subtotal	1.664	60.512	301.676	384.716	58.148
Sub-bacias que afluem direto p/o rio Paraíba do Sul						
2177	Rio Buquira		5.160	23.764	10.508	332
2368	Rio Una	352	22.096	15.768	5.224	3.112
2199	Rio da Bocaina	2.324	7.228	11.464	4.332	264
2035	Ribeirão Passa-Vinte	3.416	1.612	8.732	15.420	5.664
2288	Rio Itagaçaba		604	24.944	1.604	
2334	Rio Pirapetinga	16	544	10.072	11.856	1.192
2230	Rio do Barreiro de Baixo	1.012	2.064	16.800	2.420	180
2363	Rio Turvo		4	36.360	4.580	
2229	Rio do Bananal	4.260	8.204	30.936	7.632	
2332	Rio Piraí	25.332	17.168	29.340	36.564	64
2367	Rio Ubá	1.940	8.628	31.880	2.556	
2182	Rio Calçado	3.000	7.116	17.780	1.204	
2310	Rio Paquequer	92	3.104	64.964	8.452	
2163	Rio Angu		1.588	33.900	1.880	208
2333	Rio Pirapetinga		14.408	38.660	13.748	2.028
1801	Ribeirão das Areias	11.220	7.096	17.240	7.216	104
2239	Rio do Colégio		9.772	4.092	5.656	
Trechos c/pequenas sub-bacias ao longo do rio Paraíba do Sul						
5000	Rio Paraíba do Sul - Trecho Paulista até Funil	11.368	82.364	144.772	116.124	103.512
5001	Rio Paraíba do Sul - Funil até Santa Cecília	38.564	21.808	104.720	43.468	11.544
5002	Rio Paraíba do Sul - Santa Cecília até Três Rios	7.832	35.936	60.344	15.388	592
5003	Rio Paraíba do Sul - Três Rios até Itaocara	3.148	45.516	95.456	20.400	6.848
5004	Rio Paraíba do Sul - Itaocara até a Foz	2.112	28.680	34.568	10.088	12.060

3.4 Processos Hidrossedimentológicos

Este item tem por objetivo apresentar o diagnóstico das condições hidrossedimentológicas do rio Paraíba do Sul e seus principais afluentes.

O trabalho abrangeu toda a bacia do rio Paraíba do Sul, e a metodologia empregada foi a de identificar áreas potencialmente produtoras de sedimentos e os locais passíveis de deposição. Para tanto, uma vez consistidos os dados disponíveis, efetuou-se um balanço da carga sólida em suspensão entre postos consecutivos, de montante para jusante. As produções das áreas intermediárias entre os postos foram divididas em classes, estabelecendo-se faixas de produção específica de sedimentos e, a partir daí, buscou-se identificar zonas de comportamento hidrossedimentológico homogêneo.

Em virtude das dificuldades apresentadas, como serão descritas em detalhe ao longo deste relatório, os resultados quantitativos encontrados devem ser considerados com reserva, embora qualitativamente forneçam uma boa visão da dinâmica do movimento sedimentar no rio Paraíba do Sul e em seus principais afluentes.

3.4.1 Caracterização da Bacia Hidrográfica

A bacia do rio Paraíba do Sul possui área de drenagem de 55.500 km², compreendida entre os paralelos 20°26' e 23°00' e os meridianos 41°00' e 46°30' oeste de Greenwich. A bacia estende-se pelos estados de São Paulo (13.900 km²), do Rio de Janeiro (20.900 km²) e Minas Gerais (20.700 km²). É limitada ao Norte pelas bacias dos rios Grande e Doce e pelas serras da Mantiqueira, Caparaó e Santo Eduardo. A Nordeste, a bacia do rio Itabapoana estabelece o limite da bacia. Ao Sul, o limite é formado pela Serra dos Órgãos e pelos trechos paulista e fluminense da Serra do Mar. A Oeste, pela bacia do rio Tietê, da qual é separada por meio de diversas ramificações dos maciços da Serra do Mar e da Serra da Mantiqueira.

O rio Paraíba do Sul é formado pela união dos rios Paraibuna e Paraitinga, e o seu comprimento, calculado a partir da nascente do Paraitinga, é de mais de 1.100 km. Os principais formadores da margem esquerda são:

- Paraibuna - desenvolve seu curso, numa extensão de 180 km, em território mineiro; entre seus afluentes merecem destaque os rios do Peixe e Preto. O Paraibuna banha a cidade de Juiz de Fora;
- Pomba - rio com 300 km de curso; sua foz está próxima a Itaocara, limite entre os trechos médio e baixo Paraíba;
- Muriaé - rio com 250 km de extensão; o curso inferior, em território fluminense, apresenta características de rio de planície.

Os principais afluentes da margem direita são:

- Pirai - é um rio cujas características hidráulicas e sedimentológicas encontram-se bastante modificadas, uma vez que possui dois barramentos, Tocos e Santana, em seu curso e um barramento no Vigário, afluente pela margem direita;

- Piabanha - com 80 km de extensão, banha os municípios de Petrópolis, Areal e Três Rios. Seu principal afluente é o rio Paquequer, de 75 km de curso, que banha Teresópolis e São José do Vale do Rio Preto;
- Dois Rios - formado pela confluência dos rios Negro e Grande.

No período entre as décadas de 1930 a 1960 foram construídas as principais barragens ao longo do rio, quais sejam: Paraibuna/Paraitinga, Santa Branca, Funil, Santa Cecília e Ilha dos Pombos. Deve-se destacar o sistema Paraíba do Sul/Guandu, que é composto por dois subsistemas:

- Paraíba: compreende a transposição das águas do rio Paraíba do Sul em Santa Cecília. Esse subsistema é composto pela estação elevatória de Santa Cecília, barragem de Santana, estação elevatória de Vigário, usinas hidrelétricas Nilo Peçanha e Fontes Nova, reservatório de Ponte Coberta e usina hidrelétrica Pereira Passos;
- Lajes: consiste das barragens de Tocos e Lajes, calha da CEDAE e das Usinas Fontes Nova e Fontes Velha (esta atualmente desativada).

Ambos os subsistemas foram projetados para suprir de energia elétrica e água a cidade do Rio de Janeiro. Essas barragens modificaram o comportamento hidráulico-sedimentológico do rio. Vale também ressaltar que a transposição através do bombeamento em Santa Cecília reduziu as vazões líquidas em todo o trecho a jusante, a partir do município de Barra do Piraí.

3.4.2 Movimento Sedimentar nos Rios

O transporte de sedimentos dos cursos de água deve-se basicamente a dois fatores: pela ação que as águas exercem sobre a margem e leito dos rios e pela remoção de sedimentos da bacia contribuinte.

O movimento sedimentar é governado por fatores hidrológicos, fisiográficos e morfológicos. Destes destacam-se: a quantidade e a distribuição das precipitações; a estrutura geológica; as condições topográficas e pedológicas; e a cobertura vegetal. Tais fatores influenciam a formação do material intemperizado na bacia hidrográfica e o carreamento deste até os rios. O fluxo e o transporte de sedimentos constituem respostas aos processos e ao estado de equilíbrio atuantes no sistema fluvial.

Dessa forma, o movimento sedimentar abrange os processos de remoção, transporte e deposição envolvendo toda a dinâmica da bacia hidrográfica. Cumpre ressaltar que, além disso, muitos aspectos do transporte de sedimentos podem ser relacionados a:

- processos erosivos devido a ocupação e uso indevido do solo na bacia hidrográfica;
- erosão/deposição nos cursos d'água devido a tais processos e à exploração de areia/saibro das margens e leito, e;
- prejuízos estéticos, físicos ou biológicos oriundos dos sedimentos em suspensão ou dos materiais dissolvidos para diversos usos das águas fluviais.

De modo geral, os tipos de transporte sólido existentes em um rio podem ser classificados em:

- **transporte por arraste do material do leito do rio:** neste caso o sedimento se movimenta por deslizamento, saltação ou rolamento e, assim, o grão mantém contato quase permanente com o leito. Os períodos em que a partícula permanece em repouso são maiores do que os tempos de deslocamento, de tal modo que a variável que caracteriza o transporte por arraste é a posição da partícula em repouso no leito do rio.
- **transporte em suspensão do material do leito do rio;** e
- **transporte em suspensão do tipo *wash-load* ou de lavagem da bacia:** corresponde ao material fino não originário do leito do rio. As variações das concentrações desse material, proveniente da lavagem da bacia pelas águas de chuva, são as respostas mais rápidas do escoamento às mudanças ocorridas na bacia, devido, em grande parte, às modificações no uso do solo.

A Figura 3.4.1, a seguir, apresenta de forma esquemática os processos envolvidos no transporte de sedimentos.

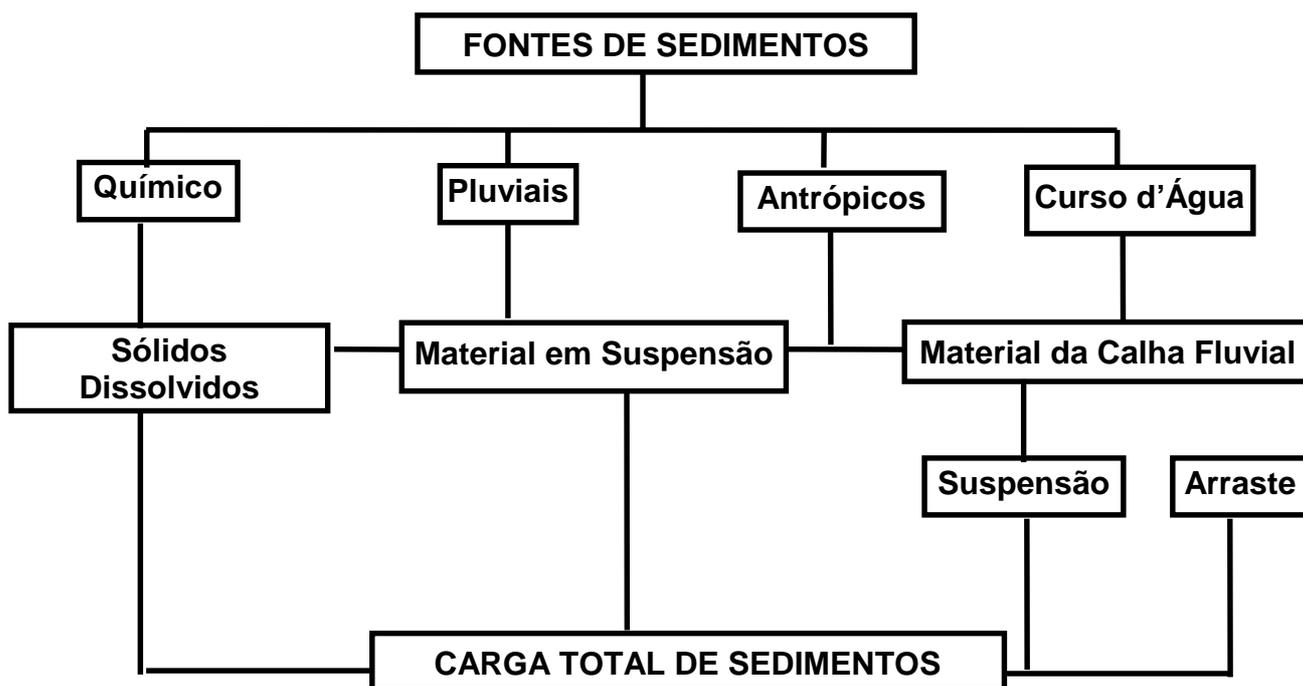


Figura 3.4.1 - Processos Envolvidos no Transporte de Sedimentos

3.4.3 Dados Básicos Utilizados

A bacia do rio Paraíba do Sul, a exemplo de várias outras bacias do País, é bastante pobre no que tange a dados sedimentométricos, os quais, em alguns casos, se encontram dispersos e nem sempre consistidos. Dessa forma, para o desenvolvimento deste estudo procurou-se aproveitar todos os dados factíveis, objetivando agregar ao diagnóstico o maior conhecimento possível da região.

Os dados sedimentométricos utilizados para a atualização deste estudo foram aqueles disponibilizados pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM) e por Furnas Centrais Elétricas, em 1997; os existentes no Banco de Dados Hidro da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL); as campanhas de medições sedimentométricas realizadas pela Engevix Engenharia S.A. e os existentes no Banco de Dados da Light, em 2001. A [Tabela 3.4.1](#), a seguir, lista as estações sedimentométricas existentes na bacia do rio Paraíba do Sul.

Tabela 3.4.1 - Estações Sedimentométricas Existentes na Bacia do Rio Paraíba do Sul

Nº	Código	Posto	Rio	Área de Drenagem (km ²)	UF	Entidade
1	58087600	Paraibuna - VI-008	Paraibuna	1.570 ⁽¹⁾	SP	ANEEL
2	58096000	Santa Branca Jus. Barr.	Paraíba do Sul	5.031	SP	LIGHT
3	58139000	São José dos Campos	Paraíba do Sul	7.740	SP	ANEEL
4	58183000	Pindamonhangaba - PCD	Paraíba do Sul	9.546	SP	ANEEL
5	58235100	Queluz V1-033	Paraíba do Sul	12.810	SP	FURNAS
6	58305001	Volta Redonda	Paraíba do Sul	15.980	RJ	LIGHT
7	58321000	Barra do Pirai	Paraíba do Sul	17.639	RJ	LIGHT
8	58380001	Paraíba do Sul - RN	Paraíba do Sul	19.300	RJ	ANEEL
9	58385100	Três Rios	Paraíba do Sul	19.700	RJ	ANEEL
10	58440000	Moura Brasil	Piabanha	2.049	RJ	ANEEL
11	58480500	Juiz de Fora - Jusante	Paraibuna	981	MG	ANEEL
12	58620000	Santa Fé V1-046	Paraibuna	8.542 ⁽¹⁾	MG	ANEEL
13	58630002	Anta G	Paraíba do Sul	30.579	RJ	ANEEL
14	58678065	Itaocara H	Paraíba do Sul	33.550	RJ	LIGHT
15	58770000	Cataguases - PCD	Pomba	5.858	MG	ANEEL
16	58790000	Santo Antonio de Pádua	Pomba	8.245	RJ	ANEEL
17	58880001	São Fidélis - PCD	Paraíba do Sul	46.731	RJ	ANEEL
18	58917000	Jussara	Glória	743	MG	ANEEL
19	58960000	Cardoso Moreira - RV	Muriaé	7.270	RJ	ANEEL
20	58974000	Campos Ponte Municipal	Paraíba do Sul	55.500	RJ	ANEEL

⁽¹⁾Valor calculado pelo software SISTINFO.

Furnas também forneceu cópia dos relatórios referentes ao reservatório de Funil, nos quais são apresentados dados de medições de concentração a montante e a jusante do barramento.

Tendo em vista a necessidade do cálculo da descarga sólida em suspensão, buscou-se pesquisar, no Banco de Dados Hidro, os dados disponíveis de vazões médias diárias nessas estações com o intuito de definir a vazão média de longo termo (MLT). Verificou-se que a localização de algumas das estações sedimentométricas não corresponde necessariamente à do posto fluviométrico. Dessa forma, para análise da vazão e, conseqüentemente, da descarga sólida em suspensão foram considerados os postos e as áreas de drenagem apresentados na [Tabela 3.4.2](#).

Tabela 3.4.2 - Postos Fluviométricos Selecionados para o Cálculo da Vazão MLT e Representativos das Medições Sedimentométricas

Nº	Código	Posto	Rio	Área de Drenagem (km ²)	UF	Entidade
1	58087600	Paraibuna - VI-008	Paraibuna	1.570	SP	LIGHT
2	58096000	Santa Branca Jus. Barr.	Paraíba do Sul	5.031	SP	LIGHT
3	58140100	Faz. Igaçaba 2E-018R/017	Paraíba do Sul	7.756	SP	ANEEL
4	58183000	Pindamonhangaba - PCD	Paraíba do Sul	9.546	SP	ANEEL
5	58235100	Queluz V1-033	Paraíba do Sul	12.810	SP	LIGHT
6	58305000	Volta Redonda V1-080	Paraíba do Sul	15.900	RJ	LIGHT
7	58370000	Barra do Pirai V1-090	Paraíba do Sul	17.803	RJ	LIGHT
8	58380001	Paraíba do Sul - RN	Paraíba do Sul	19.300	RJ	ANEEL
9	58385100	Três Rios V1-245	Paraíba do Sul	19.700	RJ	LIGHT
10	58440000	Moura Brasil	Piabanha	2.049	RJ	ANEEL
11	58480500	Juiz de Fora - Jusante	Paraibuna	981	MG	ANEEL
12	58620000	Santa Fé – V1-046	Paraibuna	8.542	MG	LIGHT
13	58630002	Anta G	Paraíba do Sul	30.579	RJ	ANEEL
14	58678080	Itaocara H	Paraíba do Sul	33.550	RJ	FURNAS
15	58770000	Cataguases - PCD	Pomba	5.858	MG	ANEEL
16	58790000	Santo Antonio de Pádua	Pomba	8.245	RJ	ANEEL
17	58880001	São Fidélis - PCD	Paraíba do Sul	46.731	RJ	ANEEL
18	58917000	Jussara	Glória	743	MG	ANEEL
19	58960000	Cardoso Moreira - RV	Muriaé	7.270	RJ	ANEEL
20	58974000	Campos Ponte Municipal	Paraíba do Sul	55.500	RJ	ANEEL

Foram também analisados os dados referentes aos postos pluviométricos próximos às estações sedimentométricas. Buscando ampliar o conhecimento da sazonalidade das chuvas na bacia, foram selecionados outros tantos, apresentados na [Tabela 3.4.3](#).

Tabela 3.4.3 - Postos Pluviométricos Selecionados para Análise da Distribuição das Chuvas

Nº	Código	Posto	Município	UF	Entidade
1	02042000	Carangola	Carangola	MG	ANEEL
2	02141003	Cardoso Moreira	Campos	RJ	ANEEL
3	02141004	Itaperuna	Itaperuna	RJ	ANEEL
4	02141006	Dois Rios	São Fidélis	RJ	ANEEL
5	02142004	Fazenda Umbaúbas	Muriaé	MG	ANEEL
6	02142058	Santo Antonio de Pádua	Santo Antonio de Pádua	RJ	ANEEL
7	02143020	Chapéu D'Uvas	Juiz de Fora	MG	ANEEL
8	02143021	Sobraji	Belmiro Braga	MG	ANEEL
9	02143022	Piau	Piau	MG	ANEEL
10	02242018	Barra Alegre	Bom Jardim	RJ	ANEEL
11	02242026	Bom Sucesso	Teresópolis	RJ	ANEEL
12	02242028	Anta	Sapucaia	RJ	ANEEL
13	02244039	Faz. Agulhas Negras	Resende	RJ	ANEEL
14	02244041	Volta Redonda	Volta Redonda	RJ	ANEEL
15	02245055	Estrada de Cunha	Cunha	SP	ANEEL
16	02345065	São Luis do Paraitinga	São Luis do Paraitinga	SP	ANEEL
17	02345067	Ponte Alta 1	São Luis do Paraitinga	SP	ANEEL
18	02345071	Santa Branca	Santa Branca	SP	ANEEL

As estações sedimentométricas/fluviométricas existentes e os postos pluviométricos selecionados estão localizados na [Figura 3.4.2](#), a seguir, que apresenta a bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul na escala 1:1.500.000.

A análise do rio Paraíba do Sul como um todo possibilita a sua divisão em três grandes trechos, a saber: alto, médio e baixo. Assim sendo, as estações sedimentométricas/fluviométricas a serem consideradas por trecho são:

- **alto:** Paraibuna, Santa Branca, São José dos Campos/Fazenda Igaçaba e Pindamonhangaba;
- **médio:** Queluz, Volta Redonda, Barra do Piraí, Paraíba do Sul, Três Rios, Juiz de Fora, Santa Fé, Moura Brasil e Anta;
- **baixo:** Itaocara, Cataguases, Santo Antônio de Pádua, São Fidélis, Jussara, Cardoso Moreira, e Campos.

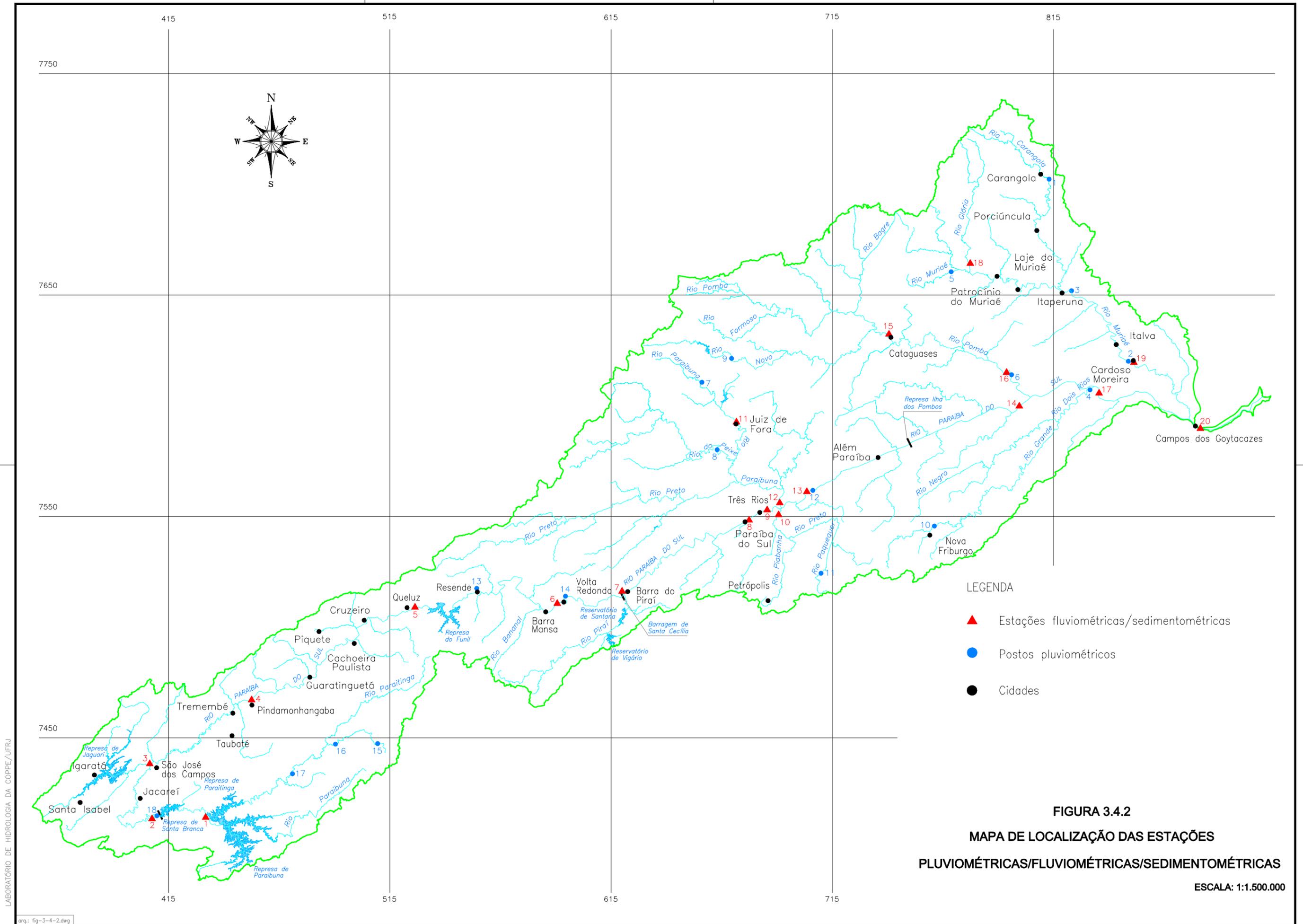
Não foram disponibilizadas as curvas granulométricas dos sedimentos do leito dos cursos d'água. Assim, não foi possível avaliar a granulometria desse material nem o transporte de sedimentos do leito. Quanto ao material em suspensão, somente foi disponibilizado o valor da concentração medida, não sendo possível, também, uma análise da sua distribuição granulométrica.

O valor da concentração representa parâmetro fundamental para este estudo, pois o sedimento em suspensão tem maior relevância quando se trata de análise da qualidade da água, uma vez que serve de veículo da movimentação da poluição orgânica, química ou industrial. Os poluentes agregam-se aos sedimentos mais finos e são levados pela veia líquida ao longo do curso d'água. Dessa forma, pode-se sentir os efeitos desses lançamentos em locais muito distantes da fonte poluidora.

3.4.4 Metodologia Utilizada para o Zoneamento Sedimentológico

O objetivo da metodologia a seguir descrita foi definir o zoneamento das condições hidrossedimentológicas do rio Paraíba do Sul e de seus principais afluentes com base no trabalho da Eletrobras/IPH, 1992. Para tanto, foi necessária a determinação dos seguintes parâmetros:

- concentração média histórica, CMH, em mg/l;
- vazão média de longo termo, MLT, em m³/s;
- descarga sólida anual em suspensão, em t/ano;
- descarga sólida específica em suspensão ou produção específica de sedimentos em suspensão, PEMS, em t/ano.km². Esse parâmetro reflete a quantidade de sedimentos em suspensão produzidos/depositados ou retidos anualmente por unidade de superfície da bacia intermediária entre duas estações sedimentométricas consecutivas;



- identificação das regiões de produção/depósito ou retenção específicos de material em suspensão.

A concentração média histórica (CMH) de sedimentos em suspensão foi calculada a partir da média das concentrações da série de medições disponíveis.

A vazão média de longo termo (MLT) foi obtida do Banco de Dados Hidro, da ANEEL. Quando da indisponibilidade de informações, a MLT foi calculada a partir de correlação entre áreas de drenagem ou da substituição de posto fluviométrico. Essas exceções foram observadas nos seguintes postos:

- a MLT do posto 58087600, Paraibuna VI-008, foi calculada a partir do posto 58087300, UHE Paraibuna Jusante. Isto se deveu ao fato de que a série disponível no posto 58087600 abrange o período de 1927 a 1960, anterior à construção e enchimento do reservatório da UHE Paraibuna/Paraitinga, cujo início de operação foi em 1978. Buscando trabalhar com um período que refletisse a influência dessa obra hidráulica, optou-se por calcular a MLT a partir do posto 58087300, que abrange um período de 1969 a 1997;
- não existem informações disponíveis para o posto 58139000, São José dos Campos. Adotou-se substituí-lo pelo posto 58140100, Fazenda Igaçaba, e considerar que as medições sedimentométricas são representativas desse posto também;
- a MLT do posto 58300001, Barra Mansa, foi adotada como representativa do posto 58305000, Volta Redonda. Para o cálculo da MLT foi necessário o preenchimento das falhas dos anos de 1991 a 1999 a partir do posto 58300000 e considerar como válido o período a partir de 1969, quando da entrada em operação da UHE Funil;
- não há informações disponíveis no Banco de Dados Hidro para o posto 58678065, Itaocara; a MLT foi calculada, por relação entre áreas de drenagem, a partir do posto 58630002, Anta.

Calcula-se o transporte ou descarga sólida em suspensão do material proveniente do leito e da lavagem da bacia pelo produto das vazões líquidas e das concentrações, determinadas a partir da análise da coleta de amostras de água, realizadas durante as medições de campo, através da seguinte expressão:

$$Q_{ss} = 0,0864.Q.C \quad (1)$$

onde:

Q_{ss} descarga sólida em suspensão, em t/dia

Q vazão líquida, em m^3/s

C concentração de sedimentos em suspensão, em mg/l

A fim de estabelecer-se uma curva-chave da descarga sólida ou curva de transporte de sedimentos em suspensão, optou-se por explicitar a descarga sólida em suspensão em função da vazão líquida através de uma expressão do tipo:

$$Q_{ss} = a.Q^b \quad (2)$$



onde:

a, b constantes

A finalidade da geração dessa curva de transporte foi calcular a descarga sólida em suspensão, representativa da vazão média de longo termo (MLT). Quando não foi possível a obtenção de um ajuste aceitável, o valor representativo do aporte anual de sedimentos em suspensão foi obtido a partir da equação (1), utilizando-se a concentração média histórica (CMH) e a vazão média de longo termo (MLT).

A identificação das regiões de produção/depósito ou retenção específicas de material em suspensão foi feita a partir das áreas de drenagem do âmbito de cada uma das estações, percorrendo-se os rios de montante para jusante e efetuando-se um balanço sedimentológico simplificado entre os postos.

Quando, de uma estação de montante para uma estação de jusante, aumentar o aporte de sedimentos, esse incremento representará uma produção da área intermediária entre as estações.

Quando, de uma estação de montante para uma estação de jusante, diminuir o aporte de sedimentos, esse decremento, representado com sinal negativo, será considerado uma retenção em reservatório ou um depósito ao longo do leito do rio no trecho intermediário. Esse depósito acontecerá em estirões do rio onde as condições hidráulicas propiciem tal ocorrência, não podendo, neste trabalho, precisar-se a sua localização.

A partir dessa quantificação atribuiu-se um valor uniforme de produção ou deposição/retenção específica de sedimentos em suspensão (PEMS). Esses valores foram espacializados, permitindo a demarcação de zonas potencialmente produtoras e de zonas sujeitas a depósitos.

3.4.5 Resultados Obtidos

Quanto aos resultados encontrados, as estações sedimentométricas foram divididas em dois grupos:

- **Grupo 1:** postos onde foi possível o ajuste de uma curva-chave de transporte de sedimentos em suspensão

Nesses postos foi definida a descarga sólida em suspensão, representativa da vazão média de longo termo (MLT). Nesse grupo estão inseridos os seguintes postos: Santa Branca Jusante; Fazenda Igaçaba; Pindamonhangaba; Queluz; Volta Redonda; Barra do Piraí; Três Rios; Moura Brasil; Juiz de Fora; Santa Fé; Anta; Itaocara; Cataguases; Santo Antonio de Pádua; São Fidélis; Cardoso Moreira; e Campos.

No caso do posto de Barra do Pirai a descarga sólida em suspensão é a média das descargas sólidas em suspensão dos períodos seco e úmido, ou seja, 645.023 t/ano.

- **Grupo 2:** postos onde não foi possível o ajuste de uma curva-chave de transporte de sedimentos em suspensão:

Neste caso, à semelhança do grupo 1, a descarga sólida em suspensão foi calculado a partir da equação (1), considerando-se a média das concentrações medidas (CMH) e a vazão média de longo termo (MLT). Nesse grupo estão inseridos os postos Paraibuna e Jussara.

A Tabela 3.4.4, a seguir, apresenta os valores médios anuais da descarga sólida em suspensão para cada uma das estações estudadas.

Tabela 3.4.4 - Descargas Sólidas em Suspensão Médias Anuais

Estação	Grupo	Equação	CMH (mg/l)	MLT (m ³ /s)	Qss Anual (t/ano)
Paraibuna	2		7,13	67,43	15.168
Santa Branca	1	$Q_{ss} = 0,0776.Q^{1,5417}$		76,79	22.842
Jusante					
Fazenda Igaçaba	1	$Q_{ss} = 5,9637.Q^{0,8202}$		120,98	111.186
Pindamonhangaba	1	$Q_{ss} = 0,0365.Q^{1,8906}$		153,08	180.050
Queluz	1	$Q_{ss} = 0,0111.Q^{2,2739}$		216,04	824.353
Volta Redonda	1	$Q_{ss} = 0,0000013.Q^{3,532}$		277,00	205.426
Barra do Pirai	1			168,15	645.023
Três Rios	1	$Q_{ss} = 0,0263.Q^{2,116}$		178,35	557.112
Moura Brasil	1	$Q_{ss} = 0,4655.Q^{1,8118}$		36,86	117.107
Juiz de Fora	1	$Q_{ss} = 1,1788.Q^{1,6557}$		21,58	69.581
Santa Fé	1	$Q_{ss} = 0,0042.Q^{2,4256}$		186,36	492.617
Anta	1	$Q_{ss} = 0,0014.Q^{2,4539}$		452,46	1.678.607
Itaocara	1	$Q_{ss} = 0,0019.Q^{2,2966}$		496,42	1.077.293
Cataguases	1	$Q_{ss} = 0,0406.Q^{2,0924}$		105,07	251.513
Sto. Antonio de Pádua	1	$Q_{ss} = 0,1116.Q^{1,6245}$		127,17	106.790
São Fidélis	1	$Q_{ss} = 0,2301.Q^{1,2701}$		627,12	300.002
Jussara	2		38,65	16,85	20.538
Cardoso Moreira	1	$Q_{ss} = 0,9667.Q^{1,3748}$		88,14	166.651
Campos	1	$Q_{ss} = 0,0067.Q^{2,1088}$		813,98	3.359.489

Para o reservatório de Funil, além dos dados da estação de Queluz, trabalhou-se também com os valores de concentração de sedimentos em suspensão medidos por Furnas. As campanhas foram realizadas desde o trecho fluvial a montante do reservatório, denominado ponto de coleta P1, percorrendo ao longo do reservatório até o ponto de coleta P20, situado a cerca de 500 m do eixo do barramento, conforme se observa na [Figura 3.4.3](#).

Adotou-se o ponto P20 como representativo da concentração defluente da UHE Funil e efetuou-se a comparação com o ponto P1 para a determinação da percentagem de concentração retida no reservatório. Cumpre ressaltar que essas coletas foram superficiais, porém, é o de que se dispõe, no momento, para uma primeira estimativa

da capacidade de retenção de sedimentos em suspensão. Os resultados são apresentados na Tabela 3.4.5.

Tabela 3.4.5 - Dados de Concentração Afluente e Defluente Medidos e Percentagem Retida no Reservatório de Funil

DATA	Concentrações(mg/l)		% Retida
	P1	P20	
27/03/93	74,4	6,4	91,4
28/04/93	44,0	3,2	92,7
14/05/93	32,3	3,8	88,2
17/07/93	30,7	6,5	78,7
Média	45,4	5,0	88,0

Como a relação encontrada entre afluente e defluente está baseada em concentrações, para o cálculo da descarga sólida em suspensão, em t/ano, defluente de Funil, adotou-se a equação (1) com as seguintes premissas:

$$Q_{ss} = 0,0864.Q.C \quad (1)$$

onde:

- Q_{ss} descarga sólida em suspensão em Queluz, igual a 824.353 t/ano
 Q vazão média de longo termo em Queluz, igual a 216,04 m³/s
 C concentração média de sedimentos em suspensão, em mg/l, em Queluz

Efetuada as devidas substituições, chega-se a uma concentração média anual em Queluz de 121 mg/l. O valor da concentração média anual defluente de Funil, adotando a eficiência de retenção do reservatório de 88%, será de 14,52 mg/l.

No cálculo da vazão média defluente de Funil foi adotada a série fornecida pelo Operador Nacional do Sistema (ONS) para o período 1993-1999, cujo resultado foi de 225,7 m³/s. Retornando a equação (1) e efetuando as devidas substituições, a descarga sólida em suspensão defluente de Funil resulta em 103.341 t/ano.

No cálculo da descarga sólida em suspensão da área intermediária entre duas estações consecutivas, procurou-se percorrer a área ao longo da bacia do rio Paraíba do Sul de montante para jusante, conforme metodologia descrita, calculando o balanço sedimentológico simplificado através da seguinte expressão:

$$Q_{ss_{i+1}} - Q_{ss_i} = \Delta Q_{ss} \quad (5)$$

onde:

Q_{ss_i} descarga sólida em suspensão, em t/ano, na estação de montante

$Q_{ss_{i+1}}$ descarga sólida em suspensão, em t/ano, na estação de jusante

ΔQ_{ss} variação da descarga sólida em suspensão, em t/ano, quando:

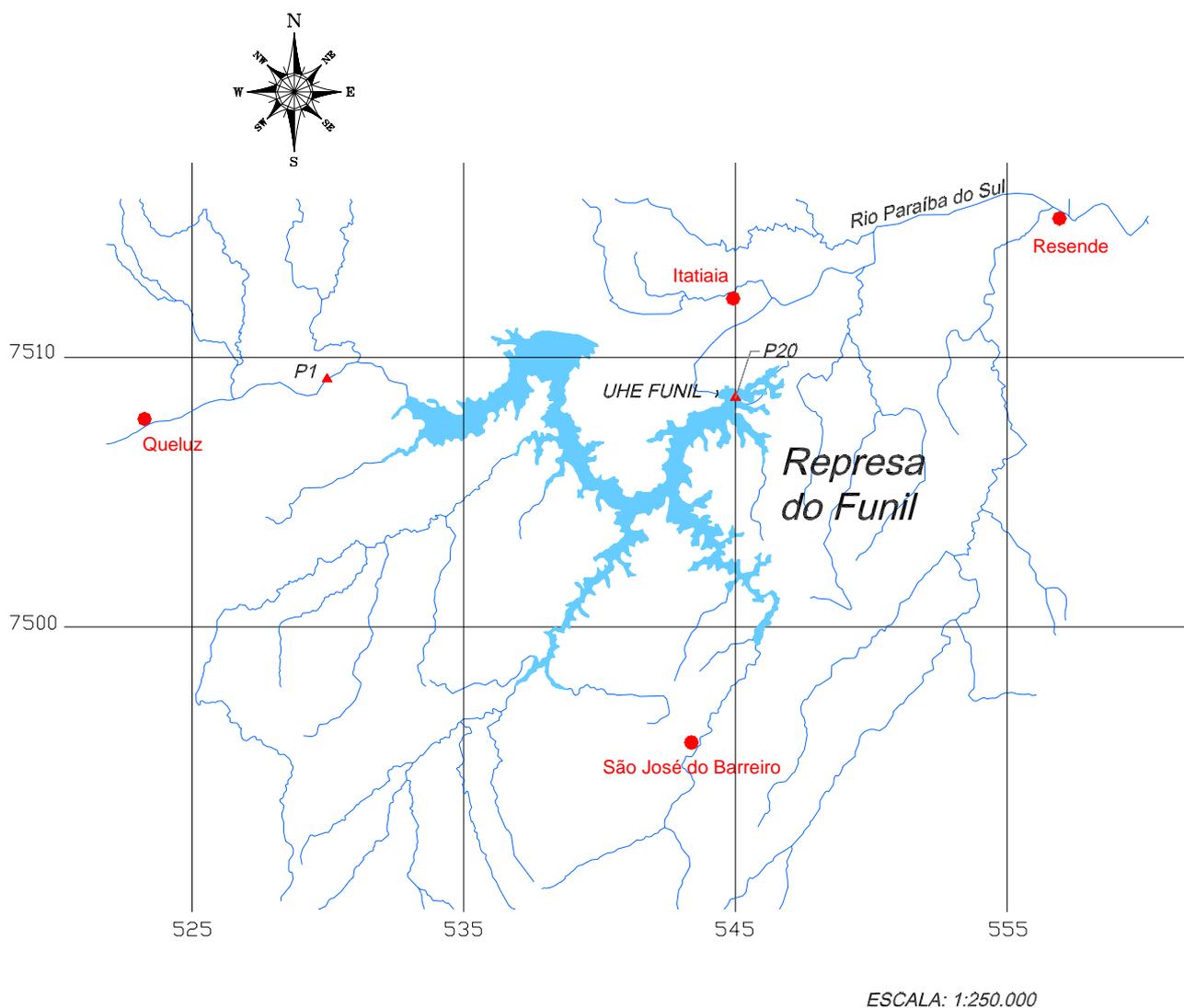


Figura 3.4.3 - Planta do Reservatório de Funil com a Localização dos Pontos de Coleta P1 e P20

A partir das estimativas das variações da descarga sólida em suspensão, ΔQ_{ss} , foram calculadas as produções mínimas específicas (PEMS) em $t/ano.km^2$. Esse valor representa a razão entre ΔQ_{ss} e a área de drenagem intermediária às duas estações. Ressalta-se que isto não se aplica às situações de depósitos/retenções pelos motivos expostos anteriormente.

A fim de permitir a identificação de zonas sedimentologicamente homogêneas, os resultados foram agrupados em faixas de produções específicas definidas na Tabela 3.4.6, a seguir:

Tabela 3.4.6 - Classes de Produção Específica de Sedimentos em Suspensão

Faixa ($t/ano.km^2$)	Classe
---------------------------	--------

até 10	1
10 até 50	2
50 até 100	3
100 até 200	4
200 até 400	5
400 até 600	6
> 600	7

A [Tabela 3.4.7](#) apresenta o balanço sedimentológico e o agrupamento das produções específicas nas classes definidas na Tabela 3.4.6, e a Figura 3.4.4 mostra o zoneamento sedimentológico alcançado para a bacia do rio Paraíba do Sul, bem como os extratores de areia da região fluminense, cadastrados na Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente (FEEMA).

Tabela 3.4.7 - Balanço Sedimentológico Simplificado e Classificação das Produções Específicas Mínimas por Estação Sedimentométrica e pela UHE Funil

Posto	Rio	Ad (km ²)	Qss (t/ano)	Δ Qss (t/ano)	PEMS (t/ano.km ²)	Condição	Classe
Paraibuna	Paraibuna	1.570	15.168		9,7		1
Santa Branca Jus.	Paraíba do Sul	5.031	22.842	7.674	2,2		1
Fazenda Igaçaba	Paraíba do Sul	7.756	111.186	96.018	15,5		2
Pindamonhangaba	Paraíba do Sul	9.546	180.050	68.864	38,5		2
Queluz	Paraíba do Sul	12.810	824.353	644.303	197,4		4
UHE Funil – Jusante	Paraíba do Sul	13.410	103.341	-721.012		Depósito	
Volta Redonda	Paraíba do Sul	15.900	205.426	102.085	41,0		2
Barra do Pirai	Paraíba do Sul	17.803	645.023	439.597	588,8		6
Três Rios	Paraíba do Sul	19.700	557.112	-87.911		Depósito	
Moura Brasil	Piabanha	2.049	117.107		57,2		3
Juiz de Fora Jus.	Paraibuna	981	69.581		70,9		3
Santa Fé	Paraibuna	8.542	492.617	423.036	55,9		3
Anta	Paraíba do Sul	30.579	1.678.607	511.771	1.777,0		7
Itaocara	Paraíba do Sul	33.550	1.077.293	-601.314	-202,4	Depósito	
Cataguases	Pomba	5.858	251.513		42,9		2
S. Antonio Pádua	Pomba	8.245	106.790	-144.723		Depósito	
São Fidélis	Paraíba do Sul	46.731	300.002	-884.081		Depósito	
Jussara	Glória	743	20.539		27,6		2
Cardoso Moreira	Muriaé	7.270	166.656	146.117	22,4		2
Campos	Paraíba do Sul	55.500	3.359.489	2.892.831	1.929,8		7

O posto de Barra do Pirai localiza-se a jusante da UEL Santa Cecília, que transfere para o Sistema Lajes/Guandu - transposição de bacia - uma vazão de 140 m³/s em média.

Adotando-se como desprezível a contribuição incremental entre a UEL Santa Cecília e o posto, a concentração média dos sedimentos em suspensão em Barra do Pirai, de 154,2 mg/l, pode ser considerada como representativa das águas bombeadas. Assim, estima-se que, em média, esteja sendo transferida uma descarga sólida em suspensão da ordem de 680.799 t/ano.

Se fosse considerada a inexistência do bombeamento, esse resultado deveria ser acrescido ao calculado no posto Barra do Piraí, 645.023 t/ano, totalizando, dessa forma, uma descarga sólida anual de 1.325.822 t/ano. O valor subtraído da descarga sólida anual de Volta Redonda, 205.426 t/ano, e dividido pela área incremental entre Volta Redonda e Barra do Piraí, totalizaria uma produção específica de 588,8 t/ano.km². Tal hipótese, mais desfavorável para o estirão em questão, resulta num valor conservativo adotado como representativo.

3.4.6 Diagnóstico Sedimentológico Preliminar

O rio Paraíba do Sul foi estudado como um todo e dentro da disponibilidade dos dados existentes procurou-se elaborar um balanço simplificado das áreas de produção/deposição de sedimentos, identificando zonas homogêneas de comportamento sedimentológico. Assim, buscou-se espacializar ao longo da bacia as classes de produção específica de sedimentos em suspensão das áreas intermediárias entre estações consecutivas.

Qualitativamente, pode-se dizer que os resultados fornecem uma boa visão da dinâmica do movimento sedimentar do rio Paraíba do Sul e de seus principais afluentes.

Já sob os aspectos quantitativos, foram observadas algumas deficiências nos dados secundários disponíveis para o estudo. As medições sedimentométricas disponíveis têm períodos curtos e, em geral, percebe-se que não foi dada continuidade às campanhas de campo. Além disso, destaca-se a influência da presença dos extratores de areia a montante das estações sedimentométricas, podendo interferir nos resultados alcançados. Assim, os valores calculados devem ser considerados como orientativos e indicativos do fenômeno sedimentológico, não sendo possível obter uma conclusão quantitativa confiável.

Ressalta-se que, em virtude de não existirem estações sedimentométricas na bacia do rio Dois Rios, o mesmo não pôde ser avaliado nem classificado.

Da análise da Figura 3.4.4 pode-se inferir o seguinte:

- **Trecho superior até a estação de Paraibuna**

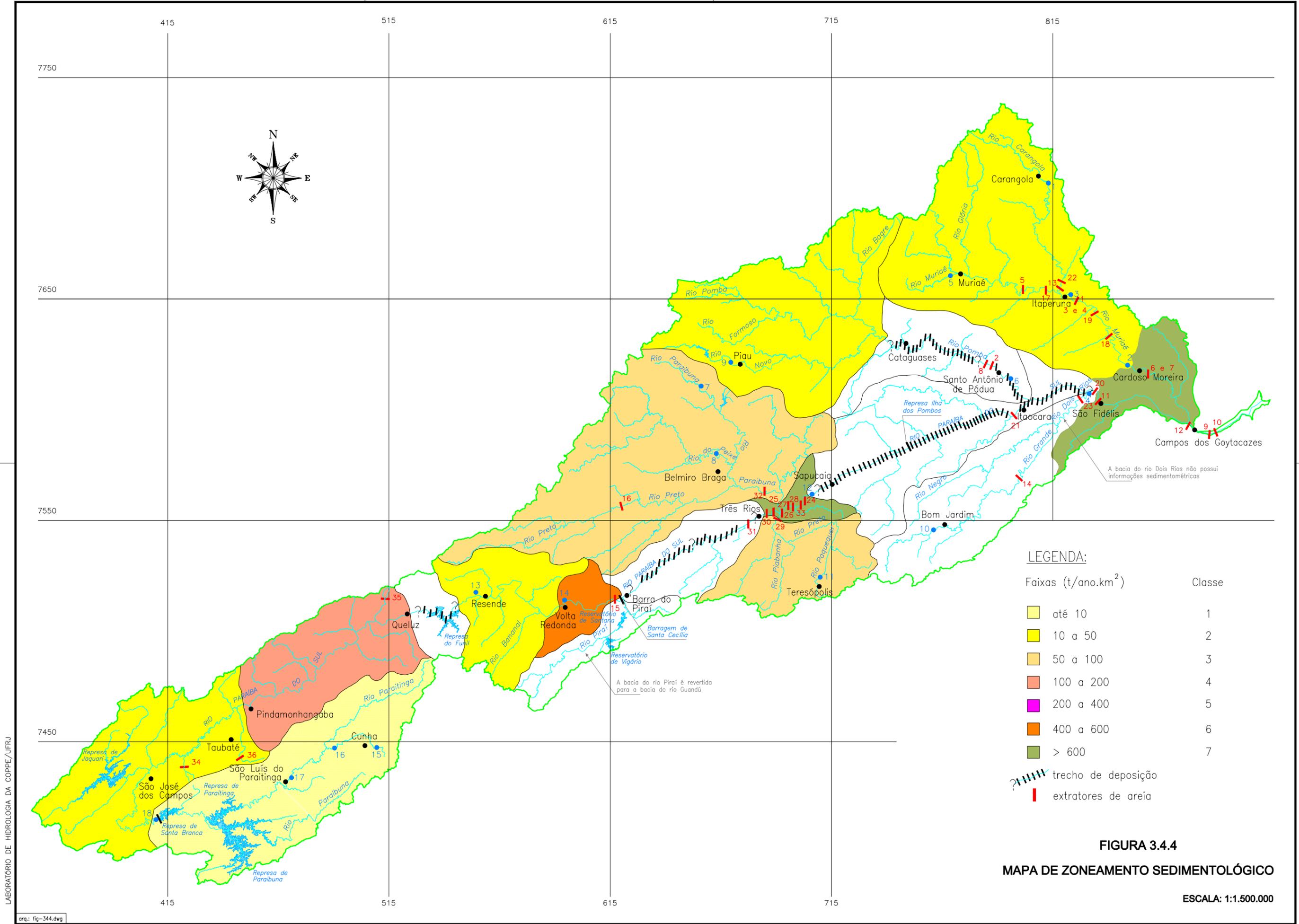
A área apresenta uma produção estimada baixa, classe 1 – 9,7 t/ano.km². Apesar de o reservatório de Paraibuna agir como possível depositário de sedimentos produzidos, acredita-se que, exceto alguns eventuais problemas pontuais de degradação, a bacia, como um todo, esteja preservada.

- **Trecho entre as estações de Paraibuna e Pindamonhangaba**

Esse trecho apresenta uma produção estimada baixa, classe 2 – 38,5 t/ano.km², indicando uma bacia aparentemente pouco degradada. Como a região é intensamente cultivada, tais resultados podem ter sido distorcidos pela existência de três reservatórios, quais sejam: Paraitinga, Santa Branca e Jaguari.

- **Trecho entre as estações de Pindamonhangaba e Queluz**

Apesar da influência dos reservatórios de montante, a área intermediária acusa uma produção estimada da classe 4 – 197,4 t/ano.km².



LEGENDA:

Faixas (t/ano.km ²)	Classe
até 10	1
10 a 50	2
50 a 100	3
100 a 200	4
200 a 400	5
400 a 600	6
> 600	7

trecho de deposição
 extratores de areia

FIGURA 3.4.4
MAPA DE ZONEAMENTO SEDIMENTOLÓGICO

ESCALA: 1:1.500.000

LABORATÓRIO DE HIDROLOGIA DA COPPE/UFRJ

arq.: fig-344.dwg

A estação de Queluz representa a carga afluyente de sedimentos oriunda da bacia paulista do rio Paraíba do Sul, que abrange 31 municípios. Além das altas densidades demográficas, destacam-se também o forte potencial industrial, a agricultura e a atividade de extração de areia, que chega a representar cerca de 80% do mercado paulista.

- **Trecho entre a estação de Queluz e a jusante do reservatório de Funil**

Esse trecho acusa depósito que certamente ocorre, em quase a sua totalidade, no reservatório da UHE Funil.

- **Trecho a jusante do reservatório de Funil e a estação de Volta Redonda**

Chegam à estação sedimentométrica de Volta Redonda cerca de 205.500 t/ano, sendo que mais da metade, 103.500 t/ano, foi estimada como sendo efluente da UHE Funil. A produção da área intermediária é da ordem de 41,0 t/ano.km² - classe 2.

- **Trecho entre as estações de Volta Redonda e Barra do Pirai**

Detecta-se nessa região uma alta produção específica de 588,8 t/ano.km² - classe 6, sendo que parte da produção, estimada em 680.800 t/ano, está sendo transferida para o Sistema Lajes/Guandu.

Acredita-se que essa produção esteja concentrada nas áreas circunvizinhas aos municípios de Volta Redonda e, principalmente, Barra do Pirai. Nesse município verificam-se processos intensivos de erosão em quase todos os seus tipos de ocorrência, tais como: ocupação de margens de rios; práticas agrícolas não conservacionistas; expansão urbana não planejada em direção às encostas; sistemas de drenagem e traçados de vias de acesso ineficientes e inadequados; etc.

- **Trecho entre as estações de Barra do Pirai e Três Rios**

Esse trecho acusa depósito de cerca de 88.000 t/ano que provavelmente ocorre no estirão de baixa declividade do rio Paraíba do Sul. Isso pode indicar uma susceptibilidade da região a enchentes devido, principalmente, à redução do gradiente hidráulico e ao estrangulamento da calha, provocados por assoreamento.

- **Trecho entre as estações de Três Rios e Anta**

Nesse estirão do rio Paraíba do Sul existe o aporte de dois importantes tributários: o rio Piabanha, pela margem direita, e o Paraibuna Mineiro, pela margem esquerda. Ambos os afluentes foram classificados na totalidade de suas bacias hidrográficas como classe 3. A área intermediária entre a foz desses afluentes e a estação de Anta apresenta uma elevada produção específica de 1.780 t/ano.km² - classe 7.

O valor de PEMS sugere que a bacia intermediária esteja muito degradada, porém, nesse trecho, o rio Paraíba do Sul possui alta densidade de extratores de areia de leito ou cava, tal como pode ser observado, também, na Figura 3.4.4.

Esse tipo de atividade altera o equilíbrio hidrossedimentológico do rio, podendo provocar alterações hidráulicas do curso d'água, desestabilizando os taludes das margens e recolocando em suspensão sedimentos depositados no leito. Isso

sugere que o volume de sedimentos detectados em Anta seja oriundo, em grande parte, da atividade areeira.

- **Trecho entre as estações de Anta e Itaocara**

Esse trecho acusa depósito de cerca de 601.000 t/ano, que provavelmente ocorre nas regiões de baixa declividade e, ainda, no reservatório de Ilha dos Pombos.

- **Trecho entre as estações de Itaocara e São Fidélis**

Esse estirão do rio Paraíba do Sul recebe pela margem esquerda o rio Pomba. Esse rio, nas suas cabeceiras até a estação de Cataguases, apresenta produção baixa - classe 2, que pode ter sido distorcida pela presença de alguns pequenos reservatórios. A partir daí, até sua confluência com o rio Paraíba do Sul, acusa depósito da ordem de 145.000 t/ano. A área intermediária entre a estação de Itaocara, a foz do rio Pomba e a estação de São Fidélis apresenta depósito de 884.000 t/ano.

- **Trecho entre as estações de São Fidélis e Campos**

Essa região apresenta a maior produção estimada na bacia, da ordem de 2.900.000 t/ano, com produção específica de 1.930 t/ano.km².

O estirão recebe pela margem esquerda o rio Muriaé, que nas suas cabeceiras até a estação Jussara está classificado como produção baixa, de 27,6 t/ano.km² - classe 2. Da estação Jussara até a estação Cardoso Moreira indica produção de 22,4 t/ano.km², também compatível com a classe 2, apesar da presença de extratores de areia.

A partir da estação Cardoso Moreira até a confluência com o rio Paraíba do Sul, e daí, até a estação Campos, verifica-se uma área intermediária com alta produção de sedimentos em suspensão, provavelmente causada pela degradação da cobertura vegetal, em face da intensa prática agrícola não conservacionista, o cultivo da cana-de-açúcar, ocupação urbana ao longo da margem do rio e à presença de extratores de areia.

- **Trecho entre a estação de Campos e a foz**

Não foi possível avaliar quantitativamente esse trecho, porém, como se trata de região de estuário, estima-se que ocorram grandes zonas de depósitos até a foz.

Conforme KANERVA e PROST [HORA, 1996], pode-se considerar 250 t/ano.km², um valor normal de produção específica de sedimentos de rios do mundo inteiro.

Diversas áreas mapeadas neste estudo alcançaram produções específicas inferiores a esse valor, até classe 4, porém, isto não significa que necessariamente estejam em boa condição de preservação. As áreas intermediárias podem ter dimensões tais que contenham sub-bacias secundárias com grandes produções específicas não detectadas. Para identificá-las é imprescindível o adensamento das estações hidrossedimentométricas e maior frequência de medições.

Já nos casos das regiões identificadas como classe 6 ou 7, pode-se dizer que necessitam intervenções para controle de processos erosivos e/ou reordenamento da atividade de extração de areia.

3.4.7 Conclusões e Recomendações

Este estudo procurou diagnosticar as condições hidrossedimentológicas do rio Paraíba do Sul e seus principais afluentes. Para tanto foram utilizados os dados de 19 estações sedimentométricas que apresentaram, em sua maioria, curtos períodos de observação e baixa frequência de medições.

Hoje, a rede atual da ANEEL conta com apenas sete dessas estações, a saber: Três Rios; Juiz de Fora Jusante; Anta; Cataguases, Santo Antônio de Pádua; Cardoso Moreira e Campos Ponte Municipal, operadas pela CPRM. A Light conta com quatro estações, a saber: Santa Branca Jusante; Volta Redonda; Barra do Pirai e Itaocara. As demais encontram-se desativadas.

Dessa forma, a recomendação que se pode sugerir no âmbito deste trabalho e de caráter emergencial é a reinstalação/instalação de estações sedimentométricas, visando ao aprofundamento do nível de conhecimento.

Sabe-se que em estudos sedimentológicos as séries medidas/observadas são ditas confiáveis quando abrangem períodos de pelo menos cinco anos, com uma frequência compatível para caracterização de sazonalidades pluviométricas e fluviométricas. Sugere-se que essa frequência de operação, visando a uma operação tecnicamente adequada, seja realizada conforme o seguinte critério:

- medições com visitas semanais por equipe de hidrometria, com amostragem de sedimentos em suspensão e de fundo, no período chuvoso;
- medições com visitas quinzenais por equipe de hidrometria, com amostragem de sedimentos em suspensão e de fundo, no período seco.

As medições dos hidrometristas servirão para o cálculo das descargas sólidas em suspensão, arraste e total, bem como a obtenção da composição granulométrica dos sedimentos em suspensão e do leito.

Recomenda-se, portanto, que seja elaborado um programa de monitoramento e informações compatível com o nível de detalhe exigido em estudos dessa natureza.

4. SANEAMENTO AMBIENTAL

4.1 Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário

4.1.1 Introdução

Este tópico tem por objetivo mostrar, de forma resumida, o diagnóstico da situação existente no que se refere ao saneamento básico urbano, mais especificamente ao abastecimento público de água e esgotamento sanitário, das localidades pertencentes à bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul, no âmbito dos três Estados, Rio de Janeiro, São Paulo e Minas Gerais.

Este diagnóstico constitui uma síntese atualizada dos levantamentos e estudos desenvolvidos nos Estados do Rio de Janeiro e São Paulo no âmbito do Projeto Qualidade das Águas e Controle da Poluição Hídrica (PQA) e no Estado de Minas Gerais no contexto do Projeto Preparatório para o Gerenciamento dos Recursos Hídricos do Paraíba do Sul (PPG). Foram, também, considerados neste diagnóstico dados recentes oriundos dos prestadores de serviços dos sistemas e de publicações afins e, no tocante às localidades paulistas com populações urbanas superiores a 15.000 habitantes, as informações colhidas durante as visitas realizadas aos respectivos sistemas de abastecimento de água e esgotamento sanitário.

4.1.2 Generalidades

O Brasil, país em estágio de desenvolvimento, bem como os demais países nessa situação, vem-se defrontando com a questão de como e onde bem aplicar seus recursos financeiros, de forma que essa aplicação redunde no máximo de benefício à sua população.

O saneamento básico é, sem dúvida, uma das importantes ferramentas socio-econômicas que não vem sendo convenientemente utilizada em prol dos mais necessitados. A economia e o lucro sobrepujaram interesses técnicos e sociais, e o que se observam são as aplicações dos recursos financeiros direcionadas para os grandes sistemas nas grandes metrópoles, onde os investimentos são sempre rentáveis e economicamente viáveis. Pouco ou quase nada se faz a fundo perdido, e o atendimento às populações carentes de serviços de saneamento tem sido cada vez mais precário ou, mesmo, inexistente.

É de amplo conhecimento a crise por que atravessa o saneamento no Brasil, conforme refletem as pesquisas realizadas pela Associação Brasileira de Engenharia Sanitária (ABES) e pela Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) no final da década de 1980 e no início da de 1990. Os dados referentes ao esgotamento sanitário são alarmantes, indicando índices de cobertura da população, por redes coletoras, de apenas 30%, e um percentual de municípios que possuem estações de tratamento inferior a 10%. Mesmo nos municípios que se incluem nessa pequena parcela, em geral as estações de tratamento atendem apenas a parte da população, as eficiências, muitas vezes, são reduzidas, e os problemas operacionais são freqüentes.

Nas últimas duas décadas, a União foi responsável pela formulação e implementação da política de saneamento, no início por meio do Banco Nacional de Habitação (BNH) e, posteriormente, da Caixa Econômica Federal e dos instrumentos institucionais e financeiros do PLANASA e do SFS. O esgotamento desses instrumentos e o reordenamento decorrente da Constituição de 1988, aliados à crise fiscal do setor público e ao crescimento urbano,

levaram à sobrecarga das unidades operacionais componentes dos sistemas existentes de saneamento e ao desaparecimento dos serviços concessionários, principalmente nos municípios de menor porte, carentes de recursos financeiros.

Além disso, os legisladores e governantes reagem à necessidade de reajustamento das tarifas, mantendo-as muitas vezes em patamares irrealistas, em virtude da tradição brasileira de que a água deve ser gratuita ou fornecida a baixo preço, com o objetivo de defender a economia popular. Esse conceito tem sido responsável pelo agravamento dos desequilíbrios financeiros nos serviços concessionários, ficando estes na dependência de subsídios governamentais, geralmente incertos e escassos, o que redundou em soluções de continuidade, má conservação das partes do sistema e conseqüente abreviação do seu tempo de vida útil, prejudicando a qualidade dos serviços prestados à população.

Apesar dos inconvenientes desse modelo centralizado e rígido, carecedor de mudanças profundas, logrou-se aumentar significativamente a cobertura dos serviços de saneamento, principalmente no que diz respeito ao abastecimento de água.

No entanto, o esgotamento deste modelo, e na ausência de uma política de saneamento, tem resultado em ações públicas desordenadas e desarticuladas, incapazes de promover o adequado equacionamento dos problemas relacionados ao abastecimento de água.

Dessa forma, e em função da escassez de recursos destinados a atender às novas demandas e do crescimento vegetativo, os déficits existentes tendem a aumentar. Quando se consideram a eficiência e regularidade no abastecimento de água, bem como o horizonte de alcance das unidades existentes, fica patente que o racionamento de água, para parcela significativa da população urbana, torna-se a única solução possível para atendê-la.

Entre os fatores mais importantes da crise do financiamento de ações de saneamento destaca-se a incapacidade ou baixa capacidade de endividamento e de posterior pagamento, por parte das concessionárias desses serviços, de suas obrigações financeiras.

A conseqüência mais grave desse quadro é o risco de regressão aos índices de cobertura já verificados, principalmente no que se refere aos serviços de abastecimento de água.

Mesmo assim, os déficits ainda são muito altos, sobretudo no que tange ao esgotamento sanitário.

A falta de sistemas de coleta e tratamento de esgotos constitui um dos problemas urbanos mais graves da atualidade no Brasil. A degradação das condições ambientais urbanas, que prejudica a qualidade de vida e compromete a base econômica, é evidência alarmante de que providências urgentes precisam ser tomadas, inclusive na viabilização de recursos.

Das localidades pertencentes à bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul com populações superiores a 15.000 habitantes, visitadas durante a elaboração do PQA e do PPG, cerca de 69,15% das populações urbanas são atendidas com rede coletora de esgotos (Figura 4.1.1) e apenas 11,23% contam com o tratamento de seus efluentes domésticos (Figura 4.1.2). Cabe, ainda, ressaltar que essa região concentra cerca de 7% a 8% do PIB nacional.

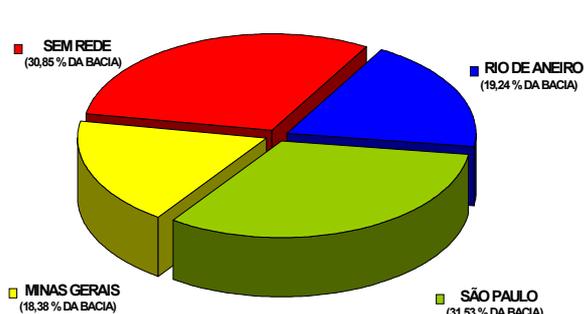


Figura 4.1.1 – Populações Urbanas Servidas por Rede Coletora na Bacia do Rio Paraíba do Sul

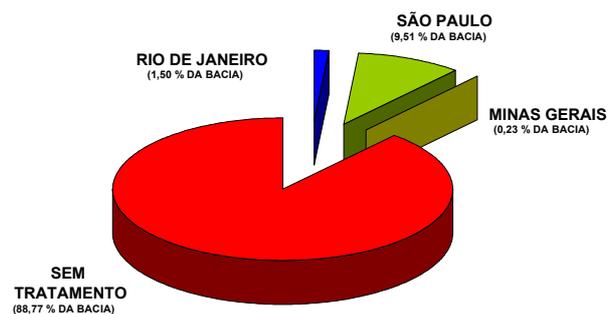


Figura 4.1.2 – Populações Urbanas Atendidas com Estações de Tratamento de Esgotos na Bacia do Rio Paraíba do Sul

Esses percentuais refletem, de maneira inequívoca, o grau de exposição aos agentes de doenças infecto-contagiosas de veiculação hídrica a que seus habitantes estão sujeitos, além de evidenciarem a contribuição diária, em termos de carga orgânica (DBO) remanescente, que o rio Paraíba do Sul e seus afluentes estão recebendo. Portanto, fica evidente a necessidade premente de investimentos destinados à implantação, ampliação e/ou melhoria dos sistemas de coleta, transporte, tratamento e disposição final dos esgotos sanitários, atendendo e beneficiando o maior número possível de habitantes.

Com tal propósito, a Agência Nacional de Águas (ANA) lançou o Programa Nacional de Despoluição das Bacias Hidrográficas (PNDBH), inovador no sentido de incentivar a implantação ou ampliação de estações de tratamento de esgotos, mediante a compra do efluente tratado até o valor correspondente a 50% do custo do empreendimento.

Abastecimento de água e sistemas de esgotamento sanitário são universalmente definidos como componentes principais dos cuidados com a saúde. Tanto a má qualidade desse recurso natural quanto sua pouca disponibilidade podem resultar na disseminação de várias doenças.

O papel do abastecimento de água na melhoria da saúde não está limitado ao controle de doenças transmitidas pela ingestão de água contaminada. Com o fornecimento de quantidades adequadas para a higiene pessoal e para o ambiente doméstico, muitas doenças de veiculação hídrica podem ser evitadas.

O padrão de saúde de uma população está, portanto, diretamente associado não só à qualidade da água disponível, em termos de contaminação química e matéria orgânica, mas, também, à quantidade desse recurso natural e ao grau de educação da população, refletidos nos hábitos de higiene.

4.1.3 Saneamento Básico

A História tem demonstrado que a fixação do homem em qualquer região tem sido uma função das disponibilidades, quantitativas e qualitativas, das fontes de energia necessárias à sua subsistência.

Essas fontes de energia existem sob diversas modalidades, sendo as principais as seguintes:

- luz solar;
- ar;
- água; e
- alimento.

As duas primeiras, luz solar e ar, não têm sido fator preponderante no estabelecimento de colônias. Existem em abundância e pureza e não têm constituído o principal problema.

A energia em forma de água e alimento, no entanto, tem-se mostrado com principal condição imposta pelo homem para sua permanência nas mais inóspitas regiões do globo. Dessas duas, a água tem sido o fator de fixação do homem e formação de novas comunidades. Por isso, a água é responsável pela existência de comunidades próximas às suas fontes e assume importância fundamental.

O homem, no entanto, é, até certo ponto, desperdiçador; sua eficiência ao consumir energia não é total e, em conseqüência, dessa utilização resultam diversos tipos de resíduos, entre os quais predominam os seguintes:

- esgoto;
- lixo; e
- partículas atmosféricas.

O instinto e a necessidade que levam o homem a fixar-se próximo às fontes de energia e, muitas vezes, transportá-las de longas distâncias, não lhe parecem igualmente importantes no momento de medir a necessidade de afastar ou condicionar os resíduos refugados pelo organismo e pela própria comunidade.

Historicamente, verifica-se um comodismo natural, que possibilita um contato íntimo, embora indesejável, entre as fontes de energia cada vez mais impuras a ponto de se tornarem, em grau extremo, inadequadas à vida.

Convencionou-se chamar a ação da matéria rejeitada sobre as fontes de energia de poluição do meio ambiente.

Segundo é definido na legislação pertinente, que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, entende-se por poluição a degradação da qualidade ambiental resultante de atividades que direta ou indiretamente:

- prejudiquem a saúde, a segurança e o bem-estar da população;
- criem condições adversas às atividades sociais e econômicas;
- afetem desfavoravelmente a biota;
- afetem as condições estéticas ou sanitárias do meio ambiente; e
- lancem matérias ou energia em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos.

Uma comunidade passa por diversos níveis de inquietação, geralmente, quando o agravamento das condições de poluição leva aquelas fontes de energia a estados impuros, quase irresistíveis ou economicamente indesejados. O instinto de auto-conservação levou então as comunidades a estabelecerem sistemas de defesas, que são os sistemas de controle de poluição, os sistemas de aproveitamento de energia e os sistemas de saneamento, assim classificados:

- sistemas de abastecimento de água;
- sistemas de esgotos sanitários;
- sistemas de limpeza urbana;
- sistemas de processamento de alimentos; e
- sistemas de controle de emissão.

É oportuno, estabelecido esse conceito genérico, transcrever a definição de saneamento adotada pela Organização Mundial da Saúde (OMS): “Saneamento é o controle de todos os fatores do meio físico do Homem que exercem ou podem exercer efeito deletério sobre o bem-estar físico, mental ou social”.

É igualmente oportuno definir, ainda segundo a OMS, o conceito de saúde: “Saúde é um estado de completo bem-estar físico, social e mental, e não apenas a ausência de doenças”.

De acordo com esses conceitos, saúde-saneamento e controle de poluição se relacionam diretamente.

Para a avaliação desses sistemas apresenta-se, a seguir, o quadro atual do saneamento básico, por Estado, na bacia do rio Paraíba do Sul.

4.1.3.1 Saneamento Básico no Estado do Rio de Janeiro

Os estudos sobre saneamento básico foram elaborados no âmbito do PQA e desenvolvidos pela equipe técnica do Laboratório de Hidrologia e Estudos do Meio Ambiente da COPPE/UFRJ. Foram realizados levantamentos de campo em 25 localidades com populações urbanas superiores a 15.000 habitantes, considerado o Censo de 1991, incluindo-se, ainda, Itatiaia, por ser a primeira cidade da fração fluminense da bacia, São João da Barra, por ser a última em relação ao fluxo do rio Paraíba do Sul, e Cantagalo, por apresentar um pólo cimenteiro. Do total de 154 localidades, pertencentes aos 53 municípios abrangidos por essa parcela da bacia, as cidades visitadas tiveram uma representatividade de 80,8%, tendo em vista apresentarem população urbana de 1.730.883 habitantes do total de 2.142.397 habitantes, relativo à população urbana total dessa parcela da bacia (CENSO 2000).

Em abastecimento de água, os índices de atendimento com sistemas completos, incluindo captação, tratamento, reservação e distribuição, situam-se em torno de 88%, com consumos médios per capita da ordem de 250 l/hab.dia.

Nas localidades visitadas a operação e manutenção desses sistemas está a cargo da Companhia Estadual de Águas e Esgotos (CEDAE) em 12 localidades e sob responsabilidade das prefeituras, sistemas autônomos (SAAE), empresas públicas municipais e concessionárias nas outras 13 localidades. Os serviços de água e esgoto nas cidades de Petrópolis, Nova Friburgo e Campos dos Goytacazes foram recentemente privatizados, estando, respectivamente, a cargo das empresas Águas do Imperador S/A, Companhia de Água e Esgoto de Nova Friburgo (CAENF) e Águas do Paraíba S/A.

Nota-se que os bons índices de atendimento não refletem os problemas de ordem gerencial e operacional observados.

Na área gerencial existe uma carência generalizada de organização para direcionar recursos financeiros com vistas a investimentos e modernização dos serviços, agravada, em muitos casos, pelos baixos níveis tarifários, insuficientes para cobrir, no mínimo, os custos de manutenção e operação dos sistemas.

Na área operacional nota-se que a maioria dos sistemas não dispõe de macro-medidores e operam com elevados índices de perdas. Não existem cadastros das unidades operacionais e, muitas vezes, o cadastro de usuários é incompleto, gerando perdas de arrecadação.

Na área técnica, de maneira geral, as redes não são setorizadas convenientemente, e a fragmentação dos sistemas, aliada à utilização de materiais inadequados, acarreta falhas na distribuição.

Os problemas acima relacionados são bastante minorados nos sistemas administrados pela CEDAE, que contam com uma estrutura gerencial de apoio e de alguns outros sistemas autônomos ou empresas concessionárias bem-administradas.

Aos problemas citados, deve-se acrescentar a poluição cada vez mais intensa dos mananciais abastecedores dessas localidades, o assoreamento das calhas dos rios e a redução das vazões mínimas como fatores de relevante importância nas programações dos investimentos nesse setor.

O trecho do rio Paraíba do Sul situado entre a barragem de Santa Cecília e a cidade de Além Paraíba é crítico em épocas de estiagem, como a que se apresenta no momento (dezembro de 2001), observando-se, nesse estirão, a drástica redução da calha do rio, o que coloca em risco as captações de água não só pelo abaixamento dos níveis como pela possibilidade de maior concentração dos esgotos em relação às reduzidas vazões.

Em esgotamento sanitário os índices de atendimento podem ser assim considerados: 45,0% das populações urbanas são atendidas por rede coletora, e, dessas, apenas 3,5% possuem tratamento, mesmo assim de forma parcial.

Todos os sistemas de esgotos são operados e mantidos por prefeituras, sistemas autônomos (SAAE), empresas públicas municipais e, recentemente, como já foi dito anteriormente, por concessionárias nas cidades de Petrópolis, Nova Friburgo e Campos dos Goytacazes.

A falta ou pequena cobertura de eficientes sistemas de esgotamento sanitário e adequado tratamento dos esgotos acarreta lançamentos *in natura* nos corpos de água e em galerias de águas pluviais, provocando intensa poluição dos córregos que atravessam as cidades e dificultando os usos da água, até mesmo para o abastecimento destas localidades, além de propiciar a veiculação de doenças de origem hídrica.

4.1.3.2 Saneamento Básico no Estado de Minas Gerais

Os estudos sobre saneamento básico foram elaborados no âmbito do Projeto Preparatório para o Gerenciamento dos Recursos Hídricos do Paraíba do Sul e desenvolvidos pela equipe técnica do Laboratório de Hidrologia da COPPE/UFRJ. Para tanto foram realizados levantamentos de campo em 10 sedes municipais com populações urbanas superiores a 15.000 habitantes, dentre as 27 localidades prioritárias, tidas como de maior impacto, do total de 88 municípios existentes na fração mineira da bacia, as quais foram identificadas no “Diagnósticos dos Diagnósticos”, preparado em 1999 pela Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF). Desse total, as 10 cidades visitadas apresentam uma representatividade de 72,9%, tendo em vista que, juntas, essas localidades reúnem 837.059 habitantes urbanos do total de 1.147.712 habitantes que formam a população urbana total da parcela mineira da bacia (CENSO 2000).

Em abastecimento de água, os índices de atendimento com sistemas completos, incluindo captação, tratamento, reservação e distribuição, são superiores a 95% e apresentam consumos médios per capita de 200 l/hab.dia.

A operação e manutenção desses sistemas estão a cargo da Companhia de Saneamento de Minas Gerais (COPASA) em sete localidades e sob responsabilidade das prefeituras, sistemas autônomos (SAAE) e empresas públicas municipais nas três outras localidades.

Os problemas relacionados aos sistemas de abastecimento de água das cidades mineiras são bastante semelhantes aos apresentados pelas cidades fluminenses, diferenciando-se pelos menores índices de perdas físicas, observados apenas nos sistemas operados pela COPASA, os quais variam de 25% a 30%.

Várias cidades visitadas têm, como mananciais abastecedores, pequenos córregos onde são feitas captações diretas. Períodos críticos de estiagem, aliados a desmatamentos, principalmente, na Zona da Mata, podem colocar em risco o abastecimento dessas cidades. A COPASA tem conhecimento desses problemas e trabalha com as poucas alternativas disponíveis.

Em esgotamento sanitário os índices de atendimento podem ser assim considerados: 88,9% das populações urbanas são atendidas por rede coletora e apenas 1,1% possuem tratamento, mesmo assim de forma parcial.

Todos os sistemas de esgotos sanitários das 10 localidades visitadas são operados e mantidos por prefeituras, sistemas autônomos (SAAE) e empresas públicas municipais.

A ausência quase total de tratamento dos esgotos implica lançamentos *in natura* nos corpos de água, em galerias de águas pluviais e diretamente no solo, provocando intensa poluição dos córregos que atravessam as cidades, além de possibilitar o contato direto das pessoas com as águas servidas, o que propicia a veiculação de doenças de origem hídrica.

4.1.3.3 Saneamento Básico no Estado de São Paulo

Os estudos sobre saneamento básico, no âmbito do PQA, foram elaborados e desenvolvidos pelo Consórcio ICF - Kaiser & Logos e envolveram 39 sedes municipais.

No entanto, na fase atual, utilizando-se a mesma metodologia adotada para os Estados do Rio de Janeiro e Minas Gerais, os trabalhos foram focalizados, com levantamentos de

campo, para as quinze cidades com populações urbanas superiores a 15.000 habitantes, as quais têm uma representatividade de 90,7% do total, isto é, nelas se situam 1.481.301 pessoas do total de 1.632.670 habitantes urbanos existentes na fração paulista da bacia (CENSO 2000), o que configura, de maneira bastante segura, a situação real em termos de saneamento básico.

Em abastecimento de água, 10 das 15 cidades têm seus sistemas mantidos e operados pela Companhia de Saneamento do Estado de São Paulo (SABESP), duas por serviços autônomos (SAAE) e três diretamente pelas prefeituras através de secretarias municipais.

O índice de atendimento em abastecimento de água é de 94,6%.

Quando se estende o estudo para as demais localidades e considerando apenas as populações urbanas das sedes municipais, chega-se a uma população de 1.614.514 de habitantes, com uma produção de água de aproximadamente 5,6 m³/s, abastecendo 437.769 economias através de 368.872 ligações. Apesar de o consumo médio ser elevado para os padrões nacionais, da ordem de 297 l/hab x dia, nota-se que existe carência de água em algumas regiões, uma vez que as demandas atuais já são maiores que a oferta de água para o padrão da região, conforme se pode observar nas tabelas do item 4.1.4.3.

Os problemas relacionados aos sistemas de abastecimento de água das cidades paulistas são semelhantes aos das demais cidades da bacia, com exceção dos que são administrados pela SABESP, que contam com uma estrutura gerencial de apoio e alguns sistemas autônomos bem-administrados. No entanto, os índices médios de perdas são altos, situando-se em torno de 40%. Como particularidade em relação às cidades paulistas, observa-se grande número de localidades abastecidas parcial ou totalmente por mananciais subterrâneos, através de poços profundos.

Em esgotamento sanitário os índices de atendimento podem ser assim considerados: 86,2% das populações urbanas são atendidas por rede coletora, das quais 26,3% possuem tratamento, mesmo assim parciais.

Ao contrário da CEDAE e da COPASA, nas localidades onde a SABESP é responsável pela operação e manutenção dos sistemas de abastecimento de água também o é quanto aos sistemas de esgotamento sanitário. Isto fica evidenciado ao se comparar os índices de tratamento dos esgotos domésticos, que, embora ainda considerados baixos, são bem superiores aos apresentados pelas parcelas fluminense e mineira da bacia.

4.1.4 Características dos Sistemas de Abastecimento de Água e de Esgotamento Sanitário

4.1.4.1 Situação Atual

As tabelas adiante apresentadas mostram a situação atual do saneamento básico de todas as localidades da bacia do rio Paraíba do Sul e foram confeccionadas a partir de dados obtidos em campo mediante contatos diretos com os responsáveis pelas administrações dos sistemas de saneamento nas localidades visitadas e em consultas às seguintes publicações:

- Anuário Estatístico do Estado do Rio de Janeiro de 1999-2000 da Fundação CIDE-Centro de Informações e Dados do Estado do Rio de Janeiro;

- Anuário Estatístico do Estado de São Paulo de 1998 da Fundação SEADE - Sistema Estadual de Análise de Dados;
- Dados da Fundação João Pinheiro, referentes a 1999; e
- Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento Básico (SNIS) de 2000 da Secretaria Especial de Desenvolvimento Urbano/Programa de Modernização do Setor de Saneamento (SEDU/PMSS).

Procurou-se homogeneizar os dados tabelados para que as informações pudessem ser comparadas, uma vez que as fontes são distintas e direcionadas para objetivos diversos. As tabelas apresentam as seguintes informações:

- situação atual de abastecimento de água e de esgotamento sanitário das principais localidades da bacia do rio Paraíba do Sul: são relacionadas às localidades visitadas e suas populações urbanas, de acordo com o CENSO 2000, as concessionárias que administram os sistemas de saneamento e os níveis de atendimento com rede e tratamento, tanto de água como de esgotos sanitários, e a totalização com as médias ponderadas de cobertura dos respectivos serviços. Apresentam ainda o resultado considerando os três Estados, onde estão indicadas as médias ponderadas dos percentuais de cobertura nas parcelas fluminense, paulista e mineira da bacia, inclusive a representatividade dessas localidades, através das populações urbanas, frente à totalidade da bacia (Tabelas 4.1.1, 4.1.2 e 4.1.3 e Figuras 4.1.3, 4.1.4 e 4.1.5)
- sistemas de abastecimento de água das sedes municipais da bacia do rio Paraíba do Sul: são relacionadas todas as sedes municipais, suas populações urbanas de acordo com o CENSO 2000, os números de ligações e de economias servidas por rede, os tipos de mananciais, as vazões produzidas e os regimes de operação dos sistemas, confrontando as demandas com as produções de água. No cálculo das demandas, foram considerados os consumos per capita, variando conforme o porte da localidade e demais parâmetros, de acordo com a metodologia apresentada no Volume 3 deste PRH (Tabelas 4.1.4, 4.1.5 e 4.1.6).

Tabela 4.1.1 - Situação Atual dos Sistemas de Abastecimento de Água e de Esgotamento Sanitário das Principais Localidades da Bacia do Rio Paraíba do Sul Rio de Janeiro

Nº	Localidades Visitadas no PQA-RJ	Pop.Urb. (Habitantes) (Censo 2000)	Concessionária		SAA		SES	
			Água	Esgoto	Índ. Atend. (%)	Tratamento	Índ. de Atendimento (%)	
							Coleta	Tratamento
1	Barra do Pirai	66.918	SMAE (Prefeitura)		80 - 85	Convenc.	5	-
2	Barra Mansa	162.797	SAAE (Prefeitura)		90	Convenc.	35 - 40	-
3	Campos dos Goytacazes	311.723	Águas do Paraíba S/A		70 - 80	Convenc.	50	-
4	Cantagalo (3)	10.204	CEDAE	Prefeitura	> 95	Convenc.	70	-
5	Cordeiro (3)	17.756	CEDAE	Prefeitura	> 95	Convenc.	70	-
6	Itaperuna	67.305	CEDAE	Prefeitura	90	Convenc.	65	-
7	Itatiaia	11.728	SMMA (Prefeitura)		95	Desinfec.	60 - 70	-
8	Mendes	17.123	SAAE (Prefeitura)		70 - 80	Convenc.	-	-
9	Miracema	22.367	CEDAE	Prefeitura	90	Convenc.	65	-
10	Nova Friburgo (3)	114.164	CAENF		90	Conv./Desinf.	-	-
11	Conselheiro Paulino (2) (3)	29.078	CAENF		90	Conv./Desinf.	-	-
12	Paraíba do Sul	17.035	CEDAE	Prefeitura	95	Convenc.	5	-
13	Petrópolis (3)	181.638	A. do Imperador S/A		90	Conv./Desinf.	25	25
14	Cascatinha (2) (3)	61.939	A. do Imperador S/A		90	Conv./Desinf.	-	-
15	Resende (3)	67.946	ESAMUR (Prefeitura)		90 - 95	Convenc.	90 - 95	-
16	Agulhas Negras (2) (3)	23.239	ESAMUR (Prefeitura)		90 - 95	Convenc.	90 - 95	-
17	Santo Antônio de Pádua	22.035	CEDAE	Prefeitura	90	Convenc.	60	-
18	São Fidélis (3)	19.041	CEDAE	Prefeitura	90	Convenc.	60	-
19	Ipuca (2) (3)	4.061	CEDAE	Prefeitura	90	Convenc.	30	-
20	São João da Barra	16.156	CEDAE	Prefeitura	90 - 95	Convenc.	30	-
21	Teresópolis	109.696	CEDAE	Prefeitura	90 - 95	Conv./Desinf.	-	-
22	Três Rios	65.957	SAAETRI (Prefeitura)		90	Convenc.	80	-
23	Valença	50.503	SMOSP (Prefeitura)		90	Convenc.	70	-
24	Vassouras	18.478	CEDAE	Prefeitura	95	Convenc.	-	-
25	Volta Redonda	241.996	SAAE (Prefeitura)		> 95	Convenc.	90 - 95	6 (1)
	Total	1.730.883	-	Médias	88,1%	-	45,0%	3,5%

População Urbana Total da Fração Fluminense da Bacia do Paraíba do Sul = 2.142.397 habitantes

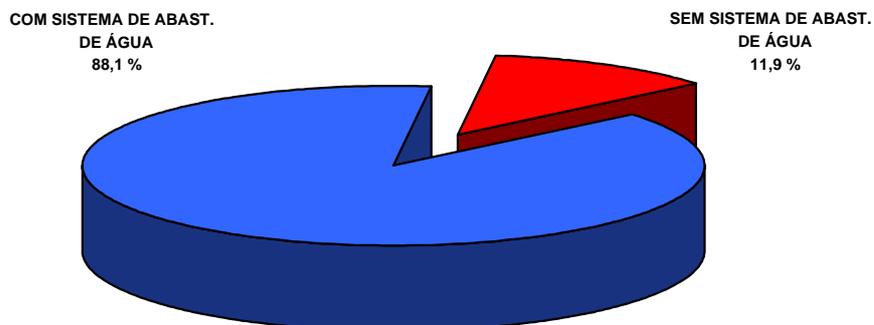
Relação entre a População Urbana das 25 Localidades Visitadas e a População Total = 80,8%

Obs.: (1) - O SAAE de Volta Redonda está prestes a construir o Sistema de Esgotamento Sanitário das Bacias 2, 5, 7 e 8 que em primeiro momento beneficiará 50.000 habitantes e posteriormente 100.000, passando as médias da cidade para 26,7 e 47,3% e as gerais para 6,4 e 9,2%, respectivamente.

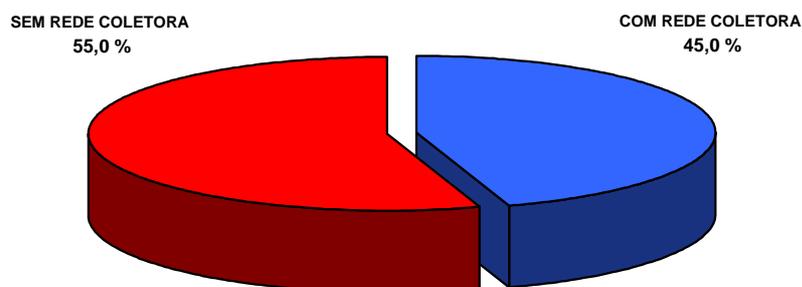
(2) - As localidades de Conselheiro Paulino, Cascatinha, Agulhas Negras e Ipuca embora não sendo sedes municipais foram consideradas face a sua importância e/ou posição estratégica.

(3) - São sistemas integrados de abastecimento de água: Cordeiro/Cantagalo, Nova Friburgo/Conselheiro Paulino, Petrópolis/Cascatinha, Resende/Agulhas Negras e São Fidélis/Ipuca.

População Urbana das Principais Localidades Atendidas por Sistema de Abastecimento de Água



População Urbana das Principais Localidades Servidas por Rede Coletora de Esgotos



População Urbana das Principais Localidades Atendidas por Estação de Tratamento de Esgotos

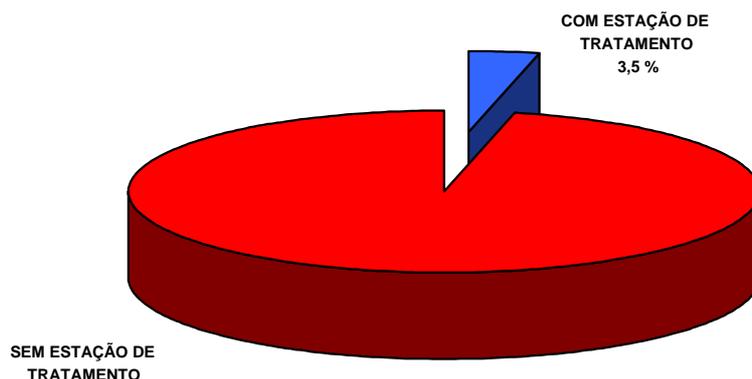


Figura 4.1.3 - Situação Atual dos Sistemas de Abastecimento de Água e de Esgotamento Sanitário

Estado do Rio de Janeiro

Tabela 4.1.2 - Situação Atual dos Sistemas de Abastecimento de Água e de Esgotamento Sanitário das Principais Localidades da Bacia do Rio Paraíba do Sul São Paulo

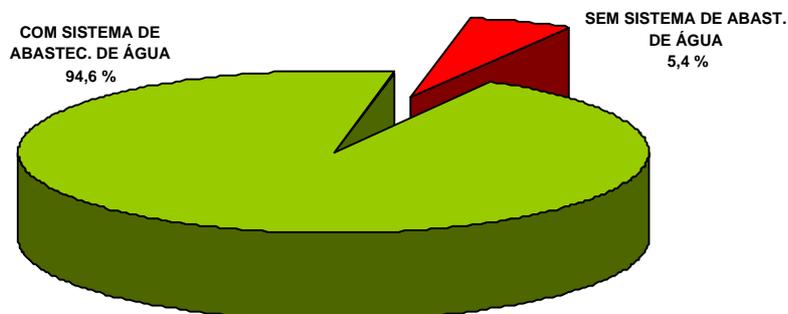
Nº	Localidades Visitadas em 2001	Pop.Urb. (Habitantes) (Censo 2000)	Concessionária		SAA		SES Índ. de Atendimento (%)	
			Água	Esgoto	Índ. Atend. (%)	Tratamento	SES	
							Coleta	Tratamento
1	Aparecida	34.382	SMAE (Prefeitura)		>95	Convenc.	90 - 95	-
2	Caçapava	66.741	SABESP		90 - 95	Desinfec.	85 - 90	45 - 50
3	Cachoeira Paulista	21.671	SABESP		>95	Convenc.	90 - 95	-
4	Cruzeiro	71.179	SAAE (Prefeitura)		>95	Convenc.	90 - 95	-
5	Guaratinguetá	99.162	SAAE (Prefeitura)		90 - 95	Conv./Desinf.	75 - 80	10 - 15
6	Jacareí	169.575	SAAE (Prefeitura)		>95	Conv./Desinf.	80 - 85	-
7	Lorena	75.097	SABESP		90 - 95	Desinfec.	80 - 85	40 - 45
8	Pindamonhangaba (2)	87.454	SABESP		>95	Convenc.	90 - 95	80 - 85
9	Moreira César (1) (2)	31.624	SABESP		>95	Convenc.	90	35 - 40
10	Santa Isabel	33.014	NOVACOM		>95	Convenc.	60	-
11	São José dos Campos (2)	463.586	SABESP		>95	Conv./Desinf.	85 - 90	40 - 45
12	Eugênio de Melo (1) (2)	68.095	SABESP		>95	Desinfec.	85 - 90	40 - 45
13	Taubaté (2)	205.684	SABESP		>95	Convenc.	85 - 90	-
14	Tremembé (2)	29.866	SABESP		>95	Convenc.	85 - 90	-
15	Quiririm (1) (2)	24.171	SABESP		>95	Convenc.	85 - 90	10 - 15
Total		1.481.301	Médias		94,6%	-	86,2%	26,3%

População Urbana Total da Fração Paulista da Bacia do Paraíba do Sul = 1.632.670 habitantes

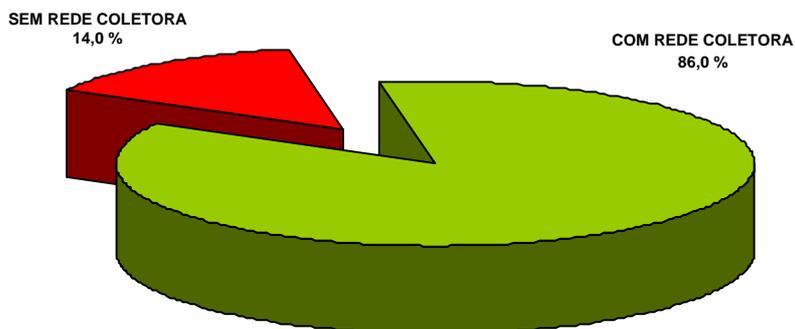
Relação entre a População Urbana das 15 Localidades Visitadas e a População Total = 90,7%

Obs.: (1) - As localidades de Moreira César e Quiririm, embora não sendo sedes municipais foram consideradas face as suas importâncias.
 (2) - São sistemas integrados de abastecimento de água: Pindamonhangaba/Moreira César e Taubaté/Tremembé/Quiririm.
 (3) - O sistema de São José dos Campos atende também ao Distrito de Eugênio de Melo.

População Urbana das Principais Localidades Atendidas por Sistema de Abastecimento de Água



População Urbana das Principais Localidades Servidas por Rede Coletora de Esgotos



População Urbana das Principais Localidades Atendidas por Estação de Tratamento de Esgotos

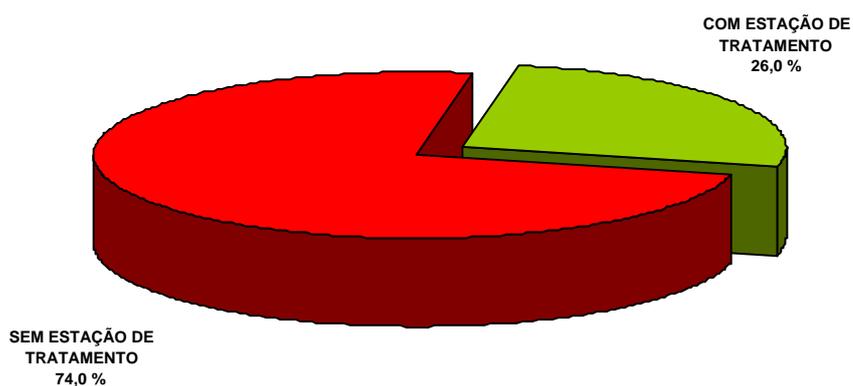


Figura 4.1.4 - Situação Atual dos Sistemas de Abastecimento de Água e de Esgotamento Sanitário

Estado de São Paulo

Tabela 4.1.3 - Situação Atual dos Sistemas de Abastecimento de Água e de Esgotamento Sanitário das Principais Localidades da Bacia do Rio Paraíba do Sul Minas Gerais

Nº	Localidades Visitadas no PPG	Pop.Urb. (Habitantes) (Censo 2000)	Concessionária		SAA		SES Índ. de Atendimento (%)	
			Água	Esgoto	Índ. Atend. (%)	Tratamento	SES	
							Coleta	Tratamento
1	Além Paraíba	29.635	COPASA	Prefeitura	> 95	Convenc.	60	-
2	Carangola	22.097	DAE (Prefeitura)		> 95	Convenc.	75	-
3	Cataguases	57.267	COPASA	Prefeitura	> 95	Convenc.	> 95	-
4	Juiz de Fora	450.142	CESAMA (Prefeitura)		> 95	Convenc.	> 95	2 (1)
5	Leopoldina	40.383	COPASA	Prefeitura	> 95	Convenc.	85	-
6	Muriaé	77.760	DEMSUR (Prefeitura)		> 95	Convenc.	70	-
7	Santos Dumont	38.451	COPASA	Prefeitura	> 95	Convenc.	80	-
8	São João Nepomuceno	20.454	COPASA	Prefeitura	> 95	Convenc.	60	-
9	Ubá	74.981	COPASA	Prefeitura	> 95	Convenc.	> 95	-
10	Visconde do Rio Branco	25.889	COPASA	Prefeitura	> 95	Convenc.	95	-
Total		837.059		Médias	> 95%	-	88,9%	1,1%

População Urbana Total da Fração Mineira da Bacia do Paraíba do Sul = 1.147.712 habitantes

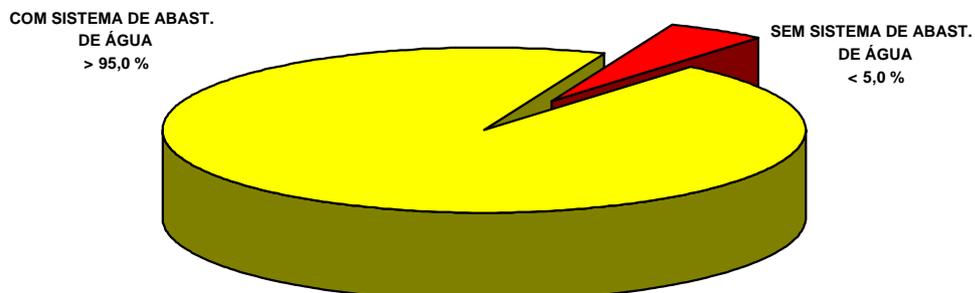
Relação entre a População Urbana das 10 Localidades Visitadas e a População Total = 72,9%

Obs.: (1) - O índice de atendimento de Juiz de Fora, no tocante a tratamento de esgotos, será ampliado para 20% quando da entrada em operação do Sistema Barbosa Lage que está em fase de conclusão, passando a média geral para 10,8%.

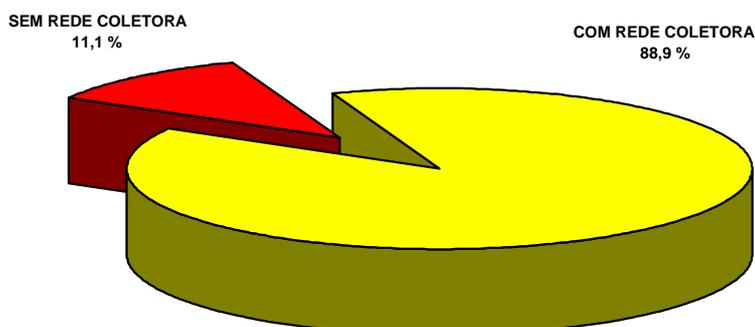
Resultado Considerando os Três Estados

- População Urbana Total da Bacia do Paraíba do Sul:..... 4.922.779 habitantes
- População Urbana Localidades Visitadas (RJ + SP + MG) :..... 4.049.243 habitantes
- Relação entre as populações urbanas visitadas e total :..... 82,3%
- Índice de atendimento dos serviços de abastecimento de água:... 91,9%
- Índice de atendimento dos serviços de coleta de esgotos: 69,1%
- Índice de tratamento do esgotamento sanitário :..... 11,3%

População Urbana das principais Localidades Atendidas por Sistema de Abastecimento de Água



População Urbana das Principais Localidades Servidas por Rede Coletora de Esgotos



População Urbana das Principais Localidades Atendidas por Estação de Tratamento de Esgotos

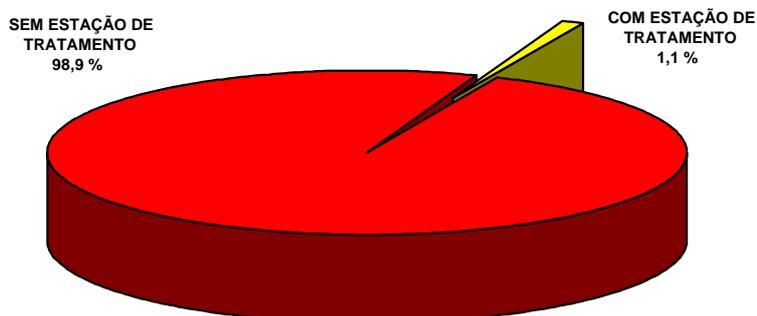


Figura 4.1.5 - Situação Atual dos Sistemas de Abastecimento de Água e de Esgotamento Sanitário

Estado de Minas Gerais

Tabela 4.1.4 - Sistemas de Abastecimento de Água das Sedes Municipais da Parcela Fluminense da Bacia do Rio Paraíba do Sul

Nº	Localidades	Pop. Urb. (Censo 2000)	Número		Tipo de Manancial	Vazão Prodúz.(l/s)	Regime de Abastec.
			Ligações	Economias			
1	Aperibé	6.842	1.930	2.326	Superficial	33,00	Permanente
2	Areal	8.954	ñd	ñd	ñd	ñd	ñd
3	Barra do Pirai	66.918	ñd	ñd	Superf./Subter.	250,00	Permanente
4	Barra Mansa	162.797	28.662	47.123	Superficial	345,00	Intermitente
5	Bom Jardim	9.330	1.943	3.276	Superficial	25,00	Permanente
6	Cambuci	5.301	3.275	3.747	Superficial	25,00	Permanente
7	Campos dos Goytacazes	311.723	56.746	72.719	Superficial	815,00	Intermitente
8	Cantagalo	10.204	2.886	3.931	Superficial	29,00	Intermitente
9	Cardoso Moreira	7.374	1.926	2.001	Superficial	22,00	Permanente
10	Carmo	10.070	ñd	ñd	ñd	ñd	ñd
11	Com. Levy Gasparian	6.161	ñd	ñd	ñd	ñd	ñd
12	Cordeiro	17.756	3.967	5.293	Superficial	65,00	Permanente
13	Duas Barras	3.335	699	892	Superficial	8,00	Intermitente
14	Engº Paulo de Frontin	-	-	-	-	-	-
15	Italva	8.841	1.843	2.059	Superficial	20,00	Intermitente
16	Itaocara	11.341	4.412	5.392	Superficial	80,00	Permanente
17	Itaperuna	67.305	13.999	19.169	Superficial	320,00	Permanente
18	Itatiaia	11.728	ñd	ñd	Superficial	130,00	Permanente
19	Laje de Muriaé	5.624	1.119	1.337	Superficial	20,00	Permanente
20	Macuco	3.925	1.283	1.746	Superficial	17,00	Permanente
21	Mendes	17.123	ñd	ñd	Superficial	44,00	Intermitente
22	Miguel Pereira	11.810	2.296	2.778	Superficial	8,50	Intermitente
23	Miracema	22.367	6.132	7.134	Superficial	85,00	Permanente
24	Natividade	10.105	2.833	3.379	Superficial	45,00	Permanente
25	N. Friburgo / Cons.Paulino (5)	143.242	34.631	53.463	Superf./Subter.	615,00	Permanente
26	Paty do Alferes	13.027	2.722	3.676	Superficial	38,00	Intermitente
27	Paraíba do Sul	17.035	6.874	8.855	Superf./Subter.	160,00	Permanente
28	Petrópolis / Cascatinha (5)	243.577	33.846	56.559	Superf./Subter.	760,00	Intermitente
29	Pinheiral	17.672	3.758	3.957	Superficial	60,00	Permanente
30	Pirai	11.616	8.073	9.131	Superficial	38,00	Permanente
31	Porciúncula	10.479	3.014	3.382	Superficial	38,00	Permanente
32	Porto Real	11.388	ñd	ñd	ñd	ñd	ñd
33	Quatis	9.039	ñd	ñd	ñd	ñd	ñd
34	Resende / Agulhas Negras (5)	91.185	23.624	33.472	Superficial	545,00	Permanente
35	Rio Claro	4.990	2.132	2.600	Superficial	20,00	Permanente
36	Rio das Flores	3.245	ñd	ñd	ñd	ñd	ñd
37	Santa Maria Madalena	4.467	709	755	Superficial	20,00	Permanente
38	Santo Antônio de Pádua	22.035	6.251	7.810	Superficial	110,00	Permanente
39	São Fidélis/Ipuca (5)	23.102	5.734	6.540	Superficial	100,00	Permanente
40	S. Franc. do Itabapoana (3)	-	-	-	-	-	-
41	São João da Barra	16.156	9.668	9.888	Superficial	44,00	Intermitente
42	S. José de Ubá	2.326	487	588	Superf./Subter.	8,00	Permanente
43	S.J.do Vale do Rio Preto	9.007	ñd	ñd	ñd	ñd	ñd
44	S.S. do Alto	1.697	730	858	Subterrâneo	3,80	Intermitente
45	Sapucaia	4.686	2.939	3.421	Subterrâneo	25,00	Permanente
46	Sumidouro	2.334	826	994	Superficial	14,00	Permanente
47	Teresópolis	109.696	20.193	41.487	Superficial	360,00	Intermitente
48	Trajano de Moraes	1.804	ñd	ñd	ñd	ñd	ñd
49	Três Rios	65.957	17.977	22.113	Superficial	400,00	Permanente
50	Valença	50.503	17.400	ñd	Superf./Subter.	120,00	Intermitente
51	Vassouras	18.478	5.104	7.225	Superficial	110,00	Permanente
52	Varre - Sai	4.132	597	682	Superficial	6,00	Intermitente
53	Volta Redonda	241.996	62.637	63.138	Superficial	2.000,00	Permanente
	Total	1.951.805	405.877	524.896	-	7.981,30	-

- Obs.: (1) - São sistemas de integrados de abastecimento de água: Cordeiro/Cantagalo, Nova Friburgo/Conselheiro Paulino, Petrópolis/Cascatinha, Resende/Agulhas Negras e São Fidélis/Ipuca. E para esses, tanto as populações quanto as demais informações consideradas foram a soma das parcelas relativas a cada uma das localidades.
- (2) - O Regime de abastecimento foi definido utilizando-se o consumo per capita, que varia de acordo com o porte da localidade, o índice de atendimento de 95 %, coeficiente do dia de maior consumo = 1,2 e considerando-se perdas de 20 %.
- (3) - A sede municipal de São Francisco do Itabapoana encontra-se fora da bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul.
- (4) - ñd = informação não disponível
- (5) - As localidades de Cons. Paulino, Cascatinha, Agulhas Negras e Ipuca, embora não sendo sedes municipais foram consideradas face as suas importâncias e/ou posições estratégicas.

Fontes:

- 1 - Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE
- 2 - Concessionárias dos Serviços de Saneamento
- 3 - Fundação Centro de Informações e Dados do Estado do Rio de Janeiro – CIDE
- 4 - Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS

Tabela 4.1.5 - Sistemas de Abastecimento de Água das Sedes Municipais da Parcela Paulista da Bacia do Rio Paraíba do Sul

Nº	Localidades	Pop. Urb. (Censo 2000)	Número		Tipo de Manancial	Vazão Produz.(l/s)	Regime de Abastec.
			Ligações	Economias			
1	Aparecida	34.382	ñd	ñd	Superficial	110,00	Permanente
2	Arapeí	1.899	527	544	Superficial	3,50	Intermitente
3	Areias	2.452	530	494	Superficial	10,50	Permanente
4	Arujá (3)	-	-	-	-	-	-
5	Bananal	7.187	2.268	2.393	Superficial	20,50	Permanente
6	Caçapava	66.741	17.925	18.440	Superf./Subter.	300,00	Permanente
7	Cachoeira Paulista	21.671	7.344	7.694	Superficial	70,00	Permanente
8	Canas	3.041	582	582	ñd	17,50	Permanente
9	Cruzeiro	71.179	ñd	20.351	Superficial	300,00	Permanente
10	Cunha	10.146	3.520	3.755	Superficial	65,00	Permanente
11	Guararema	17.710	3.613	3.943	ñd	40,00	Intermitente
12	Guaratinguetá	99.162	24.812	28.530	Superf./Subter.	339,00	Permanente
13	Guarulhos (3)	-	-	-	-	-	-
14	Igaratá	5.877	1.196	1.280	Superficial	11,00	Intermitente
15	Itaquaquetuba (3)	-	-	-	-	-	-
16	Jacareí	169.575	38.548	47.124	Superf./Subter.	562,50	Intermitente
17	Jambeiro	1.934	655	658	ñd	4,50	Intermitente
18	Lagoinha	2.877	1.033	1.040	Superficial	7,00	Intermitente
19	Lavrinhas	3.701	1.304	1.353	Superficial	12,80	Permanente
20	Lorena	75.097	20.832	21.337	Superf./Subter.	290,00	Permanente
21	Moji das Cruzes (3)	-	-	-	-	-	-
22	Monteiro Lobato	1.515	691	713	Superficial	5,40	Permanente
23	Natividade da Serra	2.570	ñd	ñd	Superficial	13,00	Permanente
24	Paraibuna	5.295	2.162	2.361	Superf./Subter.	23,50	Permanente
25	Pindamonhangaba/M. César (5)	119.078	31.479	33.260	Superficial	397,00	Intermitente
26	Piquete	14.209	3.208	3.620	Superf./Subter.	92,50	Permanente
27	Potim	12.967	ñd	ñd	ñd	ñd	-
28	Queluz	7.846	1.953	2.185	Superficial	22,00	Permanente
29	Redenção da Serra	1.627	473	489	ñd	3,00	Intermitente
30	Roseira	8.013	2.010	2.043	ñd	26,00	Permanente
31	Salesópolis (3)	-	-	-	-	-	-
32	Santa Branca	11.721	2.430	2.563	Superficial	30,00	Intermitente
33	Santa Isabel	33.014	5.417	6.549	Superficial	112,00	Permanente
34	São José do Barreiro	2.471	850	932	Superficial	8,00	Permanente
35	S. J. dos Campos / E. de Melo (5)	531.681	123.069	147.601	Superf./Subter.	1.698,00	Intermitente
36	São Luís do Paraitinga	5.704	1.948	1.971	Superficial	13,00	Intermitente
37	Silveiras	2.451	741	753	ñd	6,50	Permanente
38	Taubaté/Tremembé/Quiririm (5)	259.721	67.752	73.211	Superficial	1.018,00	Intermitente
	Total	1.614.514	368.872	437.769	-	5.631,70	-

Obs.:

- (1) - São sistemas de integrados de abastecimento de água: Pindamonhangaba/Moreira César e Tremembé/Taubaté/Quiririm. E para esses, tanto as populações quanto as demais informações foram a soma das parcelas relativas a cada uma das localidades.
- (2) - O Regime de abastecimento foi definido utilizando-se o consumo per capita, que varia de acordo com o porte da localidade, o índice de atendimento de 95 %, coeficiente do dia de maior consumo = 1,2 e considerando-se perdas de 20 %.
- (3) - As sedes municipais de Arujá, Guarulhos, Moji das Cruzes, Itaquaquetuba e Salesópolis encontram-se fora da bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul.
- (4) - ñd = informação não disponível
- (5) - As localidades de Moreira César, Eugênio de Melo e Quiririm, embora não sendo sedes municipais foram consideradas face as suas importâncias e/ou posições estratégicas.

Fontes:

- 1 - Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE
- 2 - Concessionárias dos Serviços de Saneamento
- 3 - Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados - SEADE
- 4 - Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento - SNIS

Tabela 4.1.6 - Sistemas de Abastecimento de Água das Sedes Municipais da Parcela Mineira da Bacia do Rio Paraíba do Sul

Nº	Localidades	Pop. Urb. (Censo 2000)	Número		Tipo de Manancial	Vazão Produz.(l/s)	Regime de Abastec.
			Ligações	Economias			
1	Além Paraíba	29.635	8.761	10.292	Superficial	140,00	Permanente
2	Antônio Carlos (2)	-	-	-	-	-	-
3	Antônio Prado de Minas	977	355	382	Subterrâneo	1,90	Intermitente
4	Aracitaba	1.454	ñd	ñd	ñd	ñd	ñd
5	Argirita	2.152	ñd	ñd	ñd	ñd	ñd
6	Astolfo Dutra	8.922	2.601	2.916	Subterrâneo	32,00	Permanente
7	Barão de Monte Alto	1.567	607	625	Superficial	3,50	Intermitente
8	Barbacena (2)	-	-	-	-	-	-
9	Belmiro Braga	559	291	345	Superficial	2,00	Permanente
10	Bias Fortes	1.641	ñd	ñd	ñd	ñd	ñd
11	Bicas / Guarará	15.050	4.436	5.088	Superficial	32,00	Intermitente
12	Bocaina de Minas (2)	-	-	-	-	-	-
13	Bom Jardim de Minas (2)	-	-	-	-	-	-
14	Carangola	22.097	6.774	8.674	Superficial	140,00	Permanente
15	Cataguases	57.267	16.539	21.030	Superficial	150,00	Intermitente
16	Chácara	1.651	ñd	ñd	ñd	ñd	ñd
17	Chiador	758	ñd	ñd	ñd	ñd	ñd
18	Coronel Pacheco	1.802	ñd	ñd	ñd	ñd	ñd
19	Descoberto	3.251	ñd	ñd	ñd	ñd	ñd
20	Desterro do Melo (2)	-	-	-	-	-	-
21	Divinésia (2)	-	-	-	-	-	-
22	Divino	7.940	2.307	2.559	Superficial	23,00	Permanente
23	Dona Euzébia	3.677	1.112	1.165	Superficial	8,50	Intermitente
24	Ervália (2)	-	-	-	-	-	-
25	Estrela Dalva	1.623	605	640	Superf./Subter.	4,00	Intermitente
26	Eugenópolis	5.137	1.664	1.941	Subterrâneo	11,00	Intermitente
27	Ewbank da Câmara	3.168	ñd	ñd	ñd	ñd	ñd
28	Faria Lemos	2.277	782	825	Superficial	5,00	Intermitente
29	Fervedouro	2.817	ñd	ñd	ñd	ñd	ñd
30	Goianá	2.412	ñd	ñd	ñd	ñd	ñd
31	Guarani	6.205	ñd	ñd	ñd	ñd	ñd
32	Guidoval	5.304	ñd	ñd	ñd	ñd	ñd
33	Guiricema	2.954	886	961	Superficial	10,50	Permanente
34	Itamarati de Minas	2.804	ñd	ñd	Superficial	14,00	Permanente
35	Juiz de Fora	450.142	ñd	151.357	Superficial	1.400,00	Intermitente
36	Laranjal	3.953	1.283	1.497	Superficial	8,00	Intermitente
37	Leopoldina	40.383	11.131	14.561	Superficial	150,00	Permanente
38	Lima Duarte	10.311	ñd	ñd	Superficial	70,00	Permanente
39	Mar de Espanha	8.678	2.816	3.088	Superficial	30,00	Permanente
40	Maripá de Minas	1.871	537	586	Superficial	3,50	Intermitente
41	Matias Barbosa	11.583	2.362	2.564	Superf./Subter.	46,00	Permanente
42	Mercês	6.155	2.034	2.189	Superficial	12,00	Intermitente
43	Miradouro	4.919	1.627	1.744	Subterrâneo	12,00	Intermitente
44	Mirai	8.950	2.624	3.001	Subterrâneo	22,50	Intermitente
45	Muriaé	77.760	22.287	27.939	Superficial	240,00	Intermitente
46	Olaria	844	ñd	ñd	ñd	ñd	ñd
47	Oliveira Fortes	1.070	420	435	Subterrâneo	3,50	Permanente
48	Orizânia	1.705	419	428	Superficial	2,50	Intermitente
49	Paiva	1.136	ñd	ñd	ñd	ñd	ñd
50	Palma	3.755	1.203	1.308	Superficial	8,00	Intermitente
51	Passa Vinte	1.283	ñd	ñd	ñd	ñd	ñd
52	Patrocínio do Muriaé	3.402	1.215	1.273	Superficial	9,00	Permanente
53	Pedra Dourada	1.121	ñd	ñd	ñd	ñd	ñd
54	Pedro Teixeira	766	ñd	ñd	ñd	ñd	ñd
55	Pequeri	2.627	896	999	Superf./Subter.	6,50	Intermitente
56	Piau	1.672	ñd	ñd	ñd	ñd	ñd
57	Pirapetinga	7.763	2.193	2.678	Superficial	19,50	Intermitente
58	Piraúba	8.502	ñd	ñd	ñd	ñd	ñd
59	Recreio	7.862	ñd	ñd	ñd	ñd	ñd
60	Rio Novo	7.264	ñd	ñd	Superf./Subter.	28,00	Permanente
61	Rio Pomba	13.290	3.842	4.648	Superf./Subter.	51,00	Permanente
62	Rio Preto	3.864	ñd	ñd	Superficial	19,00	Permanente
63	Rochedo de Minas	1.703	ñd	ñd	ñd	ñd	ñd
64	Rodeiro	4.309	ñd	ñd	ñd	ñd	ñd
65	Rosário da Limeira	1.649	561	585	Superficial	4,00	Intermitente
66	Santa Bárb. do M. Verde	1.163	ñd	ñd	ñd	ñd	ñd
67	Santa Bárbara do Tugúrio	1.630	ñd	ñd	ñd	ñd	ñd
68	Santa Rita de Jacutinga	3.489	ñd	ñd	Superficial	20,00	Permanente
69	Santa Rita do Ibitipoca (2)	-	-	-	-	-	-
70	Santana de Cataguases	2.613	884	931	Superficial	5,50	Intermitente
71	Santana do Deserto	1.225	ñd	ñd	ñd	ñd	ñd
72	Santo A. do Aventureiro	1.470	ñd	ñd	ñd	ñd	ñd
73	Santos Dumont	38.451	10.083	12.303	Superficial	100,00	Intermitente
74	São Francisco do Glória	3.101	ñd	ñd	ñd	ñd	ñd
75	São Geraldo	4.763	ñd	ñd	ñd	ñd	ñd
76	São João Nepomuceno	20.454	6.507	8.002	Superf./Subter.	70,00	Permanente

Tabela 4.1.6 - Sistemas de Abastecimento de Água das Sedes Municipais da Parcela Mineira da Bacia do Rio Paraíba do Sul (continuação)

Nº	Localidades	Pop. Urb. (Censo 2000)	Número		Tipo de Manancial	Vazão Produz.(l/s)	Regime de Abastec.
			Ligações	Economias			
77	S. S. da Vargem Alegre	1.223	371	406	Superficial	2,50	Intermitente
78	Senador Cortes	1.091	ñd	ñd	ñd	ñd	ñd
79	Silveirânia	1.021	331	355	Superficial	2,50	Intermitente
80	Simão Pereira	1.334	ñd	ñd	ñd	ñd	ñd
81	Tabuleiro	2.595	ñd	ñd	ñd	ñd	ñd
82	Tocantins	11.347	ñd	ñd	Superf./Subter.	33,00	Intermitente
83	Tombos	7.179	ñd	ñd	ñd	ñd	ñd
84	Ubá	74.981	18.513	22.585	Superficial	230,00	Intermitente
85	Vieiras	1.349	305	328	ñd	5,00	Permanente
86	Visconde do Rio Branco	25.889	6.953	8.274	Superf./Subter.	100,00	Permanente
87	Volta Grande	3.134	1.000	1.058	Superficial	9,00	Permanente
Total		1.104.895	150.117	332.565	-	3.299,90	-

Obs.:

- (1) - São sistemas de integrados de abastecimento de água: Bicas/Guarará.
- (2) - O Regime de abastecimento foi definido utilizando-se o consumo per capita, que varia de acordo com o porte da localidade, o índice de atendimento de 95 %, coeficiente do dia de maior consumo = 1,2 e considerando-se perdas de 20 %.
- (3) - As sedes municipais de Antônio Carlos, Barbacena, Bocaina de Minas, Bom Jardim de Minas, Desterro do Melo, Divinésia, Ervália e Santa Rita do Ibitipoca encontram-se fora da bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul.

Fontes:

- 1 - Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE
- 2 - Concessionárias dos Serviços de Saneamento
- 3 - Fundação João Pinheiro
- 4 - Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento - SNIS

4.1.4.2 Estimativa das Demandas Futuras de Água e as Correspondentes Vazões de Esgotos

As Tabelas 4.1.7 a 4.1.12 apresentam as estimativas das demandas futuras de água para o abastecimento público e as correspondentes vazões de esgotos para o ano 2020, considerando consumos per capita diferenciados por porte da localidade e demais parâmetros, conforme a metodologia apresentada no Volume 3 deste PRH.

Tabela 4.1.7 – Estimativas das Demandas de Água das Sedes Municipais para o Horizonte de 2020 Rio de Janeiro

Nº	Cidade	Pop. Urb. 2020	Pop. Ben. 95% de (2020)	Qmédia (l/s)	QmxK ₁ (l/s)	Qmxk ₁ k ₂ (l/s)	Qmxk ₁ +20% (l/s)
1	Aperibé	11.047	10.495	23,69	28,43	42,64	34,11
2	Areal	13.013	12.362	27,90	33,48	50,22	40,18
3	Barra do Pirai	81.726	77.640	188,71	226,45	339,68	271,74
4	Barra Mansa	196.709	186.874	475,84	571,01	856,51	685,21
5	Bom Jardim	11.342	10.775	24,32	29,18	43,78	35,02
6	Cambuci	7.907	7.512	14,35	17,22	25,83	20,66
7	Campos dos Goytacazes	333.530	316.854	916,82	1.100,18	1.650,28	1.320,22
8	Cantagalo/Cordeiro	31.626	30.045	67,81	81,37	122,06	97,65
9	Cardoso Moreira	8.949	8.502	16,24	19,49	29,23	23,39
10	Carmo	11.297	10.732	24,22	29,06	43,60	34,88
11	Com. Levy Gasparian	7.931	7.534	14,39	17,27	25,90	20,72
12	Duas Barras	4.336	4.119	7,87	9,44	14,17	11,33
13	Engº Paulo de Frontin	-	-	-	-	-	-
14	Italva	14.936	14.189	32,02	38,42	57,64	46,11
15	Itaocara	12.772	12.133	27,38	32,86	49,28	39,43
16	Itaperuna	79.116	75.160	182,68	219,22	328,82	263,06
17	Itatiaia	14.826	14.085	31,79	38,15	57,22	45,78
18	Laje do Muriaé	8.442	8.020	15,32	18,38	27,58	22,06
19	Macuco	4.722	4.486	8,57	10,28	15,43	12,34
20	Mendes	17.380	16.511	37,26	44,71	67,07	53,65
21	Miguel Pereira	16.547	15.720	35,48	42,58	63,86	51,09
22	Miracema	27.932	26.535	59,89	71,87	107,80	86,24
23	Natividade	11.908	11.313	25,53	30,64	45,95	36,76
24	N.Friburgo/Cons. Paulino	146.462	139.139	354,29	425,15	637,72	510,18
25	Paty do Alferes	14.043	13.341	30,11	36,13	54,20	43,36
26	Paraíba do Sul	18.699	17.764	40,09	48,11	72,16	57,73
27	Petrópolis/Cascatinha	277.926	264.030	763,97	916,76	1.375,15	1.100,12
28	Pinheiral	27.082	25.728	58,07	69,68	104,53	83,62
29	Pirai	17.294	16.429	37,08	44,50	66,74	53,40
30	Porciúncula	15.538	14.761	33,31	39,97	59,96	47,97
31	Porto Real	21.044	19.992	45,12	54,14	81,22	64,97
32	Quatis	12.744	12.107	27,32	32,78	49,18	39,34
33	Resende/Agulhas Negras	145.863	138.570	352,84	423,41	635,11	508,09
34	Rio Claro	7.244	6.882	13,14	15,77	23,65	18,92
35	Rio das Flores	4.703	4.468	8,53	10,24	15,35	12,28
36	Santa Maria Madalena	6.058	5.755	10,99	13,19	19,78	15,83
37	Santo Antônio de Pádua	29.634	28.152	63,54	76,25	114,37	91,50
38	São Fidélis/Ipuca	28.968	27.520	62,11	74,53	111,80	89,44
39	S. Franc. do Itabapoana	-	-	-	-	-	-
40	São João da Barra (*)	23.523	22.347	50,44	60,53	90,79	72,63
41	São José de Ubá	3.265	3.102	5,92	7,10	10,66	8,52
42	S.J. do Vale do Rio Preto	9.905	9.410	17,97	21,56	32,35	25,88
43	São Sebastião do Alto	2.519	2.393	4,57	5,48	8,23	6,58
44	Sapuçaia	5.571	5.292	10,11	12,13	18,20	14,56
45	Sumidouro	2.673	2.539	4,85	5,82	8,73	6,98
46	Teresópolis	133.541	126.864	323,03	387,64	581,45	465,16
47	Trajano de Moraes	2.221	2.110	4,03	4,84	7,25	5,80
48	Três Rios	71.359	67.791	164,77	197,72	296,59	237,27
49	Valença	56.679	53.845	130,87	157,04	235,57	188,45
50	Vassouras	23.371	22.202	50,11	60,13	90,20	72,16
51	Varre-Sai	6.513	6.187	11,82	14,18	21,28	17,02
52	Volta Redonda	268.665	255.232	738,52	886,22	1.329,34	1.063,47
Total		2.311.101	2.195.546	5.675,60	6.811	10.216	8.173

- Obs.:
- 1 - Para os coeficientes K1 e K2 foram utilizados, respectivamente, os valores de 1,2 e 1,5.
 - 2 - O consumo per capita adotado, variou de acordo com o porte da localidade.
 - 3 - Foi considerado o índice de perdas de 20% da vazão máxima diária.
 - 4 - São sistemas integrados de abastecimento de água os de: Cantagalo/Cordeiro, Nova Friburgo/Conselheiro Paulino, Petrópolis/Cascatinha, Resende/Agulhas Negras e São Fidélis/Ipuca.
 - 5 - As localidades de Cons. Paulino, Cascatinha, Agulhas Negras e Ipuca, embora não sendo sedes municipais foram consideradas face as suas importâncias e/ou posições estratégicas.

**Tabela 4.1.8 - Estimativa das Vazões de Esgotos Sanitários das Sedes Municipais
para o horizonte de 2020
Rio de Janeiro**

Nº	Cidade	Pop. Urb. 2020	Pop. Ben. 90% de (2020)	Qmédia (l/s)	Qmxk ₁ k ₂ (l/s)	Q infiltr. (l/s)	Qmxk ₁ k ₂ +inf (l/s)
1	Aperibé	11.047	9.942	17,95	32,31	3,59	35,90
2	Areal	13.013	11.712	21,15	38,07	4,23	42,30
3	Barra do Pirai	81.726	73.553	143,02	257,44	28,60	286,04
4	Barra Mansa	196.709	177.038	360,63	649,13	72,13	721,26
5	Bom Jardim	11.342	10.208	18,43	33,17	3,69	36,86
6	Cambuci	7.907	7.116	10,87	19,57	2,17	21,74
7	Campos dos Goytacazes	333.530	300.177	694,85	1.250,73	138,97	1.389,70
8	Cantagalo	11.367	10.230	18,47	33,25	3,69	36,94
9	Cardoso Moreira	8.949	8.054	12,30	22,14	2,46	24,60
10	Carmo	11.297	10.167	18,36	33,05	3,67	36,72
11	Com. Levy Gasparian	7.931	7.138	10,91	19,64	2,18	21,82
12	Cordeiro	20.259	18.233	32,92	59,26	6,58	65,84
13	Duas Barras	4.336	3.902	5,96	10,73	1,19	11,92
14	Engº Paulo de Frontin	-	-	-	-	-	-
15	Italva	14.936	13.442	24,27	43,69	4,85	48,54
16	Itaocara	12.772	11.495	20,75	37,35	4,15	41,50
17	Itaperuna	79.116	71.204	138,45	249,21	27,69	276,90
18	Itatiaia	14.826	13.343	24,09	43,36	4,82	48,18
19	Laje do Muriaé	8.442	7.598	11,61	20,90	2,32	23,22
20	Macuco	4.722	4.250	6,49	11,68	1,30	12,98
21	Mendes	17.380	15.642	28,24	50,83	5,65	56,48
22	Miguel Pereira	16.547	14.892	26,89	48,40	5,38	53,78
23	Miracema	27.932	25.139	45,39	81,70	9,08	90,78
24	Natividade	11.908	10.717	19,35	34,83	3,87	38,70
25	Nova Friburgo	115.621	104.059	211,97	381,55	42,39	423,94
26	Conselheiro Paulino	30.841	27.757	50,12	90,22	10,02	100,24
27	Paty do Alferes	14.043	12.639	22,82	41,08	4,56	45,64
28	Paraíba do Sul	18.699	16.829	30,39	54,70	6,08	60,78
29	Petrópolis	213.027	191.724	443,81	798,86	88,76	887,62
30	Cascatinha	64.899	58.409	113,57	204,43	22,71	227,14
31	Pinheiral	27.082	24.374	44,01	79,22	8,80	88,02
32	Pirai	17.294	15.565	28,10	50,58	5,62	56,20
33	Porciúncula	15.538	13.984	25,25	45,45	5,05	50,50
34	Porto Real	21.044	18.940	34,20	61,56	6,84	68,40
35	Quatis	12.744	11.470	20,71	37,28	4,14	41,42
36	Resende	109.262	98.336	200,31	360,56	40,06	400,62
37	Agulhas Negras	36.601	32.941	59,48	107,06	11,90	118,96
38	Rio Claro	7.244	6.520	9,96	17,93	1,99	19,92
39	Rio das Flores	4.703	4.233	6,47	11,65	1,29	12,94
40	Santa Maria Madalena	6.058	5.452	8,33	14,99	1,67	16,66
41	Santo Antônio de Pádua	29.634	26.671	48,16	86,69	9,63	96,32
42	São Fidélis	24.231	21.808	39,38	70,88	7,88	78,76
43	Ipuca	4.737	4.263	6,51	11,72	1,30	13,02
44	S. Franc. do Itabapoana	-	-	-	-	-	-
45	São João da Barra (*)	23.523	21.171	38,22	68,80	7,64	76,44
46	São José de Ubá	3.265	2.939	4,49	8,08	0,90	8,98
47	S.J. do Vale do Rio Preto	9.905	8.915	13,62	24,52	2,72	27,24
48	São Sebastião do Alto	2.519	2.267	3,46	6,23	0,69	6,92
49	Sapucaia	5.571	5.014	7,66	13,79	1,53	15,32
50	Sumidouro	2.673	2.406	3,68	6,62	0,74	7,36
51	Teresópolis	133.541	120.187	244,83	440,69	48,97	489,66
52	Trajano de Moraes	2.221	1.999	3,05	5,49	0,61	6,10
53	Três Rios	71.359	64.223	124,88	224,78	24,98	249,76
54	Valença	56.679	51.011	99,19	178,54	19,84	198,38
55	Vassouras	23.371	21.034	37,98	68,36	7,60	75,96
56	Varre - Sai	6.513	5.862	8,96	16,13	1,79	17,92
57	Volta Redonda	268.665	241.799	559,72	1.007,50	111,94	1.119,44
Total		2.311.101	2.079.991	4.264,64	7.676,38	852,90	8.529,28

- Obs.: 1 - Para os coeficientes K1 e K2 foram utilizados, respectivamente, os valores de 1,2 e 1,5.
2 - O consumo per capita adotado, variou de acordo com o porte da localidade.
3 - O coeficiente de retorno adotado foi = 0,80.
4 - A vazão de infiltração foi considerada como 20% da vazão média.
5 - As localidades de Cons. Paulino, Cascatinha, Agulhas Negras e Ipuca, embora não sendo sedes municipais foram consideradas face as suas importâncias e/ou posições estratégicas.

**Tabela 4.1.9 - Estimativa das Demandas de Água das Sedes Municipais
para o Horizonte de 2020
São Paulo**

Nº	Cidade	Pop. Urb. 2020	Pop. Ben. 95% de (2020)	Qmédia (l/s)	QmxK ₁ (l/s)	Qmxk ₁ ,k ₂ (l/s)	Qmxk ₁ +20% (l/s)
1	Aparecida	35.889	34.095	76,95	92,34	138,51	110,81
2	Arapeí	2.606	2.476	4,73	5,68	8,51	6,81
3	Areias	3.434	3.262	6,23	7,48	11,21	8,97
4	Arujá	-	-	-	-	-	-
5	Bananal	9.161	8.703	16,62	19,94	29,92	23,93
6	Caçapava	78.688	74.754	181,69	218,03	327,04	261,63
7	Cachoeira Paulista	26.777	25.438	57,41	68,89	103,34	82,67
8	Canas	4.512	4.286	8,19	9,83	14,74	11,79
9	Cruzeiro	76.776	72.937	177,28	212,74	319,10	255,28
10	Cunha	13.557	12.879	29,07	34,88	52,33	41,86
11	Guararema	20.152	19.144	43,21	51,85	77,78	62,22
12	Guaratinguetá	124.594	118.364	301,39	361,67	542,50	434,00
13	Guarulhos	-	-	-	-	-	-
14	Igaratá	8.487	8.063	15,40	18,48	27,72	22,18
15	Itaquaquetuba	-	-	-	-	-	-
16	Jacareí	196.424	186.603	475,15	570,18	855,27	684,22
17	Jambeiro	2.854	2.711	5,18	6,22	9,32	7,46
18	Lagoinha	4.717	4.481	8,56	10,27	15,41	12,33
19	Lavrinhas	7.428	7.057	13,48	16,18	24,26	19,41
20	Lorena	81.834	77.742	188,96	226,75	340,13	272,10
21	Moji das Cruzes	-	-	-	-	-	-
22	Monteiro Lobato	1.861	1.768	3,38	4,06	6,08	4,87
23	Natividade da Serra	3.440	3.268	6,24	7,49	11,23	8,99
24	Paraibuna	5.295	5.030	9,61	11,53	17,30	13,84
25	Pinda. / Moreira César	153.140	145.483	370,44	444,53	666,79	533,43
26	Piquete	14.395	13.675	30,86	37,03	55,55	44,44
27	Potim	18.439	17.517	39,54	47,45	71,17	56,94
28	Queluz	10.604	10.074	22,74	27,29	40,93	32,75
29	Redenção da Serra	1.627	1.546	2,95	3,54	5,31	4,25
30	Roseira	12.044	11.442	25,82	30,98	46,48	37,18
31	Salesópolis	-	-	-	-	-	-
32	Santa Branca	19.624	18.643	42,08	50,50	75,74	60,60
33	Santa Isabel	37.264	35.401	79,90	95,88	143,82	115,06
34	São José do Barreiro	3.010	2.860	5,46	6,55	9,83	7,86
35	S.J. Campos/E. de Melo	652.691	620.056	1.794,14	2.152,97	3.229,45	2.583,56
36	São Luís do Paraitinga	8.619	8.188	15,64	18,77	28,15	22,52
37	Silveiras	3.785	3.596	6,87	8,24	12,37	9,89
38	Taubaté/Tremembé/Quiririm	312.912	297.266	860,15	1.032,18	1.548,27	1.238,62
Totais		1.956.640	1.858.808	4.925,32	5.910	8.866	7.092

Obs.: 1 - Para os coeficientes K1 e K2 foram utilizados, respectivamente, os valores de 1,2 e 1,5.

2 - O consumo per capita adotado, variou de acordo com o porte da localidade.

3 - Foi considerado o índice de perdas de 20% da vazão máxima diária.

4 - São sistemas integrados de abastecimento de água os de: Pindamonhangaba/Moreira César e Taubaté/Tremembé/Quiririm.

Tabela 4.1.10 - Estimativa das Vazões de Esgotos Sanitários das Sedes Municipais para o horizonte de 2020 São Paulo

Nº	Cidade	Pop. Urb. 2020	Pop. Ben. 90% de (2020)	Qmédia (l/s)	Qmxk ₁ xk ₂ (l/s)	Q infiltr. (l/s)	Qmxk ₁ xk ₂ +inf. (l/s)
1	Aparecida	35.889	32.300	58,32	104,98	11,66	116,64
2	Arapeí	2.606	2.345	3,58	6,44	0,72	7,16
3	Areias	3.434	3.091	4,72	8,50	0,94	9,44
4	Arujá	-	-	-	-	-	-
5	Bananal	9.161	8.245	12,60	22,68	2,52	25,20
6	Caçapava	78.688	70.819	137,70	247,86	27,54	275,40
7	Cachoeira Paulista	26.777	24.099	43,51	78,32	8,70	87,02
8	Canas	4.512	4.061	6,20	11,16	1,24	12,40
9	Cruzeiro	76.776	69.098	134,36	241,85	26,87	268,72
10	Cunha	13.557	12.201	22,03	39,65	4,41	44,06
11	Guararema	20.152	18.137	32,75	58,95	6,55	65,50
12	Guaratinguetá	124.594	112.135	228,42	411,16	45,68	456,84
13	Guarulhos	-	-	-	-	-	-
14	Igaratá	8.487	7.638	11,67	21,01	2,33	23,34
15	Itaquaquetuba	-	-	-	-	-	-
16	Jacareí	196.424	176.782	360,11	648,20	72,02	720,22
17	Jambeiro	2.854	2.569	3,92	7,06	0,78	7,84
18	Lagoinha	4.717	4.245	6,49	11,68	1,30	12,98
19	Lavrinhas	7.428	6.685	10,21	18,38	2,04	20,42
20	Lorena	81.834	73.651	143,21	257,78	28,64	286,42
21	Moji das Cruzes	-	-	-	-	-	-
22	Monteiro Lobato	1.861	1.675	2,56	4,61	0,51	5,12
23	Natividade da Serra	3.440	3.096	4,73	8,51	0,95	9,46
24	Paraibuna	5.295	4.766	7,28	13,10	1,46	14,56
25	Pindamonhangaba	115.171	103.654	211,15	380,07	42,23	422,30
26	Moreira César	37.969	34.172	61,70	111,06	12,34	123,40
27	Piquete	14.395	12.956	23,39	42,10	4,68	46,78
28	Potim	18.439	16.595	29,96	53,93	5,99	59,92
29	Queluz	10.604	9.544	17,23	31,01	3,45	34,46
30	Redenção da Serra	1.627	1.464	2,24	4,03	0,45	4,48
31	Roseira	12.044	10.840	19,57	35,23	3,91	39,14
32	Salesópolis	-	-	-	-	-	-
33	Santa Branca	19.624	17.662	31,89	57,40	6,38	63,78
34	Santa Isabel	37.264	33.538	60,55	108,99	12,11	121,10
35	São José do Barreiro	3.010	2.709	4,14	7,45	0,83	8,28
36	São José dos Campos	565.572	509.015	1.178,28	2.120,90	235,66	2.356,56
37	Eugênio de Melo	87.119	78.407	152,46	274,43	30,49	304,92
38	São Luís do Paraitinga	8.619	7.757	11,85	21,33	2,37	23,70
39	Silveiras	3.785	3.407	5,20	9,36	1,04	10,40
40	Taubaté	235.073	211.566	489,74	881,53	97,95	979,48
41	Quiririm	42.307	38.076	68,75	123,75	13,75	137,50
42	Tremembé	35.532	31.979	57,74	103,93	11,55	115,48
Total		1.956.640	1.760.976	3.660,21	6.588,38	732,04	7.320,42

Obs.:

1 - Para os coeficientes K1 e K2 foram utilizados, respectivamente, os valores de 1,2 e 1,5.

2 - O consumo per capita adotado, variou de acordo com o porte da localidade.

3 - O coeficiente de retorno adotado foi = 0,80.

4 - A vazão de infiltração foi considerada como 20% da vazão média.

5 - As localidades de Moreira César, Eugênio de Melo e Quiririm, embora não sendo sedes municipais foram consideradas face as suas importâncias e/ou posições estratégicas.

Tabela 4.1.11 - Estimativa das Demandas de Água das Sedes Municipais para o Horizonte de 2020 Minas Gerais

Nº	Cidade	Pop. Urb. 2020	Pop. Ben. 95% de (2020)	Qmédia (l/s)	QmxK ₁ (l/s)	Qmxk ₁ xk ₂ (l/s)	Qmxk ₁ +20% (l/s)
1	Além Paraíba	36.255	34.442	77,73	93,28	139,91	111,93
2	Antônio Carlos	-	-	-	-	-	-
3	Antônio Prado de Minas	1.135	1.078	2,06	2,47	3,71	2,97
4	Aracitaba	1.579	1.500	2,86	3,43	5,15	4,12
5	Argirita	2.653	2.520	4,81	5,77	8,66	6,93
6	Astolfo Dutra	10.288	9.774	22,06	26,47	39,71	31,77
7	Barão de Monte Alto	1.702	1.617	3,09	3,71	5,56	4,45
8	Barbacena	-	-	-	-	-	-
9	Belmiro Braga	679	645	1,23	1,48	2,21	1,77
10	Bias Fortes	1.665	1.582	3,02	3,62	5,44	4,35
11	Bicas / Guarará	18.344	17.427	39,33	47,20	70,79	56,64
12	Bocaina de Minas	-	-	-	-	-	-
13	Bom Jardim de Minas	-	-	-	-	-	-
14	Carangola	23.721	22.535	50,86	61,03	91,55	73,24
15	Cataguases	65.366	62.098	150,93	181,12	271,67	217,34
16	Chácara	1.651	1.568	3,00	3,60	5,40	4,32
17	Chiador	899	854	1,63	1,96	2,93	2,35
18	Coronel Pacheco	2.019	1.918	3,66	4,39	6,59	5,27
19	Descoberto	4.472	4.248	8,11	9,73	14,60	11,68
20	Desterro do Melo	-	-	-	-	-	-
21	Divinésia	-	-	-	-	-	-
22	Divino	12.999	12.349	27,87	33,44	50,17	40,13
23	Dona Euzébia	4.286	4.072	7,78	9,34	14,00	11,20
24	Ervália	-	-	-	-	-	-
25	Estrela Dalva	199	189	0,36	0,43	0,65	0,52
26	Eugenópolis	7.067	6.714	12,82	15,38	23,08	18,46
27	Ewbank da Câmara	4.558	4.330	8,27	9,92	14,89	11,91
28	Faria Lemos	2.850	2.708	5,17	6,20	9,31	7,44
29	Fervedouro	4.702	4.467	8,53	10,24	15,35	12,28
30	Goianá	2.706	2.571	4,91	5,89	8,84	7,07
31	Guarani	7.386	7.017	13,40	16,08	24,12	19,30
32	Guidoval	7.987	7.588	14,49	17,39	26,08	20,87
33	Guiricema	3.573	3.394	6,48	7,78	11,66	9,33
34	Itamarati de Minas	4.090	3.886	7,42	8,90	13,36	10,68
35	Juiz de Fora	635.378	603.609	1.746,55	2.095,86	3.143,79	2.515,03
36	Laranjal	5.022	4.771	9,11	10,93	16,40	13,12
37	Leopoldina	53.186	50.527	122,81	147,37	221,06	176,85
38	Lima Duarte	14.022	13.321	30,06	36,07	54,11	43,29
39	Mar de Espanha	9.938	9.441	18,03	21,64	32,45	25,96
40	Maripá de Minas	2.599	2.469	4,72	5,66	8,50	6,80
41	Matias Barbosa	14.982	14.233	32,12	38,54	57,82	46,25
42	Mercês	8.004	7.604	14,52	17,42	26,14	20,91
43	Miradouro	5.941	5.644	10,78	12,94	19,40	15,52
44	Mirai	11.576	10.997	24,82	29,78	44,68	35,74
45	Muriae	101.404	96.334	245,29	294,35	441,52	353,22
46	Olaria	1.012	961	1,84	2,21	3,31	2,65
47	Oliveira Fortes	1.383	1.314	2,51	3,01	4,52	3,61
48	Orizânia	2.750	2.613	4,99	5,99	8,98	7,19
49	Paiva	1.433	1.361	2,60	3,12	4,68	3,74
50	Palma	4.830	4.589	8,76	10,51	15,77	12,61
51	Passa Vinte	1.481	1.407	2,69	3,23	4,84	3,87
52	Patrocínio do Muriae	4.830	4.589	8,76	10,51	15,77	12,61
53	Pedra Dourada	1.625	1.544	2,95	3,54	5,31	4,25
54	Pedro Teixeira	961	913	1,74	2,09	3,13	2,51
55	Pequeri	3.005	2.855	5,45	6,54	9,81	7,85
56	Piau	1.896	1.801	3,44	4,13	6,19	4,95
57	Pirapetinga	11.454	10.881	24,56	29,47	44,21	35,37
58	Piraúba	11.601	11.021	24,87	29,84	44,77	35,81
59	Recreio	8.702	8.267	15,79	18,95	28,42	22,74
60	Rio Novo	8.836	8.394	16,03	19,24	28,85	23,08
61	Rio Pomba	17.263	16.400	37,01	44,41	66,62	53,29
62	Rio Preto	4.802	4.562	8,71	10,45	15,68	12,54
63	Rochedo de Minas	2.636	2.504	4,78	5,74	8,60	6,88
64	Rodeiro	7.362	6.994	13,36	16,03	24,05	19,24
65	Rosário da Limeira	2.360	2.242	4,28	5,14	7,70	6,16
66	Santa Bárbara do M. Verde	2.706	2.571	4,91	5,89	8,84	7,07
67	Santa Bárbara do Tugúrio	2.375	2.256	4,31	5,17	7,76	6,21
68	Santa Rita de Jacutinga	3.948	3.751	7,16	8,59	12,89	10,31
69	Santa Rita do Ibitipoca	-	-	-	-	-	-
70	Santana de Cataguases	3.151	2.993	5,72	6,86	10,30	8,24
71	Santana do Deserto	1.766	1.678	3,20	3,84	5,76	4,61
72	Santo A. do Aventureiro	2.155	2.047	3,91	4,69	7,04	5,63
73	Santos Dumont	40.373	38.354	86,56	103,87	155,81	124,65

Tabela 4.1.11 - Estimativa das Demandas de Água das Sedes Municipais para o Horizonte de 2020 (continuação) Minas Gerais

Nº	Cidade	Pop. Urb. 2020	Pop. Ben. 95% de (2020)	Qmédia (l/s)	QmxK ₁ (l/s)	Qmxk ₁ k ₂ (l/s)	Qmxk ₁ +20% (l/s)
74	São Francisco do Glória	4.088	3.884	7,42	8,90	13,36	10,68
75	São Geraldo	6.336	6.019	11,50	13,80	20,70	16,56
76	São João Nepomuceno	26.398	25.078	56,60	67,92	101,88	81,50
77	S. S. da Vargem Alegre	1.899	1.804	3,45	4,14	6,21	4,97
78	Senador Cortes	1.385	1.316	2,51	3,01	4,52	3,61
79	Silveirânia	1.485	1.411	2,69	3,23	4,84	3,87
80	Simão Pereira	1.873	1.779	3,40	4,08	6,12	4,90
81	Tabuleiro	3.319	3.153	6,02	7,22	10,84	8,67
82	Tocantins	18.451	17.528	39,56	47,47	71,21	56,97
83	Tombos	9.730	9.244	17,65	21,18	31,77	25,42
84	Ubá	107.333	101.966	259,64	311,57	467,35	373,88
85	Vieiras	1.923	1.827	3,49	4,19	6,28	5,03
86	Visconde do Rio Branco	34.507	32.782	73,99	88,79	133,18	106,55
87	Volta Grande	4.057	3.854	7,36	8,83	13,25	10,60
Totais		1.476.363	1.402.545	3.556,86	4.268,20	6.402,38	5.121,89

Obs.: 1 - Para os coeficientes K1 e K2 foram utilizados, respectivamente, os valores de 1,2 e 1,5.

2 - O consumo per capita adotado, variou de acordo com o porte da localidade.

3 - Foi considerado o índice de perdas de 20% da vazão máxima diária.

4 - São sistemas integrados de abastecimento de água os de: Bicas e Guarará.

Tabela 4.1.12 - Estimativa das Vazões de Esgotos Sanitários das Sedes Municipais para o horizonte de 2020 Minas Gerais

Nº	Cidade	Pop. Urb. 2020	Pop. Ben. 90% de (2020)	Qmédia (l/s)	Qmxk ₁ k ₂ (l/s)	Q infiltr. (l/s)	Qmxk ₁ k ₂ +inf. (l/s)
1	Além Paraíba	36.255	32.630	58,91	106,04	11,78	117,82
2	Antônio Carlos	-	-	-	-	-	-
3	Antônio Prado de Minas	1.135	1.022	1,56	2,81	0,31	3,12
4	Aracitaba	1.579	1.421	2,17	3,91	0,43	4,34
5	Argirita	2.653	2.388	3,65	6,57	0,73	7,30
6	Astolfo Dutra	10.288	9.259	16,72	30,10	3,34	33,44
7	Barão de Monte Alto	1.702	1.532	2,34	4,21	0,47	4,68
8	Barbacena	-	-	-	-	-	-
9	Belmiro Braga	679	611	0,93	1,67	0,19	1,86
10	Bias Fortes	1.665	1.499	2,29	4,12	0,46	4,58
11	Bicas	14.400	12.960	23,40	42,12	4,68	46,80
12	Bocaina de Minas	-	-	-	-	-	-
13	Bom Jardim de Minas	-	-	-	-	-	-
14	Carangola	23.721	21.349	38,55	69,39	7,71	77,10
15	Cataguases	65.366	58.829	114,39	205,90	22,88	228,78
16	Chácara	1.651	1.486	2,27	4,09	0,45	4,54
17	Chiador	899	809	1,24	2,23	0,25	2,48
18	Coronel Pacheco	2.019	1.817	2,78	5,00	0,56	5,56
19	Descoberto	4.472	4.025	6,15	11,07	1,23	12,30
20	Desterro do Melo	-	-	-	-	-	-
21	Divinésia	-	-	-	-	-	-
22	Divino	12.999	11.699	21,12	38,02	4,22	42,24
23	Dona Euzébia	4.286	3.857	5,89	10,60	1,18	11,78
24	Ervália	-	-	-	-	-	-
25	Estrela Dalva	199	179	0,27	0,49	0,05	0,54
26	Eugenópolis	7.067	6.360	9,72	17,50	1,94	19,44
27	Ewbank da Câmara	4.558	4.102	6,27	11,29	1,25	12,54
28	Faria Lemos	2.850	2.565	3,92	7,06	0,78	7,84
29	Fervedouro	4.702	4.232	6,47	11,65	1,29	12,94
30	Goianá	2.706	2.435	3,72	6,70	0,74	7,44
31	Guarani	7.386	6.647	10,16	18,29	2,03	20,32
32	Guarará	3.944	3.550	5,42	9,76	1,08	10,84
33	Guidoval	7.987	7.188	10,98	19,76	2,20	21,96
34	Guiricema	3.573	3.216	4,91	8,84	0,98	9,82
35	Itamarati de Minas	4.090	3.681	5,62	10,12	1,12	11,24
36	Juiz de Fora	635.378	571.840	1.323,70	2.382,66	264,74	2.647,40
37	Laranjal	5.022	4.520	6,91	12,44	1,38	13,82
38	Leopoldina	53.186	47.867	93,08	167,54	18,62	186,16
39	Lima Duarte	14.022	12.620	22,79	41,02	4,56	45,58
40	Mar de Espanha	9.938	8.944	13,66	24,59	2,73	27,32
41	Maripá de Minas	2.599	2.339	3,57	6,43	0,71	7,14
42	Matias Barbosa	14.982	13.484	24,35	43,83	4,87	48,70

**Tabela 4.1.12 - Estimativa das Vazões de Esgotos Sanitários das Sedes Municipais
para o horizonte de 2020 (continuação)
Minas Gerais**

Nº	Cidade	Pop. Urb. 2020	Pop. Ben. 90% de (2020)	Qmédia (l/s)	Qmxk ₁ k ₂ (l/s)	Q infiltr. (l/s)	Qmxk ₁ k ₂ +inf. (l/s)
43	Mercês	8.004	7.204	11,01	19,82	2,20	22,02
44	Miradouro	5.941	5.347	8,17	14,71	1,63	16,34
45	Mirai	11.576	10.418	18,81	33,86	3,76	37,62
46	Muriaé	101.404	91.264	185,91	334,64	37,18	371,82
47	Olaria	1.012	911	1,39	2,50	0,28	2,78
48	Oliveira Fortes	1.383	1.245	1,90	3,42	0,38	3,80
49	Orizânia	2.750	2.475	3,78	6,80	0,76	7,56
50	Paiva	1.433	1.290	1,97	3,55	0,39	3,94
51	Palma	4.830	4.347	6,64	11,95	1,33	13,28
52	Passa Vinte	1.481	1.333	2,04	3,67	0,41	4,08
53	Patrocínio do Muriaé	4.830	4.347	6,64	11,95	1,33	13,28
54	Pedra Dourada	1.625	1.463	2,23	4,01	0,45	4,46
55	Pedro Teixeira	961	865	1,32	2,38	0,26	2,64
56	Pequeri	3.005	2.705	4,13	7,43	0,83	8,26
57	Piau	1.896	1.706	2,61	4,70	0,52	5,22
58	Pirapetinga	11.454	10.309	18,61	33,50	3,72	37,22
59	Piraúba	11.601	10.441	18,85	33,93	3,77	37,70
60	Recreio	8.702	7.832	11,97	21,55	2,39	23,94
61	Rio Novo	8.836	7.952	12,15	21,87	2,43	24,30
62	Rio Pomba	17.263	15.537	28,05	50,49	5,61	56,10
63	Rio Preto	4.802	4.322	6,60	11,88	1,32	13,20
64	Rochedo de Minas	2.636	2.372	3,62	6,52	0,72	7,24
65	Rodeiro	7.362	6.626	10,12	18,22	2,02	20,24
66	Rosário da Limeira	2.360	2.124	3,25	5,85	0,65	6,50
67	Santa Bár. do M. Verde	2.706	2.435	3,72	6,70	0,74	7,44
68	Santa Bárbara do Tugúrio	2.375	2.138	3,27	5,89	0,65	6,54
69	Santa Rita de Jacutinga	3.948	3.553	5,43	9,77	1,09	10,86
70	Santa Rita do Ibitipoca	-	-	-	-	-	-
71	Santana de Cataguases	3.151	2.836	4,33	7,79	0,87	8,66
72	Santana do Deserto	1.766	1.589	2,43	4,37	0,49	4,86
73	Santo A. do Aventureiro	2.155	1.940	2,96	5,33	0,59	5,92
74	Santos Dumont	40.373	36.336	65,61	118,10	13,12	131,22
75	São Francisco do Glória	4.088	3.679	5,62	10,12	1,12	11,24
76	São Geraldo	6.336	5.702	8,71	15,68	1,74	17,42
77	São João Nepomuceno	26.398	23.758	42,90	77,22	8,58	85,80
78	S. S. da Vargem Alegre	1.899	1.709	2,61	4,70	0,52	5,22
79	Senador Cortes	1.385	1.247	1,90	3,42	0,38	3,80
80	Silveirânia	1.485	1.337	2,04	3,67	0,41	4,08
81	Simão Pereira	1.873	1.686	2,58	4,64	0,52	5,16
82	Tabuleiro	3.319	2.987	4,56	8,21	0,91	9,12
83	Tocantins	18.451	16.606	29,98	53,96	6,00	59,96
84	Tombos	9.730	8.757	13,38	24,08	2,68	26,76
85	Ubá	107.333	96.600	196,78	354,20	39,36	393,56
86	Vieiras	1.923	1.731	2,64	4,75	0,53	5,28
87	Visconde do Rio Branco	34.507	31.056	56,07	100,93	11,21	112,14
88	Volta Grande	4.057	3.651	5,58	10,04	1,12	11,16
	Total	1.476.363	1.328.727	2.694,75	4.850,59	538,91	5.389,50

Obs.: 1 - Para os coeficientes K1 e K2 foram utilizados, respectivamente, os valores de 1,2 e 1,5.
2 - O consumo per capita adotado, variou de acordo com o porte da localidade.
3 - O coeficiente de retorno adotado foi = 0,80.
4 - A vazão de infiltração foi considerada como 20% da vazão média.

4.1.4.3 Capacidades Atuais e Futuras dos Sistemas de Abastecimento de Água

Este grupo de tabelas, numeradas de 4.1.13 a 4.1.15, apresenta, por Estado, as populações abastecidas e respectivas demandas para os anos 2000, 2005, 2010, 2015 e 2020, bem como os valores atuais de produção de água.

As comparações dos valores de produção com as demandas futuras permitem identificar a situação real dos sistemas de abastecimento de água.

Os números coloridos permitem identificar as etapas de ampliações necessárias para os diversos sistemas.

4.1.5 Conclusões

4.1.5.1 Abastecimento de Água

As tabelas apresentadas no item 4.1.4.3 traduzem de maneira bastante aproximada a situação dos sistemas públicos de abastecimento de água nas localidades situadas na bacia do rio Paraíba do Sul.

No Estado do Rio de Janeiro, observa-se que 43% dos sistemas produzem água em quantidade suficiente para o horizonte previsto de 20 anos, 26% deverão prever ampliações nos próximos 10 anos e 31% deverão ser ampliados no curto prazo.

Este cenário, no Estado de São Paulo, apresenta situação semelhante, com apenas 34% dos sistemas capazes de atender à demanda até o ano 2020, 28% necessitando ampliações no prazo de 10 anos e 38% em déficit atualmente, devendo ser ampliados no curto prazo.

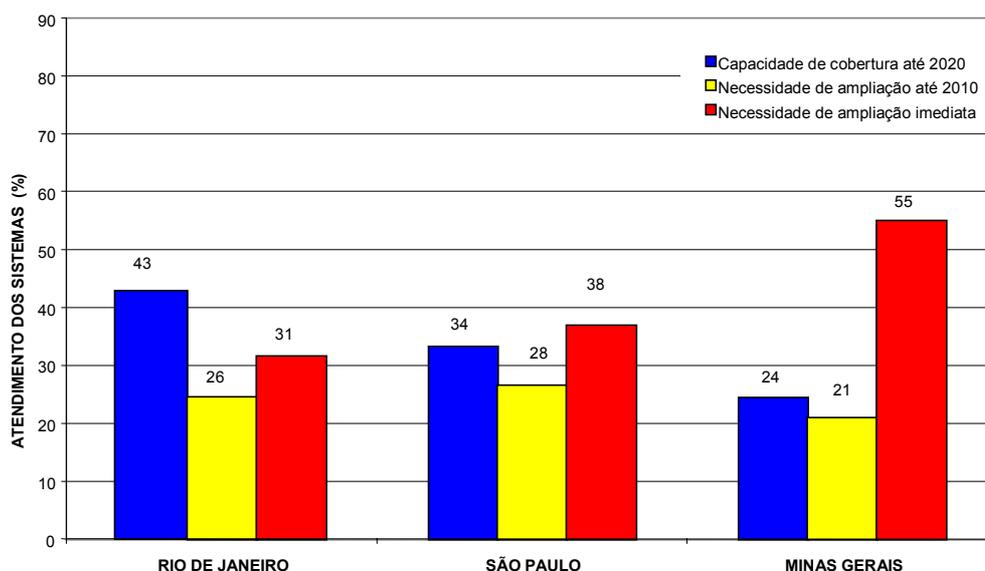


Figura 4.1.6 – Capacidade de Atendimento dos Sistemas de Abastecimento de Água

**Tabela 4.1.13 - Estimativa do Crescimento das Demandas de Água das Sedes Municipais e Avaliação da Cobertura dos Sistemas Existentes e das Ampliações Propostas
Rio de Janeiro**

Nº	Localidades Sistemas	Cap.Atual de Prod. Sist. (l/s)	2000		2005		2010		2015		2020	
			Pop. Urb. Atendida (hab.)	Vazão Máx.d.+20 % (l/s)								
1	Aperibé	33,00	6.500	17,87	7.498	20,62	8.498	23,37	9.496	26,11	10.495	34,11
2	Areal	ñd	8.506	23,39	9.471	26,04	10.435	33,91	11.398	37,04	12.362	40,18
3	Barra do Pirai	250,00	63.572	222,50	67.245	235,36	70.831	247,91	74.304	260,06	77.640	271,74
4	Barra Mansa	345,00	154.657	567,08	163.407	599,16	171.731	629,68	179.567	658,41	186.874	685,20
5	Bom Jardim	25,00	8.864	24,37	9.511	30,91	10.039	32,63	10.455	33,98	10.775	35,02
6	Cambuci	25,00	5.036	13,85	5.655	15,55	6.274	17,25	6.893	18,96	7.512	20,66
7	Campos dos Goytac.	815,00	296.137	1.233,90	306.141	1.275,59	311.872	1.299,47	315.081	1.312,84	316.854	1.320,22
8	Cantagalo / Cordeiro	94,00	26.562	86,33	27.934	90,78	28.909	93,96	29.585	96,15	30.045	97,65
9	Cardoso Moreira	22,00	7.005	29,2	7.575	20,83	7.997	21,99	8.296	22,81	8.502	23,38
10	Carmo	ñd	9.567	31,09	10.087	32,78	10.415	33,85	10.614	34,50	10.732	34,88
11	Com. Levy Gasparian	ñd	5.853	16,10	6.355	17,48	6.805	18,71	7.198	19,79	7.534	20,72
12	Duas Barras	8,00	3.168	8,71	3.522	9,68	3.791	10,42	3.984	10,96	4.119	11,33
13	Engº Paulo de Frontin	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14	Itaiva	20,00	8.399	23,10	9.862	32,05	11.353	36,90	12.813	41,64	14.189	46,11
15	Itaocara	80,00	10.774	35,02	11.349	36,88	11.731	38,12	11.978	38,93	12.133	39,43
16	Itaperuna	320,00	63.940	223,79	68.424	239,48	71.588	250,56	73.738	258,08	75.160	263,06
17	Itatiaia	130,00	11.142	36,21	11.878	38,60	12.613	40,99	13.349	43,39	14.085	45,78
18	Laje do Muriaé	20,00	5.343	14,69	6.013	16,53	6.681	18,37	7.351	20,22	8.020	22,05
19	Macuco	17,00	3.729	10,25	3.918	10,77	4.108	11,30	4.297	11,82	4.486	12,34
20	Mendes	44,00	16.267	52,87	16.419	53,36	16.479	53,56	16.502	53,63	16.511	53,66
21	Miguel Pereira	8,50	11.220	36,46	12.344	40,12	13.470	43,78	14.595	47,43	15.720	51,09
22	Miracema	85,00	21.249	69,06	22.737	73,90	24.123	78,40	25.392	82,52	26.535	86,24
23	Natividade	45,00	9.600	31,20	10.213	33,19	10.689	34,74	11.049	35,91	11.313	36,77
24	N. Friburgo / C. Paul.	615,00	136.080	498,96	137.727	505,00	138.543	507,99	138.943	509,46	139.139	510,18
25	Paty do Alferes	38,00	12.376	40,22	12.975	42,17	13.215	42,95	13.307	43,25	13.341	43,36
26	Paraíba do Sul	160,00	16.183	52,60	16.716	54,33	17.147	55,73	17.491	56,85	17.764	57,73
27	Petrópolis / Cascat.	760,00	231.398	964,16	240.253	1.001,05	248.480	1.035,33	256.352	1.068,13	264.030	1.100,12
28	Pinheiral	60,00	16.788	54,56	19.024	61,83	21.258	69,09	23.494	76,35	25.728	83,62
29	Pirai	38,00	11.035	35,86	12.383	40,25	13.732	44,63	15.080	49,01	16.429	53,40
30	Porciúncula	38,00	9.955	32,35	11.100	36,07	12.293	39,95	13.519	43,94	14.761	47,97
31	Porto Real	ñd	10.819	35,16	13.112	42,61	15.405	50,07	17.699	57,52	19.992	64,97
32	Quatis	ñd	8.587	23,61	9.573	31,11	10.502	34,13	11.352	36,89	12.107	39,35
33	Resende / A. Negras	545,00	86.626	303,19	98.084	359,64	111.946	410,47	125.193	459,04	138.570	508,09
34	Rio Claro	20,00	4.741	13,04	5.276	14,51	5.811	15,98	6.347	17,45	6.882	18,92
35	Rio das Flores	ñd	3.083	8,48	3.430	9,43	3.775	10,38	4.122	11,34	4.468	12,29
36	Sta Maria Madalena	20,00	4.244	11,67	4.666	12,83	5.064	13,93	5.429	14,93	5.755	15,83
37	S. Antônio de Pádua	110,00	20.933	68,03	22.981	74,69	24.889	80,89	26.619	86,51	28.152	91,49
38	São Fidélis / Ipuca	100,00	21.947	71,33	23.739	77,15	25.246	82,05	26.496	86,11	27.520	89,44
39	S. Fco do Itabapoana	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
40	São João da Barra (*)	44,00	15.348	49,88	17.098	55,57	18.848	61,26	20.597	66,94	22.347	72,63
41	São José de Ubá	8,00	2.210	6,08	2.433	6,69	2.656	7,30	2.879	7,92	3.102	8,53
42	S.J. do V. do R. Preto	ñd	8.557	23,53	9.028	24,83	9.256	25,45	9.361	25,74	9.410	25,88
43	S. Sebastião do Alto	3,80	1.612	4,43	1.809	4,97	2.007	5,52	2.203	6,06	2.393	6,58
44	Sapucaia	25,00	4.452	12,24	4.727	13,00	4.957	13,63	5.143	14,14	5.292	14,55
45	Sumidouro	14,00	2.217	6,10	2.341	6,44	2.431	6,69	2.495	6,86	2.539	6,98
46	Teresópolis	360,00	104.211	382,11	110.694	405,88	116.653	427,73	122.047	447,51	126.864	465,17
47	Trajano de Moraes	ñd	1.714	4,71	1.813	4,98	1.912	5,26	2.011	5,53	2.110	5,80
48	Três Rios	400,00	62.659	219,31	64.703	226,46	66.134	231,47	67.120	234,92	67.791	237,27
49	Valença	120,00	47.978	167,92	50.164	175,57	51.796	181,29	52.988	185,46	53.845	188,46
50	Vassouras	110,00	17.554	57,05	18.773	61,01	19.961	64,87	21.108	68,60	22.202	72,16
51	Varre - Sai	6,00	3.925	10,79	4.491	12,35	5.057	13,91	5.622	15,46	6.187	17,02
52	Volta Redonda	2.000,00	229.896	957,90	238.791	994,96	245.762	1.024,01	251.138	1.046,41	255.232	1.063,47

Obs.: 1 - Índice de atendimento proposto, para todos os anos, foi de 95% da pop. urbana.

2 - O consumo per capita adotado, variou de acordo com o porte da localidade.

3 - O coeficiente adotado relativo ao dia de maior consumo foi k1 = 1,20.

4 - Foi considerado um índice de perdas de 20% da vazão máxima diária.

5 - São sistemas integrados de abastecimento de água os de: Cantagalo/Cordeiro, Nova Friburgo/Conselheiro Paulino, Petrópolis/Cascatinha, Resende/Agulhas Negras e São Fidélis/Ipuca.

6 - As localidades de Cons. Paulino, Cascatinha, Agulhas Negras e Ipuca, embora não sendo sedes municipais foram consideradas face as suas importâncias.

Legenda: Dígito Preto

Cobertura do sistema existente

Dígito Vermelho

Cobertura da ampliação proposta (1ª etapa)

Dígito Azul

Cobertura da ampliação proposta (2ª etapa)

Tabela 4.1.14 - Estimativa do Crescimento das Demandas de Água das Sedes Municipais e Avaliação da Cobertura dos Sistemas Existentes e das Ampliações Propostas São Paulo

Nº	Localidades Sistemas	Cap.Atual de Prod. Sist. (l/s)	2000		2005		2010		2015		2020	
			Pop. Urb. Atendida (hab.)	Vazão Máx.d.+20 % (l/s)	Pop. Urb. Atendida (hab.)	Vazão Máx.d.+20 % (l/s)	Pop. Urb. Atendida (hab.)	Vazão Máx.d.+20 % (l/s)	Pop. Urb. Atendida (hab.)	Vazão Máx.d.+20 % (l/s)	Pop. Urb. Atendida (hab.)	Vazão Máx.d.+20 % (l/s)
1	Aparecida	110,00	32.663	106,15	33.264	108,11	33.663	109,41	33.925	110,25	34.095	110,81
2	Arapeí	3,50	1.804	4,96	1.972	5,42	2.140	5,89	2.308	6,35	2.476	6,81
3	Areias	10,50	2.329	6,41	2.555	7,03	2.796	7,69	3.030	8,33	3.262	8,97
4	Arujá	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	Bananal	20,50	6.828	18,78	7.375	20,28	7.873	21,65	8.316	22,87	8.703	23,93
6	Caçapava	300,00	63.404	221,91	67.123	234,93	70.218	245,76	72.739	254,59	74.754	261,64
7	Cachoeira Paulista	70,00	20.587	66,91	21.801	70,85	23.013	74,79	24.226	78,73	25.438	82,67
8	Canas	17,50	2.889	7,94	3.239	8,91	3.588	9,87	3.937	10,83	4.286	11,79
9	Cruzeiro	300,00	67.620	236,67	69.598	243,59	71.070	248,75	72.152	252,53	72.937	255,28
10	Cunha	65,00	9.639	31,33	10.576	34,37	11.438	37,17	12.208	39,67	12.879	41,86
11	Guararema	40,00	16.825	54,68	17.935	58,29	18.584	60,40	18.947	61,58	19.144	62,22
12	Guaratinguetá	339,00	94.204	329,71	101.277	371,35	107.692	394,87	113.393	415,77	118.364	434,00
13	Guarulhos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14	Igaratá	11,00	5.583	15,35	6.422	17,66	7.119	19,58	7.662	21,07	8.063	22,17
15	Itaquaquecetuba	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16	Jacareí	562,50	161.096	590,69	170.914	626,68	178.065	652,91	183.115	671,42	186.603	684,21
17	Jambeiro	4,50	1.837	5,05	2.056	5,65	2.274	6,25	2.493	6,86	2.711	7,46
18	Lagoinha	7,00	2.733	7,52	3.156	8,68	3.597	9,89	4.042	11,12	4.481	12,32
19	Lavrinhas	12,80	3.516	9,67	4.323	11,89	5.207	14,32	6.132	16,86	7.057	19,41
20	Lorena	290,00	71.342	249,70	73.939	258,79	75.728	265,05	76.938	269,28	77.742	272,10
21	Mojí das Cruzes	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22	Monteiro Lobato	5,40	1.439	3,96	1.569	4,32	1.663	4,57	1.631	4,49	1.768	4,86
23	Natividade da Serra	13,00	2.442	6,71	2.649	7,28	2.855	7,85	3.062	8,42	3.268	8,99
24	Paraibuna	23,50	5.030	13,83	5.030	13,83	5.030	13,83	5.030	13,83	5.030	13,83
25	Pinda. / Moreira César	397,00	113.124	414,79	123.653	453,39	132.423	485,55	139.625	511,96	145.483	533,44
26	Piquete	92,50	13.499	43,87	13.602	44,21	13.647	44,35	13.667	44,42	13.675	44,44
27	Potim	ñd	12.319	40,04	13.618	44,26	14.918	48,48	16.217	52,71	17.517	56,93
28	Queluz	22,00	7.454	20,50	8.109	22,30	8.764	24,10	9.419	25,90	10.074	32,74
29	Redenção da Serra	3,00	1.546	4,25	1.546	4,25	1.546	4,25	1.546	4,25	1.546	4,25
30	Roseira	26,00	7.612	20,93	8.570	23,57	9.528	30,96	10.484	34,07	11.442	37,19
31	Salesópolis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
32	Santa Branca	30,00	11.135	36,19	12.746	41,42	14.533	47,23	16.500	53,62	18.643	60,59
33	Santa Isabel	112,00	31.363	101,93	33.052	107,42	34.188	111,11	34.929	113,52	35.401	115,05
34	São José do Barreiro	8,00	2.347	6,46	2.515	6,92	2.654	7,30	2.768	7,61	2.860	7,86
35	S. José dos Campos	1.698,00	505.097	2.104,57	548.378	2.284,91	580.215	2.417,56	603.317	2.513,82	620.056	2.583,57
36	S. Luís do Paraitinga	13,00	5.419	14,90	6.051	16,64	6.725	18,49	7.439	20,46	8.188	22,52
37	Silveiras	6,50	2.328	6,40	2.646	7,28	2.962	8,15	3.279	9,02	3.596	9,89
38	Taub./Trem./Quiririm	1.018,00	246.735	1.028,06	261.982	1.091,59	275.330	1.147,21	287.006	1.195,86	297.266	1.238,61

Obs.: 1 - Índice de atendimento proposto, para todos os anos, foi de 95% da pop. urbana.

2 - O consumo per capita adotado, variou de acordo com o porte da localidade.

3 - O coeficiente adotado relativo ao dia de maior consumo foi $k_1 = 1,20$.

4 - Foi considerado um índice de perdas de 20% da vazão máxima diária.

5 - São sistemas integrados de abastecimento de água os de: Pindamonhangaba/Moreira César e Taubaté/Tremembé/Quiririm

6 - As localidades de Moreira César, Eugênio de Melo e Quiririm, embora não sendo sedes municipais foram consideradas face as suas importâncias.

Legenda: Dígito Preto

Cobertura do sistema existente

Dígito Vermelho

Cobertura da ampliação proposta (1ª etapa)

Dígito Azul

Cobertura da ampliação proposta (2ª etapa)

Tabela 4.1.15 - Estimativa do Crescimento das Demandas de Água das Sedes Municipais e Avaliação da Cobertura dos Sistemas Existentes e das Ampliações Propostas Minas Gerais (continuação)

Nº	Localidades Sistemas	Cap.Atual de Prod. Sist. (l/s)	2000		2005		2010		2015		2020	
			Pop. Urb. Atendida (hab.)	Vazão Máx.d.+20 % (l/s)	Pop. Urb. Atendida (hab.)	Vazão Máx.d.+20 % (l/s)	Pop. Urb. Atendida (hab.)	Vazão Máx.d.+20 % (l/s)	Pop. Urb. Atendida (hab.)	Vazão Máx.d.+20 % (l/s)	Pop. Urb. Atendida (hab.)	Vazão Máx.d.+20 % (l/s)
70	Sant. de Cataguases	5,50	2.482	6,83	2.651	7,29	2.791	7,68	2.904	7,99	2.993	8,23
71	Santana do Deserto	ñd	1.164	3,20	1.292	3,55	1.421	3,91	1.549	4,26	1.678	4,61
72	S ^o A. do Aventureiro	ñd	1.397	3,84	1.559	4,29	1.722	4,74	1.885	5,18	2.047	5,63
73	Santos Dumont	100,00	36.528	118,72	37.269	121,12	37.777	122,77	38.122	123,90	38.354	124,65
74	S. Francisco do Glória	ñd	2.946	8,10	3.181	8,75	3.415	9,39	3.649	10,03	3.884	10,68
75	São Geraldo	ñd	4.525	12,44	4.898	13,47	5.273	14,50	5.646	15,53	6.019	16,55
76	S. João Nepomuceno	70,00	19.431	63,15	21.087	68,53	22.590	73,42	23.923	77,75	25.078	81,50
77	S. S. da Varg. Alegre	2,50	1.162	3,20	1.322	3,64	1.483	4,08	1.644	4,52	1.804	4,96
78	Senador Cortes	ñd	1.036	2,85	1.147	3,15	1.226	3,37	1.281	3,52	1.316	3,62
79	Silveirânia	2,50	970	2,67	1.080	2,97	1.190	3,27	1.301	3,58	1.411	3,88
80	Simão Pereira	ñd	1.267	3,49	1.396	3,84	1.524	4,19	1.651	4,54	1.779	4,89
81	Tabuleiro	ñd	2.465	6,78	2.637	7,25	2.809	7,73	2.981	8,20	3.153	8,67
82	Tocantins	33,00	10.780	35,03	12.416	40,35	14.115	45,87	15.835	51,46	17.528	56,97
83	Tombo	ñd	6.820	18,76	7.426	20,42	8.032	22,09	8.637	23,75	9.244	25,42
84	Ubá	230,00	71.232	249,31	78.916	276,20	86.599	303,10	94.283	329,99	101.966	373,88
85	Vieiras	5,00	1.282	3,52	1.418	3,90	1.554	4,27	1.691	4,65	1.827	5,02
86	Visc. do Rio Branco	100,00	24.595	79,93	26.642	86,59	28.688	93,24	30.735	99,89	32.782	106,54
87	Volta Grande	9,00	2.977	8,19	3.197	8,79	3.416	9,39	3.635	10,00	3.854	10,60

- Obs.: 1 - Índice de atendimento proposto, para todos os anos, foi de 95% da pop. urbana.
 2 - O consumo per capita adotado, variou de acordo com o porte da localidade.
 3 - O coeficiente adotado relativo ao dia de maior consumo foi $k_1 = 1,20$.
 4 - Foi considerado um índice de perdas de 20% da vazão máxima diária.
 5 - São sistemas integrados de abastecimento de água os de: Bicas e Guarará.

Legenda: Dígito Preto Cobertura do sistema existente
 Dígito Vermelho Cobertura da ampliação proposta (1ª etapa)
 Dígito Azul Cobertura da ampliação proposta (2ª etapa)

O Estado de Minas Gerais, sob esse aspecto, ocupa posição mais crítica, em que 24% dos sistemas produzem água em quantidade suficiente para o horizonte previsto de 20 anos, 21% deverão prever ampliações nos próximos 10 anos e 55% deverão ser ampliados no curto prazo.

Essa análise baseia-se apenas nas capacidades de produção de água. Para as demais unidades operacionais dos sistemas, os estudos apresentados no Programa de Investimentos de Minas Gerais e do Rio de Janeiro, objetos dos Relatórios PPG-RE-014-R0 e PS-RE-025/047/061-R1, respectivamente, apresentam detalhadamente as obras necessárias que devem ser efetuadas em cada cidade com mais de 15.000 habitantes. Para as demais cidades desses Estados e para as de São Paulo, recomenda-se a ampliação dos Estudos de Diagnósticos, encerrando, dessa forma, o quadro geral das carências em abastecimento de água.

Deve-se urgentemente ampliar esta análise mediante sua focalização, também, na qualidade da água distribuída às populações, fator que depende não somente das características dos mananciais, mas, também, do estado de conservação e operação das estruturas de captação e tratamento, principalmente.

Neste aspecto e com base em observações locais, nota-se que há significativa diferença entre a situação atual dos sistemas administrados por prestadores de serviços de saneamento de maior porte, cujas estruturas técnico-operacional-administrativas permitem manter as unidades em boas condições de operação e a situação de alguns sistemas operados, principalmente, por secretarias municipais e alguns sistemas autônomos, cujas instalações requerem obras imediatas de reforma, melhoria e adequação. Essas observações valem, também, para a capacidade de investimentos com ampliações e melhorias, além daqueles necessários ao crescimento vegetativo dos sistemas.

Esses dados são comprovados na análise apresentada no Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos (1999) do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), em que 50% dos investimentos no setor se originam de recursos próprios e 38%, de recursos onerosos. Quando, contudo, se exclui a SABESP da pesquisa, os valores passam, respectivamente, para 29% e 54%. Isso demonstra que a maioria dos prestadores de serviços de saneamento não tem capacidade de investir, o que se dá somente mediante financiamentos, muitas vezes inacessíveis para a maioria das Prefeituras e sistemas autônomos.

As estimativas de demandas previstas para o ano 2020 indicam incremento necessário de aproximadamente 3,6 m³/s à capacidade de produção atual dos sistemas, da ordem de 16,8 m³/s, significando acréscimo de 21,4%.

Para o ano 2000, ao comparar-se a capacidade de produção total dos sistemas das sedes municipais à demanda necessária, o superavit é da ordem de 2,4%, ou seja, 0,4 m³/s, aproximadamente. No entanto, cabe ressaltar que nesse balanço está computada a recente ampliação do sistema de produção de água de Volta Redonda, da ordem de 2 m³/s, bem superior às necessidades atuais, tanto que, ao retirarem-se os valores relativos a essa cidade, o balanço passa a apresentar déficit de 7,6%.

Visualizam-se, no entanto, perspectivas favoráveis, ante a criação da ANA e, particularmente, no tocante à bacia do rio Paraíba do Sul, em face da atuação do CEIVAP, na aplicação dos recursos provenientes da arrecadação pelo uso da água. Essa arrecadação, com previsão anual da ordem de R\$ 14 milhões, a ser instituída a partir do início de 2002 pelo CEIVAP, deverá ser revertida em ações necessárias à recuperação ambiental da bacia, aí incluídas as obras de saneamento.

Com vistas a um amplo programa de saneamento, cabe ressaltar que devem ser envidados esforços no sentido de não apenas considerar os aspectos diretamente relacionados à engenharia de projetos e de construção, mas, também, de fixar metas em dois aspectos fundamentais do problema: preparação de pessoal e reformas administrativas especializadas nesse campo de atividade.

Assim, torna-se evidente que os investimentos não devem se direcionar única e exclusivamente para a ampliação, melhoria ou implantação de novos sistemas, mas, sim, para o aperfeiçoamento tecnológico e gerencial das concessionárias do setor, habilitando-as a absorver e gerir, da melhor forma possível, os investimentos efetuados na ampliação e/ou melhoria dos sistemas existentes ou na implantação de novos sistemas.

4.1.5.2 Esgotamento Sanitário

O atendimento de uma região com sistema de esgotamento sanitário só é completo quando há coleta, tratamento e disposição final adequada dos esgotos produzidos. O quadro que se apresenta indica que, da população urbana das localidades visitadas, onde se situam 82,3% da população urbana total da bacia, 69% são servidos por rede coletora e somente 11% têm esgotos tratados. A situação é ainda pior quando se constata que nas parcelas fluminense e mineira o percentual de tratamento é inferior a 4,5%.

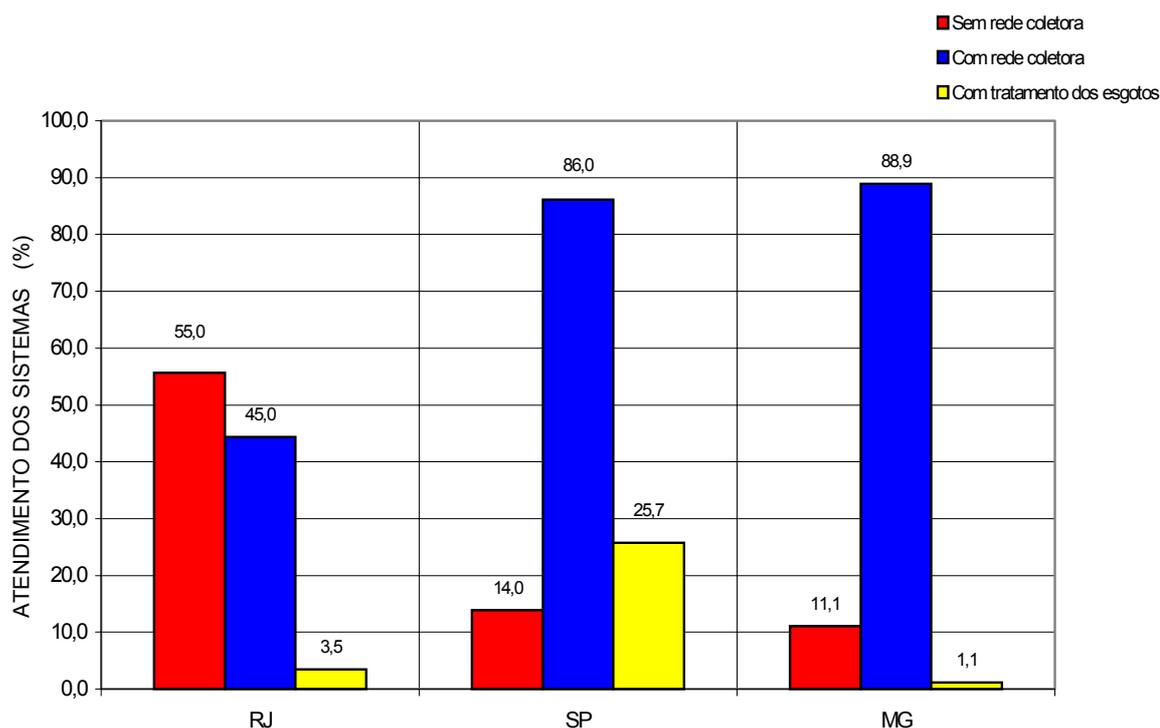


Figura 4.1.7 – Situação Atual dos Sistemas de Esgotamento Sanitário

A maioria dos prestadores de serviços de saneamento investe somente em implantação de rede coletora e, muitas vezes, em função da falta de recursos, opta pelo lançamento dos esgotos nas redes de drenagem, passando essas a funcionar como sistemas unitários. Tal situação, encontrada em grande parte das cidades, causa o lançamento dos esgotos diretamente nos rios e córregos locais, tornando-os verdadeiros emissários de esgotos, com todos os inconvenientes já fartamente enumerados.

Historicamente, os investimentos em sistemas de esgotamento sanitários sempre foram inferiores aos efetuados em abastecimento de água, e os investimentos em estações de tratamento são ainda mais reduzidos. Tais investimentos concentram-se de maneira mais sensível nas cidades paulistas, principalmente nas que são administradas pela SABESP.

As estimativas de lançamentos de cargas orgânicas, expressas em DBO, previstas para o ano 2020, indicam incremento aproximado de 61 t/d às atuais, que são da ordem de 240 t/d, significando aumento de 25%, caso sejam mantidas inalteradas as atuais capacidades e níveis de tratamento.

Os prognósticos são otimistas quando se considera o lançamento do Programa de Despoluição de Bacias Hidrográficas, concebido pela ANA, que incentiva a implantação de estações de tratamento de esgotos mediante a compra do efluente tratado até o valor correspondente a 50% do custo do empreendimento ou de seu valor de referência aliado à aplicação dos recursos provenientes da arrecadação pelo uso da água. Essa arrecadação, com previsão anual da ordem de R\$14 milhões, cuja implantação está prevista para 2002 pelo CEIVAP, deverá ser revertida em ações necessárias à recuperação ambiental da bacia, na qual estão previstas as obras de saneamento.

No entanto, não se deve supor que, por si sós, essas ações solucionarão os problemas do setor a curto prazo, pois há o fato de que, para a implantação de obras desse porte, os prestadores de serviços de saneamento deverão construir estações de tratamento e para tal, recorrer a financiamentos, inacessíveis a grande parte deles, além de buscar recursos para a execução das obras complementares, tais como coletores troncos, interceptores e estações elevatórias.

De qualquer forma, essas ações constituem um avanço importantíssimo e despertam nas administrações públicas e nas comunidades a consciência para a importância de se dispor de eficientes sistemas de esgotamento sanitário e, conseqüentemente, melhores condições de vida.

Vários prestadores de serviços de saneamento, até a data de conclusão deste diagnóstico, já haviam se habilitado junto à ANA para participar do Programa “Compra de Esgotos Tratados”, dentre eles a SABESP, com vários sistemas; a CESAMA, de Juiz de Fora; a ESAMUR, de Resende e Agulhas Negras; o DEMSUR, de Muriaé; e os SAAE de Volta Redonda e Barra Mansa. A tabela 4.1.17 apresenta as obras contratadas.

Tabela 4.1.17 – Intervenções Contratadas

Município	Intervenção	Invest. R\$ x1000000	Origem Recursos	Órgão Executor	Pop. Ben. (hab)	Conclusão da Obra
S. J. Campos	Sist de reversão de esgotos da bacia do Vidoca	21,04	PRODES-ANA SABESP	SABESP	180.000	2004
Pindamonhangaba	Rede coletora e ETE no distrito de Moreira Cesar e no bairro de Araretama	2,55	PRODES-ANA + SABESP	SABESP	45.000	2003/2004
S. L. do Paraitinga	Rede coletora e ETE	2,34	PRODES-ANA + SABESP	SABESP	6.000	2004
Volta Redonda	ETE no centro e parte baixa da cidade	13,50	PRODES- ANA + FECAM - SEMADSRJ	SAAE - VR	100.000	2004
Valença	ETE nos distritos de conservatória e Pentagna	2,54	OGU + SEMADSRJ	SEMADSRJ	13.000	2002
Resende	ETE no bairro Cidade Alegria	2,07	OGU + ESAMUR	EXAMUR	35.000	2003
Volta Redonda	ETE nos bairros Padre Josimo e Cidade Nova	0,92	SAAE - VR	SAAE - VR	30.000	2002

4.2 RESÍDUOS SÓLIDOS

4.2.1 Introdução

Este item tem como propósito apresentar, de forma sintética, um diagnóstico da situação atual do que se refere à disposição final dos resíduos sólidos gerados na bacia do rio Paraíba do Sul, sejam eles de origem urbana, dos serviços de saúde ou, ainda, do parque industrial.

Os problemas concernentes aos resíduos sólidos, em especial os de origem urbana, inclusive os dos serviços de saúde são, de modo geral, recorrentes em inúmeros municípios da bacia. A falta de equipamentos, a inexistência de fonte própria e suficiente de recursos para custear os trabalhos, a carência de pessoal técnico qualificado e a disposição inadequada do lixo são problemas presentes em muitos deles, só variando em intensidade. Esses problemas são agravados pela situação financeira quase sempre difícil de parte expressiva dos municípios, a qual se reflete diretamente no sistema de limpeza urbana, impossibilitando-os de atender à população de forma permanente e satisfatória.

Também os resíduos industriais, que de acordo com a legislação deveriam ser tratados e dispostos por seus geradores, em muitos casos e em especial quando oriundos de indústrias de pequeno e médio porte, são dispostos nos lixões municipais, contribuindo sobremaneira para a situação de contaminação ambiental já causada pela destinação inadequada dos resíduos urbanos e dos serviços de saúde.

As administrações municipais têm ciência da importância do adequado encaminhamento da questão dos resíduos sólidos e de seus reflexos positivos para a preservação ambiental e para a melhoria da qualidade de vida da população. No entanto, com exceção dos municípios paulistas, onde a Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB) vem implementando com sucesso o Programa Estadual de Resíduos Sólidos, e de outros mineiros e fluminenses, muito pouco tem sido realmente feito, em nível municipal, para a adequada destinação final dos resíduos.

É de esperar-se, contudo, que a médio prazo se comece a perceber a reversão desse quadro, em decorrência não só da crescente percepção da população para a correlação direta existente entre qualidade de vida e preservação ambiental, que impõe mudanças comportamentais, mas, também, por força dos dispositivos legais que, cada vez mais, penalizam os agentes poluidores. De fato, a promulgação da Lei Federal nº 9.605, de 12-02-98, que regulamenta a Lei nº 9.099, de 26-09-95, transcende à penalização da pessoa jurídica, estabelecendo sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente à pessoa física responsável, como “o diretor, o administrador, o membro de conselho e de órgão técnico, o auditor, o gerente, o preposto ou mandatário de pessoa jurídica, que, sabendo da conduta criminosa de outrem, deixar de impedir a sua prática quando podia agir para evitá-la”.

O diagnóstico que se segue é uma síntese atualizada dos levantamentos e estudos desenvolvidos no âmbito do Projeto Qualidade das Águas e Controle da Poluição Hídrica (PQA) relativo aos Estados do Rio de Janeiro e São Paulo, e do Projeto Preparatório para o Gerenciamento dos Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paraíba do Sul, referente ao Estado de Minas Gerais, enriquecida com dados recentes, oriundos da CETESB, da Secretaria de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável

(SEMADS) do Estado do Rio de Janeiro, de dados colhidos junto a algumas prefeituras e, ainda, de levantamentos de campo em áreas de disposição de resíduos urbanos de alguns municípios.

4.2.2 Resíduos sólidos urbanos

São considerados resíduos sólidos urbanos os lixos de origem doméstica, do pequeno comércio e, ainda, o produto da varrição dos logradouros públicos, da poda, da capina, da limpeza de córregos e outros que, em geral, têm a mesma disposição final.

Para a avaliação da quantidade de lixo gerada foram consideradas as produções *per capita* diárias adiante indicadas, aplicadas às populações urbanas de cada município da bacia, observadas no censo do IBGE de 2000. Cabe notar que esses índices de produção diferem ligeiramente daqueles usualmente empregados pela CETESB; optou-se, contudo, por utilizá-los por serem mais conservadores e pretenderem expressar a geração de todo o lixo urbano e não só daquele de origem doméstica e do pequeno comércio, como é o caso dos índices da CETESB.

Cabe, também, notar que os índices de produção procuram refletir valores médios observados na prática, o que não inviabiliza a existência de diferenças, às vezes significativas, na quantidade de lixo efetivamente gerada em determinados municípios. Tais diferenças decorrem do tipo de atividade econômica predominante no município, da sazonalidade, do nível socioeconômico e cultural da população e, ainda, de outros fatores que possam influenciar o comportamento cotidiano dos municípios.

Índices de Produção de Lixo Utilizados

<u>População urbana (1.000 hab.)</u>	<u>Produção per capita (kg/hab)</u>
Até 100	0,5
De 100 a 200	0,6
Maior que 200	0,7

Índices de Produção empregados pela CETESB

<u>População urbana (1.000 hab.)</u>	<u>Produção per capita (kg/hab)</u>
Até 100	0,4
De 100 a 200	0,5
De 200 a 500	0,6
Maior que 500	0,7

Ao longo de sua história, a CETESB vem envidando esforços no sentido de conhecer, em toda sua amplitude, e equacionar o complexo problema da disposição dos resíduos sólidos, visando ao adequado planejamento do controle da poluição ambiental. Sob esse enfoque, a partir de 1997 foi estabelecida, de forma considerada pioneira, uma metodologia visando sistematizar a forma de aquisição de informações das instalações de destinação de resíduos em operação no Estado de São Paulo.

A metodologia consiste na aplicação de um formulário padronizado que pontua, de forma ponderada, 41 itens de dados sobre as condições de localização e da infraestrutura implantada, bem como das condições operacionais das instalações de destinação final, gerando o índice IQR – Índice de Qualidade de Aterro de Resíduos.

Os critérios utilizados para compor o IQR resultam em uma pontuação de 0 a 10 para instalação da disposição, o que permite sua classificação nas seguintes condições de enquadramento:

Condições de Enquadramento

<u>IQR</u>	<u>Enquadramento</u>
$0,0 \leq \text{IQR} \leq 6,0$	Condições inadequadas
$6,1 < \text{IQR} \leq 8,0$	Condições controladas
$8,1 < \text{IQR} \leq 10,0$	Condições adequadas

Dispondo-se dessa ferramenta de avaliação, julgou-se adequado aplicá-la, também, aos municípios mineiros e fluminenses da bacia, pois, como expresso pela própria CETESB no seu relatório “Inventário Estadual de Resíduos Sólidos Domiciliares”, de janeiro de 2000, a “utilização de um índice abrangente, devidamente fundamentado, que leva em consideração as condições encontradas nos municípios, possibilita uma padronização nas avaliações das condições ambientais das instalações, diminuindo o nível de subjetivismo e possibilitando o estabelecimento de comparações de maior significância”.

Embora a existência ou não de catadores nos lixões seja um dos itens objeto de avaliação e, portanto, já captado pelo índice IQR, julgou-se conveniente destacar esse fato nos quadros de classificação das instalações de disposição apresentados mais adiante, visto que a presença de catadores em lixões denuncia sérios problemas de natureza social e saúde pública e vem preocupando organismos nacionais e internacionais, sendo, inclusive, objeto de programas específicos como o “Criança no lixo: nunca mais”, coordenado pelo Fundo das Nações Unidas para a Infância (UNICEF).

a) Resíduos sólidos urbanos em Minas Gerais

Os estudos sobre resíduos sólidos levados a efeito no âmbito do Projeto Preparatório envolveram levantamentos de campo nos 10 municípios mais populosos, dentre os 27 prioritários, identificados no trabalho “Diagnóstico dos Diagnósticos”, realizado em 1999 pela Universidade Federal de Juiz de Fora. Esses 10 municípios, dentre os 88 existentes na parte mineira da bacia, respondem por cerca de 75,1% da população urbana total, enquanto os 27 selecionados cobrem cerca de 86,2% da mesma população. Tais municípios foram Além Paraíba, Carangola, Cataguases, Juiz de Fora, Leopoldina, Muriaé, Santos Dumont, São João Nepomuceno, Ubá e Visconde do Rio Branco.

As visitas aos dez municípios selecionados e as entrevistas às autoridades e técnicos municipais permitiram ampla e boa visão do que hoje ocorre com os resíduos sólidos nesses municípios.

Observa-se que, de modo geral, o problema da limpeza urbana, no que tange aos serviços de varrição e coleta, está razoavelmente bem-equacionado. Esses serviços são realizados em cada município com eficiências diferenciadas, o que não impede que, sob um julgamento pouco mais magnânimo, possam ser considerados satisfatórios. Tal fato, todavia, não tem evitado que muitos municípios ainda descartem

seu lixo em córregos, canais e terrenos baldios, ao invés de destiná-los à coleta. Dentre os municípios visitados, apenas Santos Dumont se destaca mais negativamente, visto que somente 70% de sua população são atendidos de forma regular pela varrição e coleta.

O grande problema dos resíduos sólidos reside, inequivocamente, na forma inadequada como é quase sempre feita sua disposição final, muitas vezes em lugares impróprios, oferecendo grandes riscos de contaminação das águas superficiais e subterrâneas, e, ainda, facilitando a proliferação de vetores biológicos.

Somente Juiz de Fora tem aterro sanitário em vias de implantação, pendente, contudo, de licença ambiental, a ser expedida brevemente pela Fundação Estadual do Meio Ambiente (FEAM), o que lhe poderá garantir condições adequadas de disposição. Por ora os resíduos vêm sendo dispostos em células na área do futuro aterro sanitário, recobertas diariamente e atendendo a outros requisitos que lhe conferem um IQR de aterro controlado. Também Muriaé dispõe de um aterro controlado. Ele é cercado, o enterramento do lixo é feito quase diariamente, dispõe de drenagem das águas pluviais e do chorume, embora para este não exista sistema de recirculação ou tratamento, e, como o de Juiz de Fora, também atende a outros requisitos que lhe garantem aquela classificação. Nos demais municípios, exceto Cataguases, cujo aterro, com pequenas melhorias, poderia ser considerado controlado, os resíduos são dispostos em verdadeiros lixões com a presença, inclusive, de catadores.

O quadro acima é sério e defronta, quase sempre, o problema financeiro. Em todos os municípios, à exceção de Juiz de Fora, a receita proveniente dos tributos municipais, destinada à limpeza urbana, é insuficiente para cobrir as despesas com esse respectivo serviço. Este é um aspecto sério do problema e deveria merecer maior atenção das autoridades executivas e legislativas, visto que, sem recursos financeiros suficientes, não há como encaminhar corretamente o problema do lixo, o que deixa a população exposta a todos os seus malefícios.

Em Juiz de Fora ocorre justamente o inverso no que concerne à receita. Da arrecadação municipal vinculada à limpeza urbana, apenas pouco mais da metade é repassada pela Prefeitura ao DEMLURB, autarquia responsável pela limpeza urbana. Não fosse isso, o DEMLURB, que dispõe de um corpo técnico bem-capacitado, teria todas as condições para prestar um serviço próximo à excelência e servir de referência para outros municípios brasileiros. Mesmo assim, muito tem sido feito. Existe um programa em curso de troca de leite por lixo, como forma de diminuir a disposição inadequada do lixo. Esse programa está sendo implantado numa escola de educação ambiental dirigida ao público escolar infantil e está prestes a entrar em operação numa usina de reciclagem de entulho de obras. Além desse há outros programas implantados, como a coleta seletiva e o incentivo à associação de catadores de papel.

Entre os municípios mineiros, outro aspecto que merece destaque é o das usinas de reciclagem e compostagem (URC). Dos dez municípios visitados, cinco tem ou tiveram URC, sendo que em apenas dois deles, Carangola e Juiz de Fora, elas continuam em operação e, assim mesmo, precariamente. Em Carangola, ela é financeiramente deficitária, sendo que a forma como é operada ainda acarreta sérios problemas ambientais. Em Juiz de Fora, projetada para processar 80t/dia, a URC foi parcialmente implantada e hoje opera cerca de 15t/dia, exclusivamente com os resíduos provenientes da coleta seletiva.

A Tabela 4.2.1, a seguir, apresenta os 10 municípios estudados e sua população urbana atual (Censo 2000), a quantidade diária de lixo gerada, a classificação das instalações de disposição final segundo o índice IQR e a existência ou não de catadores. A Figura 4.2.1, a seguir, mostra a distribuição percentual do lixo gerado segundo a classificação de suas instalações de disposição.

Tabela 4.2.1 – Produção Diária de Lixo nos Municípios Mineiros

Município	População Urbana	Produção Diária de Lixo Estimada (t)	IQR	Condições da Disposição Final	Catadores
Além Paraíba	31.028	15,5	2,7	Inadequadas	Sim
Carangola	24.740	12,4	2,8	Inadequadas	
Cataguases	60.482	30,2	4,2	Inadequadas	
Juiz de Fora	453.002	316,8	6,1	Controladas	
Leopoldina	43.493	21,7	3,2	Inadequadas	Sim
Muriaé	83.923	41,7	6,1	Controladas	Sim
Santos Dumont	43.503	20,2	2,8	Inadequadas	
S. João Nepomuceno	22.332	11,2	2,8	Inadequadas	Sim
Ubá	76.365	38,3	3,8	Inadequadas	Sim
Visc. do Rio Branco	25.889	0,9	3,5	Inadequadas	Sim



Figura 4.2.1 - Disposição Final dos Resíduos Sólidos Urbanos em Minas Gerais

b) Resíduos sólidos urbanos no Estado do Rio de Janeiro

Os estudos sobre resíduos sólidos levados a efeito no âmbito do PQA envolveram levantamentos de campo nos 23 municípios fluminenses mais populosos da bacia e, ainda, no município de São Francisco do Itabapoana que, embora tenha sua sede localizada fora da bacia, foi incluído nos estudos por destinar seus resíduos na área da bacia. As populações urbanas desses municípios respondem por cerca de 88,05% da população de todos os 53 municípios fluminenses da bacia.

Dos 23 municípios estudados, quatro deles, Itatiaia, Nova Friburgo, Cantagalo e Pirai, promoveram modificações substanciais em suas instalações de disposição final após a conclusão do PQA. Itatiaia, que operava um lixão relativamente próximo ao reservatório de Funil, com séria ameaça ambiental, adquiriu nova área, mais apropriada, e nela vem fazendo a disposição do lixo, porém de forma igualmente inadequada. Cantagalo, por sua vez, terceirizou o serviço de limpeza urbana, incluindo a coleta e a operação da usina de reciclagem e compostagem e a disposição do rejeito. Essa terceirização tem resultando em melhorias ambientais, haja vista não

mais existir lixão com catadores, urubus, moscas e todos os demais inconvenientes conhecidos. Até mesmo o chorume, que quase nunca é objeto de qualquer tratamento, tem sido recolhido e re-circulado. Piraí, que antes utilizava-se de um “lixão”, passou a operar um aterro verdadeiramente sanitário com atendimento aos requisitos exigidos para tal. Apenas a licença ambiental não foi ainda concedida pelo órgão ambiental do Estado. Seu IQR, anteriormente da ordem de 3, foi recentemente reavaliado em 9,3. Nova Friburgo, igualmente, promoveu melhorias substanciais no aterro que, antes um “lixão”, tem agora a situação controlada.

No município de Cantagalo, por não se dispor de levantamento recente mais detalhado das instalações de disposição, deixou-se de fazer a avaliação do IQR.

Observa-se, todavia, que, de modo geral, o problema da disposição dos resíduos sólidos, na parte fluminense da bacia, em tudo se assemelha aos dos municípios mineiros, sendo, portanto, válidas as observações feitas anteriormente para aqueles.

Até mesmo no que se refere às URC a situação não é diferente. Das 15 URC implantadas, 11 já foram desativadas e 2 operam abaixo de sua capacidade. Apenas duas usinas funcionam normalmente, incluindo-se a de Cantagalo, que começou a operar mais recentemente, em março de 1999, e está terceirizada.

O Estado do Rio de Janeiro todavia, por meio da SEMADS, lançou em 1999 o programa Pró-Lixo, com recursos financeiros do Fundo Estadual de Conservação Ambiental (FECAM). O Pró-Lixo visa dotar os municípios fluminenses com população inferior a 150 mil habitantes de instalações adequadas à disposição de seus resíduos sólidos.

Este programa, cujo início de implantação efetivo ocorreu em 2000, prevê o fornecimento de recursos às prefeituras municipais, cabendo a elas a responsabilidade da implementação da solução escolhida.

Até 2001 foram destinados recursos no montante de R\$ 6,29 milhões para 29 municípios da bacia (ver [Tabela 4.2.2](#)), estando previstos para 2002 investimentos em mais 14 (Areal, Bom Jardim, Cantagalo, Cardoso Moreira, Itaperuna, Itatiaia, Pinheiral, Piraí, Quatis, São João da Barra, Sapucaia, Sumidouro, Teresópolis e Varre-Sai), sem, contudo, haverem sido definidos os respectivos montantes.

Tabela 4.2.2
Municípios Contemplados no Pró-Lixo

Município	Área para o Projeto	Unidades ^(*)	Projeto	Obras Civas	Equipamento	Treinamento e Educ. Ambiental	Total
Aperibé	Sim	AT + GR + PC + CS + T	22.000,00	87.800,00	110.000,00	25.000,00	244.800,00
Porciúncula	Não	AT + GR + PC + CS + T	22.000,00	87.800,00	110.000,00	25.000,00	244.800,00
Barra do Pirai	Não	AT + GR + PC + CS + T	22.000,00	87.800,00	110.000,00	25.000,00	244.800,00
Carmo	Sim	AT + CS + T	13.000,00	32.800,00	90.000,00	25.000,00	160.800,00
Casimiro de Abreu	Sim	AT + CS + T	13.000,00	32.800,00	110.000,00	25.000,00	180.800,00
Com. Levy Gasparian	Não	AT + GR + PC + CS + T	22.000,00	87.800,00	110.000,00	25.000,00	244.800,00
Cordeiro	Não	AT + GR + PC + CS + T	22.000,00	87.800,00	110.000,00	25.000,00	244.800,00
Duas Barras	Sim	AT + GR + CS + T + PC	22.000,00	87.800,00	110.000,00	25.000,00	244.800,00
Itaocara	Sim	AT + GR + PC + CS + T	22.000,00	87.800,00	110.000,00	25.000,00	244.800,00
Italva	Não	AT + GR + PC + CS + T	22.000,00	87.800,00	110.000,00	25.000,00	244.800,00
Laje do Muriaé	Sim	AT + CS + T	13.000,00	32.800,00	90.000,00	25.000,00	160.800,00
Mendes	Não	AT + GR + PC + CS + T	22.000,00	87.800,00	110.000,00	25.000,00	244.800,00
Miguel Pereira	Sim	AT + CS + T	13.000,00	32.800,00	90.000,00	25.000,00	160.800,00
Miracema	Sim	AT + CS + T	13.000,00	32.800,00	90.000,00	25.000,00	160.800,00
Natividade	Não	AT + GR + PC + CS + T	22.000,00	87.800,00	110.000,00	25.000,00	244.800,00
Nova Friburgo	Não	AT + CS + T	13.000,00	32.800,00	90.000,00	25.000,00	160.800,00
Paraíba do Sul	Sim	AT + GR + PC + T + CS	22.000,00	87.800,00	110.000,00	25.000,00	244.800,00
Paty do Alferes	Sim	AT + GR + PC + CS + T	22.000,00	87.800,00	110.000,00	25.000,00	244.800,00
Porto Real	Não	AT + GR + PC + CS + T	22.000,00	87.800,00	110.000,00	25.000,00	244.800,00
Resende	Sim	GR + PC + CS + T	12.000,00	55.000,00	20.000,00	25.000,00	112.000,00
São José do Vale do Rio Preto	Não	AT + GR + CS + T	19.000,00	72.800,00	105.000,00	25.000,00	221.800,00
Santa Maria Madalena	Sim	AT + CS + T	13.000,00	32.800,00	90.000,00	25.000,00	160.800,00
Santo Antônio de Pádua	Não	AT + GR + PC + CS + T	22.000,00	87.800,00	110.000,00	25.000,00	244.800,00
São Fidélis	Não	AT + GR + PC + CS + T	22.000,00	87.800,00	110.000,00	25.000,00	244.800,00
São Sebastião do Alto	Sim	AT + CS + T	13.000,00	32.800,00	90.000,00	25.000,00	160.800,00
Trajano de Moraes	Não	AT + GR + PC + CS + T	22.000,00	87.800,00	110.000,00	25.000,00	244.800,00
Três Rios	Não	AT + GR + PC + CS + T	22.000,00	87.800,00	110.000,00	25.000,00	244.800,00
Valença (Conserv./Juparaná)	Sim	AT + GR(2) + CS + T	18.000,00	81.800,00	120.000,00	25.000,00	244.800,00
Vassouras	Não	AT + GR + PC + CS + T	22.000,00	87.800,00	110.000,00	25.000,00	244.800,00

(*) AT: Aterro Sanitário; GR: Galpão de Reciclagem; PC: Pátio de Compostagem; CS::Coleta Seletiva; T: Treinamento

A Tabela 4.2.3, a seguir, relaciona os 23 municípios estudados e indica as populações urbanas atuais (Censo 2000) e respectiva quantidade diária de lixo gerada. São também apresentadas as classificações das instalações de disposição final segundo o índice IQR e a indicação da existência ou não de catadores. A [Figura 4.2.2](#) mostra a distribuição percentual do lixo gerado, segundo a classificação de suas instalações de disposição.

Tabela 4.2.3 – Produção Diária de Lixo nos Municípios Fluminense

Município	População Urbana (hab.)	Produção Diária de Lixo Estimada (t)	IQR	Condições da Disposição Final	Catadores
Barra do Pirai	84.816	42,4	1,0	inadequada	Sim
Barra Mansa	165.134	99,0	1,1	inadequada	Sim
Campos dos Goytacazes	325.783	254,6	1,8	Inadequada	Sim
Cordeiro	17.756	8,9	2,9	Inadequada	
Itaperuna	77.378	38,7	2,1	Inadequada	Sim
Itatiaia	11.728	5,9	1,9	Inadequada	Sim
Mendes	17.123	8,6	2,0	Inadequada	Sim
Miracema	24.044	12,0	2,5	Inadequada	Sim
Nova Friburgo	149.862	91,1	7,0	Controlada	
Paraíba do Sul	32.688	16,3	1,9	Inadequada	Sim
Petrópolis	270.671	189,3	6,0	Inadequada	
Pirai	17.763	9,0	9,3	Adequada	
Resende	95.963	47,9	6,3	Controlada	
Santo Antônio de Pádua	28.957	14,7	2,7	Inadequada	
São Fidélis	26.513	13,3	0,9	Inadequada	Sim
São Francisco do Itabapoana (*)		9,6	1,7	Inadequada	Sim
São João da Barra	18.518	9,7	2,7	Inadequada	Sim
Teresópolis	115.198	69,1	2,2	Inadequada	Sim
Três Rios	67.347	33,7	2,9	Inadequada	Sim
Valença	57.323	28,7	2,0	Inadequada	Sim
Vassouras	19.886	9,9	1,0	Inadequada	Sim
Volta Redonda	241.996	169,4	3,1	Inadequada	Sim

(*) O lixo é disposto na bacia, embora a sede municipal esteja situada fora dela.



Figura 4.2.2 – Disposição Final dos Resíduos Sólidos Urbanos no Rio de Janeiro

c) Resíduos sólidos urbanos no Estado de São Paulo

A situação da disposição final dos resíduos sólidos nos municípios paulistas difere bastante daquelas relativas aos municípios mineiros e fluminenses.

A atuação sistemática da CETESB há vários anos junto aos municípios e, em especial, após 1997, quando foi instituído o Programa Estadual de Resíduos Sólidos, vem contribuindo de forma expressiva para a melhoria continuada das instalações de disposição final dos resíduos sólidos.

Conforme indica o relatório “Inventário Estadual de Resíduos Sólidos Domiciliares”, relativo ao ano 2000, da CETESB, a experiência tem demonstrado que a imposição de penalidades aos municípios pela disposição inadequada de seus resíduos, embora utilizadas como recurso último, isoladamente não tem resultado em melhorias significativas das condições ambientais. Assim, conforme prevê o Programa Estadual de Resíduos Sólidos, para todos os municípios com irregularidades na destinação final de seus resíduos foi proposta a assinatura do Termo de Compromisso de Ajustamento de Conduta (TAC).

Os TAC constituem uma alternativa inovadora, tendo por objetivo comprometer e estabelecer parcerias entre o Estado e as administrações municipais, na busca de soluções para a destinação final de resíduos. São títulos executivos com força de contratos extrajudiciais estabelecidos de comum acordo com as administrações municipais, definindo prazos e atividades a serem realizadas por município para a regularização ambiental das instalações de destinação de lixo em operação. Além de ocasionar o comprometimento dos prefeitos, os TAC propõem procedimentos para as usinas de reciclagem e compostagem, os aterros e os lixões, visando à sua regularização ou encerramento ante a implantação de solução de caráter definitivo. Em todos os casos, as ações propostas devem possibilitar a adequação técnica e ambiental das instalações, seguidas do pertinente licenciamento ambiental. Dentre os 34 municípios do trecho paulista da bacia, 20 já assinaram TAC e vêm implementando as ações neles propostas.

A [Tabela 4.2.4](#) abaixo, sintetiza a situação atual da disposição final dos resíduos sólidos. Apresenta, para cada município, a população urbana (Censo 2000) e a respectiva quantidade diária de lixo gerada, calculada segundo os coeficientes utilizados neste trabalho e não os usualmente empregados pela CETESB. Isso faz com que os dados ora apresentados difiram ligeiramente daqueles constantes do relatório anteriormente citado, relativo ao inventário de resíduos sólidos de 2000. É também apresentada a classificação das instalações de disposição final segundo o índice IQR e indicada a existência ou não de catadores.

Tabela 4.2.4 – Produção Diária de Lixo nos Municípios Paulistas

Município	População Urbana (hab.)	Produção Diária de Lixo Estimada (t)	IQR	Condições da Disposição Final	Catadores
Aparecida	34.383	17,2	3,5	Inadequada	Sim
Arapeí	1.899	0,9	1,7	Inadequada	
Areias	2.452	1,2	9,2	Inadequada	
Bananal	7.187	3,6	5,5	Inadequada	Sim
Caçapava	66.741	33,2	10,0	Adequada	
Cachoeira Paulista	21.671	10,8	3,9	Inadequada	
Canas	3.041	1,5	1,5	Inadequada	
Cruzeiro	71.179	35,6	1,8	Inadequada	Sim
Cunha	11.134	5,6	0,3	Inadequada	
Guararema	17.710	8,8	3,8	Inadequada	Sim
Guaratinguetá	99.162	49,5	0,9	Inadequada	Sim
Igaratá	5.877	2,9	6,3	Adequada	
Jacareí	183.377	110,1	6,3	Controlada	Sim
Jambeiro	1.934	1,0	10,0	Adequada	
Lagoinha	2.877	1,4	10,0	Adequada	
Lavrinhas	5.307	2,7	6,0	Inadequada	
Lorena	75.097	37,5	1,9	Inadequada	
Monteiro Lobato	1.515	0,7	7,0	Controlada	
Natividade da Serra	2.853	1,4	5,3	Inadequada	
Paraibuna	5.295	2,6	10,0	Adequada	
Pindamonhangaba	119.078	59,4	9,4	Adequada	
Piquete	14.209	7,1	5,3	Inadequada	
Potim	12.967	6,5	9,6	Inadequada	
Queluz	7.846	3,9	6,0	Inadequada	
Redenção da Serra	1.627	0,8	8,9	Adequada	
Roseira	8.013	4,0	2,5	Inadequada	Sim
Santa Branca	11.721	5,9	6,3	Controlada	Sim
Santa Isabel	33.014	16,4	8,2	Adequada	
São José do Barreiro	2.471	1,2	1,6	Inadequada	
São José dos Campos	532.717	372,7	9,4	Adequada	
São Luís do Paraitinga	6.145	3,1	7,1	Inadequada	
Silveiras	2.451	1,2	9,2	Inadequada	
Taubaté	229.855	160,9	9,5	Adequada	
Tremembé	29.866	14,9	10,0	Adequada	

A [Figura 4.2.3](#), a seguir, mostra a distribuição percentual do lixo gerado, segundo a classificação de suas instalações de disposição.



Figura 4.2.3 – Disposição Final dos Resíduos Sólidos Urbanos em São Paulo

d) Situação consolidada dos três Estados e prognósticos

A análise das tabelas e figuras anteriores mostra que são geradas na bacia, diariamente, cerca de 2.660 toneladas de resíduos sólidos de origem doméstica e que, como indica a [Figura 4.2.4](#), desse volume, apenas 23% têm destinação adequada e 24% destinação controlada, sendo a maioria (53%) destinada a lixões ou outras formas inadequadas de disposição.

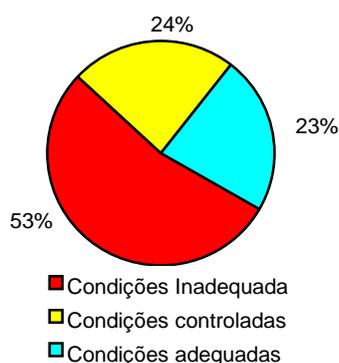


Figura 4.2.4 – Disposição Final dos Resíduos Sólidos na Bacia do Rio Paraíba do Sul

Em 1977, no trecho paulista da bacia, 51% dos resíduos gerados eram dispostos de forma inadequada ou controlada. Já no inventário realizado em dezembro de 1999 e que resultou no relatório emitido pela CETESB em janeiro de 2000, esse número caiu para 32%, o que mostra substancial melhoria na forma como os municípios vêm dispendo o lixo. Cabe notar que os municípios mais populosos, como Jacareí, Pindamonhagaba, São José dos Campos e Taubaté, dispõem o lixo de forma adequada, e que os problemas ainda existentes referem-se, na maioria das vezes, aos municípios de menor porte populacional.

Essa melhoria reflete a eficácia do Programa Estadual de Resíduos Sólidos e dos TAC que, na realidade, impõem um compromisso formal das prefeituras com o Estado, compromisso que se sobrepõe às eventuais descontinuidades administrativas.

Se prevalecer a prática da atual política, é de se supor que o prognóstico da situação do lixo nos municípios paulistas da bacia seja bom, com progressiva redução da quantidade de lixo disposta de forma inadequada.

No Estado do Rio de Janeiro, ante a implementação do programa Pró-Lixo, pelo menos teoricamente, o prognóstico deve ser visto, também, como bom. A despeito do grande investimento que vem sendo realizado pela SEMADS, cabe notar que ele está dirigido para os municípios de menor porte (até 150 mil habitantes) e que, para quase todos, está prevista a implementação de URC, conforme foi apresentado anteriormente.

A instalação de URC, em geral, não tem demonstrado ser solução adequada para o tratamento do lixo diante do que se observa em parcela expressiva dos municípios onde foram instaladas. De fato, o bom funcionamento de uma URC depende fundamentalmente de como é planejada, implantada e, sobretudo, operada. O seu planejamento e implantação requerem estudos cuidadosos sobre o tipo e composição do material que irá processar, sobre o que ela será capaz de oferecer como resultado

e, sobretudo, quais os possíveis problemas a enfrentar, visto tratar-se de um projeto que, de alguma forma, envolve a participação comunitária.

A adequada caracterização dos resíduos sólidos é essencial. Sua composição varia em função da diversidade das fontes de origem ou seja, de bairros de diferentes estratos sociais, da época do ano, do momento econômico do País e até mesmo das pressões publicitárias, o que constitui constantes fontes de problemas, inclusive de natureza operacional.

O encaminhamento inadequado desses problemas, associado às dificuldades operacionais que nem sempre podem ser prontamente equacionadas pelo Poder Público, criam as condições favoráveis ao malogro do empreendimento, que é o quadro comumente observado. É mesmo comum observar-se que a receita proveniente da operação da URC não é suficiente para cobrir, sequer, o custo salarial do pessoal nela envolvido e, pior ainda, sem que o problema ambiental seja adequadamente tratado, como é o caso, por exemplo, de Carangola (MG), onde tudo ocorre.

Além disso, sem que haja comprometimento formal entre a prefeitura e os órgãos de comando e controle do Estado no que tange ao problema lixo, estabelecendo compromissos, responsabilidades e penalidades, e ainda que esse comprometimento perdure por sucessivas administrações municipais, como no caso dos Termos de Ajuste de Conduta de São Paulo, dificilmente os benefícios advindos dos investimentos serão duradouros.

Postas as considerações acima, embora o Pró-Lixo acene com um prognóstico de melhorias a curto prazo na forma de disposição do lixo na parte fluminense da bacia, é-se levado a supor que elas não tenham caráter permanente. Tal suposição, apesar de mero juízo de valor, lamentavelmente, tem grande possibilidade de ocorrer, haja vista o malogro das experiências semelhantes anteriores, levadas a efeito não só no Estado do Rio de Janeiro, mas, também, em outros Estados brasileiros, onde, estima-se, cerca de 500 URC encontram-se desativadas.

Cabe, contudo, observar que em Mendes deverá ser inaugurado, brevemente, o projeto piloto de uma URC com tecnologia inédita, desenvolvida por técnicos brasileiros, que permite a mineralização dos resíduos urbanos para transformá-los em adubo orgânico, sem exalação de odores desagradáveis, sem a emissão de gases tóxicos e reduzindo, ainda, a quantidade dos refugos. Caso a experiência seja bem-sucedida, será um fato auspicioso, pois abrirá as portas para a transformação ou recuperação das atuais usinas desativadas no País.

Em Minas Gerais, a despeito de o único programa patrocinado pelo Governo estadual, visando à melhoria do saneamento ambiental, ser o ICMS Ecológico, o prognóstico, de certa forma, pode, também, ser considerado bom, embora sem a pretensão da abrangência de São Paulo. Isso porque os seus dois maiores municípios na bacia, Juiz de Fora e Muriaé, que respondem por cerca de 61,3% da quantidade total de lixo gerada, têm hoje a disposição feita de forma controlada, sendo que Juiz de Fora, brevemente, ante a implantação do aterro sanitário, passará a fazê-la de forma adequada. Além disso, os municípios de Leopoldina e Cataguases possivelmente aprimorarão suas instalações de disposição, pois Leopoldina, atualmente responsável por um enorme lixão próximo a um córrego, dispõe de projeto de aterro sanitário, embora ainda sem recursos financeiros para sua implementação. Também Cataguases, com pequenas melhorias nas atuais instalações (efetuar drenagem

pluvial e evitar a ocorrência de lixo a descoberto, por exemplo), poderia tê-las classificadas como controladas.

O ICMS Ecológico decorre da Lei Estadual 12.040/95, que permite destinar maior parcela da arrecadação do ICMS aos municípios que promovam ações de preservação dos recursos naturais, como a proteção legal de áreas naturais ou o tratamento de lixo e esgotos sanitários. Até dezembro de 2000, apenas dois pequenos municípios da bacia, Goianá e Rio Preto (2.412 e 3.868 habitantes urbanos, respectivamente) haviam se habilitado ao incentivo e, assim mesmo, para a instalação de usinas de reciclagem e compostagem que, como visto anteriormente, têm grande chance de fracasso operacional, sobretudo diante do pequeno volume e, possivelmente, da qualidade do lixo gerado naqueles municípios.

4.2.3 Resíduos dos serviços de saúde

Não se dispõe de uma avaliação criteriosa dos quantitativos de resíduos sólidos dos serviços de saúde, ou lixo patogênico, gerados na bacia. Tomando-se, todavia, como referência alguns poucos municípios que apresentam razoável controle sobre esses resíduos, pode-se supor que a sua produção atualmente seja pouco inferior a 1.300 toneladas anuais.

Como no caso dos resíduos de origem doméstica, também os municípios paulistas estão, de modo geral, melhor aparelhados do que os do restante da bacia. Lá as maiores cidades, por serem pólos de desenvolvimento, concentram a quase totalidade, em peso, dos resíduos gerados na região e estão capacitadas para tratá-los adequadamente. Algumas dessas cidades cuidam, também, dos resíduos gerados em cidades menores, vizinhas. Dezesesseis municípios, dentre os 34 da bacia, tratam adequadamente os resíduos dos serviços de saúde. Os que não os tratam geram, porém, quantidades irrisórias de resíduos, haja vista contarem com estrutura mínima de saúde, destinada, apenas, ao atendimento emergencial e ambulatorial.

Nos municípios do Estado do Rio de Janeiro, com exceção de Piraí, Nova Friburgo, Mendes e Itaperuna, praticamente não existe segregação entre os lixos urbanos e os dos serviços de saúde. Quase sempre são dispostos em conjunto, sendo que em alguns poucos casos em valas separadas, onde são aterrados ou queimados a céu aberto. Em Mendes o material patogênico é incinerado em uma clínica particular dotada de forno a lenha, e em Itaperuna há um incinerador doado ao município por entidade beneficiária. O equipamento, originalmente adequado, é antigo e encontra-se bastante desgastado por falta de manutenção. Não dispõe de filtros nem de torre de lavagem de gases e vem operando precariamente.

Nos municípios mineiros a situação é praticamente idêntica aos fluminenses. Também quase não existe segregação do lixo patogênico, sendo que apenas dois municípios, Juiz de Fora e Muriaé, dispõem de incinerador para queima. O incinerador de Muriaé, em boas condições de operação, não dispõe, todavia, de filtros nem de torre de lavagem de gases.

Quanto ao prognóstico da situação, é esperado que, nos municípios paulistas, continue a melhorar, em decorrência da continuada atuação da CETESB junto às administrações municipais. Já nos municípios mineiros e fluminenses tudo indica que, no horizonte do Plano de Recursos Hídricos e não se considerando o agravante do crescimento populacional, a situação se mantenha praticamente estável, tendo em

vista a ausência da previsão de qualquer investimento para melhorá-la. Em Minas Gerais, o único investimento de maior vulto em resíduos sólidos previsto será em Juiz de Fora, onde o problema do lixo patogênico está equacionado. No Estado do Rio de Janeiro, os investimentos previstos, como anteriormente mencionado, não serão, necessariamente direcionados para os resíduos oriundos dos serviços de saúde.

4.2.4 Resíduos industriais

O parque industrial instalado na bacia é expressivo no contexto nacional e está estabelecido, principalmente, ao longo do eixo Rio de Janeiro-São Paulo, no médio Paraíba, e ainda na área de influência do município de Juiz de Fora, no trecho mineiro, representando, potencialmente, significativa fonte de poluição hídrica.

No âmbito do Projeto Preparatório para o Gerenciamento dos Recursos Hídricos do Paraíba do Sul, foram avaliados os tipos e quantidades de resíduos sólidos industriais produzidos na bacia e a atual forma de sua disposição final. Para isso foram realizadas consultas aos órgãos de meio ambiente dos três Estados (FEEMA/RJ, CETESB/SP e FEAM/MG), sendo que, para o trecho mineiro, em face da inexistência de inventário recente de resíduos industriais, foram feitos levantamentos complementares em indústrias da região e alguns municípios. Constatou-se a existência de mais 5.200 indústrias cadastradas nos órgãos ambientais dos três Estados, sendo que os dados levantados sobre a forma como ocorre a disposição final dos resíduos, embora muitas vezes imprecisos e defasados, são preocupantes no que se refere a poluição industrial.

O resíduo industrial é definido como sendo todo o material gerado durante o processo produtivo, mas que não se incorpora ao produto final da indústria, bem como todo o material agregado a matérias-primas e insumos sem, contudo, a eles incorporar-se fisicamente, como, por exemplo, embalagens e resíduos gerados durante operações de manutenção.

Segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), dependendo das características, os resíduos podem ser agrupados em três classes distintas, a saber: perigosos (classe I), não-inertes (classe II) e inertes (classe III). São perigosos os resíduos que apresentam pelo menos, uma das seguintes características: inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e patogenicidade. Os não-inertes são aqueles que não se enquadram como resíduos classe I (perigosos) ou classe III (inertes), podendo, contudo, apresentar propriedades de combustibilidade, biodegradabilidade e/ou solubilidade em água. Resíduos inertes são os que, submetidos ao teste de solubilidade, não apresentam nenhum de seus constituintes solubilizado em concentrações superiores aos padrões definidos pela ABNT (listagem 8 da NBR 10004).

a) Resíduos Industriais em Minas Gerais

As informações disponíveis sobre inventário de resíduos na FEAM são bastante limitadas para todo o Estado, excetuando-se a Região Metropolitana de Belo Horizonte – não integrante da bacia do Paraíba do Sul – que, em função do projeto PROSAN, foi beneficiada por levantamentos completos de seus resíduos sólidos. Na bacia, os dados levantados mostram, contudo, que cerca de 2.000 indústrias estão cadastradas na FEAM, 1.000 das quais se situam na sub-bacia do rio Paraíba, com 83% das

indústrias potencialmente poluidoras localizadas em Juiz de Fora, onde se concentram as metalúrgicas, químicas, têxteis, papelarias e alimentícias. Ressaltam-se, ainda, os municípios de Cataguases e Ubá, que desenvolvem atividades industriais também significativas no contexto da bacia. Indústrias como a Cia. Paraibuna de Papel, a Siderúrgica e a Belgo Mineira (ex-Mendes Júnior), dentre outras, são as mais importantes nessa região.

As visitas às indústrias e as análises dos dados disponíveis mostraram que, de modo geral, apenas as empresas de grande porte detêm dados suficientes sobre produção e disposição de seus resíduos. Indicaram, também, que os resíduos, incluindo-se os perigosos, são encaminhados, em sua grande maioria, às áreas de destinação final do lixo urbano, o que constitui fato grave, pois, como foi visto anteriormente, os municípios da região não possuem sequer aterros sanitários, dispendo seus resíduos em lixões ou, quando muito, em aterros controlados.

A situação só não se torna mais séria porque as maiores indústrias geradoras de resíduos perigosos são alvo de intensa fiscalização pela FEAM e já vêm providenciando a instalação de modernos pátios de resíduos, segundo os padrões ABNT, bem como a recuperação ambiental das áreas já degradadas e anteriormente usadas para disposição.

Paradoxalmente, nas pequenas e médias indústrias, mais precisamente na área de galvanização ou acabamento de metais, residem os maiores problemas. Na maioria delas os resíduos são direcionados, em parte, *in natura*, para os corpos hídricos da bacia e, em outra parte, para os lixões e aterros municipais. Para essas indústrias, em face do seu número e sua dispersão pela bacia, embora só nas regiões de Juiz de Fora e Cataguases estejam localizadas mais de 40 empresas, a FEAM não tem conseguido exercer fiscalização eficiente.

Outros segmentos industriais são também importantes contribuintes para a poluição. A indústria alimentícia, em número considerável na região, mesmo não produzindo resíduos classificáveis como perigosos, destina seus resíduos inertes e não-inertes para os lixões municipais. Já os cortumes, que geram resíduos perigosos (cromo), também os direcionam para os lixões e aterros municipais, embora os maiores deles, por força de compromisso com a FEAM, devam construir sistemas adequados para disposição dos resíduos.

A indústria têxtil é igualmente relevante, pois cerca de 20% de todas indústrias deste ramo no Estado encontram-se na bacia. Nesse caso, os resíduos sólidos gerados são, em geral, comercializados ou reciclados pelas próprias empresas, exceto os lodos das ETE, que são dispostos juntamente com os resíduos urbanos.

Junto ao segmento têxtil, as tinturarias formam um grupo composto, em geral, por empresas de pequeno porte; contudo, devido ao seu expressivo número (mais de quarenta indústrias) e por usarem tintas com pigmentos metálicos, merecem ser destacadas. Normalmente, esses estabelecimentos não dispõem de instalações para tratamento dos efluentes, lançando-os *in natura* na rede de drenagem. No entanto, buscando o equacionamento do problema, as indústrias, a Federação das Indústrias do Estado de Minas Gerais (FIEMG) e a Universidade Federal de Minas Gerais, com o apoio da Câmara de Atividades Industriais do COPAM, por meio de convênio, viabilizaram a pesquisa e a implementação de um projeto, orçado em 680 mil dólares, para um sistema de controle de efluentes.

A indústria química e de explosivos, também presente na bacia, é responsável pela geração de resíduos perigosos. Esses resíduos contêm chumbo e outros metais, lodos de estação de efluentes, enxofre, alumina e outros compostos. As médias e pequenas empresas os dispõem em lixões urbanos.

A indústria papelreira, 10 ao todo na bacia, por empregar pigmentos metálicos, pode fazer com que o lodo gerado nas ETE seja caracterizado como resíduo perigoso. Geralmente, o lodo e os demais resíduos, inertes ou não, têm sido destinados aos aterros municipais.

Os segmentos das siderúrgicas, metalúrgicas e mineradoras são os maiores geradores de resíduos industriais na parte mineira da bacia, inclusive dos classificados como perigosos. Todavia, como se trata, de modo geral, de empresas de grande porte e onde já existe preocupação ambiental, além do fato de serem mais facilmente sujeitas à fiscalização pela FEAM, os problemas por elas causados foram ou estão sendo equacionados.

A Siderúrgica Belgo Mineira, por exemplo, é a maior geradora de resíduos classes I e II de toda a região, porém é detentora da ISO 14.001 e, além de equacionar o problema de seus resíduos, tem compromisso com a FEAM/COPAM no sentido de efetuar a recuperação e a melhoria das áreas anteriormente degradadas pela disposição inadequada de seus resíduos. O mesmo ocorre com a Cia. Paraibuna de Metais (CPM), a segunda maior geradora de resíduos perigosos e que possui passivo ambiental por disposição inadequada, mas tem compromisso com a FEAM de recuperar as áreas degradadas.

De todo o exposto pode-se inferir que o problema dos resíduos sólidos industriais na parte mineira da bacia decorre, primordialmente, da operação das indústrias de pequeno e médio porte, e que o equacionamento do sério problema por elas hoje causado passa, necessariamente, por investimentos e fiscalização.

Os investimentos deverão ser voltados não só para o tratamento dos resíduos ou instalações adequadas para sua disposição, mas, também, para medidas de caráter preventivo, como o aumento da eficiência dos processos produtivos mediante a geração de menores quantidades de resíduos. Essas medidas implicam, quase sempre, a aquisição de novas tecnologias, conhecidas como tecnologias limpas de produção. Quanto à fiscalização, a FEAM tem-se empenhado em torná-la efetiva, mas o número reduzido de fiscais dificulta sua plena realização.

A [Figura 4.2.5](#), a seguir, mostra os quantitativos anuais de resíduos gerados, distribuídos segundo suas classificações.

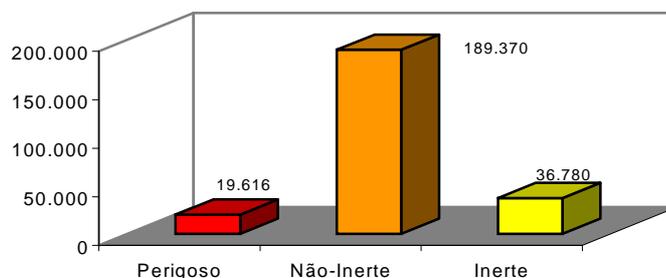


Figura 4.2.5 – Geração de Resíduos Sólidos Industriais em Minas Gerais (t/ano)

b) Resíduos Industriais no Estado de São Paulo

No trecho paulista da bacia do Paraíba do Sul existem mais de 2.500 indústrias registradas na CETESB. Embora a maior parte seja de pequena importância em termos de lançamento de contaminantes no ambiente e da produção de resíduos sólidos tóxicos, é expressivo o número de indústrias de grande porte e alto potencial poluidor. Destacam-se 19 indústrias químicas, entre as quais estão BASF, Rhodia, Monsanto, Rohm & Haas, ICI e Henckel; 26 indústrias metalúrgicas e siderúrgicas, como ALCAN, Villares, Confab, Engesa, Mafersa, General Motors e Volkswagen; 4 indústrias de material elétrico e eletrônico, National, Philips, Ericson e Hitachi; 1 petroquímica, Petrobras; 3 de papel e celulose, Dezorzi, Simão e Nossa Senhora Aparecida; além de outras, alimentícias, têxteis, etc.

Por força da atuação da CETESB, o grave problema de disposição, na bacia, de resíduos classes I e II encontra-se praticamente equacionado. Isso decorre das eficientes ações de comando e controle exercidas pela CETESB, ações essas grandemente apoiadas na exigência do Certificado de Aprovação de Destinação de Resíduos Industriais (CADRIS), documento que toda indústria deve obter e que indica, para cada um de seus resíduos, entre outras informações relevantes, sua caracterização, quantidade, destinação e, ainda, forma de disposição e processamento.

Curiosamente, levantamento recente de todos os CADRIS em vigor, emitidos pela CETESB entre 01-01-1980 e 30-09-2001 para as indústrias instaladas na bacia, revelou quantitativos de geração de resíduos classes I e II inferiores àqueles informados no PQA/SP. Isso indica que quando da elaboração do PQA/SP talvez tenha sido superestimada a geração de resíduos, decorrente, possivelmente, da inclusão de resíduos gerados fora da bacia, mas nela dispostos.

De fato, segundo informações da CETESB, a bacia recebe apreciável quantidade de resíduos de outras regiões do Estado para disposição em seus aterros industriais ou mesmo para serem processados/reciclados em instalações situadas na bacia. De outro lado, grande quantidade de resíduos produzidos na bacia é exportada para municípios fluminenses, onde são incinerados nos fornos das indústrias cimenteiras. Não foi possível, contudo, obter da CETESB a quantificação dessa movimentação de resíduos.

Existem, no trecho paulista da bacia, dois aterros industriais: um é o da SASA, Sistemas Ambientais Ltda., localizado no município de Tremembé, e o outro o da Ecosistema Gerenciamento de Resíduos S/A, no município de São José dos Campos. A quantidade média de resíduos classes I e II dispostos nesses aterros, oriunda exclusivamente das indústrias situadas na bacia, está indicada abaixo:

Destino	Classe I (t/ano)	Classe II (t/ano)
SASA	5.400	85.853
Ecosistema	4.762	84.525
Total	10.162	170.378

Uma das preocupações da CETESB tem sido a recuperação de áreas degradadas por antigas disposições inadequadas. Em outubro de 2001, existiam na bacia três áreas comprovadamente contaminadas e uma ainda em investigação, suspeita de contaminação. As três contaminadas são: Ciquine – Companhia Petroquímica S/A,

Indústrias Químicas Taubaté S/A, ambas localizadas em Taubaté, e a Monsanto do Brasil Ltda., situada em São José dos Campos. A área suspeita de contaminação é a da FAÉ S/A – Indústria e Comércio de Metais, localizada em Caçapava.

A [Figura 4.2.6](#), abaixo, mostra as quantidades de resíduos classes I e II geradas na bacia. Deve-se observar que nessas quantidades não estão incluídos os resíduos reciclados ou exportados da bacia.

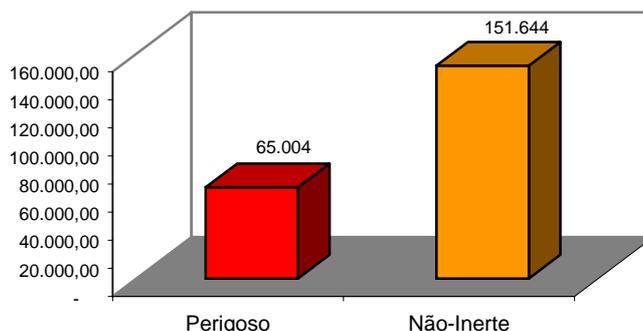


Figura 4.2.6 – Geração de Resíduos Sólidos Industriais em São Paulo (t/ano)

c) Resíduos Industriais no Estado do Rio de Janeiro

No trecho fluminense, onde o parque industrial reúne mais de 700 indústrias, várias delas de grande porte (siderúrgicas, metalúrgicas, químicas, etc.), a maior parte dos resíduos sólidos é produzida pela Companhia Siderúrgica Nacional (CSN) e pela Companhia Siderúrgica Barra Mansa, responsáveis pela produção de 80% dos resíduos de classe II. Destacam-se, ainda, no trecho fluminense, a Saint Gobain Canalizações S.A. (ex-Metalúrgica Barbará), a Thyssen Fundições Ltda., a Cyanamid Química do Brasil Ltda., a Du Pont do Brasil S.A., a recém-chegada Peugeot, entre muitas outras indústrias de papel, alimentos, etc. Na baixada campista, destacam-se as indústrias sucro-alcooleiras como importantes contribuintes de carga orgânica no rio Paraíba do Sul.

A Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente (FEEMA) tem atuado ativamente no controle de resíduos industriais. Todavia, os recursos financeiros a ela disponibilizados, associados ao número de indústrias e sua distribuição geográfica na bacia, têm limitado sua atuação, primordialmente, ao controle dos resíduos classe I das indústrias de grande porte.

O problema dos resíduos classe I está, assim, equacionado, pois, em decorrência da legislação e dos controles existentes, as grandes indústrias os vêm tratando de forma prioritária. Além disso, a existência do novo aterro da empresa Ecosistema, em Nova Iguaçu, na Baixada Fluminense, aumentou o leque de opções com relação a soluções adequadas para a disposição, o que significa que tais resíduos, hoje, não constituam ameaça aos corpos hídricos da bacia.

Quanto aos resíduos classe II, observa-se que sua geração é substancialmente elevada, maior mesmo que as ocorrentes nos trechos mineiros e paulistas. Esse fato é relevante, pois os sistemas de controle, como foi referido anteriormente, são voltados

basicamente para a classe I, e, além disso, a grande quantidade gerada dificulta sua disposição adequada ou, mesmo, a incineração.

Apesar de a legislação proibir a destinação de resíduos industriais classe II para aterros urbanos, grande parte deles é disposta em lixões municipais, tornando imperiosa e necessária uma solução.

A geração de escória vem crescendo em função da produção de aço, e as áreas de disposição concentradas em Volta Redonda e Barra Mansa estão cada vez mais limitadas, existindo o risco de contaminação por disposição próxima aos mananciais.

A escória siderúrgica, oriunda da CSN e da Companhia Siderúrgica Barra Mansa, representa 80% da geração de resíduos classe II de toda a região. A da CSN, até passado recente, ocasionava séria contaminação das águas do Paraíba do Sul, pois a escória depositada quase às suas margens, com as chuvas, permitia a lixiviação de metais, destacando-se o manganês e o alumínio, entre outros, diretamente para a calha do rio. Cabe mencionar que a CSN assinou o Termo de Ajuste de Conduta com o Governo do Estado, em 27-01-2000, o que implicará investimentos de R\$ 180 milhões para o adequado equacionamento dos inúmeros problemas ambientais por ela causado.

Independentemente da escória, os municípios de Volta Redonda e Barra Mansa têm peso significativo com relação à geração de resíduos classe II. A carepa de siderurgia é mais representativa, em termos de quantidade, que todos os demais resíduos classe II dos outros municípios da bacia. Entretanto, isso não representa problema, pois ela é totalmente reciclada nas próprias siderúrgicas através da sinterização.

Outros pólos geradores de resíduos classe II localizam-se em Nova Friburgo, Petrópolis e Barra do Piraí, decorrenças das indústrias têxteis, químicas e fundições lá instaladas.

O sistema de controle de resíduos da região é semelhante ao do Estado de São Paulo e apresenta várias opções de disposição e reciclagem. Existem três aterros industriais, duas empresas incineradoras e duas indústrias de co-processamento instaladas na bacia. Os sistemas de controle de outras regiões do Estado ou seja, regiões fora da bacia do Paraíba do Sul, mas que recebem resíduos provenientes da bacia, também contribuem para a solução do problema. Destacam-se o aterro industrial e o incinerador de resíduos perigosos da Bayer, localizados no município de Belford Roxo. Existem, ainda, aterros para resíduos classe I no município de Duque de Caxias e o da empresa Ecosistema em Nova Iguaçu; há, também, indústrias de incorporação de resíduos em cerâmica nos municípios de Nova Iguaçu e Itaboraí e recuperadora de óleo em Duque de Caxias, além de uma central de recuperação de outros resíduos em Magé, todos localizados na Baixada Fluminense.

Recentemente, a Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro (FIRJAN) criou, em parceria com a FEEMA, a Bolsa de Resíduos do Estado do Rio de Janeiro. Com isso, o que se espera é estimular as empresas na adoção de processos de reciclagem e reutilização de resíduos industriais. Para isso são veiculados informativos nas *home pages* das duas entidades, os quais constituem um novo canal para a troca de informações entre as indústrias sobre os resíduos disponíveis e os desejáveis, possibilitando sua comercialização e destinação adequada.

A [Figura 4.2.7](#), a seguir, indica os quantitativos de resíduos gerados anualmente, bem como sua distribuição por classes.

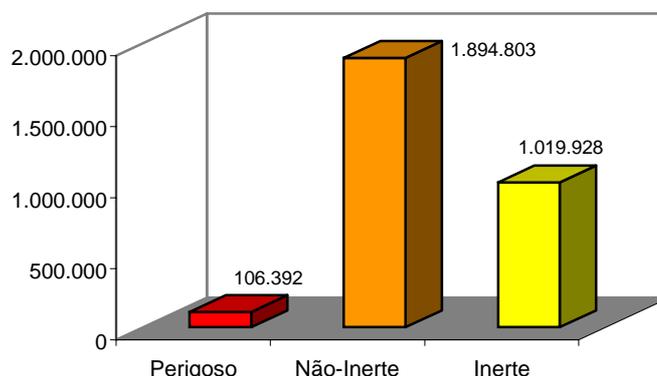


Figura 4.2.7 – Geração de Resíduos Sólidos Industriais no Rio de Janeiro (t/ano)

d) Situação consolidada dos três Estados e prognósticos

A análise das tabelas, figuras e dados anteriores mostra que são anualmente gerados na bacia cerca de 6.721 mil toneladas de resíduos sólidos industriais, não se considerando os resíduos inertes (classe III) produzidos em São Paulo, cujos dados não estavam disponíveis na CETESB. Desse total, 362 mil toneladas são classificadas como perigosos (classe I), 4.282 mil toneladas como não-inertes (classe II) e 2.077 mil toneladas como inertes (classe III). A Figura 4.2.8, a seguir, sintetiza as informações acima.

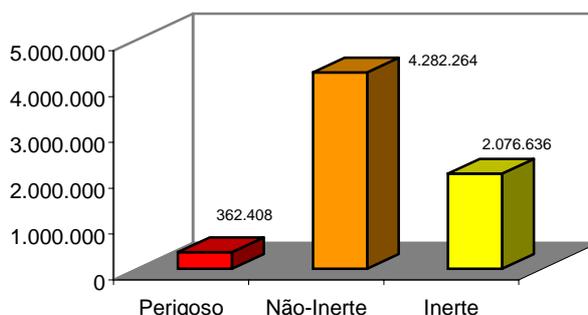


Figura 4.2.8 – Geração de Resíduos Sólidos Industriais na Bacia do Rio Paraíba do Sul (t/ano)

De todo o exposto, pode-se inferir que o prognóstico da situação global da disposição dos resíduos sólidos industriais, no horizonte deste PRH é, de modo geral, bom. Isso porque, no Estado de São Paulo, grande gerador, a atuação da CETESB é firme e rigorosa, e ela vem impondo o adequado equacionamento do problema, inclusive no que se refere à recuperação de áreas anteriormente degradadas por disposições inadequadas. Também no Rio de Janeiro, onde o principal problema reside nos resíduos classe II, a CSN, a maior geradora na bacia, vem investindo maciçamente na disposição adequada de seus resíduos. Em Minas Gerais, o prognóstico é de manutenção do quadro atual, sem alterações significativas.

4.3 Drenagem Urbana e Controle de Cheias

Ao longo dos anos, a bacia do rio Paraíba do Sul sofreu inúmeras intervenções, capazes de produzir expressivas modificações no desempenho dos corpos hídricos em situações normais e de extremos. Ações antrópicas na bacia, tais como o desmatamento, o manejo inadequado da terra, a ocupação desordenada do solo e das encostas, os despejos *in natura* de efluentes domésticos e industriais e as extrações descontroladas de areia em cavas e diretamente nas calhas, contribuíram para elevar consideravelmente a produção de sedimentos e acelerar o assoreamento dos cursos de água afluentes e do próprio rio Paraíba.

A despeito de alguns aspectos ambientais negativos que envolvem a implantação dos aproveitamentos hidrelétricos, tais como o alagamento de extensas áreas e as possíveis deseconomias a jusante, decorrentes de derivações de água para outros trechos e bacias, é indiscutível que, em diversos casos, esse tipo de intervenção tem papel fundamental no controle das inundações.

Este tópico descreve o comportamento do rio Paraíba do Sul ao longo de seus trechos paulista e fluminense durante os processos de cheias. O maior enfoque recai sobre os problemas observados em correspondência com os estirões urbanos das cidades por ele banhadas e sobre os recursos operacionais disponíveis para reduzir a frequência e magnitude das inundações. Posteriormente, são condensadas, para os três Estados que compõem a bacia do Paraíba do Sul, as informações sobre os cursos de água que drenam as cidades. Este estudo resume considerações sobre as principais bacias incluídas no componente Drenagem Urbana dos relatórios do projeto do PQA, relativos a São Paulo (Consórcio ICF Kaiser-Logos,1999), Minas Gerais (LABHID/COPPE/UFRJ,1999) e Rio de Janeiro (LABHID/COPPE/UFRJ,1997 e 1998).

4.3.1 As enchentes do rio Paraíba do Sul

O rio Paraíba do Sul, formado na confluência dos rios Paraibuna e Paraitinga, nasce nos contrafortes da serra do Mar, de onde desce até atingir o fundo do vale limitado pelas serras do Mar e da Mantiqueira. O trecho paulista da bacia caracteriza-se por sua forma estreita e alongada, o que explica o fato de os cursos de água afluentes serem de pequeno porte. A importância econômica da bacia justifica os aproveitamentos de múltiplos usos já construídos - Paraibuna, Santa Branca, Jaguari e Funil, que basicamente se destinam à geração de energia, à regularização de vazões e ao controle de cheias.

A operação hidráulica dos reservatórios do Sistema Interligado Nacional, no qual se incluem os reservatórios da bacia do Paraíba do Sul, assim como do Complexo Lajes - Sistema Light, é hoje atribuição do Operador Nacional do Sistema (ONS).

Conforme descrito em NOS (2001), a Gerência de Planejamento da Operação – GPO-3 desenvolve estudos destinados a definir as diretrizes para as regras de operação de controle de cheias. Tais diretrizes consideram as regras de operação estabelecidas pelo antigo Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica (DNAEE) e as alterações sugeridas pelo GCOI, aprovadas pelo DNAEE.

Relativamente ao controle das cheias, cumpre destacar a importância dos reservatórios da bacia. As metas de alocação de volumes de espera recomendadas

pela prática operativa e por simulações realizadas pelo GCOI (GTHO-GCOI/ELETROBRÁS, 1992) constam das Tabelas 4.3.1 e 4.3.2.

Tabela 4.3.1 – Metas de Alocação de Volumes de Espera

Reservatórios	Volume de Espera (km ³)	Vol. Armazenamento (% do vol. útil)
Paraibuna - Paraitinga	0,132	95
Santa Branca	0,044	90
Jaguari	0,040	95

O valor de 0,044 km³, considerado para o volume de espera do reservatório de Santa Branca e inferido pela prática operativa, é necessário para o controle das cheias na cidade de Jacareí. Ele amortece as diferenças de vazões não controláveis pelo reservatório de Paraibuna/Paraitinga e leva em conta a cheia gerada na bacia incremental entre Santa Branca e Jacareí.

Foram determinados volumes de espera no reservatório de Funil para diferentes tempos de recorrência, como mostra a Tabela 4.3.2, considerando-se o valor de 0,044 km³ para o volume vazio em Santa Branca. Foi considerada, também, uma restrição de defluência de 700 m³/s, em decorrência de problemas com inundações nas cidades de Resende, Barra Mansa, Volta Redonda e Barra do Piraí, situadas a jusante de Funil.

Tabela 4.3.2 - Volumes de Espera (km³) de FUNIL para a Restrição de 700 m³/s

Período	Tempo de Recorrência (Anos)					
	10	20	25	30	35	50
30/11 a 28/03	0,092	0,179	0,223	0,261	0,295	0,397
29/03 a 04/04	0,074	0,143	0,178	0,209	0,236	0,318
05/04 a 11/04	0,055	0,107	0,134	0,157	0,177	0,238
12/04 a 18/04	0,037	0,072	0,089	0,104	0,118	0,159
19/04 a 25/04	0,018	0,036	0,045	0,052	0,0590	0,079
26/04	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

Conforme mencionado em LABHID (LABHID/COPPE/UFRJ,1997), a alocação dos volumes de espera leva em conta os compromissos energéticos e o risco de não-atendimento das vazões mínimas requeridas a jusante.

O relatório GTHO-GCOI/ELETROBRÁS,1992 descreve e analisa as principais restrições relacionadas com a operação dos reservatórios da bacia. A [Tabela 4.3.3](#) apresenta as restrições de vazões e níveis de água relacionados aos locais investigados.

Tabela 4.3.3 - Locais Investigados na Bacia do Rio Paraíba do Sul

Local	Parâmetro	Valor	Problema Identificado
Reservatório Paraibuna/Paraitinga	Nível Mínimo	707,00 m (57% V.U.)	•Comprometimento da operação das balsas e do acesso à oficina dos rebocadores. •Paralisação da captação para piscicultura.
	Descarga Mínima	30 m ³ /s	•Nenhum até o reservatório de Santa Branca.
Reservatório Santa Branca	Nível Mínimo	605,00 m	•Problemas com a sobrevivência de peixes.
PCP Votorantin (ex-Papel Simão)	Vazão Mínima	40 m ³ /s	•Nenhum.
Cidade de Jacareí	Vazão Máxima	180 m ³ /s	•Tem início a inundação de ocupações ribeirinhas (favela) do bairro Jardim Flórida.
SAAE Jacareí	Vazão Mínima	40 m ³ /s	•Nenhum.
Reservatório Jaguari	Nível Mínimo	613,00 m (40,7% V.U.)	•Impedimento de utilização das rampas de acesso de barcos ao lago do reservatório.
	Descarga Máxima	42 m ³ /s	•Produção de vibrações na adução
Abast. de água à Sta. Isabel			•Nenhum.
Cervejaria Brahma	Vazão Mínima	8 m ³ /s	•Paralisação da captação da fábrica.
Indústrias Matarazzo	Vazão Mínima	10 m ³ /s	•Paralisação da captação da fábrica.
Indústria Petybon	Vazão Mínima	10 m ³ /s	•Nenhum.
Indústria Rhodia	Vazão Mínima	80 m ³ /s	•Paralisação da captação da fábrica.
SABESP - Cidade de São José dos Campos	Vazão Mínima	40 m ³ /s	•Nenhum.
PETROBRÁS (refinaria de petróleo)	Vazão Mínima	80 m ³ /s	•Paralisação da captação da refinaria.
Reservatório Funil	Nível Máximo	466,70 m	•Problemas no aterro da estrada de ferro.
Cidade de Resende	Vazão Máxima	850 m ³ /s	•Tem início a inundação de ruas do centro da cidade.
Cidade de Barra Mansa	Vazão Máxima	800 m ³ /s	•Tem início a inundação de bairros da cidade.
Cidade de Volta Redonda	Vazão Máxima	880 m ³ /s	•Tem início a inundação de bairros da cidade.
Reservatório Santa Cecília	Nível Mínimo	352,00 m	•Assoreamento do reservatório
	Vazão Mínima	60 m ³ /s	•Impedimento da captação de água para a cidade de Barra do Pirai (Estação Carola).
	Vazão Máxima	1.100 m ³ /s	•Tem início a inundação de ocupações ribeirinhas na cidade de Barra do Pirai.
CEDAE - ETA Guandu	Vazão Mínima	155 m ³ /s (diário) 120 m ³ /s (horário)	•Comprometimento da operação da captação de água, levando à redução do bombeamento, caso a CEDAE não adote medidas de emergência.

Fonte: (Relatório GCOI/SCEN/GTHO-01/92)

Decorridos nove anos desde a realização desse importante trabalho desenvolvido pelo GTHO, certamente se faz necessária uma atualização dos valores da [Tabela 4.3.3](#), no que diz respeito às restrições de níveis e vazões caracterizadas em correspondência com os centros urbanos. A continuidade do processo de invasão das margens pelas construções ribeirinhas impõe a necessidade de uma reavaliação periódica das vazões de restrição. Este trabalho deverá ser realizado no âmbito do Programa de Controle de Inundações, atividade em elaboração pelo LABHID/COPPE/UFRJ.

A degradação do rio Paraíba e de seus afluentes urbanos no trecho paulista da bacia decorre geralmente, como já foi dito, de ações de natureza antrópica que agravam os processos de erosão natural das encostas e do solo das bacias. As extrações de areia, realizadas de forma predatória, juntamente com os demais usos impactantes do solo, tais como a ocupação e impermeabilização das áreas urbanas, as elevadas cargas diárias de poluição difusa, doméstica e industrial e de resíduos sólidos, aceleram o processo de assoreamento e reduzem a capacidade de escoamento das calhas durante as cheias. A elevada produção de sedimentos do trecho paulista da bacia, estimada em 140,4 t/ano/km² (Consórcio ICF Kaiser-Logos, 1999), medida na estação de Queluz, corresponde à carga afluente ao reservatório de Funil.

A situação atual tende a se agravar, aumentando a freqüência das enchentes urbanas, caso não sejam prontamente iniciadas ações de controle das atividades antrópicas e de recuperação das áreas já degradadas da bacia.

Segundo CPTI (2000), as várzeas do Paraíba entre Jacareí e Cachoeira Paulista, com cerca de 34.000 ha, estão sujeitas a inundações, atualmente atenuadas pelos reservatórios Paraibuna/Paraitinga e Jaguari, pela retificação do leito entre Caçapava e Cachoeira Paulista, com aumento da declividade de 19 cm/km para 28 cm/km. A construção de 115 km de diques (19 pôlderes), dos 300 km previstos, é responsável pela proteção de 18.500 ha do total de 34.000 ha de várzeas a serem abrigados das cheias do rio Paraíba. Além disso, as cheias de Lorena e Guaratinguetá já estão parcialmente controladas por barragens, respectivamente, nos ribeirões Santa Lucrécia e Taboão, e ribeirão Motas.

As cheias do rio Paraíba do Sul, em geral, implicam menores danos para os centros urbanos localizados no trecho paulista da bacia. Isto porque, ao contrário do que se observa no trecho fluminense, a densidade de ocupação das áreas marginais de várzea, em correspondência com os estirões urbanos, é significativamente baixa.

A cheia que atingiu o trecho paulista da bacia em janeiro de 2000 foi a maior de todo o histórico de observações, segundo análise preliminar de algumas estações fluviométricas. A afluência máxima ao reservatório de Funil foi avaliada em 2.640 m³/s, valor quase três vezes superior ao valor máximo do histórico das observações no posto de Queluz. Apesar de não haver registros devido a problemas operacionais durante a cheia, tudo indica que o pico de vazão no estirão urbano foi pouco inferior a 2.640 m³/s, o que representa um valor cerca de 2,5 vezes superior ao máximo já observado no referido posto.

O vale encaixado que caracteriza a quase totalidade da bacia paulista do rio Paraíba impede que as cheias de maior porte atinjam grandes extensões marginais. Em conseqüência, ocorrem expressivas elevações do nível de água, responsáveis pelas inundações das residências mais próximas das margens, tal como foi observado em janeiro de 2000 na cidade de Queluz.

O trecho fluminense da bacia do rio Paraíba do Sul é regularizado pelo reservatório da Usina Hidrelétrica de Funil do Sistema de Furnas Centrais Elétricas. O estirão do rio que se estende de Funil à barragem de Santa Cecília, em Barra do Piraí, está sujeito a inundações nas áreas urbanas e industriais em municípios como Resende, Barra Mansa, Volta Redonda e Barra do Piraí.

As cheias mais recentes do rio Paraíba do Sul, ocorridas nos meses de janeiro dos anos 1997 e 2000, foram acompanhadas de expressivas inundações nos centros urbanos. No caso da cheia de 1997, as chuvas intensas concentraram-se principalmente no trecho fluminense da bacia, provocando inundações nas cidades situadas a jusante de Funil. Na cheia de 2000, precipitações extraordinárias atingiram os trechos paulista e fluminense, gerando vazões e níveis elevadíssimos no rio Paraíba do Sul, promovendo inundações em diversos municípios dos dois Estados. Uma descrição mais detalhada da cheia de janeiro de 2000 no trecho fluminense é apresentada em LABHID/COPPE/UFRJ (2001).

Alguns aspectos merecem destaque relativamente à última grande cheia do Paraíba do Sul ocorrida em janeiro de 2000, quais sejam:

- fator determinante para livrar o trecho fluminense do rio Paraíba de uma grande catástrofe foi o reservatório de Funil haver sido deplecionado na ocasião do evento, dispondo de um volume bem superior ao de espera, para armazenar a cheia oriunda de São Paulo;
- apesar de toda proteção oferecida por Funil, ficou comprovada a grande potencialidade de geração de cheias da bacia incremental compreendida entre Funil e a cidade de Barra Mansa.

A real avaliação dos volumes gerados pelas incrementais não controladas do estirão compreendido entre a usina de Funil e a cidade de Barra Mansa somente será possível mediante o monitoramento integrado das principais sub-bacias ali existentes.

No período posterior à cheia, foram realizadas inspeções aos municípios abrangidos pela região mais industrializada, que se estende da Usina Hidrelétrica Funil até o limite dos municípios de Sapucaia e Carmo, na tentativa de delimitar as áreas urbanas mais atingidas pelas inundações.

As cidades mais afetadas pelas cheias do rio Paraíba do Sul nos últimos anos foram Barra Mansa, Volta Redonda e Barra do Piraí. Nitidamente, observa-se que, devido à ausência de fiscalização ostensiva, a proteção proporcionada pela UHE Funil favoreceu a ocupação intensa das margens ao longo desses centros.

Essa ocupação, em certos casos, configura invasão da calha principal do rio e vem-se processando em ritmo acelerado; necessita, urgentemente, ser contida por meio de uma política ostensiva de preservação das áreas marginais dos cursos de água, sob pena de aumentarem, cada vez mais, as restrições estabelecidas no trabalho do GCOI. Um dos casos mais graves de ocupação indevida acontece na cidade de Barra Mansa, na região da foz do rio Bananal. A Prefeitura de Volta Redonda iniciou nos últimos anos a retirada da população ribeirinha das áreas de maior risco.

As Figuras 4.3.1 a 4.3.4 correspondem a representações aproximadas das áreas marginais inundáveis pelo Paraíba do Sul em correspondência com segmentos urbanos das cidades de Queluz, Barra Mansa, Volta Redonda e Barra do Piraí. Foram elaboradas a partir de contribuições das prefeituras municipais e visitas de técnicos do

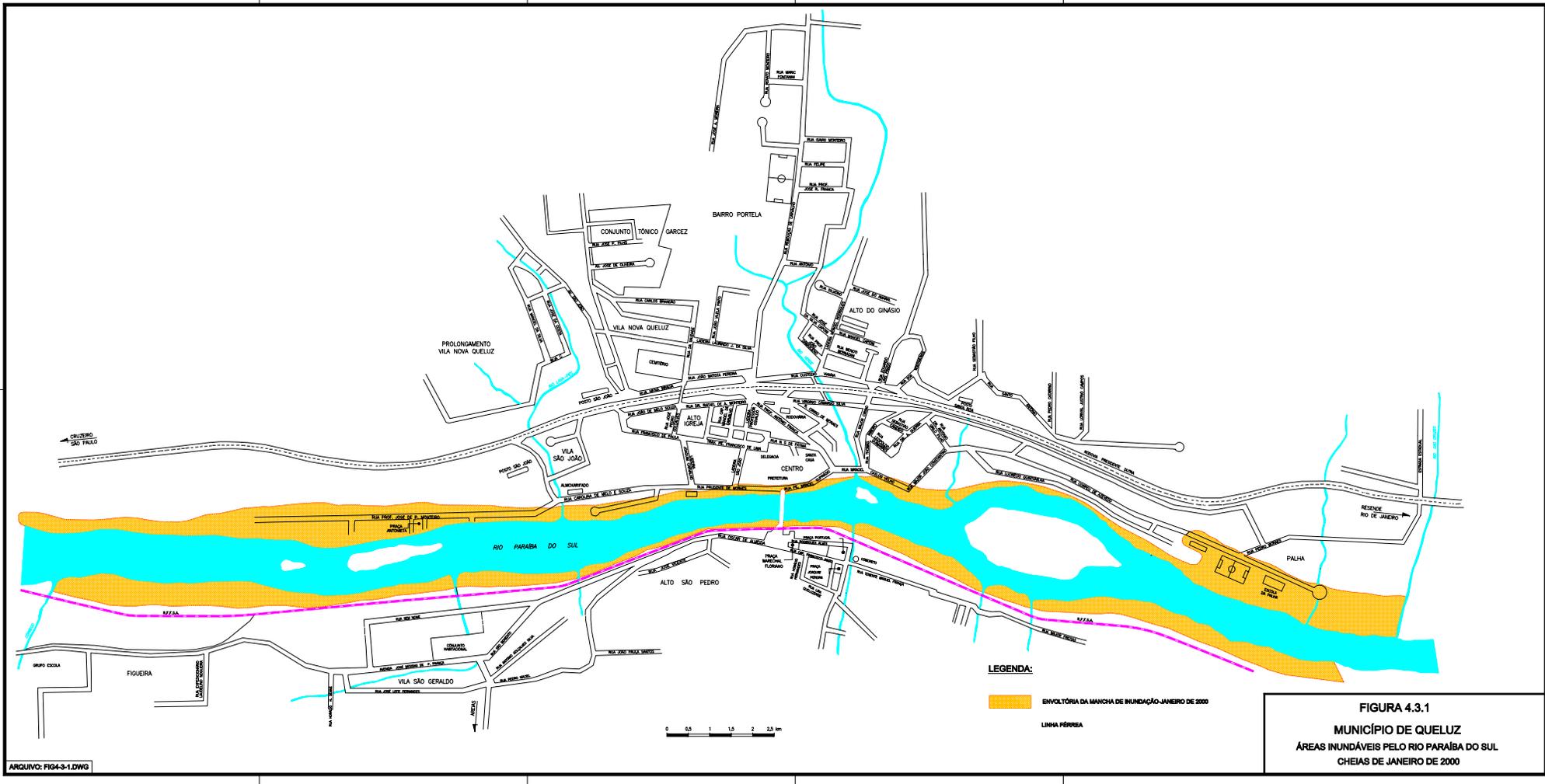
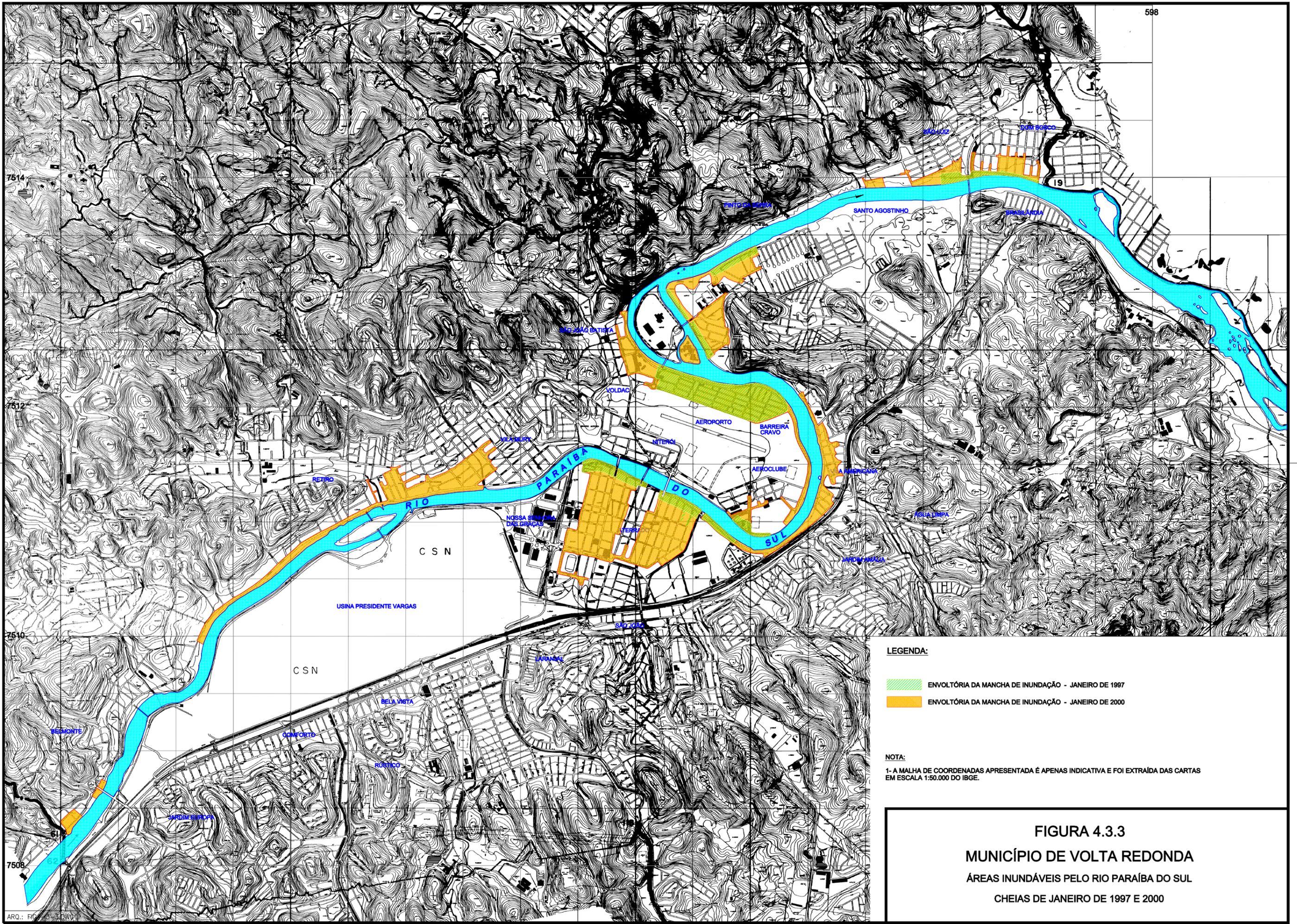


FIGURA 4.3.1
MUNICÍPIO DE QUELUZ
ÁREAS INUNDÁVEIS PELO RIO PARAÍBA DO SUL
CHEIAS DE JANEIRO DE 2000



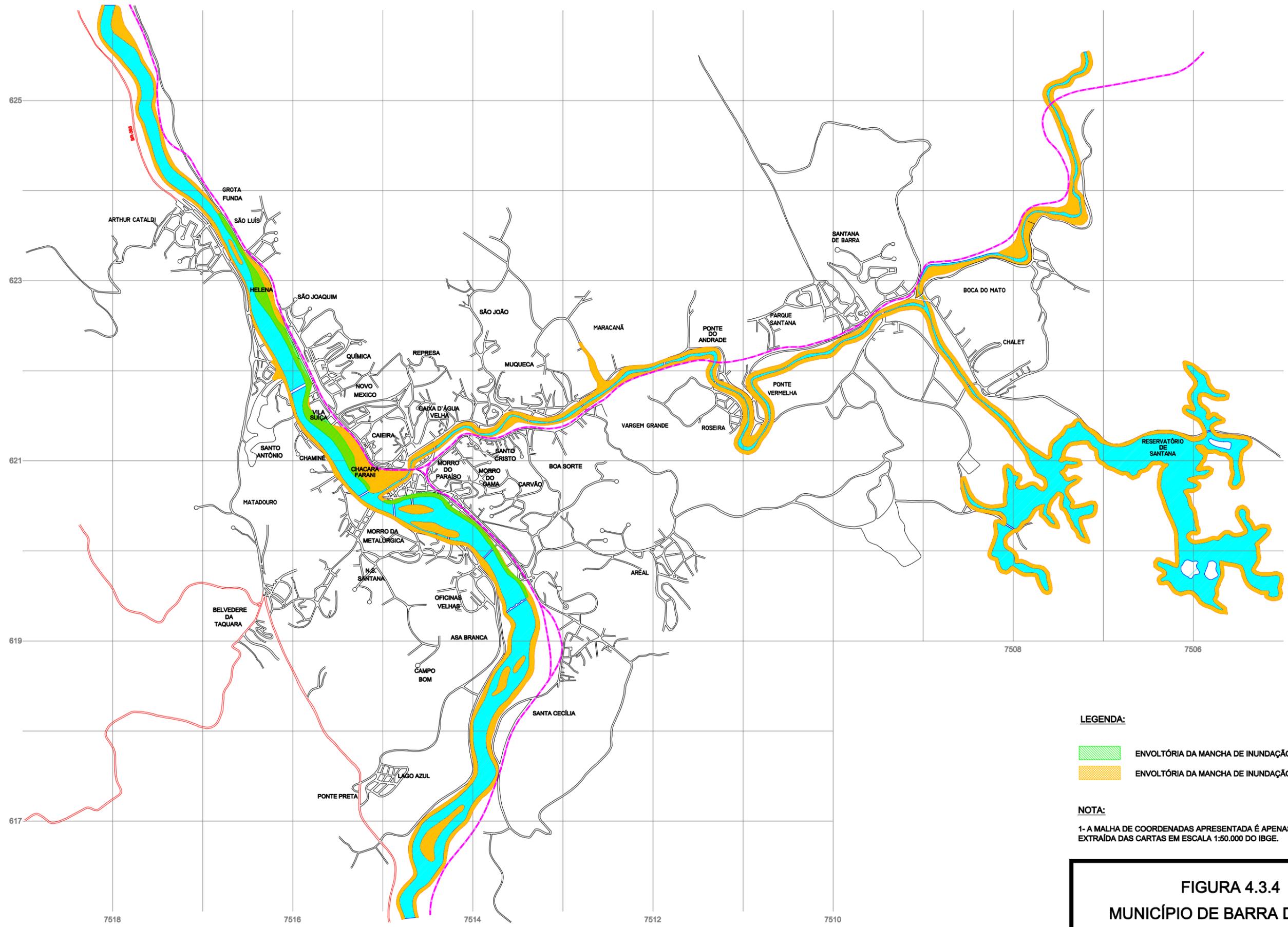
LEGENDA:

- ENVOLTÓRIA DA MANCHA DE INUNDAÇÃO - JANEIRO DE 1997
- ENVOLTÓRIA DA MANCHA DE INUNDAÇÃO - JANEIRO DE 2000

NOTA:

1- A MALHA DE COORDENADAS APRESENTADA É APENAS INDICATIVA E FOI EXTRAÍDA DAS CARTAS EM ESCALA 1:50.000 DO IBGE.

FIGURA 4.3.3
MUNICÍPIO DE VOLTA REDONDA
ÁREAS INUNDÁVEIS PELO RIO PARAÍBA DO SUL
CHEIAS DE JANEIRO DE 1997 E 2000



- LEGENDA:**
- ENVOLTÓRIA DA MANCHA DE INUNDAÇÃO - JANEIRO DE 1997
 - ENVOLTÓRIA DA MANCHA DE INUNDAÇÃO - JANEIRO DE 2000

NOTA:
 1- A MALHA DE COORDENADAS APRESENTADA É APENAS INDICATIVA E FOI EXTRAÍDA DAS CARTAS EM ESCALA 1:50.000 DO IBGE.

FIGURA 4.3.4
MUNICÍPIO DE BARRA DO PIRAÍ
ÁREAS INUNDÁVEIS PELO RIO PARAÍBA DO SUL
CHEIAS DE JANEIRO DE 1997 E 2000

Laboratório de Hidrologia da COPPE às cidades. Essas manchas, basicamente, caracterizam as áreas inundáveis atingidas pelas cheias de janeiro de 1997 e de 2000.

Um aspecto que merece ser comentado diz respeito à barragem de Santa Cecília, no município de Barra do Piraí, cuja finalidade é atender ao desvio de 160 m³/s para o Complexo de Lajes - Light e ao sistema de captação de água do rio Guandu, que abastece a Região Metropolitana do Rio de Janeiro.

Informações locais registraram o já acentuado assoreamento do estirão a montante da represa, prejudicial ao bombeamento para a barragem de Santana, do complexo Lajes, no rio Piraí. Segundo informações de técnicos da Light, as dragagens no reservatório de Santana têm sua periodicidade aumentada em consequência do grande volume de sólidos transportados pelo bombeamento. Um assoreamento considerável do reservatório de Santana representa significativa perda de volume para amortecimento das cheias do rio Piraí.

Os transbordamentos do rio Paraíba do Sul na cidade de Paraíba do Sul foram os maiores já ocorridos, nas últimas décadas, segundo o depoimento de antigos moradores. As inundações, que na cheia de 2000 atingiram boa parte do centro da cidade, normalmente se restringem a alguns assentamentos que ocupam a planície de inundação e estão estabelecidos muito próximos do nível normal do rio.

Cabe aqui destacar um exemplo típico de invasão de calha e desrespeito às leis federais e estaduais existentes. O problema refere-se à construção de um *shopping* e respectivo estacionamento, cujo aterro invadiu significativamente a calha principal do rio, bloqueando quase por inteiro o escoamento pelo vão esquerdo da ponte principal da cidade. Como agravante, a jusante da referida ponte foi construída parcialmente a avenida Beira-Rio, invadindo ainda mais a calha do rio Paraíba do Sul. A obra foi embargada pela Secretaria Estadual de Meio Ambiente.

Intervenções desse tipo poderão criar novos focos de inundação ou agravá-las em outros pontos da cidade. Não obstante o aspecto da ilegalidade, é imprescindível que qualquer intervenção dessa natureza, interferente com a seção de escoamento, tenha respaldo em um estudo hidráulico que identifique todas as possíveis repercussões sobre os níveis de água no estirão influenciado.

A cidade de Três Rios não apresenta problemas significativos decorrentes das cheias do Paraíba do Sul. As inundações atingem diretamente apenas residências ribeirinhas construídas em cotas baixas. Outras áreas próximas às margens são afetadas pelas inundações, basicamente, em face do mau desempenho da rede de microdrenagem.

Situada em correspondência com a extremidade de montante do futuro reservatório da UHE Anta/Simplício, cujo nível de água corresponde à cota 260,0 m, certamente, a cidade de Três Rios seria atingida pelo remanso do reservatório durante as cheias do Paraíba do Sul. Conforme revelaram os estudos de linha de água já realizados pela Engevix Engenharia Ltda., essa restrição hidráulica impõe à futura usina regras operativas que consistem no deplecionamento do reservatório para a cota 256,0 m durante os períodos de cheia, de modo a não prejudicar o desempenho da rede de microdrenagem da cidade.

No estirão que se desenvolve até a divisa dos municípios de Sapucaia e Carmo, o rio Paraíba do Sul apresenta-se bem-encaixado, com boa declividade de fundo e leito extremamente rochoso, onde o pedral aflora totalmente nos períodos de estiagem. Após a construção da barragem de Santa Cecília, com a retirada de até 160m³/s do rio

Paraíba do Sul para o Complexo Hidrelétrico de Lajes, as vazões médias do rio decresceram significativamente. A redução dos níveis de água normais do rio foi expressiva a ponto de interromper o fluxo natural em alguns braços, em boa parte do ano. Esse fato, além de tornar insalubre os braços de rio que continuam a receber efluentes domésticos ou industriais, conforme foi constatado em frente à cidade de Além Paraíba, pode estimular desde o aterramento de margens, como foi verificado na cidade de Paraíba do Sul, até a incorporação total de ilhas, como ocorreu na cidade de Além Paraíba, sobrelevando os níveis nas cheias e agravando as inundações em áreas urbanas a montante. Nesse trecho está prevista a construção dos aproveitamentos hidrelétricos Anta e Simplício.

O curso médio inferior do rio Paraíba do Sul estende-se desde o limite dos municípios de Sapucaia e Carmo até o limite dos municípios de Cantagalo e Itaocara. Neste estirão, de cerca de 60 km, o rio Paraíba do Sul apresenta-se também com boa declividade de fundo. Nesse estirão, apenas os municípios de Carmo e Cantagalo são banhados pelas águas do rio Paraíba do Sul; no entanto, os respectivos núcleos urbanos se desenvolveram em cotas mais elevadas, longe de suas margens. Os demais municípios estão situados na Região Serrana, onde são formados alguns contribuintes importantes do rio Paraíba do Sul, os rios Piabanha e Preto.

Com relação à existência de obras nesse trecho do rio Paraíba do Sul, destaca-se apenas a Usina de Ilha dos Pombos (Light), localizada no município de Carmo. De acordo com GCOI/ELETROBRÁS (1992), por ocasião de cheias, o nível de água no reservatório, que opera a fio de água, deve ser controlado abaixo da cota 140,15 m, de modo a não ultrapassar a cota 140,60 m na seção onde se localiza a Estação Ferroviária de Mello Barreto, 4 km a montante da barragem.

Nesse mesmo estirão será construída a UHE Itaocara, incluída no Plano Decenal de Expansão do Sistema Elétrico (2000-2010).

Em seus cursos, médio inferior e inferior, o rio Paraíba do Sul recebe três grandes afluentes, o Pomba, o Dois Rios e o Muriaé.

O Dois Rios é formado pela confluência dos rios Negro e Grande, percorrendo, desse ponto até a sua foz no Paraíba do Sul, o percurso de aproximadamente 30 km. Nos estudos de inventário hidroenergéticos de Furnas Centrais Elétricas, concluídos em agosto de 1985, o rio Dois Rios foi analisado em conjunto com o rio Grande, tendo em vista a sua reduzida extensão.

Na divisão de quedas estudada naquela oportunidade, grande parte dos 30 km do rio Dois Rios estaria inundada pelo remanso do aproveitamento de São Fidélis, no rio Paraíba do Sul. A localidade de Cambiasca, único centro urbano existente ao longo do rio Dois Rios, situa-se acima do NA máximo previsto para o reservatório.

O rio Pomba drena uma bacia de cerca de 8.500 km² e desenvolve-se ao longo de, aproximadamente, 290 km. Em seu percurso, estão situadas as cidades de Rio Pomba, Leopoldina e Cataguases, em território mineiro, e Santo Antônio de Pádua, no trecho fluminense. Duas cidades da bacia do rio Pomba foram incluídas no Programa de Investimentos do Estado do Rio de Janeiro, quais sejam, Santo Antônio de Pádua e Miracema. As cheias normais do rio Pomba atingem normalmente a população ribeirinha, invasora da calha do rio. Somente nas cheias excepcionais as parcelas das áreas urbanas consolidadas em níveis mais baixos são invadidas pelas águas.

As cheias que hoje ocorrem na bacia do rio Pomba são significativamente mais brandas do que na bacia do Muriaé, possivelmente, devido à contribuição dos reservatórios existentes a montante.

O rio Muriaé é o afluente da margem esquerda do rio Paraíba do Sul localizado mais a jusante. Nasce da confluência dos ribeirões Samambaia e Bonsucesso, nas proximidades da cidade de Mirai no Estado de Minas Gerais. Com extensão aproximada de 300 km e área de drenagem de 8.230 km², o Muriaé desenvolve-se primeiramente no trecho mineiro, atravessando núcleos urbanos como Mirai e Muriaé, em uma região de relevo acidentado e de várzeas extensas que concentram principalmente atividades agropecuárias. De Muriaé para jusante recebe seus maiores afluentes, quais sejam, o Glória, ainda em Minas, e o Carangola, já no Estado do Rio de Janeiro.

De Italva até a sua foz no rio Paraíba do Sul, o Muriaé se desenvolve em região plana, grande parte dela utilizada como planície de inundação do rio nas grandes cheias, onde se destaca a cultura de cana-de-açúcar.

O histórico de vazões do rio Muriaé revela que em intervalos de tempo da ordem de 10 anos ocorrem cheias capazes de provocar inundações nos centros urbanos situados ao longo do rio e de seus afluentes, principalmente no Estado do Rio de Janeiro.

A cheia ocorrida no início de 1997, com período de retorno avaliado em 50 anos, trouxe grandes prejuízos aos municípios fluminenses. Os níveis de água atingidos ultrapassaram todos os registros anteriores, causando inundações catastróficas em algumas cidades, tais como, Patrocínio do Muriaé, Itaperuna e Cardoso Moreira. Nessa última, cerca de 95% da cidade foram diretamente invadidos pelas águas do rio Muriaé. Em Itaperuna, as alturas de inundação foram superiores a 1,0 m na área central e adjacências.

Na oportunidade foram realizados estudos com vistas a avaliar a possibilidade de algumas áreas virem a atuar como reservatórios, mediante a construção de barragens para contenção das cheias. Esse estudo foi apresentado como apêndice do Programa de Investimentos da Sub-Região C do rio Paraíba do Sul, em LABHID/COPPE/UFRJ (1998).

Os bons resultados obtidos para a laminação das cheias, com os barramentos analisados, indicaram a conveniência de, futuramente, aprofundarem-se os estudos mediante a pesquisa de novos eixos. Além dessa atividade, já iniciada pelo LABHID/COPPE/UFRJ, no âmbito do Programa de Controle de Inundações na Bacia do rio Paraíba do Sul, será imprescindível implementarem-se, em paralelo, ações de política urbana, envolvendo, dentre outras, o planejamento da ocupação e do uso do solo, o reflorestamento e o controle da erosão, procurando dar ao problema tratamento multidisciplinar e eficaz para combater as cheias na bacia.

De acordo com o histórico de vazões do rio, a maior cheia até hoje registrada em Campos dos Goytacazes ocorreu em janeiro de 1966, com pico superior a 8.400 m³/s, valor médio diário registrado no posto fluviométrico de Ponte Municipal (cód.58974000 - ANEEL/CPRM).

O estudo elaborado em 1969 pela Engenharia Gallioli Ltda, intitulado “Estudos das Cheias em Campos”, ressalta a importância do guarda-corpo em concreto, com crista na cota 11,5 m (IBGE), bem como o dique de terra que se estende até São João da Barra para a defesa da cidade de Campos durante as cheias do rio Paraíba do Sul.

Essas estruturas vêm, ao longo dos anos, evitando, para a cidade de Campos, situações catastróficas, uma vez que as planícies marginais onde a cidade se desenvolveu e continua a se expandir ocupam cotas inferiores às das margens do rio Paraíba do Sul.

A cheia do rio Muriaé de janeiro de 1997 levou ao rompimento do dique da margem direita em quatro locais, inundando uma extensa planície situada no prisma entre as margens direita do rio Muriaé e esquerda do rio Paraíba, hoje, em grande parte, área destinada ao cultivo da cana-de-açúcar protegida por diques. Este fato representou enorme prejuízo para a usina Sapucaia.

Em relação aos diques do Paraíba do Sul, que acompanham o rio em um longo estirão do município, cabe ressaltar alguns aspectos importantes. O seu coroamento foi implantado nas cotas 11,50 m e 12,00 m (IBGE), respectivamente, nos trechos de alvenaria (área urbana – margem direita) e nos trechos em terra próximos ao centro urbano, totalizando, cerca de 65 km em cada margem.

Segundo informações de técnicos da Prefeitura Municipal e da TECNORTE, em alguns trechos em solo as cotas da crista encontram-se rebaixadas em relação ao projeto originalmente implantado. Na cheia de janeiro de 1997 houve rompimento do dique da margem esquerda em dois locais próximos, na área do município de São Francisco de Itabapoana, dando origem à inundação de uma extensa área rural de cultivo de cana-de-açúcar, acarretando grandes prejuízos. Os reparos foram realizados pela Prefeitura local.

O dique da margem direita apresenta elevado nível de comprometimento, na localidade de Saquarema, entre as destilarias de Martins Laje e a usina Barcelos, em decorrência de um processo de erosão gradual do talude, em trecho de aproximadamente 50 m contíguo e a jusante de um segmento do dique já restaurado pelo DNOS. Um possível rompimento desse dique, durante uma cheia do rio, poderia causar grandes prejuízos econômicos às usinas situadas na região, nesse trecho da rodovia BR-356, considerando-se que cerca de 4.000 ha de áreas cultivadas seriam tomadas pelas águas. O retorno das águas, dependendo da grandeza do evento, poderia, inclusive, alcançar bairros da periferia da cidade de Campos, assim como as localidades de Degredo e Cajueiro, no município de São João da Barra. O dique da margem direita apresenta, à primeira vista, um estado de abandono e degradação maior do que o da margem esquerda, o que talvez possa ser explicado pelo fato de o mesmo não ser utilizado como "dique-estrada", o que, naturalmente, o submeteria a vistorias e reparos mais constantes.

Em suma, vale ressaltar que, em face de sua enorme importância na defesa da cidade de Campos, os diques do rio Paraíba do Sul deveriam ser objeto de vistorias periódicas que permitissem detectar, ainda em estágio inicial, qualquer processo de agressão que ameaçasse sua integridade.

O rio Paraíba do Sul, no estirão correspondente ao centro urbano de São João da Barra, não acarreta problemas de inundações para a cidade. Apenas na cheia de 1966, uma das maiores da história desse rio, o extravasamento da calha chegou a atingir a avenida mais próxima da margem.

Na região do estuário, o Paraíba do Sul vem sofrendo nas últimas décadas intenso processo de erosão na praia de Atafona, parte sul da embocadura do rio. Esse fenômeno decorre tanto dos processos de origem natural quanto daqueles influenciados pela intervenção humana na bacia do rio Paraíba do Sul. Agrega-se a

essa obra a construção da barragem de Santa Cecília no município de Barra de Pirai, que permite a retirada de 160 m³/s do Paraíba do Sul para a geração de energia e abastecimento de água da cidade do Rio de Janeiro. O conjunto de intervenções na bacia, sem dúvida, contribuiu para gerar um déficit de sedimentos fluviais na região do estuário, como constam trabalhos de pesquisa.

Na [Figura 4.3.5](#) estão representadas as áreas inundáveis em correspondência com os centros urbanos atravessados pelo rio Paraíba do Sul e as sub-bacias identificadas como mais suscetíveis aos processos de inundação.

4.3.2 As enchentes em núcleos urbanos do trecho paulista

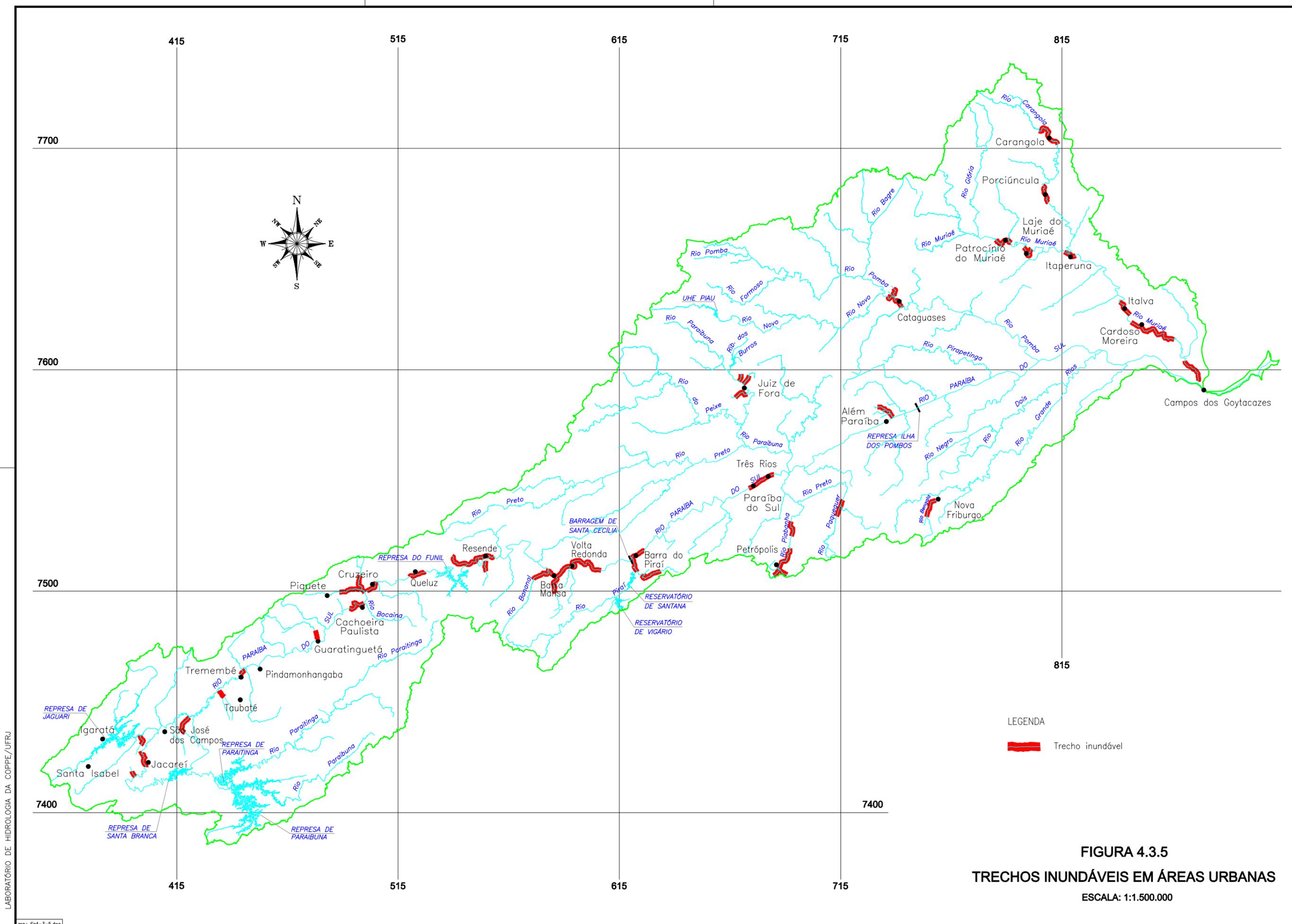
De acordo com a abordagem dos estudos desenvolvidos em CPTI (2000), foram adotados critérios para hierarquização e priorizadas nove bacias de afluentes diretos do rio Paraíba do Sul, levando-se em consideração questões relevantes associadas aos recursos hídricos. São as bacias dos ribeirões/rios Vermelho, Guaratinguetá, Pararangaba, Una, Jaguari, Turi, Pinhão, Judeu e Piquete. Na seqüência é apresentada uma caracterização física e ambiental sucinta dessas bacias.

O ribeirão Vermelho, afluente da margem esquerda do rio Paraíba do Sul, corta o município de São José dos Campos no sentido oeste/leste e tem sua nascente próxima da divisão administrativa entre esse município e Jacareí. Corre paralelamente ao curso do rio Paraíba do Sul. Sua sub-bacia possui uma área de cerca de 5,55 km². Nas porções mais baixas, onde as declividades são inferiores a 5%, as áreas estão sujeitas a inundações periódicas, ocorrendo processo erosivo que contribui para o assoreamento do leito dos rios.

O ribeirão Guaratinguetá, afluente da margem esquerda do rio Paraíba do Sul, corta o município de Guaratinguetá no sentido sudeste/nordeste e tem sua nascente na vertente interior da serra da Mantiqueira. A sub-bacia do ribeirão Guaratinguetá encontra-se no norte do município, fazendo divisa com os municípios de Campos do Jordão, São José dos Campos e Lorena. Possui uma área de cerca de 165 km². O leito do ribeirão Guaratinguetá atinge grandes extensões marginais de várzeas, onde há alta suscetibilidade a inundações, solapamentos das margens e assoreamento. De forma geral, os terrenos baixos e mais ou menos planos, junto às margens dos rios, estão sujeitos periodicamente a inundações. No território abrangido pela bacia predomina o uso rural, sendo que apenas 10% estão comprometidos com a ocupação urbana.

Essa mancha urbana situa-se nas várzeas da margem esquerda do rio Paraíba do Sul e do próprio ribeirão Guaratinguetá.

O rio Pararangaba, afluente da margem direita do rio Paraíba do Sul, corta o município de São José dos Campos no sentido sudeste/nordeste e tem sua nascente na vertente interior da serra do Mar. Geograficamente, a sub-bacia do rio Pararangaba encontra-se no extremo leste do município, próximo à divisa com o município de Caçapava, abrangendo cerca de 75,64 km². As áreas de várzea apresentam alta susceptibilidade a inundações, solapamento das margens dos rios e assoreamentos. No médio curso/médio curso superior há ocorrência de terrenos com alta suscetibilidade a escorregamentos naturais e/ou induzidos. No estirão denominado médio Pararangaba, algumas encostas já estão apresentando graves processos de erosão. Dentre as ações e projetos de curto prazo previstos estão a regularização do uso e ocupação do



LEGENDA
 Trecho inundável

FIGURA 4.3.5
TRECHOS INUNDÁVEIS EM ÁREAS URBANAS
 ESCALA: 1:1.500.000

LABORATÓRIO DE HIDROLOGIA DA COPPE/UFRJ

arq: fig4-3-5.dwg

solo, bem como a implementação de projetos e obras de drenagem urbana para controle das inundações, da erosão e do assoreamento.

A bacia do rio Una abrange uma área de 442,85 km². Desse total, cerca de 8% pertencem a Tremembé, 8% a Pindamonhangaba e os restantes 84% a Taubaté. A mancha urbana mais consolidada desse território está localizada próximo à foz do rio, onde a várzea é mais ampla. Os esgotos são lançados *in natura* no rio e afluentes, sendo esse, juntamente com a ocupação clandestina, um dos principais problemas da bacia. Segundo diagnóstico da situação de degradação por processos físicos, a área de várzea é a que apresenta alta suscetibilidade aos eventos associados a inundações, solapamentos das margens dos rios e assoreamentos.

A bacia do rio Jaguari localiza-se no extremo oeste da bacia do rio Paraíba do Sul e possui uma área de aproximadamente 1.770 km². Suas cabeceiras localizam-se na serra da Mantiqueira e no divisor de águas da bacia hidrográfica do Alto Tietê. Abrange nove municípios, quais sejam: Santa Isabel, Igaratá, São José dos Campos, Jacareí, Guararema, Mogi das Cruzes, Itaquaquecetuba, Arujá e Guarulhos. Os dois primeiros municípios situam-se inteiramente e os três seguintes parcialmente na bacia do rio Paraíba do Sul. Os demais municípios pertencem à bacia do Alto Tietê, embora com domínios parciais na sub-bacia em destaque e sedes fora da bacia do rio Paraíba do Sul.

Na bacia do rio Jaguari encontra-se localizada a UHE de mesmo nome, importante área de reservação no controle das cheias dos centros urbanos localizados a jusante. Dentre os graves problemas existentes na bacia merece destaque o lançamento *in natura* de esgotos.

A bacia do córrego Turi ou ribeirão Colônia está localizada na margem direita do rio Paraíba do Sul, no município de Jacareí, e tem aproximadamente 13,80 km², correspondendo a apenas 3% da área total de Jacareí, que é de 463 km². A área de várzea apresenta alta suscetibilidade a inundações, solapamentos das margens dos rios e assoreamento. É no curso inferior do córrego do Turi que se encontra a urbanização mais consolidada de Jacareí, havendo a presença de indústrias de pequeno e médio porte. Os efluentes do esgotamento sanitário de origem doméstica, dos estabelecimentos comerciais e de serviços e também das pequenas indústrias localizadas na área de Jacareí são lançados *in natura* no córrego do Turi. O córrego vem, na verdade, funcionando como uma vala de esgotos a céu aberto, sendo esse seu principal uso atual. Na estação chuvosa, há ocorrência do transbordamento do Turi, alagando diversos pontos da cidade. Além dos transtornos para a população, aumenta consideravelmente o número de casos das doenças de veiculação hídrica, particularmente, leptospirose.

O SAAE e a Prefeitura Municipal de Jacareí dispõem de programas e projetos para implantação na bacia. Dentre esses, estão previstas a execução de barragem para conter as inundações que acontecem em períodos de chuvas, um programa de afastamento de esgotos com a implantação de coletores tronco que encaminharão os efluentes gerados até a Estação de Tratamento de Esgotos a ser construída, e a recomposição da mata ciliar em certos locais das margens do córrego do Turi, uma vez que muitos trechos já estão comprometidos com o uso urbano.

O ribeirão Pinhão aflui na margem direita do rio Paraíba do Sul e corta o município de Taubaté no sentido sudeste/noroeste. A bacia encontra-se em área perimetral urbana do município de Taubaté. Representa importante vetor de expansão desse município, contendo um número significativo de indústrias e núcleos urbanos consolidados. Na

área de várzea existe também atividade agrícola (lavoura temporária, principalmente arroz), que divide espaço com empresas extratoras de areia. Devido às características físicas do terreno (superfície plana e estável), a principal área urbana consolidada encontra-se nesse setor, assim como a maior concentração de indústrias de grande porte. Com relação à ocorrência de cheias, na área de várzea foi detectada a suscetibilidade a inundações, solapamentos das margens dos rios e assoreamento.

O ribeirão do Judeu, afluente pela margem direita do rio Paraíba do Sul, corta os municípios de Taubaté e de Tremembé no sentido sul/norte. Geograficamente, a bacia deste ribeirão incorpora a área central do perímetro urbano do município de Taubaté e os terrenos de várzea que se encontram, em sua maior extensão, no município de Tremembé. Essa sub-bacia, com 35 km² de área de drenagem, é considerada importante pólo industrial e urbano do município de Taubaté, pois abriga um número significativo de indústrias e de núcleos urbanos consolidados ou em expansão. No seu curso inferior, que abrange a região das fazendas do município de Taubaté até a foz, verifica-se maior suscetibilidade a inundações, solapamentos das margens dos rios e assoreamento.

O rio Piquete, afluente da margem esquerda do rio Paraíba do Sul, nasce no município do mesmo nome, corre no sentido do município de Cachoeira Paulista e tem sua foz no município de Cruzeiro, desaguando no rio Paraíba do Sul. A área da bacia é de aproximadamente 354,75 km², perfazendo 47% do total das três municipalidades. A grosso modo, pode-se afirmar que, desse total, 20% pertencem a Cachoeira Paulista e os 80% restantes dividem-se igualmente entre Cruzeiro e Piquete. Como o rio, no trecho urbano, corre em vale encaixado, a cidade cresce pelas vertentes dos morros. De forma geral, essas encostas são incompatíveis com o assentamento urbano, e as famílias nelas estabelecidas correm sérios riscos de desmoronamentos de grandes massas de solo em épocas de chuvas prolongadas, principalmente nas vertentes desprovidas de vegetação. Os esgotos gerados são lançados *in natura* no próprio rio ou nos afluentes, transformando-os em verdadeiras valas negras a céu aberto. Em certos períodos do ano os moradores sofrem com o mau cheiro e a proliferação de ratos e insetos.

Essa forma de disposição final dos resíduos constitui séria ameaça à saúde da população, principalmente, em época de enchentes, que atingem alguns segmentos da cidade.

No que tange à degradação por processos do meio físico da bacia, o estudo identifica alta suscetibilidade a inundações, assoreamento e solapamento das margens dos rios na área de várzea, média suscetibilidade a escorregamentos induzidos nas encostas e média/alta suscetibilidade a escorregamentos, naturais ou induzidos na cabeceira. Segundo análise do mapa de uso e ocupação do solo (CPTI, 2000), foram identificadas extensas áreas classificadas como solo exposto, resultantes do manejo inadequado do solo durante os diversos ciclos econômicos. A recuperação dessas áreas merece prioridade de forma a não comprometer os mananciais da região.

4.3.3 As enchentes em núcleos urbanos do trecho mineiro

Ao longo da elaboração de LABHID/COPPE/UFRJ- Programa de Investimentos de Minas Gerais (1999), foi feito um reconhecimento das redes de drenagem dos centros urbanos e uma caracterização dos cursos de água mais críticos com relação ao

aspecto inundações, priorizando-se aqueles com maior disponibilidade de informações.

Das cidades mineiras contempladas, merecem destaque, pela relevância dos problemas detectados, as cidades de Juiz de Fora, Cataguases e Além Paraíba.

Com relação a Juiz de Fora, o rio Paraibuna é o principal curso de água responsável pela drenagem da cidade. No passado, ocorreram diversas cheias de grande magnitude, acarretando inundações ao longo do trecho urbano. Após a entrada em operação da barragem de Chapéu d'Uvas, não foram registrados novos transbordamentos do rio no referido trecho. A barragem, além de sua importância na laminação das cheias, regulariza e majora as vazões de estiagem do Paraibuna, proporcionando maior diluição dos esgotos.

A grande maioria das sub-bacias do rio Paraibuna constitui de áreas pouco habitadas, com características ainda essencialmente rurais, onde as ocorrências de enchentes não acarretam problemas relevantes. As sub-bacias de afluentes diretos do Paraibuna, identificadas como as mais críticas, corresponderam às dos córregos Yung, Tapera e Santa Luzia.

Afluente de margem esquerda do rio Paraibuna, o córrego Yung é o corpo hídrico receptor das águas drenadas e dos esgotos domésticos dos bairros Vitorino Braga, Santos Anjos, Santa Cândida, Três Moinhos, Bom Jardim e Linhares, onde residem cerca de 33.000 pessoas. A urbanização desordenada da bacia e o conseqüente aumento das áreas impermeáveis, juntamente com a devastação da cobertura vegetal, têm contribuído expressivamente para a redução dos tempos de concentração da bacia desse córrego, aumentando a frequência das inundações em seu curso inferior. As explorações descontroladas de saibro abrem enormes feridas nas encostas marginais que disponibilizam grandes quantidades de sedimentos para a drenagem durante a ocorrência de precipitações intensas. O revestimento da seção do córrego Yung vem sendo gradativamente implantado pela administração municipal, de acordo com as disponibilidades de recursos.

O córrego Tapera, afluente da margem esquerda do rio Paraibuna, drena os bairros Parque Guarani, Vale dos Bandeirantes, Jardim Bom Clima, Quintas da Avenida, Nossa Senhora das Graças, Jardim Eldorado e Santa Terezinha, onde residem cerca de 30.000 pessoas. As inundações que ocorrem no seu curso inferior devem-se ao subdimensionamento da calha, imposto pelo intenso e desordenado processo de urbanização da bacia. Outro fator agravante é a redução da capacidade de vazão decorrente do transporte de sedimentos oriundos das encostas e dos despejos de lixo e esgoto.

A canalização do córrego Tapera está incluída nos planos da administração local, visando integrar essa via de drenagem ao espaço urbano. A implantação de avenidas canal e a execução de coletores marginais de esgoto disciplinará a urbanização nesse trecho da bacia e retirará do curso de água boa parcela dos esgotos lançados *in natura*.

O córrego Santa Luzia, afluente da margem direita do rio Paraibuna, corre entre duas vias de acesso aos bairros Sagrado Coração de Jesus, Ipiranga, São Geraldo, Santa Efigênia, Teixeira, Ipiranguinha e Santa Luzia, onde residem cerca de 50.000 pessoas. As condições da calha são precárias, com erosões de taludes que comprometem a estabilidade das margens e a segurança de construções e de avenidas marginais,

acessos preferenciais do transporte coletivo urbano. O trincamento dos muros existentes em diversos trechos dificulta a sua recuperação.

O rio Pomba e seu principal afluente, o rio Novo, são responsáveis por inundações que quase todos os anos atingem a cidade de Cataguases. Periodicamente, essas cheias assumem grandes proporções e ocasionam o transbordamento dos cursos de água, trazendo grandes prejuízos e transtornos à vida da população. De acordo com as informações coletadas, os reservatórios das hidrelétricas existentes nessas duas bacias não são capazes de oferecer proteção à cidade durante as cheias, uma vez que são limitadas suas capacidades de armazenamento. O aproveitamento de Ituerê, no rio Pomba, situa-se, por exemplo, no curso superior do rio e bem a montante da cidade. Por sua vez, a UHE Nova Maurício, localizada no rio Novo, tem incorporado em sua operação um esquema voltado a segurança da cidade que consiste, basicamente, no deplecionamento do reservatório no período de cheias e de um eficiente sistema de comunicação entre a usina e a Administração municipal. As demais usinas existentes no rio Novo e afluentes, quais sejam, Ana Maria, Guary e Piau, são muito pequenas e operam a fio de água.

A drenagem da cidade é feita por meio de pequenos córregos, dentre os quais se destacam o Lava-Pés e o Romualdinho, que atravessam a área urbana e encaminham suas águas para o ribeirão Meia Pataca. Ambos estão freqüentemente envolvidos com as inundações das áreas urbanas.

No que tange à cidade de Além Paraíba, o curso de água mais crítico é o córrego Limoeiro, que abrange uma área de drenagem de aproximadamente 49,0 km². O curso médio do córrego apresenta seção em solo, seguido de trecho canalizado em área já bem-urbanizada do bairro Jardim Paraíso. No sentido jusante, segue-se um trecho encachoeirado, com desnível apreciável, ao longo do bairro Jardim São Caetano. Outrora essa cachoeira, de águas límpidas, era utilizada como lazer pela população do município. Hoje, ante o crescimento dos bairros a montante, o esgoto doméstico e os resíduos sólidos escoam em grande quantidade, acumulando-se em diversos pontos do curso de água, principalmente no trecho a jusante da cachoeira. Uma intervenção a ser implantada no córrego Limoeiro compreende a despoluição do córrego, reduzindo, ao mínimo, as contribuições de esgoto para a drenagem mediante a construção de coletores em ambas as margens.

Outro problema apontado pela Administração municipal diz respeito aos braços do rio Paraíba do Sul, ao longo das ilhas Recreio e Gama Cerqueira, frontais à cidade, que recebem os esgotos domésticos *in natura*. Com a captação de 160 m³/s do rio Paraíba do Sul, em Santa Cecília, para as usinas da Light, os níveis de água do Paraíba do Sul, a jusante, ficam rebaixados durante os meses de estiagem. Em decorrência, pedrais do leito afloraram, reduzindo significativamente e mesmo impedindo, na época das estiagens, a circulação de água pelos braços do rio, gerando problemas de mau cheiro, proliferação de vetores biológicos e criando ambiente favorável ao desenvolvimento de doenças de veiculação hídrica. Em passado recente chegou a ocorrer óbito por leptospirose.

Uma solução de emergência capaz de atenuar o problema consiste na dragagem do leito associada ao derrocamento do pedral, restabelecendo a capacidade de escoamento pelos referidos braços durante a estiagem.

Em LABHID/COPPE/UFRJ- Programa de Investimentos de Minas Gerais (1999) é apresentada uma tabela com a estimativa do contingente populacional direta e indiretamente afetado pelas inundações nessas cidades, bem como um diagnóstico com maior nível de detalhamento.

4.3.4 As enchentes em núcleos urbanos do trecho fluminense

O diagnóstico das enchentes urbanas no trecho fluminense da bacia do rio Paraíba do Sul é abordado com maior nível de detalhamento em LABHID/COPPE/UFRJ - PQA (1997) e LABHID/COPPE/UFRJ - PQA (1998). É oportuno evidenciar que neste estudo não são relacionados todos os problemas de drenagem existentes nas bacias dos municípios contemplados, mas, sim, indicadas as bacias que apresentam um maior nível de criticidade dos processos de enchentes, com relação à frequência e magnitude.

As cidades fluminenses selecionadas (LABHID/COPPE/UFRJ - PQA (1997) e LABHID/COPPE/UFRJ - PQA (1998), de maneira geral, vêm sofrendo um aumento substancial da frequência de eventos chuvosos acompanhados por inundações. Mesmo nas cidades onde a incidência desses eventos é quase nula, observa-se um risco potencial iminente, devido ao elevado estágio de degradação dos cursos de água.

Diante da falta de fiscalização e manutenção periódicas, os cursos de água vêm acumulando problemas ao longo dos anos, cujo reflexo é o mau desempenho da drenagem na ocorrência de aguaceiros. Dentre os principais problemas observados, destacam-se:

- a invasão das calhas pelas construções ribeirinhas, restringindo a seção de escoamento;
- a necessidade da dragagem de alguns trechos em decorrência da intensa carga de sedimentos transportada, substancialmente incrementada pelo lixo domiciliar e entulhos de construções, diariamente despejados.
- o represamento das águas junto a travessias de ruas e ramais ferroviários, devido à insuficiência de seção;
- as reduzidas dimensões da seção de escoamento para fazer frente às cheias, em face do incremento das vazões, decorrente da expansão dos bairros e conseqüente impermeabilização das bacias.

O município de Barra Mansa localiza-se na região do Médio Vale do Paraíba e possui área aproximada de 600 km². Os rios Bananal e Barra Mansa são seguramente os cursos de água mais problemáticos do município. Em seus cursos médios, ambos inundam planícies essencialmente rurais. Ao atingirem o estirão urbano, atravessam áreas com características semelhantes, atuais vetores de expansão urbana, no trecho a montante da rodovia Presidente Dutra. No rio Barra Mansa a ocupação é intensa e disseminada em ambas as margens, com grande confinamento da calha principal, promovido pelas construções ribeirinhas irregulares. O nível da inundação atingido durante a cheia de janeiro/97 superou o calçamento dos logradouros em cerca de 1,0 m. Os níveis atingidos pela cheia registrada em janeiro de 2000 (apenas três anos depois) ultrapassaram os da cheia de 1997 em cerca de 1,0 m.

A calha do rio Barra Mansa necessita, ao longo de seu estirão urbano, de profundas intervenções no sentido de, primeiramente, desocupá-la e, em seguida, adequar suas dimensões às necessidades reveladas pelos últimos processos de cheias na bacia. Algumas dragagens localizadas têm sido realizadas esporadicamente. Na maioria dos

casos, entretanto, seus efeitos são meramente pontuais, não chegando a proporcionar uma redução dos níveis de água atingidos nas cheias.

O rio Bananal tem sua nascente no Estado de São Paulo, no encontro das serras dos Palmares e da Carioca, apresentando área de drenagem da ordem de 528 km². Há necessidade de intervenções na calha do Bananal e de providências imediatas para disciplinar a ocupação e o uso do solo nas áreas marginais ao longo de aproximadamente 4 km a partir de sua foz no Paraíba do Sul. Tais intervenções deverão compreender desde simples dragagens do leito até significativas ampliações da seção em alguns segmentos.

A drenagem urbana da cidade de Volta Redonda é realizada, basicamente, pelo ribeirão Brandão e seu afluente, o córrego Cachoeirinha e o córrego Secadis pela margem direita do Paraíba do Sul, e o córrego do Retiro e seus afluentes, pela margem esquerda. Todas essas bacias estão freqüentemente envolvidas com problemas de inundações.

O ribeirão Brandão e seu afluente Cachoeirinha atravessam uma área nobre da cidade, pertencente ao centro e ao bairro residencial Santa Cecília. O incremento das vazões de cheia é, por sua vez, incompatível com as dimensões das canalizações implantadas no curso inferior dessas bacias. É intenso o carreamento de material sólido devido ao desmatamento das encostas próximas à região central. Segundo depoimentos de técnicos da Administração local, a necessidade de dragagem das calhas é uma constante. O processo de assoreamento é rápido, e a redução da capacidade das calhas, após a passagem das cheias, evidente.

Em virtude das fortes chuvas nas bacias dos rios Brandão e Cachoeirinha, no verão de 1997, e que assolaram o bairro Vila Santa Cecília na região central da cidade, a bacia do ribeirão Brandão foi privilegiada nos estudos de drenagem urbana do PQA.

As inundações nas bacias do Brandão e do Cachoeirinha, que segundo informações locais tinham periodicidade de cinco anos, passaram a ocorrer quase anualmente (duas só no ano de 1997), provocando grandes transtornos e prejuízos consideráveis a moradores e comerciantes da região central.

Estudos de cheias realizados com parte do Projeto Preparatório para o Gerenciamento dos Recursos Hídricos do Paraíba do Sul (LABHID/COPPE/UFRJ, 2000) revelaram uma boa eficiência da barragem de laminação de cheias do rio Brandão para cheias com recorrência estimada em 20 anos. A contribuição da bacia incremental entre a barragem e a região urbana é capaz de gerar inundações na parte central da cidade, já que os estirões urbanos do Brandão e do Cachoeirinha não são capazes de suportar sequer vazões com recorrência inferior a cinco anos.

O Projeto Preparatório conclui que a implantação da barragem deve ser precedida de obras que venham proporcionar aumento da capacidade de escoamento das calhas atuais, de modo a assegurar o escoamento de cheias de, no mínimo, 10 anos de recorrência. É fundamental, também, o aprofundamento dos estudos, no sentido de serem pesquisadas outras soluções, tais como novos eixos barráveis no Brandão e no Cachoeirinha e/ou áreas para retenção das cheias nas proximidades da zona urbana.

A cidade de Barra do Pirai é atravessada por apenas um afluente do rio Paraíba do Sul de grande porte, o rio Pirai.

Para a compreensão do comportamento atual do rio Pirai e de seus problemas relacionados com inundações é necessário o entendimento do esquema de transposição de vazões do rio Paraíba do Sul, conforme descrito nos documentos “Operação dos reservatórios da bacia do Rio Paraíba do Sul e Sistema Light” (LABHID/COPPE/UFRJ,1997) e Diagnóstico da cheia de janeiro/2000 no Rio Paraíba do Sul-Trecho Fluminense (LABHID/COPPE/UFRJ,2001).

A transposição de águas do rio Paraíba do Sul trouxe, inquestionavelmente, dois benefícios significativos para o Estado do Rio de Janeiro, seja pelo suprimento de energia elétrica, seja pela garantia de abastecimento da Região Metropolitana.

A operação continuada desse sistema ao longo dos anos criou, entretanto, um problema para a população das cidades de Pirai e Barra do Pirai, residentes a jusante da barragem de Santana. A ausência de fiscalização adequada do Poder Público favoreceu a ocupação antrópica intensa do leito maior do rio Pirai, a ponto de vazões pouco superiores a 15 m³/s serem suficientes, hoje, para o início de inundações.

O rio Sacra-Família, maior contribuinte do Pirai no estirão a jusante da barragem de Santana, drena uma bacia com cerca de 190 km². Esse curso de água é capaz de provocar grandes inundações na calha secundária do Pirai.

Os recursos utilizados pela Light para o controle das cheias do rio Pirai são a suspensão do bombeamento em Santa Cecília, a manutenção do pleno bombeamento em Vigário e a manutenção de um volume de espera no reservatório de Santana para receber as vazões do Pirai, a partir de um monitoramento das condições hidrológicas a montante.

Ainda em relação à Barra do Pirai, foram identificados locais onde a drenagem apresenta um desempenho insatisfatório e representa riscos para a população. Um desses locais é Talvegue do Horto, pequena bacia na qual os tipos de ocorrências refletem a gravidade da situação presente em diversos pontos da cidade. A instabilidade das encostas representa um dos problemas mais relevantes observados. No caso de Talvegue do Horto, verifica-se o assoreamento total do reservatório de uma barragem existente, causado pelos processos erosivos (voçorocas) a montante.

Os núcleos urbanos pertencentes à Região Serrana apresentam, invariavelmente, deficiências graves no que diz respeito ao desempenho atual da drenagem urbana. Em alguns casos onde a situação ainda não é grave, observa-se que o processo de degradação, apesar de em evolução, pode ser ainda revertido com o emprego de medidas como, por exemplo, o disciplinamento do uso e ocupação do solo, intervenções localizadas de baixo custo, programas de educação ambiental e melhoria dos serviços públicos de limpeza urbana. Dentre os municípios com problemas mais críticos destaca-se Petrópolis.

Petrópolis possui uma área total de 776,6 km². Apresenta sérios problemas, decorrentes de um crescimento intenso e desordenado, caracterizado pela ocupação irregular das encostas ao longo das bacias hidrográficas dos rios Piabanha e Quitandinha, dois dos principais cursos de água responsáveis pela drenagem da cidade que se desenvolvem ao longo das duas principais vias de entrada/saída e de interligação com a Região Metropolitana do Rio de Janeiro.

O passado histórico, cultural e político não foi suficiente para disciplinar o crescimento e impedir a deflagração do processo de favelização que, ao longo dos anos, se estabeleceu na cidade sede do município e distritos vizinhos. Estudos hidrológicos e

hidráulicos realizados pela Engenharia Gallioli Ltda. na década de 1970 observam o crescimento desordenado ao longo dos rios. Esses estudos deram origem a um conjunto de propostas de intervenções que abrangeram desde melhorias diretas nas calhas até a derivação de uma parcela substancial das águas para outras vertentes.

Relativamente ao rio Quitandinha, diferentes possibilidades de intervenção em sua bacia foram ventiladas ao longo dos anos, tais como, o redimensionamento da seção atual do rio para atender às vazões de cheia; a construção de túnel extravasor para desvio de uma parcela de suas águas para a vertente da baía de Guanabara; o aumento da capacidade do lago do Hotel Quitandinha para amortecimento das cheias e uma galeria auxiliar pela rua Treze de Maio para reduzir a vazão pelo trecho final do canal do Centro.

Todas as modalidades de intervenção mencionadas visam resolver o problema das inundações do rio Quitandinha como um todo, ou seja, aquelas que ocorrem ao longo da rua Coronel Veiga, principal via de entrada/saída da cidade, e na região do centro da cidade, nos trechos da Av. do Imperador e do canal do Centro até a confluência com o Piabanha.

Na tentativa de dar início às adequações necessárias nos cursos de água para fazer frente às enchentes em Petrópolis, foram identificados alguns locais críticos que, com intervenções localizadas, pudessem trazer, de imediato, benefícios significativos aos moradores locais e aos habitantes da cidade de modo geral. Um desses casos é o da rua Coronel Veiga, onde as inundações causadas pelo extravasamento da calha do rio Quitandinha são uma constante há mais de 20 anos e ocorrem diversas vezes durante o ano. No trecho de rio estudado, com extensão aproximada de 1.500 m, expressivas inundações ocorrem diversas vezes no ano. Em situações excepcionais, a altura da água já superou o nível da rua em cerca de 2,0 m.

As fortes chuvas que atingiram o município de Petrópolis em dezembro de 2001 promoveram inundações em alguns bairros e distritos devido às cheias nas bacias dos rios Quitandinha e Piabanha, destacando-se a rua Coronel Veiga (rio Quitandinha) e os distritos de Correias e Itaipava (rio Piabanha). Os maiores acidentes relacionados a esse evento pluviométrico ficaram, entretanto, por conta dos grandes deslizamentos de encostas disseminados por ambas as bacias, os quais foram responsáveis por 44 mortes em todo o município. Uma grande parcela de solo desses deslizamentos, levada pelas chuvas, certamente atingiu os cursos de água da região, contribuindo conseqüentemente para o agravamento das condições de assoreamento das calhas.

O município de Campos dos Goytacazes, com área total de 4.038 km², é o município fluminense que ocupa a maior extensão territorial do Estado do Rio de Janeiro.

No passado, o rio Paraíba do Sul atravessava a área do município de Campos dos Goytacazes em cotas superiores às da região da baixada, resultando daí, o alagamento de extensas áreas durante as cheias do Paraíba do Sul. O extinto DNOS, com o objetivo de promover a drenagem das áreas de baixada inundadas, construiu um sistema de canais interligados para suprir as deficiências de água da região e atender às demandas de irrigação.

Campos dos Goytacazes desenvolve-se ao longo das margens do rio Paraíba do Sul, em cota inferior à do rio. Toda a cidade é protegida por diques construídos pelo DNOS na década de 1970. A drenagem urbana é realizada através de canais que conduzem as águas para as lagoas existentes no município (lagoas Feia e do Jacaré, na margem

direita do Paraíba do Sul, e lagoas do Vigário, do Parque Prazeres, do Brejo Grande e do Campelo, na margem esquerda).

O atual nível de obstrução dos canais, além de impedir a adução regular de água para atendimento à irrigação, é responsável pelo desempenho ruim da drenagem quando da ocorrência de precipitações intensas. Outro fator que contribui para as inundações é o estado precário em que se encontram as estruturas de captação dotadas de comportas, comprometendo o controle do fluxo durante as cheias.

Nas últimas décadas verificou-se o surgimento de novos bairros, de grandes loteamentos e a intensificação de um processo de favelização em diversas áreas ao longo das margens do rio Paraíba do Sul. Esse desenvolvimento urbano, entretanto, mesmo nas áreas legalmente ocupadas, não foi acompanhado da infra-estrutura básica, essencial para o funcionamento adequado de determinados serviços públicos.

Na margem direita do rio Paraíba do Sul, a macrodrenagem da região urbana é realizada através de canais, dentre esses o de Macaé-Campos. Esse canal se desenvolve ao longo de aproximadamente 8 km até o ponto onde se inicia o canal do Nicolau. A área de drenagem da bacia Macaé-Campos/Nicolau é de cerca de 48 km². As intervenções deverão garantir condições de escoamento para jusante no período de estiagem, quando a vazão em trânsito no canal é alimentada, praticamente, pelos esgotos domiciliares e, ainda, reduzir os níveis de inundação durante as cheias. Vale ressaltar que Macaé-Campos apresenta, hoje, trechos com contra-inclinação no fundo e a conseqüente formação de alguns segmentos sem escoamento, caracterizando um quadro de total insalubridade para a população ali residente.

Na margem esquerda, o canal do Vigário é a principal via de escoamento das águas pluviais da área urbana. Iniciando-se em área já rural, esse canal está ligado ao rio Paraíba do Sul através de um conjunto de quatro comportas planas destinadas a atender à irrigação das zonas de cultivo de cana-de-açúcar. Seu curso segue ao longo de 6 km até atingir a lagoa do Campelo, localizada na divisa dos municípios de Campos dos Goytacazes, São João da Barra e São Francisco de Itabapoana.

Daí em diante, a drenagem da margem esquerda do rio Paraíba do Sul é encaminhada para o oceano, através da interligação de brejos com lagoas de pequeno porte.

Dois fatores são fundamentais para justificar o aumento da freqüência de inundações na área urbana na margem esquerda, quais sejam: a inexistência de uma manutenção periódica, necessária para garantir as boas condições da seção de escoamento nas calhas, e o crescimento populacional, com a ocupação indevida e o aterramento de áreas marginais das lagoas, o que redução dos respectivos espelhos de água.

Intervenções na rede de drenagem principal desse sistema interlagunar da margem esquerda deverão melhorar as condições atuais dos corpos hídricos e reduzir a freqüência das inundações que, gradativamente, vêm se agravando ao longo dos anos.

Dentre os estudos e projetos mais recentes sobre o assunto estão os desenvolvidos pela TECNORTE para a Secretaria de Estado de Ciência e Tecnologia do Estado do Rio de Janeiro. Esses estudos contêm um diagnóstico da situação atual da rede de canais e comportas de adução e controle que compõem o sistema da Baixada Campista e, ainda, projetos de engenharia voltados para a sua recuperação. As melhorias propostas para os canais certamente deverão trazer grandes benefícios

para a drenagem de áreas urbanas, principalmente, as localizadas na margem direita do rio Paraíba do Sul, pertencente ao sistema contribuinte para a lagoa Feia.

Em LABHID/COPPE/UFRJ - PQA (1997) e LABHID/COPPE/UFRJ - PQA (1998) são apresentadas tabelas com estimativas dos contingentes populacionais direta e indiretamente afetados pelas inundações nessas cidades, bem como os respectivos diagnósticos, em maior nível de detalhamento.

4.3.5 Conclusões do diagnóstico de drenagem urbana

Importantes conclusões podem ser extraídas do diagnóstico dos sistemas de drenagem urbana dos municípios da bacia do rio Paraíba do Sul. Seguramente, uma das principais diz respeito à incapacidade demonstrada pela administração pública para exercer o controle sobre o processo de ocupação e o uso do solo, nos trechos urbanos das sub-bacias hidrográficas.

Esse fato tem possibilitado a ocorrência de inundações das cidades banhadas pelo rio Paraíba do Sul que podem ser caracterizadas como sendo de duas naturezas distintas, a saber:

- transbordamentos do rio Paraíba do Sul com a inundação das áreas marginais;
- transbordamentos dos cursos de água que afetam as drenagens locais.

No primeiro caso, trata-se de inundações que podem ser consideradas de caráter regional. Buscar evitá-las mediante intervenções estruturais na calha do rio para aumentar a defesa das cidades é hoje de difícil implementação, exceto em alguns pontos localizados. Nesse caso, a operação dos reservatórios da bacia na laminação das cheias é a forma mais eficaz para a proteção de alguns centros urbanos.

No segundo caso, transbordamento dos cursos de água urbanos, as inundações têm caráter quase sempre local e decorrem dos efeitos da degradação das áreas rurais (desmatamentos, queimadas, erosão de encostas, prática agrícolas inadequadas, etc.) e, sobretudo, da ocupação desordenada do solo urbano, com ocupação das margens por construções, estrangulamentos de seções de vazão, quer por obras hidráulicas maldimensionadas, quer por lixo e entulho lançados pela população.

Nesses casos, torna-se difícil e oneroso intervir nos estirões urbanos para a execução dos serviços de manutenção (limpeza e dragagens) ou para introduzir as adequações necessárias. Essa é uma das razões pelas quais reduzir a frequência das inundações com intervenções diretas nos trechos urbanos dos cursos de água requer, hoje, ações que vão muito além da simples implantação de projetos de canalização. É essencial a introdução de novos conceitos em relação à drenagem urbana, por parte das administrações públicas, que incluam, dentre outras, a necessidade de priorizar medidas não-estruturais, tais como a delimitação das áreas de risco e a preservação de planícies de inundação visando à proteção das cidades. Outro aspecto importante é a necessidade de atualização das Normas Brasileiras de Drenagem Urbana.

Cumprido ressaltar que, no âmbito do contrato ANA–COPPETEC e consoante o tema tratado neste item, está prevista a elaboração do Programa de Controle de Inundação da Bacia do Rio Paraíba do Sul, que visa desenvolver estudos para áreas críticas sujeitas a inundações, compreendendo o diagnóstico das causas, estudos de natureza hidrológica e hidráulica, identificação de áreas críticas para o controle de erosão, planejamento de uma rede hidrometeorológica e a indicação de ações estruturais e não-estruturais para equacionar essa relevante questão da bacia.

5. SAÚDE

5.1 Introdução

A mortalidade infantil e o perfil de morbidade são importantes indicadores das condições de saúde de grupos populacionais. Entretanto, as dificuldades na obtenção de estatísticas confiáveis, somadas à multiplicidade de fatores que conformam o quadro de saúde, recomendam cautela nas conclusões que possam ser extraídas dos dados porventura disponíveis.

Nesse sentido, o diagnóstico aqui apresentado consiste mais numa contribuição para o entendimento da realidade social da bacia e sua expressão espacial, não reunindo elementos suficientes para serem utilizados numa análise econômica com vistas à avaliação de benefícios indiretos. Para a hierarquização de intervenções relacionadas à saúde pública, dentre as quais o saneamento básico, a destinação adequada de resíduos sólidos e a drenagem urbana, são necessários estudos mais detalhados, em muitos casos, envolvendo a realização de demorados e caros inquéritos epidemiológicos, que fogem inteiramente aos objetivos deste trabalho.

5.2 Mortalidade Infantil

Estudos revelam que as melhorias apresentadas na oferta e na qualidade da água tratada no Brasil, verificadas nas décadas de 1970 e 1980, fizeram com que os índices de mortalidade infantil diminuíssem sensivelmente. De fato, os dados referentes à pesquisa sobre mortalidade infantil, disponibilizados pelo Ministério da Saúde através do Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde (DATASUS), para o período 1989-1998, demonstram como as taxas de mortalidade infantil vêm-se reduzindo significativamente nos municípios da bacia do rio Paraíba do Sul. No entanto, ao analisar os níveis atuais desagregados por Estado e por sub-bacias, observam-se níveis diferenciados de mortalidade, indicando a necessidade de programas específicos para as regiões que ainda apresentam níveis altos, quando comparados com patamares alcançados em países desenvolvidos, que se situam abaixo de 20 óbitos por 1.000 nascidos vivos.

A mortalidade infantil é um dos principais indicadores de saúde pública e pode ser utilizada como indicador geral ou específico. Como indicador geral de saúde expressa, em associação com outros indicadores, a situação de saúde de determinada comunidade e as desigualdades de saúde entre grupos sociais e regiões. Como indicador específico revela as condições de saúde do grupo materno-infantil. Diversos fatores contribuem para a redução da mortalidade infantil, dentre os quais a imunização, a promoção do aleitamento materno e do acompanhamento pré-natal, o combate às doenças infecciosas e à desnutrição, mas, sem dúvida, ações de melhoria das condições de saneamento têm sido decisivas para os progressos encontrados nos indicadores de saúde desse grupo populacional.

Nesse sentido, os dados de mortalidade infantil aqui apresentados podem ser tomados como indicadores das condições gerais de saúde da população da bacia do rio Paraíba do Sul, realçando as diferentes realidades socioeconômicas presentes na bacia.

5.2.1 Metodologia utilizada

Para a realização do diagnóstico de mortalidade infantil na bacia do Paraíba do Sul foram utilizados dados da pesquisa “Estimativa da mortalidade infantil por microrregiões e municípios”, elaborada pelo Ministério da Saúde e disponibilizada pelo DATASUS. Essa pesquisa estimou a mortalidade infantil para o Brasil, regiões e unidades da Federação nos anos 1989, 1990, 1994 e 1998.

A fim de verificar a distribuição da taxa de mortalidade infantil na bacia do rio Paraíba do Sul foram realizados dois níveis de agregação dessa taxa por Estado e por sub-bacia. No cálculo da taxa de mortalidade infantil por Estado foram considerados os municípios com sede na bacia, totalizando 80 municípios em Minas Gerais, 50 no Rio de Janeiro e 34 em São Paulo. Para evitar distorções na taxa de mortalidade infantil, quando é feita a agregação de municípios, ponderou-se a taxa de mortalidade em relação às populações municipais.

Com respeito à agregação dos dados por sub-bacia, uma vez calculada a taxa de mortalidade para a totalidade do município, foi necessário adotar um critério simplificador, que consistiu na inclusão do município em determinada bacia em função da localização de sua sede. Foram definidas 10 sub-bacias, tomando como base afinidades socioeconômicas e ambientais e a existência de organização em torno da gestão dos recursos hídricos. Depois de agrupados os municípios por sub-bacia, calculou-se a taxa média de mortalidade infantil, por média ponderada, para o ano 1998.

5.2.2 Resultados obtidos

A taxa estimada de mortalidade infantil caiu nos três Estados no período abrangido pela pesquisa. Para o trecho paulista da bacia, no ano de 1998, a média ponderada da taxa de mortalidade infantil ficou abaixo de 20 óbitos de menores de um ano por 1.000 nascidos vivos, considerada baixa pela Organização Mundial de Saúde (OMS). Em relação aos trechos mineiro e fluminense, as taxas de mortalidade infantil, apesar de mais altas, também apresentam tendência decrescente e da mesma magnitude e, segundo os parâmetros utilizados pelo Ministério da Saúde, de intensidade média. A Cúpula Mundial da Criança estabeleceu como meta para o Brasil no ano de 2000 a taxa de 30 óbitos infantis por 1.000 nascidos vivos. Portanto, analisando a taxa de mortalidade para o conjunto da bacia do rio Paraíba do Sul, com base nessa pesquisa, conclui-se que os patamares atuais são satisfatórios ([Figura 5.2.1](#)).

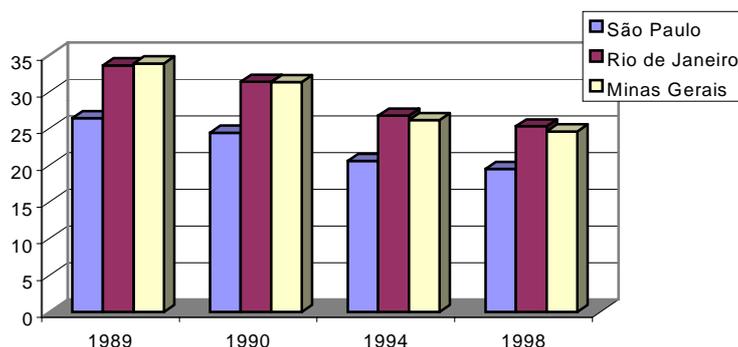


Figura 5.2.1
Taxa estimada de mortalidade infantil na bacia do rio Paraíba do Sul, por média ponderada, apresentada por Estado e por ano (óbitos por 1.000 nascidos vivos)

Ao agrupar as taxas municipais de mortalidade por sub-bacias, observam-se diferenças regionais, ficando a variação entre os dois extremos em torno de 60%.

Como pode ser apresentado na [Figura 5.2.2](#), o trecho paulista da bacia é o que apresenta a menor taxa de mortalidade infantil, o que não significa que todos os 34 municípios analisados possuam taxa de mortalidade infantil abaixo de 20 mortos para cada mil nascidos vivos. Na verdade, como a taxa foi ponderada pela população, os municípios de São José dos Campos, Taubaté e Jacareí, que juntos representam aproximadamente 54% do total populacional desse trecho da bacia, levam a taxa para o patamar de menos de 20 mortos para cada 1.000 nascidos vivos.

Situação oposta ocorre no trecho da foz do rio Paraíba do Sul. Nesse caso, o município de Campos dos Goytacazes, por possuir elevada taxa de mortalidade infantil e representar mais de 75% da população total da região, leva a taxa para o patamar próximo a 33 óbitos por 1.000 nascidos vivos.

A bacia do rio Paraíba do Sul é outro caso que merece comentários. Nessa bacia, apesar de a grande maioria dos municípios apresentar taxa de mortalidade infantil acima de 35 óbitos por 1.000 nascidos vivos, a baixa taxa de mortalidade do município de Juiz de Fora e a sua grande população, mais de 80% do total, contribuem significativamente para a baixa taxa apresentada na bacia.

Quando se observa o conjunto das sub-bacias, constata-se que, a exceção da Foz (taxa mais elevada) e da bacia do rio Paraíba do Sul, as sub-bacias situadas no trecho mineiro apresentam taxas de mortalidade mais altas do que as demais. Em parte isso pode ser justificado pelo predomínio de municípios com economias incipientes de base rural. Em termos gerais, constata-se que os municípios mais industrializados são os que apresentam menores taxas de mortalidade. Esse aspecto provavelmente está relacionado com as características culturais e socioeconômicas das populações. De outro lado, os municípios economicamente mais desenvolvidos também possuem melhor infra-estrutura de saneamento e serviços de saúde, o que contribui para a maior redução da mortalidade infantil.

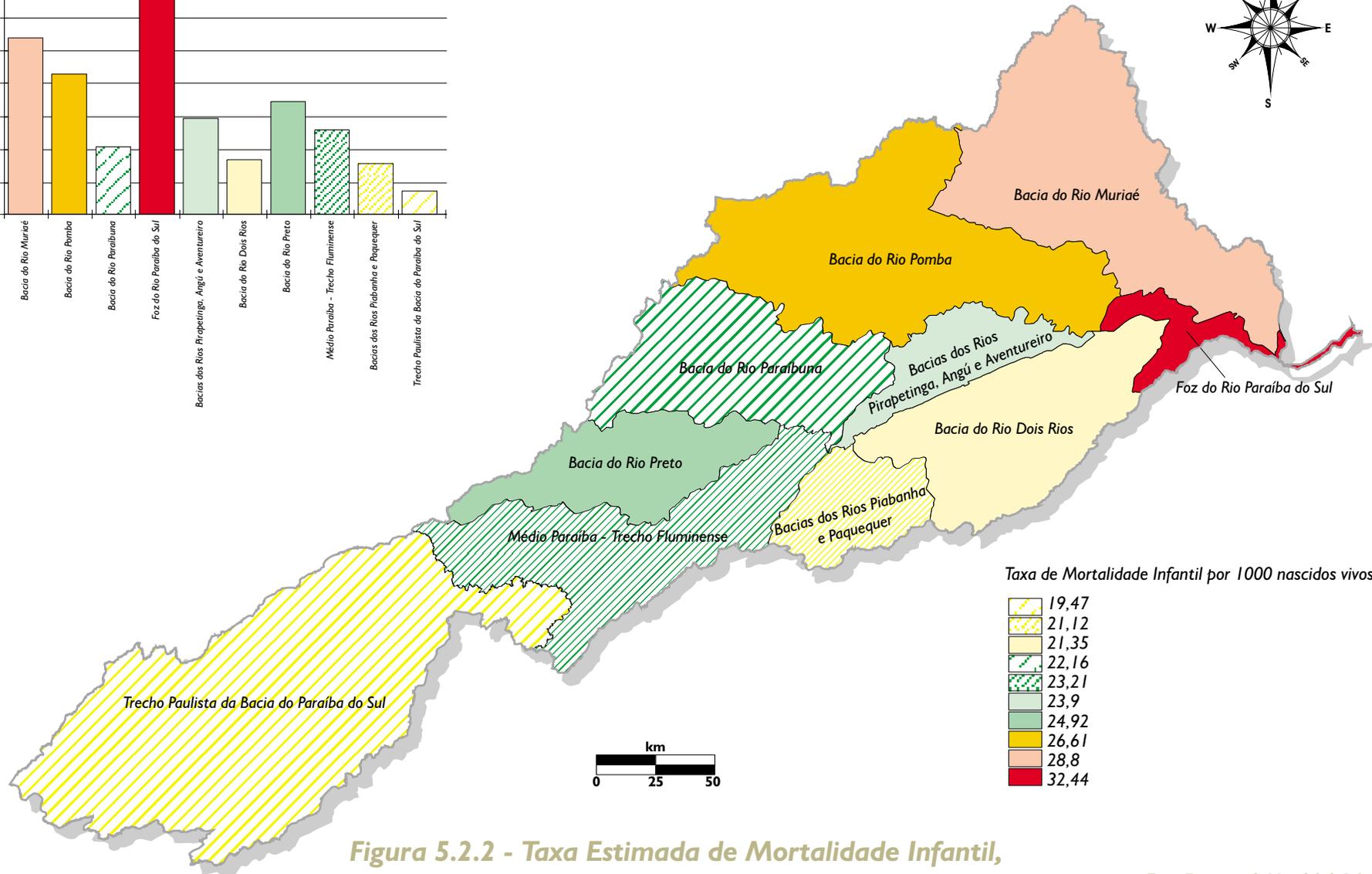
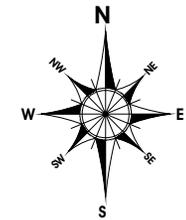
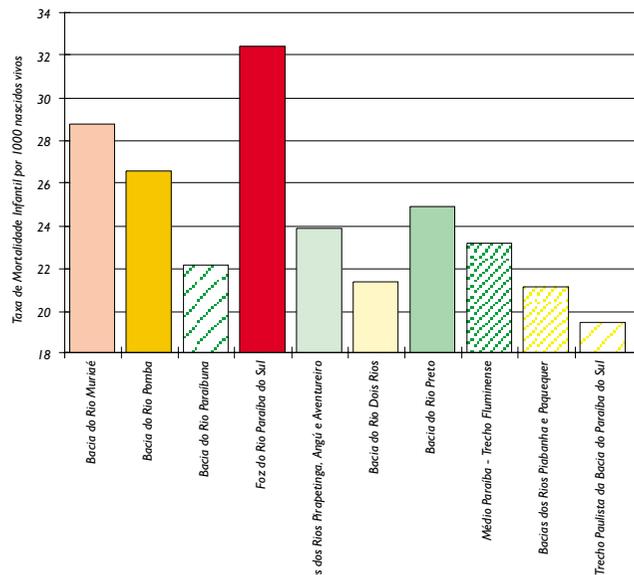


Figura 5.2.2 - Taxa Estimada de Mortalidade Infantil, por média ponderada, agrupada por sub-bacia, para o ano de 1998

Fonte: Estimativa da Mortalidade Infantil por Microregiões e Municípios. Ministério da Saúde - DATASUS

5.3 Morbidade Hospitalar

A morbidade é importante indicador das condições de saúde da população, cujo perfil é fortemente influenciado pelo grau de urbanização, desenvolvimento econômico e outros fatores socioambientais. Nesse sentido, o tipo e frequência do registro de morbidade hospitalar irá diferir significativamente entre municípios com características socioeconômicas distintas. Via de regra, observam-se maiores registros de doenças relacionadas às precárias condições gerais de saneamento em municípios pouco desenvolvidos economicamente ou em áreas de acentuada carência de infra-estrutura básica e baixos níveis de renda, como é o caso de algumas áreas de regiões metropolitanas.

5.3.1 Metodologia utilizada

Os dados de morbidade hospitalar utilizados foram disponibilizados pelo Sistema de Informações Hospitalares do SUS-SIH/SUS, gerido pelo Ministério da Saúde, através da Secretaria de Assistência à Saúde, em conjunto com as secretarias estaduais e as secretarias municipais de saúde - para o caso dos municípios em gestão semiplena –, sendo processados pelo DATASUS (Departamento de Informática do SUS), da Secretaria Executiva da Saúde. Foram utilizados os dados do ano 1999, último período disponível.

Portanto, as informações utilizadas sobre morbidade são provenientes dos registros de internações da rede hospitalar prestadora de serviços ao SUS, não estando incluídas nessas informações sobre registros de atendimentos em outras unidades de saúde. Cabe assinalar que não são fornecidos pelo DATASUS, no caso desses dados, os números absolutos de casos registrados, mas, sim, a distribuição percentual das internações por grupos de causa e sua distribuição por faixa etária.

Devido ao grande número de municípios na bacia foram escolhidos seis municípios, dois por Estado, com diferentes padrões socioeconômicos, selecionados com base na renda *per capita*, com o objetivo de servir de indicador do perfil de morbidade dos municípios da bacia. Em tese, os seis municípios apresentados refletem os dois extremos do perfil de morbidade. De um lado, municípios com economia de base predominantemente industrial e, de outro, municípios com desenvolvimento econômico incipiente, basicamente concentrados em atividades do setor primário da economia.

Os municípios selecionados e as respectivas rendas *per capita* estão apresentados na Tabela 5.3.1:

Tabela 5.3.1 – Renda per capita nos municípios selecionados

Estado	Município	Renda per capita (Salário Mínimo)
São Paulo	São José dos Campos	4,9
	Cunha	1,4
Rio de Janeiro	Volta Redonda	2,6
	São João da Barra	1,5
Minas Gerais	Juiz de Fora	3,3
	Mar de Espanha	1,5

5.3.2 Resultados obtidos

As Tabelas 5.3.2 a 5.3.7 apresentam a distribuição percentual das internações por grupos de causa e faixa etária, no ano de 1999, para os seis municípios previamente selecionados.

Analisando as tabelas, observa-se que o maior percentual de internações, em todos os municípios analisados, está relacionado a gravidez, parto e puerpério, demonstrando que, embora a taxa de crescimento populacional no Brasil venha caindo nos últimos anos, boa parte dos recursos disponibilizados ao SUS têm como objetivo o atendimento à gestante. Observando esse mesmo dado por faixa etária, constata-se que, nos casos de São José dos Campos, Cunha, Volta Redonda e São João da Barra, mais de 70% dos atendimentos se concentram na faixa etária de 15 a 19 anos, evidenciando a precocidade da gravidez e a necessidade de programas específicos voltados para esse grupo etário.

As doenças infecciosas e parasitárias, grupo no qual se situam as enfermidades relacionadas à qualidade do sistema de saneamento, apresentam percentual de internações abaixo de 15% do total de causas de internação. No entanto, ao observar o percentual de internações por faixa etária, percebe-se que entre crianças menores de um ano de idade as doenças infecciosas e parasitárias são uma das principais causas de internação hospitalar. Em relação ao município de Cunha (SP), esse grupo de causas nessa faixa etária representou 33% do total das internações, e um percentual ainda maior ocorreu no município de São João da Barra (RJ), cujas internações atingiram 48% do total, sendo a principal causa de internação.

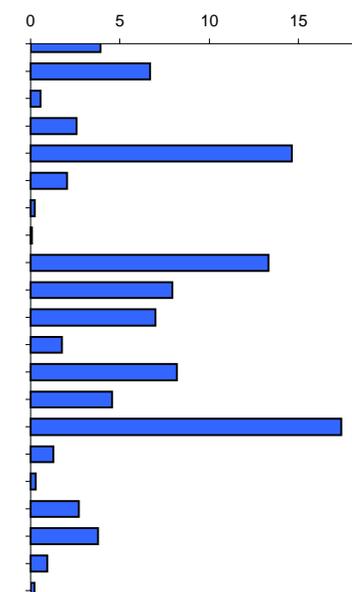
O padrão de internação por doenças infecciosas e parasitárias difere quando são comparados municípios com diferentes padrões de desenvolvimento econômico. Os municípios de Juiz de Fora, São José dos Campos e Volta Redonda apresentam percentual de internações, em todas as faixas etárias, sempre inferiores a 20% do total de grupos de causas; os outros três municípios, por sua vez, apresentam percentuais superiores a 20% na faixa etária até 9 anos de idade.

Do grupo de enfermidades relacionadas ao CID-10 as doenças relacionadas ao aparelho respiratório e circulatório estão entre as mais frequentes, tanto nos municípios mais industrializados como naqueles de base agrícola. O padrão observado é que as doenças relacionadas ao aparelho respiratório são mais frequentes entre a população jovem, até os 9 anos, voltando a aumentar nas faixas etárias acima dos 50 anos, enquanto as doenças relacionadas ao aparelho circulatório aumentam a frequência de internações nas faixas etárias acima dos 50 anos.

Tabela 5.3.2
Município: Juiz de Fora - MG
Distribuição Percentual das Internações por Grupo de Causas e Faixa Etária - CID10
1999

Capítulo CID	Menor 1	1 a 4	5 a 9	10 a 14	15 a 19	20 a 49	50 a 64	65 e mais	60 e mais	Total
I. Algumas doenças infecciosas e parasitárias	11,5	11,4	6,6	5,1	0,9	4,0	2,4	1,6	1,8	3,9
II. Neoplasias (tumores)	0,6	4,2	6,4	5,4	2,4	4,7	11,8	11,8	11,8	6,7
III. Doenças sangue órgãos hemat e transt imunitár	0,5	1,4	1,1	2,8	0,6	0,4	0,5	0,5	0,5	0,6
IV. Doenças endócrinas nutricionais e metabólicas	7,5	9,2	7,3	3,0	0,5	1,2	2,1	3,6	3,4	2,6
V. Transtornos mentais e comportamentais	0,1	0,4	0,1	1,0	6,2	22,9	17,4	4,1	6,0	14,6
VI. Doenças do sistema nervoso	3,9	5,0	4,9	4,3	1,7	1,8	1,3	1,4	1,3	2,0
VII. Doenças do olho e anexos	-	0,6	0,3	0,4	0,1	0,1	0,4	0,5	0,5	0,2
VIII. Doenças do ouvido e da apófise mastóide	0,1	0,5	0,3	0,6	0,1	0,1	0,0	-	0,0	0,1
IX. Doenças do aparelho circulatório	1,4	1,7	1,2	2,5	1,4	7,1	26,1	34,1	33,3	13,3
X. Doenças do aparelho respiratório	34,4	27,1	11,6	4,2	1,7	3,0	7,1	12,5	11,6	7,9
XI. Doenças do aparelho digestivo	5,1	6,2	9,1	10,1	3,4	6,1	9,2	8,8	8,9	7,0
XII. Doenças da pele e do tecido subcutâneo	0,7	2,3	3,7	2,2	1,3	1,3	2,1	2,6	2,5	1,8
XIII. Doenças sist osteomuscular e tec conjuntivo	3,9	15,0	22,1	24,3	7,6	6,9	7,6	7,1	7,2	8,2
XIV. Doenças do aparelho geniturinário	1,5	5,5	10,7	8,3	3,1	4,4	4,7	4,3	4,2	4,6
XV. Gravidez parto e puerpério	-	-	-	5,7	59,8	28,6	0,1	0,0	0,1	17,4
XVI. Algumas afec originadas no período perinatal	26,0	0,3	-	-	0,0	0,0	-	0,0	0,0	1,3
XVII. Malf cong deformid e anomalias cromossômicas	0,6	1,4	1,6	0,5	0,5	0,1	0,1	0,1	0,1	0,3
XVIII. Sint sinais e achad anorm ex clín e laborat	1,5	3,5	4,3	4,9	2,4	2,3	3,1	3,1	3,1	2,7
XIX. Lesões enven e alg out conseq causas externas	0,6	2,9	5,7	10,5	4,8	4,1	3,1	2,9	2,9	3,8
XX. Causas externas de morbidade e mortalidade	0,2	1,1	2,5	3,5	1,3	0,9	0,8	0,7	0,7	0,9
XXI. Contatos com serviços de saúde	0,1	0,4	0,5	0,6	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
CID 10ª Revisão não disponível ou não preenchido	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total	100,0									

Distribuição-todas as idades (%)



Fonte: SIH/SUS

Tabela 5.3.3
Município: Mar de Espanha - MG
Distribuição Percentual das Internações por Grupo de Causas e Faixa Etária - CID10
1999

Capítulo CID	Distribuição-todas as idades (%)										Total	0	5	10	15	20	25	30
	Menor 1	1 a 4	5 a 9	10 a 14	15 a 19	20 a 49	50 a 64	65 e mais	60 e mais									
I. Algumas doenças infecciosas e parasitárias	10,0	19,4	27,3	18,2	13,1	12,9	9,6	8,5	7,6	11,8								
II. Neoplasias (tumores)	-	-	-	9,1	1,6	1,7	0,7	0,5	0,4	1,2								
III. Doenças sangue órgãos hemat e transt imunitár	-	2,8	-	-	-	-	1,5	0,5	0,4	0,5								
IV. Doenças endócrinas nutricionais e metabólicas	15,0	5,6	9,1	9,1	-	2,9	12,5	6,5	8,8	5,7								
V. Transtornos mentais e comportamentais	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-								
VI. Doenças do sistema nervoso	-	-	-	-	-	0,3	-	-	-	0,1								
VII. Doenças do olho e anexos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-								
VIII. Doenças do ouvido e da apófise mastóide	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-								
IX. Doenças do aparelho circulatório	-	-	-	-	3,3	10,0	32,4	53,8	51,8	22,8								
X. Doenças do aparelho respiratório	65,0	41,7	27,3	9,1	4,9	8,6	19,1	22,6	21,5	16,5								
XI. Doenças do aparelho digestivo	-	22,2	9,1	27,3	3,3	6,9	14,0	3,5	5,6	7,8								
XII. Doenças da pele e do tecido subcutâneo	-	-	-	-	-	1,1	1,5	0,5	0,4	0,9								
XIII. Doenças sist osteomuscular e tec conjuntivo	-	-	9,1	-	-	1,4	0,7	0,5	0,4	1,0								
XIV. Doenças do aparelho geniturinário	-	5,6	18,2	-	3,3	4,9	4,4	1,0	1,2	3,8								
XV. Gravidez parto e puerpério	-	-	-	27,3	67,2	46,9	-	-	-	25,2								
XVI. Algumas afec originadas no período perinatal	5,0	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1								
XVII. Malf cong deformid e anomalias cromossômicas	5,0	-	-	-	-	0,3	0,7	-	-	0,4								
XVIII. Sint sinais e achad anorm ex clín e laborat	-	-	-	-	-	0,9	2,2	1,5	1,6	1,1								
XIX. Lesões enven e alg out conseq causas externas	-	2,8	-	-	3,3	1,4	0,7	0,5	0,4	1,2								
XX. Causas externas de morbidade e mortalidade	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-								
XXI. Contatos com serviços de saúde	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-								
CID 10ª Revisão não disponível ou não preenchido	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-								
Total	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0								

Fonte: SIH/SUS

Tabela 5.3.4
Município: São José dos Campos - SP
Distribuição Percentual das Internações por Grupo de Causas e Faixa Etária - CID10
1999

Capítulo CID	Menor 1	1 a 4	5 a 9	10 a 14	15 a 19	20 a 49	50 a 64	65 e mais	60 e mais	Total	Distribuição-todas as idades (%)
I. Algumas doenças infecciosas e parasitárias	7,1	13,6	9,7	5,1	0,9	5,9	2,8	1,9	1,9	5,3	5,3
II. Neoplasias (tumores)	0,3	1,1	1,2	1,1	0,4	2,4	7,8	6,9	7,4	3,1	3,1
III. Doenças sangue órgãos hemat e transt imunitár	0,7	1,2	2,3	1,9	0,3	0,2	0,6	0,9	0,8	0,5	0,5
IV. Doenças endócrinas nutricionais e metabólicas	3,5	2,2	3,9	3,2	0,4	1,2	6,0	6,8	6,7	2,6	2,6
V. Transtornos mentais e comportamentais	-	-	0,1	0,6	5,3	20,6	17,7	3,6	5,7	13,3	13,3
VI. Doenças do sistema nervoso	2,1	2,8	3,3	2,7	0,6	1,0	2,2	3,6	3,3	1,7	1,7
VII. Doenças do olho e anexos	0,1	0,4	0,4	0,2	-	0,1	0,0	0,3	0,2	0,1	0,1
VIII. Doenças do ouvido e da apófise mastóide	0,6	0,3	0,5	0,8	0,0	0,0	-	0,1	0,1	0,1	0,1
IX. Doenças do aparelho circulatório	1,4	0,5	0,8	2,1	0,4	3,6	22,0	28,7	28,2	7,8	7,8
X. Doenças do aparelho respiratório	33,1	40,3	24,6	13,0	2,4	3,0	10,5	18,3	16,7	10,6	10,6
XI. Doenças do aparelho digestivo	4,2	9,9	14,1	13,0	2,4	5,7	12,4	9,9	10,6	7,2	7,2
XII. Doenças da pele e do tecido subcutâneo	0,9	3,1	4,7	5,1	0,5	0,5	1,0	1,0	1,1	1,0	1,0
XIII. Doenças sist osteomuscular e tec conjuntivo	0,2	1,6	3,1	4,6	1,0	1,1	1,8	1,3	1,3	1,3	1,3
XIV. Doenças do aparelho geniturinário	1,5	6,1	10,6	9,7	2,1	3,4	6,9	5,8	6,0	4,3	4,3
XV. Gravidez parto e puerpério	0,1	-	-	14,1	74,1	42,8	0,1	-	0,0	28,8	28,8
XVI. Algumas afec originadas no período perinatal	37,8	7,7	-	0,2	0,1	0,0	-	-	-	2,8	2,8
XVII. Malf cong deformid e anomalias cromossômicas	2,1	1,6	2,6	2,5	0,3	0,1	0,1	0,1	0,1	0,5	0,5
XVIII. Sint sinais e achad anorm ex clín e laborat	1,1	1,7	3,2	1,3	0,3	1,0	1,7	2,3	2,3	1,3	1,3
XIX. Lesões enven e alg out conseq causas externas	1,8	3,9	12,5	15,2	6,9	5,9	4,4	7,4	6,3	6,1	6,1
XX. Causas externas de morbidade e mortalidade	0,2	0,2	0,2	0,2	0,0	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1
XXI. Contatos com serviços de saúde	1,4	1,8	2,3	3,4	1,6	1,5	1,8	1,2	1,3	1,6	1,6
CID 10ª Revisão não disponível ou não preenchido	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total	100,0										

Fonte: SIH/SUS

Tabela 5.3.5
Município: Cunha - SP
Distribuição Percentual das Internações por Grupo de Causas e Faixa Etária - CID10
1999

Capítulo CID	Menor 1	1 a 4	5 a 9	10 a 14	15 a 19	20 a 49	50 a 64	65 e mais	60 e mais	Total	Distribuição - Todas as idades (%)
I. Algumas doenças infecciosas e parasitárias	33,3	14,8	19,6	2,3	1,2	2,1	1,8	1,6	1,3	5,0	5,0
II. Neoplasias (tumores)	-	-	-	-	-	0,6	-	0,6	0,5	0,4	0,4
III. Doenças sangue órgãos hemat e transt imunitár	-	-	-	-	0,6	1,0	2,8	2,5	2,8	1,3	1,3
IV. Doenças endócrinas nutricionais e metabólicas	4,3	3,3	2,2	9,3	1,2	3,0	14,7	13,7	14,5	6,6	6,6
V. Transtornos mentais e comportamentais	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
VI. Doenças do sistema nervoso	-	1,6	4,4	-	-	1,5	1,8	1,6	1,5	1,4	1,4
VII. Doenças do olho e anexos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
VIII. Doenças do ouvido e da apófise mastóide	-	0,8	-	-	-	-	-	-	-	0,1	0,1
IX. Doenças do aparelho circulatório	-	0,8	-	-	0,6	5,2	20,2	29,6	27,8	10,5	10,5
X. Doenças do aparelho respiratório	52,7	60,7	41,3	27,9	5,0	7,6	22,0	20,3	21,8	19,5	19,5
XI. Doenças do aparelho digestivo	-	7,4	10,9	7,0	4,4	5,8	12,8	10,0	10,0	7,4	7,4
XII. Doenças da pele e do tecido subcutâneo	-	-	-	7,0	0,6	1,2	0,5	1,6	1,3	1,1	1,1
XIII. Doenças sist osteomuscular e tec conjuntivo	-	0,8	-	-	0,6	3,0	2,8	3,4	3,8	2,3	2,3
XIV. Doenças do aparelho geniturinário	-	1,6	2,2	7,0	2,5	9,6	8,7	4,1	4,8	6,3	6,3
XV. Gravidez parto e puerpério	-	-	-	14,0	70,2	50,6	-	-	-	27,4	27,4
XVI. Algumas afec originadas no período perinatal	6,5	-	-	-	-	-	-	-	-	0,4	0,4
XVII. Malf cong deformid e anomalias cromossômicas	1,1	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	0,1
XVIII. Sint sinais e achad anorm ex clín e laborat	1,1	3,3	4,4	9,3	8,1	4,3	3,2	3,7	3,5	4,3	4,3
XIX. Lesões enven e alg out conseq causas externas	1,1	4,9	15,2	16,3	5,0	4,3	7,8	6,5	5,8	5,7	5,7
XX. Causas externas de morbidade e mortalidade	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
XXI. Contatos com serviços de saúde	-	-	-	-	-	0,2	0,9	0,9	0,8	0,4	0,4
CID 10ª Revisão não disponível ou não preenchido	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total	100,0										

Fonte: SIH/SUS

Tabela 5.3.6
Município: Volta Redonda - RJ
Distribuição Percentual das Internações por Grupo de Causas e Faixa Etária - CID10
1999

Capítulo CID	Menor 1	1 a 4	5 a 9	10 a 14	15 a 19	20 a 49	50 a 64	65 e mais	60 e mais	Total	Distribuição-todas as idades (%)
I. Algumas doenças infecciosas e parasitárias	8,9	16,3	13,4	7,9	1,2	2,4	3,5	3,4	3,4	4,4	4,4
II. Neoplasias (tumores)	0,4	0,3	0,7	1,8	0,1	1,8	2,5	1,6	1,6	1,5	1,5
III. Doenças sangue órgãos hemat e transt imunitár	0,7	1,0	1,5	1,3	0,5	0,9	1,8	2,5	2,2	1,2	1,2
IV. Doenças endócrinas nutricionais e metabólicas	2,5	2,4	2,1	2,9	0,5	1,9	7,0	5,3	5,7	2,9	2,9
V. Transtornos mentais e comportamentais	-	0,1	0,2	0,9	2,1	8,4	6,6	0,8	1,7	5,1	5,1
VI. Doenças do sistema nervoso	1,2	3,5	2,2	1,1	0,5	2,1	5,1	8,7	8,0	3,2	3,2
VII. Doenças do olho e anexos	0,2	0,5	0,2	0,9	0,1	0,1	0,1	-	-	0,1	0,1
VIII. Doenças do ouvido e da apófise mastóide	0,3	0,7	0,7	0,7	-	0,0	-	-	-	0,1	0,1
IX. Doenças do aparelho circulatório	0,3	0,4	0,9	2,2	0,8	5,8	27,0	30,1	29,8	9,9	9,9
X. Doenças do aparelho respiratório	34,0	41,5	28,3	13,4	2,7	5,4	14,1	22,0	20,7	13,7	13,7
XI. Doenças do aparelho digestivo	4,6	12,4	16,8	16,3	3,3	7,0	12,5	10,0	10,8	8,5	8,5
XII. Doenças da pele e do tecido subcutâneo	0,7	1,6	1,4	1,8	0,5	0,7	0,5	0,4	0,4	0,7	0,7
XIII. Doenças sist osteomuscular e tec conjuntivo	0,3	0,7	1,4	3,7	0,4	1,1	1,1	0,6	0,7	1,0	1,0
XIV. Doenças do aparelho geniturinário	2,7	11,5	18,3	16,7	3,9	12,0	11,7	8,9	9,5	10,5	10,5
XV. Gravidez parto e puerpério	-	-	-	9,3	77,8	43,3	-	-	-	27,5	27,5
XVI. Algumas afec originadas no período perinatal	39,6	0,9	-	0,4	0,2	0,1	0,1	-	0,0	2,9	2,9
XVII. Malf cong deformid e anomalias cromossômicas	1,8	1,1	1,5	0,9	0,3	0,3	0,4	0,3	0,3	0,5	0,5
XVIII. Sint sinais e achad anorm ex clín e laborat	0,3	1,2	0,5	0,4	0,2	0,3	0,3	0,5	0,4	0,4	0,4
XIX. Lesões enven e alg out conseq causas externas	1,2	2,8	8,9	16,5	4,6	5,9	5,3	4,6	4,5	5,4	5,4
XX. Causas externas de morbidade e mortalidade	-	0,2	0,2	0,2	0,1	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1
XXI. Contatos com serviços de saúde	0,6	0,9	1,0	0,7	0,2	0,4	0,3	0,4	0,3	0,4	0,4
CID 10ª Revisão não disponível ou não preenchido	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total	100,0										

Fonte: SIH/SUS

Tabela 5.3.7
Município: São João da Barra - RJ
Distribuição Percentual das Internações por Grupo de Causas e Faixa Etária - CID10
1999

Capítulo CID	1999										Total	Distribuição-todas as idades (%)
	Menor 1	1 a 4	5 a 9	10 a 14	15 a 19	20 a 49	50 a 64	65 e mais	60 e mais	60 e mais		
I. Algumas doenças infecciosas e parasitárias	47,8	17,3	22,2	7,1	-	2,6	9,4	8,0	7,6	7,8	7,8	7,8
II. Neoplasias (tumores)	-	-	-	-	-	1,0	-	-	-	0,4	0,4	0,4
III. Doenças sangue órgãos hemat e transt imunitár	-	-	-	-	-	-	0,9	0,9	0,6	0,3	0,3	0,3
IV. Doenças endócrinas nutricionais e metabólicas	-	9,6	-	14,3	2,7	4,6	18,0	8,0	11,5	7,7	7,7	7,7
V. Transtornos mentais e comportamentais	-	-	-	-	-	-	0,9	-	-	0,2	0,2	0,2
VI. Doenças do sistema nervoso	-	-	-	-	-	8,9	10,3	4,4	6,4	6,5	6,5	6,5
VII. Doenças do olho e anexos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
VIII. Doenças do ouvido e da apófise mastóide	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IX. Doenças do aparelho circulatório	-	-	-	-	2,7	2,0	22,2	23,0	22,9	8,7	8,7	8,7
X. Doenças do aparelho respiratório	43,5	65,4	50,0	14,3	10,8	12,5	17,1	30,1	26,8	22,3	22,3	22,3
XI. Doenças do aparelho digestivo	-	-	5,6	7,1	-	5,3	10,3	3,5	5,1	5,0	5,0	5,0
XII. Doenças da pele e do tecido subcutâneo	-	-	5,6	14,3	-	1,0	2,6	3,5	3,2	1,9	1,9	1,9
XIII. Doenças sist osteomuscular e tec conjuntivo	-	-	-	-	-	2,0	0,9	3,5	2,6	1,6	1,6	1,6
XIV. Doenças do aparelho geniturinário	8,7	7,7	5,6	21,4	5,4	18,2	5,1	10,6	8,9	12,6	12,6	12,6
XV. Gravidez parto e puerpério	-	-	-	14,3	78,4	40,3	-	-	-	22,6	22,6	22,6
XVI. Algumas afec originadas no período perinatal	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
XVII. Malf cong deformid e anomalias cromossômicas	-	-	-	-	-	1,0	0,9	1,8	1,9	0,9	0,9	0,9
XVIII. Sint sinais e achad anorm ex clín e laborat	-	-	5,6	-	-	0,3	-	0,9	0,6	0,4	0,4	0,4
XIX. Lesões enven e alg out conseq causas externas	-	-	5,6	7,1	-	0,3	1,7	1,8	1,9	1,0	1,0	1,0
XX. Causas externas de morbidade e mortalidade	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
XXI. Contatos com serviços de saúde	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CID 10ª Revisão não disponível ou não preenchido	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total	100,0											

Fonte: SIH/SUS

5.4 Conclusão

Os resultados apresentados evidenciam um quadro de saúde com significativas diferenças regionais nas taxas de mortalidade infantil e de morbidade na bacia do rio Paraíba do Sul.

Em geral, observa-se forte co-relação entre o nível de desenvolvimento econômico municipal e o perfil de saúde, de tal forma que os municípios com maior nível de desenvolvimento econômico de base industrial e de serviços especializados apresentam menores taxas de mortalidade infantil e menores percentuais de internações relacionadas às doenças infecciosas e parasitárias. Por outro lado, os piores índices são observados nos municípios de economia incipiente, mormente de base agrícola.

São muitos os fatores que poderiam ser relacionados a esse padrão de saúde, e daí consistem as dificuldades em estabelecerem-se relações de causa e efeito entre o perfil epidemiológico de populações e as condições de saneamento básico. Segundo HELLER (1997), citando BRISCOE (1987), em meados da década de 1970 predominava a visão de que avanços na área de abastecimento de água e de esgotamento sanitário nos países em desenvolvimento resultariam na redução das taxas de mortalidade, a exemplo do ocorrido nos países industrializados no século passado. No entanto, a política para a área de saúde, emanada dos órgãos internacionais de fomento a partir daí, excluiu tais intervenções dos programas de atenção primária à saúde. Essa deliberação baseou-se no falacioso argumento de que o custo de cada disfunção infantil, prevenida por meio de abastecimento de água e esgotamento sanitário, configura-se muito superior ao custo correspondente ao de outras medidas de atenção primária, como a terapia de reidratação oral, vacinas e o aleitamento materno, dentre outras.

A partir da década de 1980 vários estudos foram desenvolvidos, buscando formular mais rigorosamente os mecanismos responsáveis pelo comprometimento das condições de saúde das populações, na ausência de condições adequadas de saneamento.

O debate atual sobre saúde pública recupera a importância das ações de saneamento ambiental, entendida aqui de forma mais ampla do que apenas serviços de abastecimento de água e tratamento de esgoto. No entanto, ao fazê-lo, recoloca o debate no direito do cidadão por um ambiente saudável e ecologicamente equilibrado. Controvérsias à parte, há avanços indiscutíveis nos indicadores de saúde relacionados às condições de saneamento. Na bacia do rio Paraíba do Sul, em relação à mortalidade infantil, os municípios que alcançaram melhores níveis de desenvolvimento econômico, apesar de não terem solucionado seus problemas de saneamento ambiental, já apresentam níveis satisfatórios de mortalidade infantil. Além disso, contudo, é necessário reduzir as taxas atuais em vários municípios, e, nesse sentido, as ações de saneamento que vierem a ser implantadas darão sua contribuição. No entanto, deve-se ter em mente que as ações de saneamento eliminam apenas parte das múltiplas vias de transmissão de determinada doença e, portanto, não devem ser descuidadas outras medidas preventivas e de atendimento às populações.

6 DISPONIBILIDADES, USOS E DEMANDAS HÍDRICAS

Os estudos sobre disponibilidade, usos e demandas hídricas são apresentados de forma detalhada nos Capítulos 2 e 3 do Volume 3, deste PRH. O texto seguinte constitui-se em uma síntese dos referidos estudos e foca, primordialmente, os resultados alcançados de forma a possibilitar ao leitor uma visão rápida e sintética das disponibilidades, usos e demandas hídricas atuais da bacia, referidas, ao todo, a doze unidades hidrográficas, como indicado na [Figura 6.1](#) da página seguinte.

6.1 Águas Superficiais

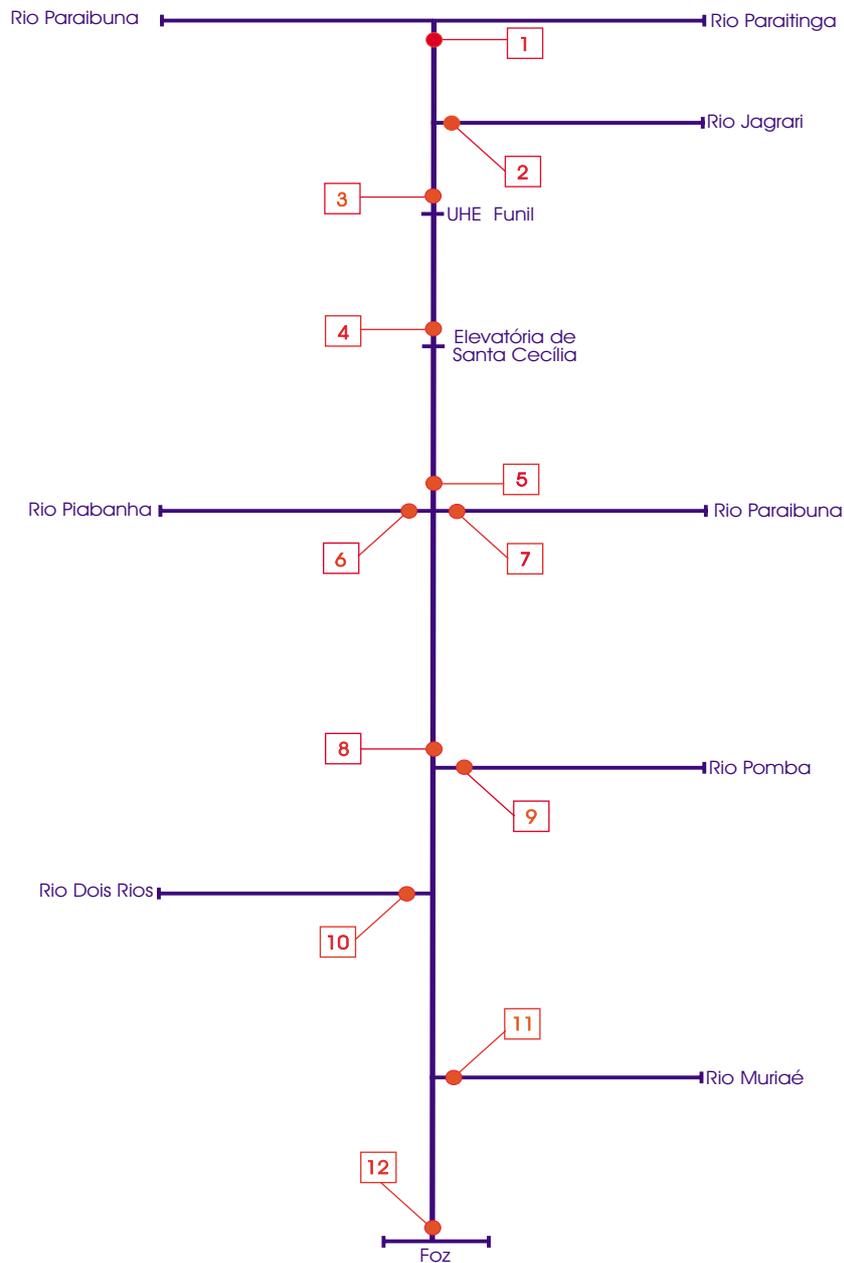
Os estudos sobre disponibilidade hídrica das águas superficiais na bacia basearam-se na análise das séries históricas de vazões de 199 estações fluviométricas. As disponibilidades foram obtidas a partir das equações definidas nos estudos de regionalização hidrológica de vazões médias de longo período, MLT, e de vazões com 95% de permanência no tempo, Q95%.

Os valores das disponibilidades apresentados na [Tabela 6.1.1](#) foram calculados para todos os locais de interesse a partir das equações de regionalização, inclusive para aqueles correspondentes às estações fluviométricas com séries históricas.

Tabela 6.1.1 – Vazões com Permanência de 95% no Tempo e Vazões Médias de Longo Período

Locais	Área de drenagem (km ²)	Q95% m ³ /s	q95% (l/s.km ²)	QMLT m ³ /s	qMLT (l/s.km ²)
Rio Paraíba do Sul a Jusante dos Rios Paraibuna e Paraitinga	4.263	29,74	6,98	71,23	16,71
Foz do Rio Jaguari	1.800	15,56	8,64	30,71	17,06
Rio Paraíba do Sul a Montante de Funil	12.982	131,13	10,10	229,12	17,65
Rio Paraíba do Sul a Montante Santa Cecília	16.616	195,19	11,75	279,57	16,83
Rio Paraíba do Sul a Montante da Confluência dos Rios Piabanha e Paraibuna	19.494	79,40	4,07	177,27	9,09
Foz do Rio Piabanha	2.065	11,10	5,37	34,95	16,92
Foz do Rio Paraibuna	8.558	77,02	9,00	184,31	21,54
Rio Paraíba do Sul a Montante da Confluência do Rio Pomba	34.410	198,77	5,78	414,00	12,03
Foz do Rio Pomba	8.616	50,22	5,83	134,63	15,63
Foz do Rio Dois Rios	3.169	16,75	5,29	38,94	12,29
Foz do Rio Muriaé	8.162	28,79	3,53	128,22	15,71
Foz Paraíba do Sul	56.600	311,85	5,51	870,22	15,37

Figura : 6.1
Localização das Seções de Cálculo das Disponibilidades e Demandas Hídricas das Sub-bacias



- 1 - Rio Paraíba do Sul a Jusante dos rios Paraíba/Paraitinga
- 2 - Foz do Rio Jaguari
- 3 - Rio Paraíba do Sul a Montante de Funil
- 4 - Rio Paraíba do Sul a Montante de Santa Cecília
- 5 - Rio Paraíba do Sul a Montante da Confluência dos rios Paraíba e Piabanha
- 6 - Foz do Rio Piabanha
- 7 - Foz do Rio Paraíba
- 8 - Rio Paraíba do Sul a Montante da Confluência com o rio Pomba
- 9 - Foz do Rio Pomba
- 10 - Foz do Rio Dois Rios
- 11 - Foz do Rio Muriaé
- 12 - Foz do Rio Paraíba do Sul

6.1.1 Aspectos Quantitativos

6.1.1.1 Climatologia geral e precipitação média na bacia

A bacia do rio Paraíba do Sul apresenta clima tropical com temperatura média anual que oscila entre 18^o C e 24^o C. As mais altas temperaturas ocorrem na região de Itaperuna, na bacia do rio Muriaé, com média das máximas situada em torno de 32^oC.

O regime de chuvas é caracterizado por um período seco, que se estende de junho a setembro, e um período muito chuvoso, que abrange os meses de novembro a janeiro, quando ocorrem as grandes cheias do rio Paraíba do Sul.

Os valores médios anuais de precipitação na bacia foram caracterizados no mapa de isoietas elaborado pela CPRM (Figura 6.1.1). A conformação espacial das isoietas mostra que elas acompanham o relevo, indicando que o efeito orográfico é determinante para a gênese das chuvas na região. A razão para a ocorrência de maiores valores e diferenças na região da serra do Mar reside em que, além do efeito orográfico, há a penetração de ar úmido proveniente do oceano.

Com relação às chuvas intensas, a CPRM elaborou um estudo que foi consubstanciado na publicação "Estudo de Chuvas Intensas no Estado do Rio de Janeiro – CPRM - 2001". Nessa publicação o Estado do Rio de Janeiro foi dividido em quatro regiões homogêneas para chuvas intensas, conforme mostrado na Figura 6.1.2 (CPRM, 2001).

Com base na definição das 4 regiões homogêneas, as relações IDF válidas para o Estado do Rio de Janeiro resultantes são:

$$\begin{aligned} \text{Região 1: } \hat{i}_{T,d,j} &= 44,888d^{-0,385} P_j^{0,244} \mu_{T,d} \text{ para } T \leq 100 \text{ e } 5\text{min} \leq d < 1\text{h} \\ \hat{i}_{T,d,j} &= 81,432d^{-0,771} P_j^{0,371} \mu_{T,d} \text{ para } T \leq 100 \text{ e } 1\text{h} \leq d \leq 24\text{h} \end{aligned}$$

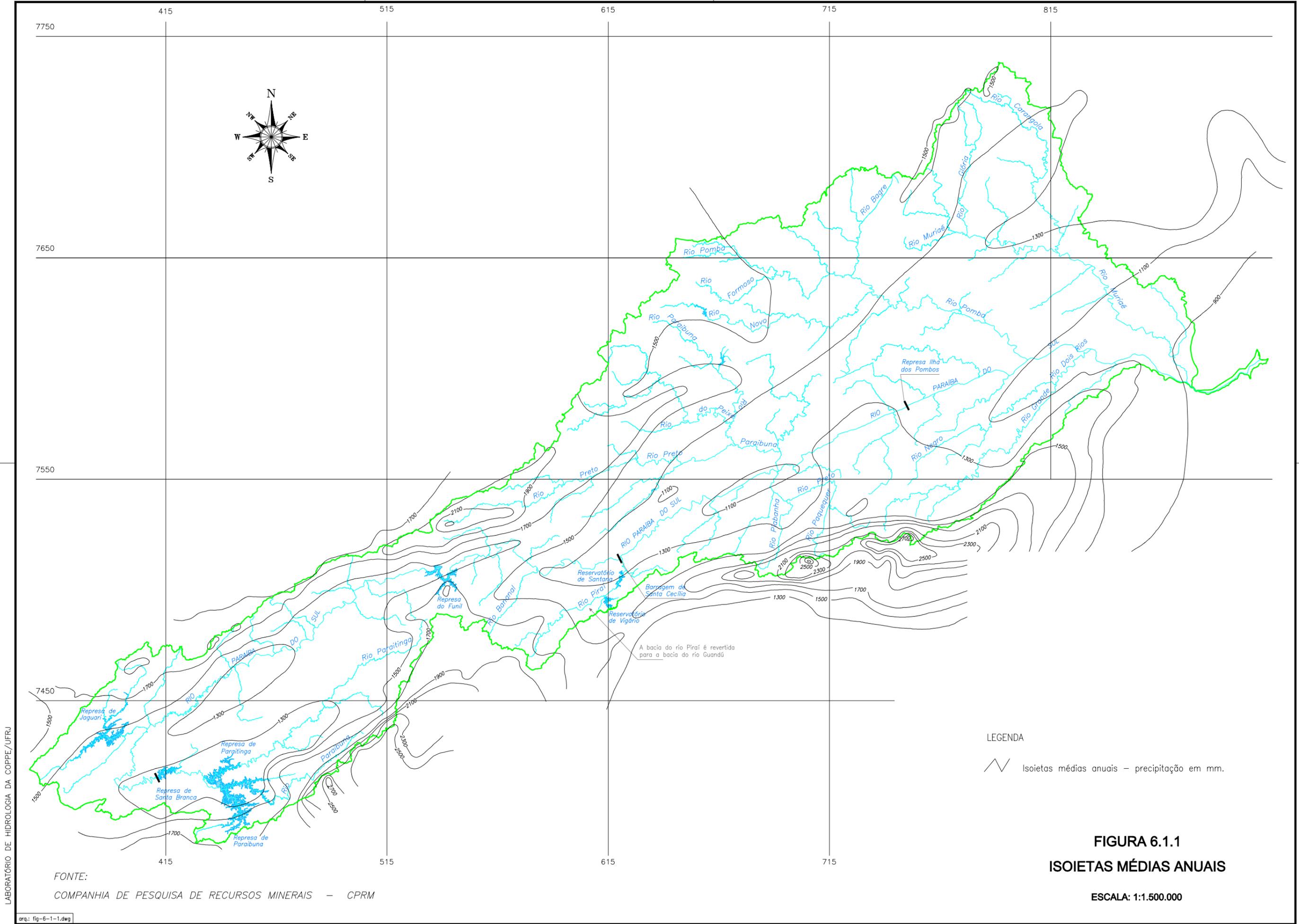
$$\begin{aligned} \text{Região 2: } \hat{i}_{T,d,j} &= 39,445d^{-0,339} P_j^{0,234} \mu_{T,d} \text{ para } T \leq 100 \text{ e } 5\text{min} \leq d < 1\text{h} \\ \hat{i}_{T,d,j} &= 16,204d^{-0,761} P_j^{0,564} \mu_{T,d} \text{ para } T \leq 100 \text{ e } 1\text{h} \leq d \leq 24\text{h} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Região 3: } \hat{i}_{T,d,j} &= 36,301d^{-0,392} P_j^{0,276} \mu_{T,d} \text{ para } T \leq 100 \text{ e } 5\text{min} \leq d < 1\text{h} \\ \hat{i}_{T,d,j} &= 85,264d^{-0,789} P_j^{0,367} \mu_{T,d} \text{ para } T \leq 100 \text{ e } 1\text{h} \leq d \leq 24\text{h} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Região 4: } \hat{i}_{T,d,j} &= 44,888d^{-0,385} P_j^{0,244} \mu_{T,d} \text{ para } T \leq 100 \text{ e } 5\text{min} \leq d < 1\text{h} \\ \hat{i}_{T,d,j} &= 81,432d^{-0,771} P_j^{0,371} \mu_{T,d} \text{ para } T \leq 100 \text{ e } 1\text{h} \leq d \leq 24\text{h} \end{aligned}$$

onde:

- $\hat{i}_{T,d,j}$ é a estimativa da intensidade da chuva de duração d associado a um período de retorno T em um local j dentro de uma região homogênea do Estado do Rio de Janeiro (mm/h)
- d é a duração da precipitação (min)
- P_j é a precipitação média anual (mm) no local j , dentro de cada região homogênea. Para locais que não possuem estações pluviométricas e pluviográficas, os valores de P_j podem ser obtidos a partir do mapa isoietal
- $\mu_{T,d}$ é o quantil adimensional regional



LEGENDA

 Isoietas médias anuais – precipitação em mm.

FIGURA 6.1.1
ISOIETAS MÉDIAS ANUAIS
 ESCALA: 1:1.500.000

FONTE:
 COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS – CPRM

LABORATÓRIO DE HIDROLOGIA DA COPPE/UFRJ

arq.: fig-6-1-1.dwg

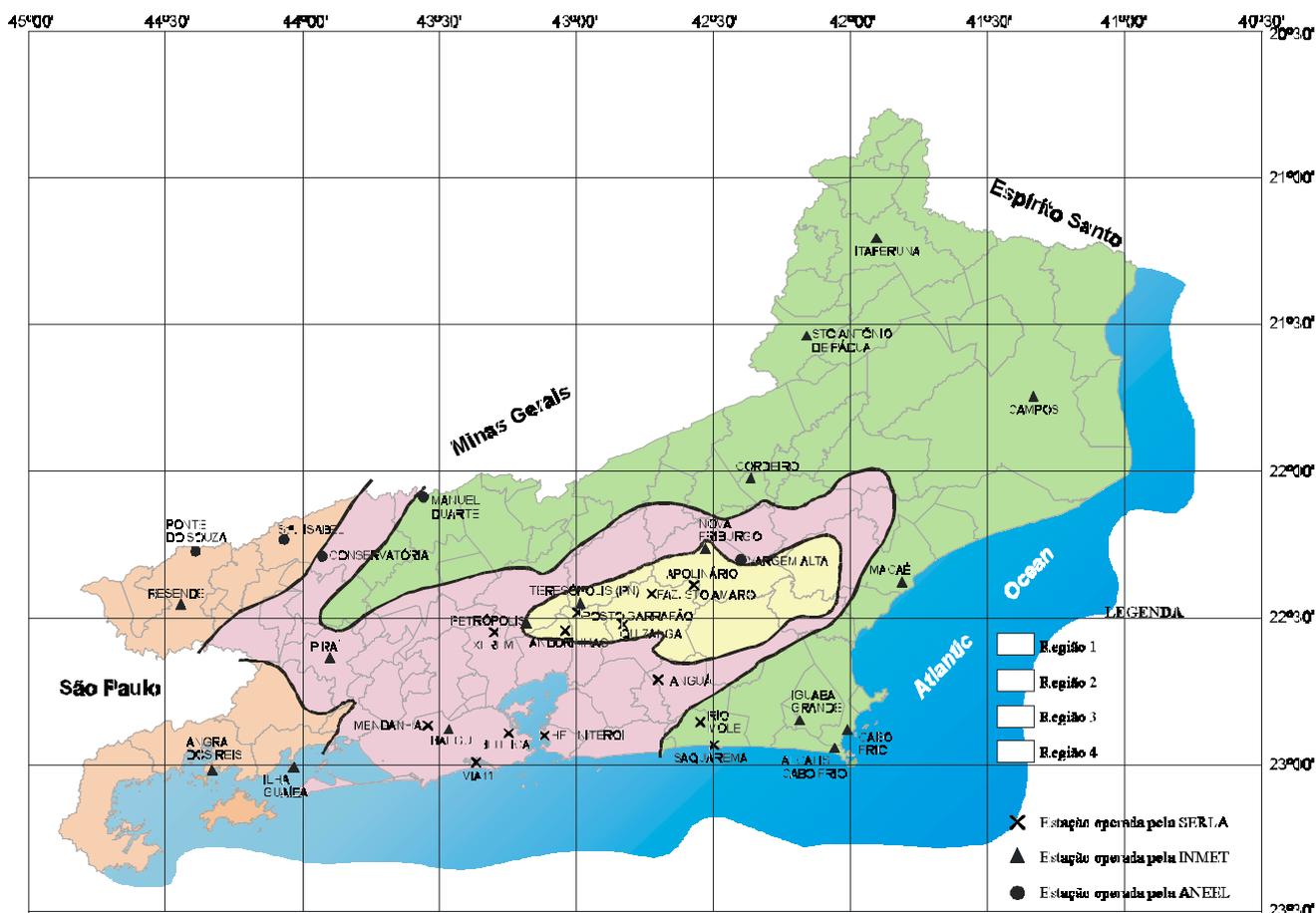


Figura 6.1.2 – Regiões Homogêneas de Chuvas Intensas

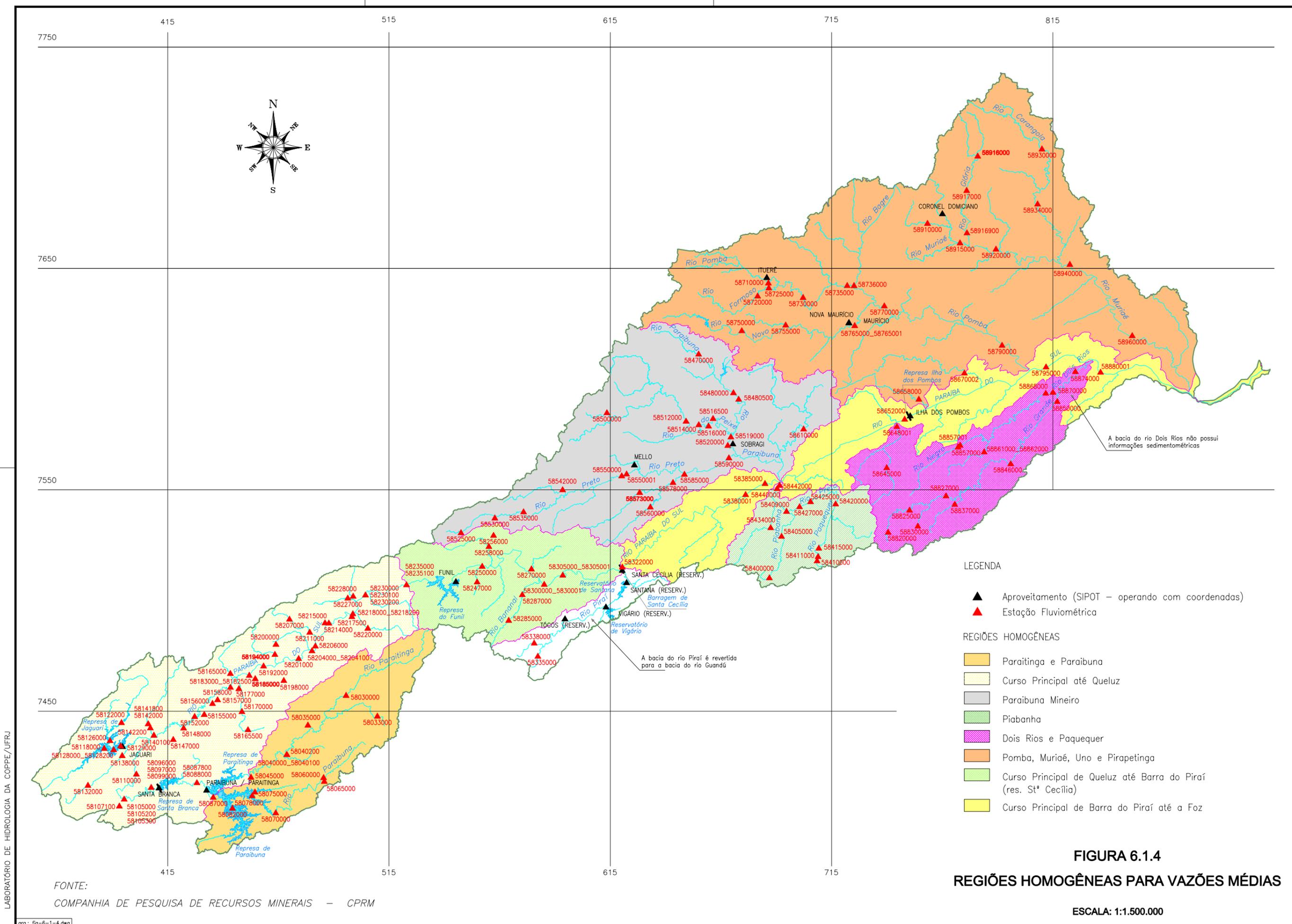
6.1.1.2 Análise das Informações Disponíveis no Banco de Dados Hidro

A Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) possui um banco de dados, denominado Hidro. Existem, cadastrados no Hidro, 508 postos na bacia do rio Paraíba do Sul, porém, apenas 199 possuem séries de vazões diárias disponibilizadas, cuja localização está apresentada na Figura 6.1.3.

6.1.1.3 Regionalização de Vazões

Os estudos de regionalização das vazões médias da bacia do rio Paraíba do Sul foram desenvolvidos pela CPRM e permitiram a definição de 8 regiões consideradas hidrológica e estatisticamente homogêneas, delimitadas na Figura 6.1.4 e descritas a seguir:

- bacias dos rios Paraibuna e Paraitinga;
- curso principal até UHE Funil e afluentes das margens esquerda e direita;
- bacia do rio Paraibuna - trecho mineiro;
- bacia do rio Piabanha;
- bacias dos rios Dois Rios e Paquequer;
- bacia dos rios Pomba e Muriaé;
- curso principal da UHE Funil até o reservatório da UEL Santa Cecília;
- curso principal a jusante da UEL Santa Cecília até a foz.



LEGENDA

- ▲ Aproveitamento (SIPOT – operando com coordenadas)
- ▲ Estação Fluviométrica

REGIÕES HOMOGÊNEAS

- Paraitinga e Paraíba
- Curso Principal até Queluz
- Paraibuna Mineiro
- Piabanha
- Dois Rios e Paquequer
- Pomba, Muriaé, Uno e Pirapetinga
- Curso Principal de Queluz até Barra do Pirai (res. Stª Cecília)
- Curso Principal de Barra do Pirai até a Foz

FONTE:
 COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS – CPRM

FIGURA 6.1.4
REGIÕES HOMOGÊNEAS PARA VAZÕES MÉDIAS

ESCALA: 1:1.500.000

LABORATÓRIO DE HIDROLOGIA DA COPPE/UFRJ

arq.: fig-6-1-4.dwg

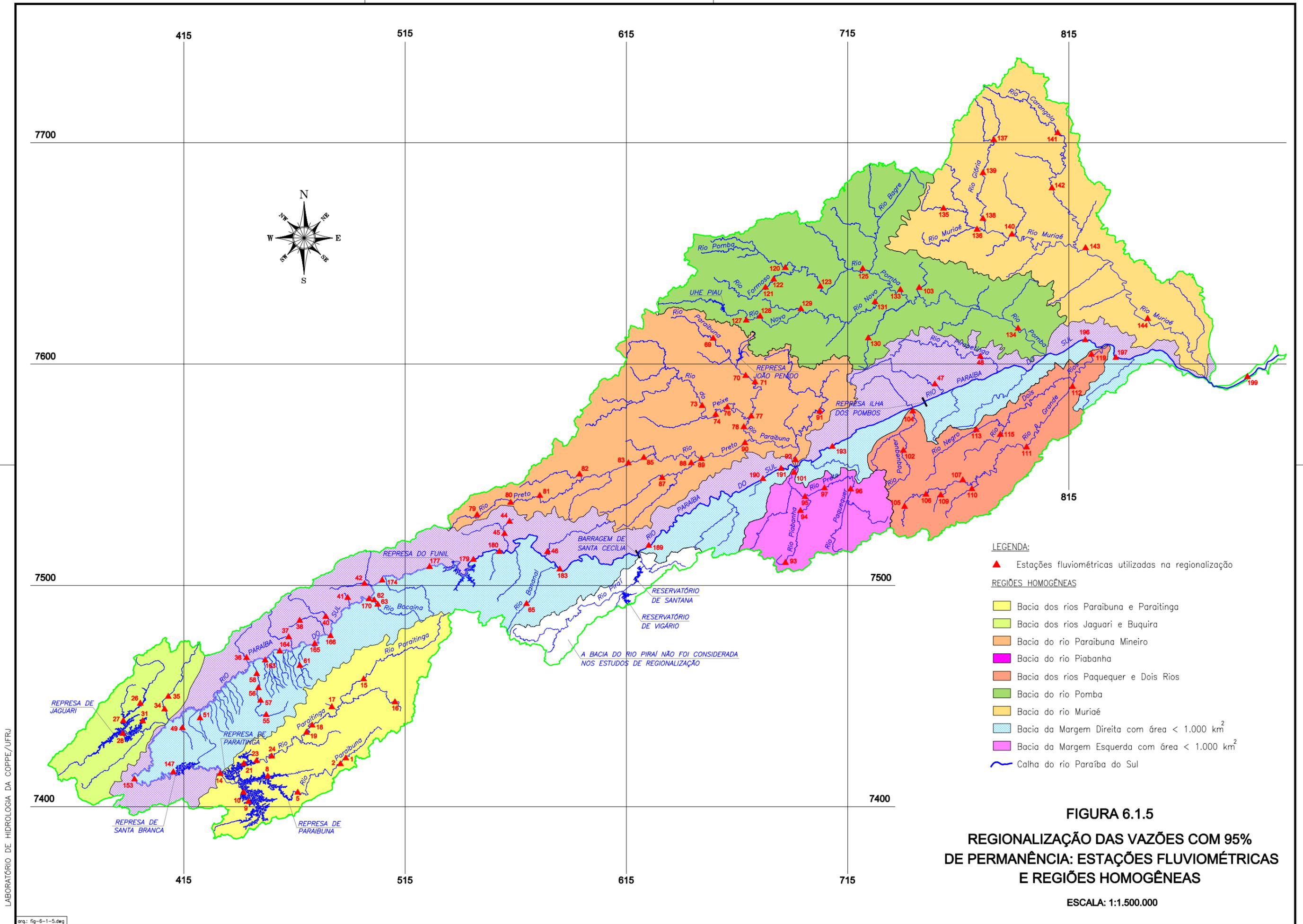
Os resultados da análise de regressão simples e múltipla para as vazões médias (MLT), com os coeficientes obtidos para as oito regiões, são apresentados a seguir:

– Região Homogênea I – Paraitinga e Paraibuna	$Q = 0,0629.A^{0,8414}$ $r^2 = 0,8980$	$Q = 0,0082.A^{0,9472}.P^{2,8007}$ $r^2 = 0,9933$
– Região Homogênea II – Curso Principal até UHE Funil e Afluentes das Margens Esquerda e Direita	$Q = 0,01501.A^{1,0171}$ $r^2 = 0,9738$	$Q = 0,0043.A^{0,9959}.P^{3,5660}$ $r^2 = 0,9973$
– Região Homogênea III – Paraibuna Mineiro	$Q = 0,0381.A^{0,9370}$ $r^2 = 0,9311$	$Q = 0,0098.A^{0,9826}.P^{2,1718}$ $r^2 = 0,9947$
– Região Homogênea IV – Piabanha	$Q = 0,1560.A^{0,7090}$ $r^2 = 0,9970$	$Q = 0,1971.A^{0,6869}.P^{0,2162}$ $r^2 = 0,9975$
– Região Homogênea V – Dois Rios e Paquequer	$Q = 0,0872.A^{0,7569}$ $r^2 = 0,8557$	$Q = 0,0114.A^{0,9388}.P^{2,3889}$ $r^2 = 0,9689$
– Região Homogênea VI – Pomba, Muriaé, Una e Pirapetinga	$Q = 0,0376.A^{0,9031}$ $r^2 = 0,9596$	$Q = 0,0132.A^{0,9334}.P^{2,3879}$ $r^2 = 0,9905$
– Região Homogênea VII - Curso Principal da UHE Funil até o reservatório da UEL Santa Cecília	$Q = 0,0482.A^{0,8917}$ $r^2 = 0,9956$	$Q = 0,0093.A^{0,9827}.P^{1,9916}$ $r^2 = 0,9992$
– Região Homogênea VIII - Curso Principal a Jusante da UEL Santa Cecília até a Foz	$Q = 0,00007.A^{1,4927}$ $r^2 = 0,9708$	$Q = 0,0008.A^{1,3369}.P^{(-2,4382)}$ $r^2 = 0,9777$

As unidades a que se referem as equações são vazão em m³/s, área em km² e precipitação em mm.

As análises referentes às vazões com 95% de permanência no tempo (Q95%) permitiram a caracterização de 10 regiões consideradas hidrológicamente homogêneas, delimitadas na [Figura 6.1.5](#), quais sejam:

- bacia dos rios Paraibuna e Paraitinga
- bacia dos rios Jaguari e Buquira
- bacia dos rios afluentes pela margem esquerda com área inferior a 1.000 km²
- bacia dos rios afluentes pela margem direita com área inferior a 1.000 km²
- bacia do rio Paraibuna - trecho mineiro
- bacia do rio Piabanha
- bacia dos rios Paquequer e Dois Rios
- bacia do rio Pomba
- bacia do rio Muriaé
- calha do rio Paraíba do Sul



LEGENDA:

- ▲ Estações fluviométricas utilizadas na regionalização
- REGIÕES HOMOGÊNEAS**
- Bacia dos rios Paraíba e Paraitinga
- Bacia dos rios Jaguarí e Buquirá
- Bacia do rio Paraíba Mineiro
- Bacia do rio Piabanha
- Bacia dos rios Paquequer e Dois Rios
- Bacia do rio Pomba
- Bacia do rio Muriaé
- Bacia da Margem Direita com área < 1.000 km²
- Bacia da Margem Esquerda com área < 1.000 km²
- Calha do rio Paraíba do Sul

FIGURA 6.1.5
REGIONALIZAÇÃO DAS VAZÕES COM 95%
DE PERMANÊNCIA: ESTAÇÕES FLUVIOMÉTRICAS
E REGIÕES HOMOGÊNEAS

ESCALA: 1:1.500.000

LABORATÓRIO DE HIDROLOGIA DA COPPE/UFRJ

Os resultados da análise de regressão simples com os coeficientes obtidos são apresentados a seguir:

- Região Homogênea I – Paraitinga e Paraibuna:
 - $Q = 0,0257.A^{0,844} \quad r^2 = 0,979$
- Região Homogênea II – Jaguari e Buquira:
 - $Q = 0,0318.A^{0,8262} \quad r^2 = 0,977$
- Região Homogênea III – Afluentes pela Margem Esquerda com Área < 1.000 km²
 - A montante da UHE Funil: $Q = 0,0014.A^{1,2974} \quad r^2 = 0,944$
 - A jusante da UHE Funil: $Q = 0,0305.A^{0,7524} \quad r^2 = 0,932$
- Região Homogênea IV – Afluentes pela Margem Direita com Área < 1.000 km²
 - $Q = 0,0075.A^{0,9102} \quad r^2 = 0,8799$
- Região Homogênea V – Paraibuna
 - $Q = 0,0132.A^{0,9577} \quad r^2 = 0,971$
- Região Homogênea VI – Piabanha
 - $Q = 0,0508.A^{0,7057} \quad r^2 = 0,988$
- Região Homogênea VII – Paquequer e Dois Rios
 - $Q = 0,0147.A^{0,8731} \quad r^2 = 0,919$
- Região Homogênea VIII – Pomba
 - $Q = 0,0281.A^{0,8264} \quad r^2 = 0,989$
- Região Homogênea IX – Muriaé
 - $Q = 0,0172.A^{0,8241} \quad r^2 = 0,961$
- Região Homogênea X – Curso Principal
 - Da UHE Paraibuna/Paraitinga até a UHE Funil: $Q = 0,0006.A^{1,2981} \quad r^2 = 0,994$
 - Da UHE Funil à barragem de Santa Cecília: $Q = 4E-07.A^{2,0586} \quad r^2 = 0,996$
 - De Santa Cecília até os rios Paraibuna/Piabanha: $Q = 0,0204.A^{0,8369} \quad r^2 = 0,804$
 - Da confluência Paraibuna/Piabanha até a foz: $Q = 0,0156.A^{0,9049} \quad r^2 = 0,994$

As unidades a que se referem as equações são vazão em m³/s e área em km².

6.1.2 Aspectos Qualitativos

O desenvolvimento da bacia do rio Paraíba do Sul vem proporcionando a degradação da qualidade de suas águas e redução de sua disponibilidade hídrica. Ao longo do Paraíba e de seus principais afluentes, indústrias se instalaram e cidades cresceram, lançando efluentes em suas águas, na maioria das vezes sem qualquer tipo de tratamento.

O diagnóstico da qualidade da água teve como objetivo avaliar as condições atuais dos principais cursos de água da bacia por meio da análise dos parâmetros mais significativos, considerando os usos da água atuais e as principais fontes de poluição na bacia.

Este item apresenta um resumo dos principais resultados alcançados no diagnóstico, sendo que o trabalho na íntegra está reunido Volume 3 deste PRH.

Os dados de qualidade da água foram levantados nas instituições responsáveis pelo monitoramento: CETESB, no Estado de São Paulo, FEEMA, no Rio de Janeiro e FEAM, em Minas Gerais.

Os dados relativos ao monitoramento da FEEMA dizem respeito a 36 estações ao longo do trecho fluminense da bacia e compreendem o período de 1990 a 1999, sendo que em algumas estações do Paraíba do Sul esse período se estende até o ano 2000. Com relação ao monitoramento da CETESB, os dados de qualidade da água levantados referem-se a 14 estações de monitoramento e estão disponíveis para o período de 1985 a 2001. A FEAM iniciou o programa de monitoramento da região mineira da bacia no ano de 1997. Estão disponíveis os dados de 26 estações de qualidade da água no período até dezembro de 2000.

Os dados foram inseridos em um banco de dados relacional, que foi integrado ao sistema de informações de recursos hídricos da bacia, proporcionando maior rapidez e confiabilidade ao processo de análise. Dessa forma, foi possível realizar o cálculo de estatísticas e gerar gráficos instantaneamente, além de obter a visualização espacial das áreas mais críticas na bacia.

Além dos dados de qualidade da água, foram incorporados ao sistema o enquadramento dos rios Federais e Estaduais da bacia e os limites de classe de cada parâmetro, de acordo com a resolução CONAMA 020.

No diagnóstico também foram incorporados dados provenientes do monitoramento de qualidade da água do rio Paraíba do Sul realizado pela Companhia Siderúrgica Nacional (CSN), como parte das ações previstas no Termo de Ajustamento de Conduta Ambiental (TAC), assinado pela empresa e o Governo do Estado do Rio de Janeiro. Os dados foram obtidos nos relatórios “Monitoramento do Rio Paraíba do Sul”, elaborados em junho e novembro de 2001 e as informações a respeito do andamento do TAC foram obtidas no “Relatório de Acompanhamento Mensal – Agosto 2001”, elaborado pela CSN.

Além disso, o diagnóstico também inclui dados e informações do Plano de Bacia dos afluentes ao rio Paraíba do Sul no trecho paulista, dos Programas Estaduais de Investimentos dos Estados do Rio de Janeiro, São Paulo e Minas Gerais e do Projeto Preparatório para o Gerenciamento dos Recursos Hídricos do Paraíba do Sul.

Para o tratamento e análise dos dados, foram realizadas consultas para visualização da evolução temporal e do perfil de qualidade da água ao longo de cada rio, por parâmetro. Foram também desenvolvidas ferramentas de análise estatística que fornecem os índices de violação de classe, os valores máximos, médios, mínimos, o desvio padrão e o número de medições de um dado parâmetro por estação, por trecho de rio ou por sub-bacia.

Índices de Violação de Classe

Para análise dos dados de qualidade da água, foi realizada uma estatística, para cada parâmetro e cada estação de amostragem, do percentual de amostras cujas concentrações violaram os padrões do CONAMA 020, considerando o enquadramento do rio, seja federal ou estadual, no local de cada estação.

Com o objetivo de conhecer os parâmetros que apresentam concentrações mais significativas em toda a bacia, foi calculada a média das violações de classe de todas as estações da bacia para cada parâmetro de qualidade da água. A classificação em ordem decrescente das médias obtidas para cada parâmetro é um indicativo dos constituintes mais críticos na bacia. A [Tabela 6.1.2](#) apresenta essa classificação para o período total disponível.

Tabela 6.1.2 - Classificação dos Parâmetros em Ordem Decrescente Segundo a Média das Violações de Classe em Toda a Bacia (Período Total dos Dados)

Posição	Parâmetro	Violações Médias (%)	Desvio Padrão
1	Alumínio	98,9	2,8
2	Fósforo Total	90,3	23,1
3	Sulfetos	83,1	7,9
4	Coliforme Fecal	77,8	27,2
5	Cádmio	66,7	43,8
6	Coliforme Total	58,7	29,6
7	Fenóis	34,4	19,7
8	Ferro Solúvel	33,7	17,7
9	Manganês	21,3	25,6
10	Chumbo	17,2	29,3
11	Benzo(a)Pireno	15,4	16,8
12	DBO	11,8	23,5
13	Merúrio	11,3	21,1
14	Oxigênio Dissolvido	10,8	23,4
15	Cianeto Total	7,5	9,9
16	Cobre	4,7	6,3
17	Níquel	3,4	5,1
18	Turbidez	3,2	5,5
19	Zinco	1,9	8,7
20	Cor Real	0,9	3,9
21	Bário	0,3	1,6
22	Sólidos Dissolvidos Totais	0,2	1,0
23	Cromo Hexavalente	0,2	1,2
24	ph	0,1	0,3
25	Cloreto	0,0	0,1
26	Cromo Trivalente	0,0	0,0
27	Nitrito	0,0	0,0
28	Estanho	0,0	0,0
29	Fluoretos	0,0	0,0
30	Boro Solúvel	0,0	0,0
31	Arsênio	0,0	0,0
32	Amônia	0,0	0,0
33	Nitrato	0,0	0,0
34	Selênio	0,0	0,0
35	Sulfatos	0,0	0,0

Na [Figura 6.1.6](#) é apresentado o mapa indicando as faixas de violação de classe do Alumínio, parâmetro que apresentou a maior violação média na bacia, para todas as estações de qualidade da água que possuem dados no período total disponível.

Perfil de Qualidade da Água

As informações disponíveis a respeito dos parâmetros DBO e fósforo total foram condensadas em gráficos que mostram perfis de concentrações médias, máximas e mínimas ao longo dos principais rios da bacia. Nesses gráficos também são apresentados os limites de classe de cada parâmetro. A [Figuras 6.1.7](#) apresenta o perfil de qualidade de DBO no rio Paraíba do Sul.

Evolução Temporal

Como parte dos estudos, também foi analisada a evolução temporal das medições de alguns parâmetros de qualidade da água de estações situadas a jusante das cidades de São José dos Campos, Juiz de Fora e Volta Redonda.

Análise dos Principais Parâmetros de Qualidade da Água

A bacia do rio Paraíba do Sul foi caracterizada em seus aspectos de qualidade da água com base nos dados históricos obtidos da FEEMA, da CETESB, da FEAM e das campanhas de monitoramento realizadas pela CSN, caso em que as análises de qualidade da água foram feitas pelo laboratório *Analytical Solutions*. Pelos resultados da análise dos parâmetros mais significativos nos processos de comprometimento de um sistema aquático foi possível estabelecer o seguinte quadro geral.

A maior parte das águas do rio Paraíba do Sul e de seus afluentes estudados apresentou alta disponibilidade de oxigênio durante todo o período de estudo, em função de suas características físicas, favoráveis aos processos de oxigenação. Esse aspecto é relevante na manutenção dos mecanismos de oxidação da matéria orgânica residual, de grande importância em algumas estações. As exceções ocorreram, no rio Paraíba do Sul, em seu trecho paulista, a jusante da cidade de São José dos Campos, e nos principais afluentes, a jusante dos grandes centros urbanos.

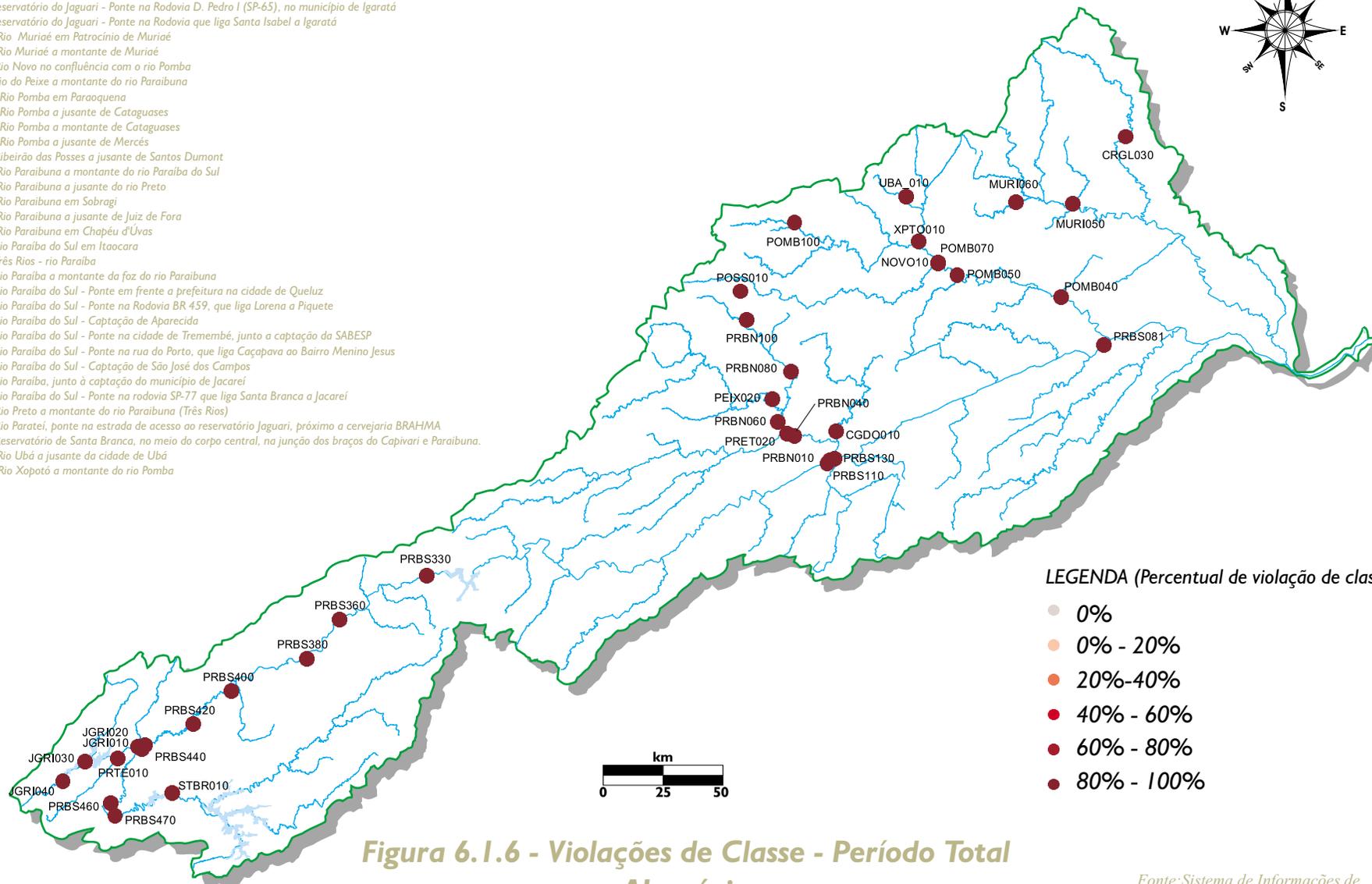
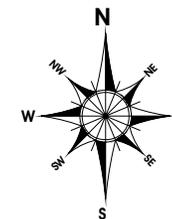
Entre os parâmetros que apresentaram maior nível de comprometimento estão os compostos fosfatados, os coliformes e a demanda bioquímica de oxigênio, evidenciando contínuo processo de poluição por material orgânico.

Com relação ao fósforo total, classificado em segundo lugar dentre as maiores violações médias na bacia ([Tabela 6.1.2](#)), várias estações apresentaram níveis médios superiores a 0,1 mg/l, considerados excessivos em relação à classificação do CONAMA. Esses resultados são característicos de um sistema com produtividade aquática de alta a muito alta, sujeito a eutrofização. A grande capacidade de reaeração do rio Paraíba do Sul e seus afluentes, entretanto, garante a oxidação desse excesso de matéria orgânica. Os reservatórios existentes e a serem construídos poderão estar comprometidos pelo aporte excessivo de nutrientes, caso os despejos orgânicos não sejam reduzidos.

Os coliformes fecais e totais, quarto e sexto colocados dentre as maiores violações médias na bacia ([Tabela 6.1.2](#)), comprometem a qualidade da água em praticamente

Código da Estação - Localização da Estação

CGDO010 - Rio Cágado a montante do rio Paraíba
 CRGL030 - Rio Carangola a montante de Tombos
 JGRI010 - Rio Jaguari - Próximo à foz do rio Paraíba - São José dos Campos
 JGRI020 - Rio Jaguari - ponte na estrada de acesso à indúst. Petybon, São José dos Campos
 JGRI030 - Reservatório do Jaguari - Ponte na Rodovia D. Pedro I (SP-65), no município de Igaratá
 JGRI040 - Reservatório do Jaguari - Ponte na Rodovia que liga Santa Isabel a Igaratá
 MURI050 - Rio Muriaé em Patrocínio de Muriaé
 MURI060 - Rio Muriaé a montante de Muriaé
 NOVO10 - Rio Novo no confluência com o rio Pomba
 PEIX020 - Rio do Peixe a montante do rio Paraíba
 POMB040 - Rio Pomba em Paraaquena
 POMB050 - Rio Pomba a jusante de Cataguases
 POMB070 - Rio Pomba a montante de Cataguases
 POMB100 - Rio Pomba a jusante de Mercês
 POSS010 - Ribeirão das Posses a jusante de Santos Dumont
 PRBN010 - Rio Paraíba a montante do rio Paraíba do Sul
 PRBN040 - Rio Paraíba a jusante do rio Preto
 PRBN060 - Rio Paraíba em Sobragi
 PRBN080 - Rio Paraíba a jusante de Juiz de Fora
 PRBN100 - Rio Paraíba em Chapéu d'Uvas
 PRBS081 - Rio Paraíba do Sul em Itaocara
 PRBS110 - Três Rios - rio Paraíba
 PRBS130 - Rio Paraíba a montante da foz do rio Paraíba
 PRBS330 - Rio Paraíba do Sul - Ponte em frente a prefeitura na cidade de Queluz
 PRBS360 - Rio Paraíba do Sul - Ponte na Rodovia BR 459, que liga Lorena a Piquete
 PRBS380 - Rio Paraíba do Sul - Captação de Aparecida
 PRBS400 - Rio Paraíba do Sul - Ponte na cidade de Tremembé, junto a captação da SABESP
 PRBS420 - Rio Paraíba do Sul - Ponte na rua do Porto, que liga Caçaçava ao Bairro Menino Jesus
 PRBS440 - Rio Paraíba do Sul - Captação de São José dos Campos
 PRBS460 - Rio Paraíba, junto à captação do município de Jacareí
 PRBS470 - Rio Paraíba do Sul - Ponte na rodovia SP-77 que liga Santa Branca a Jacareí
 PRET020 - Rio Preto a montante do rio Paraíba (Três Rios)
 PRTE010 - Rio Parateí, ponte na estrada de acesso ao reservatório Jaguari, próximo a cervejaria BRAHMA
 STBR010 - Reservatório de Santa Branca, no meio do corpo central, na junção dos braços do Capivari e Paraíba.
 UBA_010 - Rio Ubá a jusante da cidade de Ubá
 XPTO010 - Rio Xopotó a montante do rio Pomba



LEGENDA (Percentual de violação de classe)

- 0%
- 0% - 20%
- 20%-40%
- 40% - 60%
- 60% - 80%
- 80% - 100%

Figura 6.1.6 - Violações de Classe - Período Total Alumínio

Fonte: Sistema de Informações de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paraíba do Sul

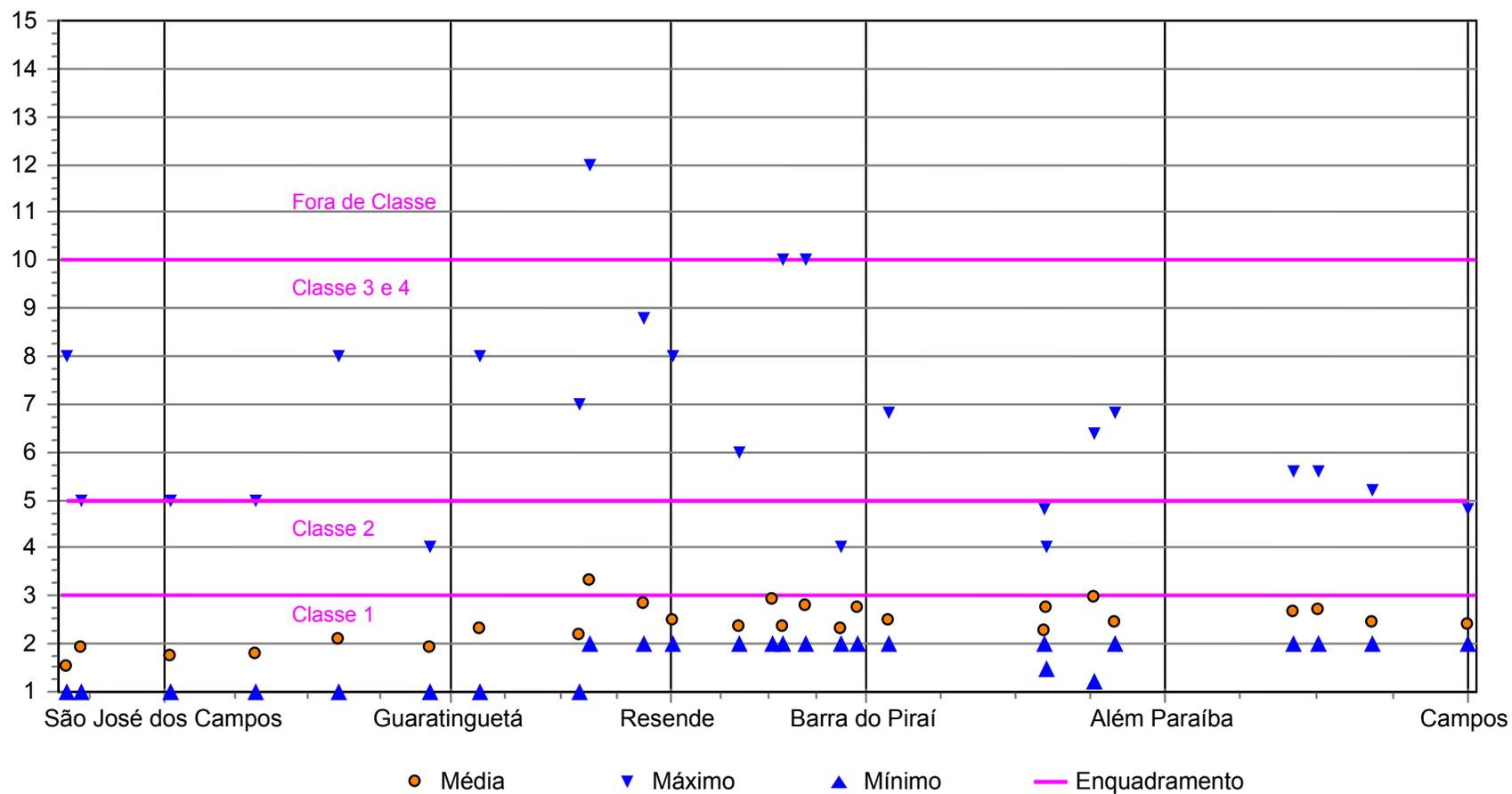


Figura 6.1.7 - Perfil de Qualidade da Água do Rio Paraíba do Sul
DBO (mg/l)

todas as estações, de modo especial naquelas onde a influência dos despejos domésticos é mais acentuada, ou seja, nas proximidades das maiores cidades ribeirinhas.

No caso da DBO ocorreram violações de classe ao longo de praticamente todo o rio Paraíba do Sul, sendo que os maiores índices correspondem ao reservatório de Funil em Queluz (15,4%) e a jusante da confluência com os rios Paraibuna e Piabanha (14,8%). Não foram identificadas variações sazonais bem-definidas de DBO.

A jusante de Volta Redonda, na estação PRBS230, foram observados índices de violação de classe de 7%, com níveis médios de 2,8 mg/l para um valor máximo de 10 mg/l. Cumpre ressaltar que os valores encontrados referem-se ao período total de dados, podendo ocorrer um aumento significativo, se a análise for realizada apenas para os períodos de estiagem.

Já no caso dos afluentes a situação é preocupante. O rio Paraibuna só apresenta condições adequadas à Classe 2 na estação de Chapéu d'Uvas, em suas cabeceiras. Entretanto, as estações de jusante apresentam elevadas concentrações de DBO e baixas de OD, principalmente na estação a jusante de Juiz de Fora.

Situação semelhante ocorre com os rios Piabanha e Bengala (afluente do rio Grande), em função dos lançamentos de esgotos das cidades de Petrópolis e Nova Friburgo, respectivamente. As estações de Petrópolis e Conselheiro Paulino são críticas do ponto de vista de OD e DBO devido às baixas vazões naturais para diluição dos efluentes.

Com relação às substâncias tóxicas, o alumínio e os fenóis, primeiro e sétimo colocados, respectivamente, dentre os maiores violadores (Tabela 6.1.2), apresentaram níveis de concentração elevados. Por sua importância para a saúde humana os níveis de alumínio e de outros metais devem ser destacados, considerando que houve violações significativas em algumas estações e que em outras as concentrações se apresentaram próximas aos limites de classe. É importante a realização de monitoramentos ao longo da bacia para avaliação do acúmulo de metais nos sedimentos, principalmente a jusante de áreas industriais críticas.

O alumínio ocorre na superfície terrestre em uma combinação de silício e oxigênio, formando feldspatos e micas. É utilizado em processos de transferência de calor, partes de aviões, materiais de construção, etc. Concentrações superiores a 1,5 mg/l podem gerar toxicidade ao ambiente marinho. Nos seres humanos, o alumínio afeta a absorção de fósforo, causando fraqueza, doenças nos ossos e anorexia. O mal de Alzheimer também tem sido associado ao alumínio.

A situação do alumínio é crítica, aparecendo em primeiro lugar dentre os maiores violadores de classe de toda a bacia, com o índice médio de 98,9%.

A análise dos metais revelou que, no monitoramento da CETESB, os parâmetros mercúrio, chumbo e cádmio apresentam limites de detecção dos métodos de análise superiores ao limite CONAMA. Esse aspecto também foi verificado para o parâmetro cádmio nos dados da FEEMA. Dessa forma, a análise desses parâmetros ficou prejudicada, ocorrendo índices de violação elevados que não retratam a realidade da bacia.

É importante ressaltar a necessidade de integração entre as instituições responsáveis pelo monitoramento de qualidade da água nos três Estados da bacia. A análise dos dados mostrou diferenças nas nomenclaturas dos parâmetros, nas unidades, nos processos de medição, na frequência de amostragem, e nos métodos analíticos, sendo evidente a necessidade de padronização.

Estudos posteriores deverão aprofundar as análises dos parâmetros mais significativos e sua interação com o uso da água na bacia, à medida que novos dados e informações sejam levantados. Nesse sentido, o projeto da rede telemétrica de monitoramento será um grande avanço para a implantação de um sistema comum a toda bacia, gerando grande quantidade de dados em tempo real. Além disso, o cadastramento de usuários da bacia possibilitará o conhecimento mais preciso a respeito das cargas poluidoras e das demandas hídricas.

Ressalta-se, ainda, a importância do Termo de Ajustamento de Conduta Ambiental, assinado pela CSN e o Governo do Estado do Rio de Janeiro, mediante o qual tem sido implementada uma série de ações visando reduzir e controlar o lançamento de efluentes no Paraíba do Sul. Essas ações, como, por exemplo, a implantação da estação de tratamento biológico na CSN, vêm reduzindo os lançamentos de diversos poluentes, de modo especial os fenóis e o benzo(a)pireno. Esse termo de ajustamento poderá servir de modelo para que novos acordos sejam celebrados com outras indústrias da bacia no mesmo sentido.

6.2 ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

6.2.1 Apresentação

Este item tem como objetivo avaliar o potencial e as disponibilidades das águas subterrâneas na bacia, bem como determinar suas principais limitações e áreas mais favoráveis à exploração.

O conhecimento da potencialidade propiciará a difusão do uso das águas subterrâneas como fonte alternativa para abastecimento doméstico, industrial e agrícola. A caracterização dos aquíferos locais no que tange a reservas e qualidade dotará os Estados de São Paulo, Rio de Janeiro e Minas Gerais de informações básicas com vistas a viabilizar a gestão e proteção desses recursos.

O presente trabalho foi desenvolvido a partir de dados secundários, revistas técnicas, projetos, teses, publicações, informes eletrônicos e relatórios disponibilizados pelas instituições que desenvolvem atividades relacionadas à hidrogeologia. Essas informações foram consolidadas e compiladas para os trechos paulista, fluminense e mineiro da bacia.

6.2.2 Trecho Paulista da Bacia do Rio Paraíba do Sul

6.2.2.1 Unidades Aquíferas

A porção paulista da bacia abrange dois sistemas aquíferos principais: o das coberturas sedimentares cenozóicas (Formações Caçapava e Tremembé IPT(1981), e sedimentos quaternários por vezes citado na literatura como Aquífero ou Sistema Aquífero Taubaté e o Sistema Aquífero Cristalino (terrenos ígneo-metamórficos). A [Figura 6.2.1](#) ilustra as áreas de ocorrência desses aquíferos.

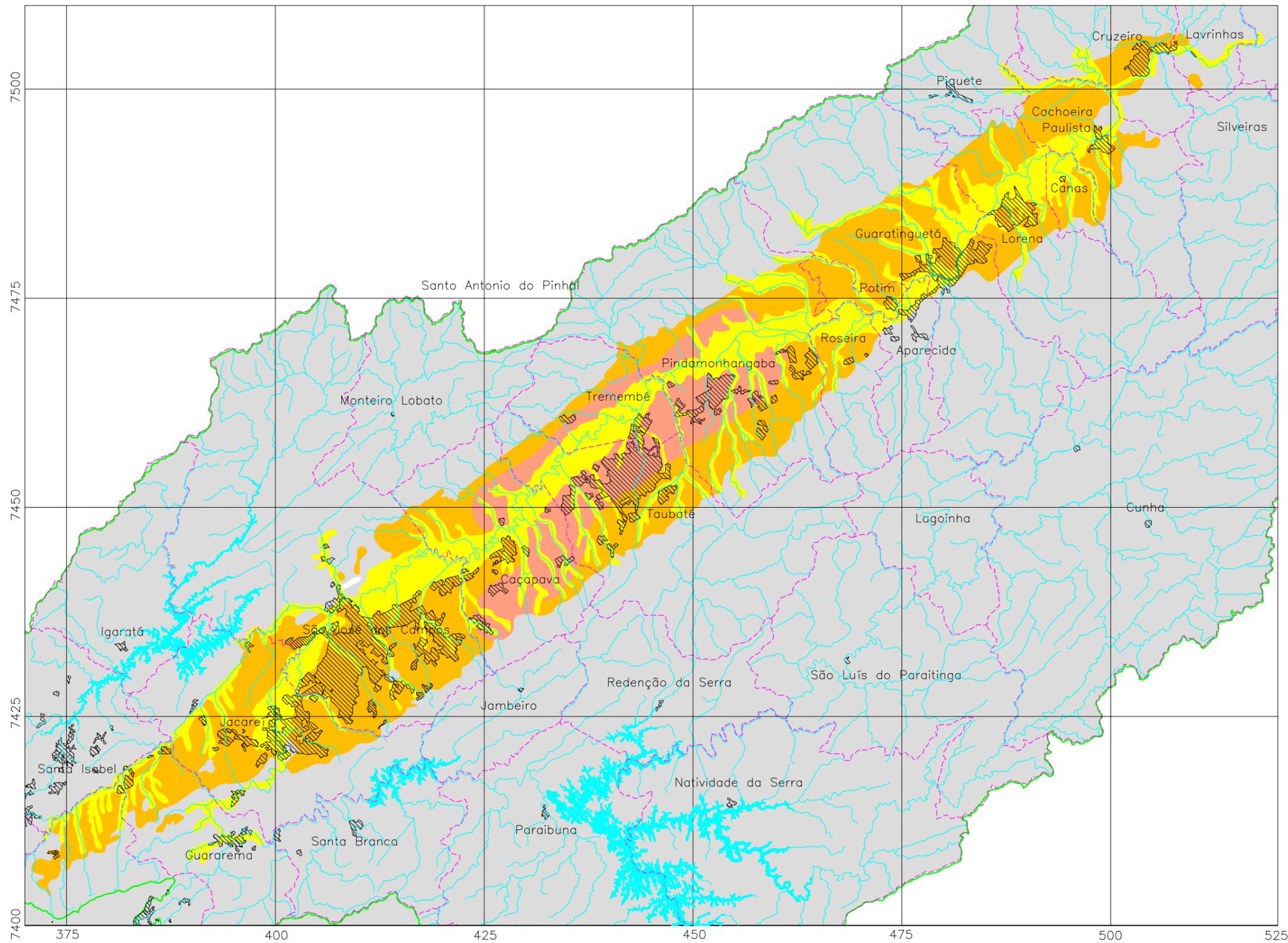
- **Aquíferos em Rochas Cristalinas**

Os terrenos ígneo-metamórficos não compreendem um aquífero regional, mas por apresentarem localmente condições aquíferas, são então explorados por algumas dezenas de poços tubulares. O rendimento dos poços é geralmente pequeno, da ordem de alguns m³/h, com grande rebaixamento de nível. Poços bem localizados, considerando-se os lineamentos tectônicos, entretanto, podem apresentar melhor rendimento, de cerca de 10 m³/h a 20 m³/h (Consórcio ICF KAISER-LOGOS, 1999).

- **Aquíferos em Rochas Sedimentares**

Os terrenos sedimentares cenozóicos formam o principal e melhor aquífero da região. É o mais intensamente explorado. Distinguem-se, regionalmente, duas unidades com diferentes comportamentos hidráulicos. A primeira, nas porções sudeste e noroeste da bacia, com elevadas vazões em poços tubulares (chegam a ultrapassar 200 m³/h), com médias de 40 m³/h e transmissividades médias¹ em torno de 100 m²/dia. A segunda, na região entre Taubaté e Pindamonhangaba, no centro da bacia, apresentando menores valores de vazão (20 m³/h a 30 m³/h) e transmissividades que variam entre 10 m²/dia a 50 m²/dia.

¹ Transmissividade corresponde à quantidade de água que pode ser transmitida horizontalmente por toda a espessura saturada do aquífero. Pode-se conceituá-la como a taxa de escoamento de água através de uma faixa vertical do aquífero com largura unitária submetida a um gradiente hidráulico unitário.



LEGENDA CARTOGRÁFICA

- Limite da Bacia Hidrográfica
- Rede Hidrográfica
- Reservatórios
- - - Limite dos Municípios
- Áreas Urbanizadas

UNIDADES AQUÍFERAS

- Sedimentos Recentes
- Cristalino

GRUPO TAUBATÉ

- Formação Caçapava
- Formação Tremembé

FONTE:

PROJETO QUALIDADE DAS ÁGUAS E CONTROLE DA POLUIÇÃO HÍDRICA – PQA
 PARA A BACIA DO RIO PARAIBA DO SUL NO ESTADO DE SÃO PAULO.

CONSÓRCIO ICF KAISER – LOGOS

SECRETARIA DE RECURSOS HÍDRICOS, SANEAMENTO E OBRAS – SRHSO

FIGURA 6.2.1
MAPA DAS UNIDADES AQUÍFERAS

ESCALA: 1/500.000

A porção sedimentar onde se encontra localizada a cidade de São José dos Campos tem apresentado as melhores características hidrogeológicas da região para fins de captação (DAEE,1979). Os poços aí perfurados apresentam valores de capacidades específicas três vezes superiores à média dos demais poços perfurados no vale do Paraíba do Sul.

6.2.2.2 Disponibilidade x Exploração das Águas Subterrâneas

As extrações consideradas levam em conta apenas poços tubulares, pois não se dispõe de informações de captações por poços escavados, drenos, poços rasos e nascentes que, via de regra, são utilizados para consumo doméstico residencial ou rural, dessedentação de animais, irrigação, pequenas indústrias e outras atividades humanas. Essas extrações podem ser desprezadas pela ausência de informações a respeito das recargas induzidas por perdas nas redes de abastecimento e esgotamento públicos dos núcleos urbanos (Consórcio ICF KAISER-LOGOS, 1999).

No sistema aquífero sedimentar a vazão explotável é $3,5 \text{ m}^3/\text{s}$ e a vazão total extraída foi calculada em $2,8 \text{ m}^3/\text{s}$. Considerando a bacia sedimentar como um corpo contínuo e homogêneo, há ainda uma folga nessa disponibilidade, mas, na prática, não é o que ocorre, pois há divisões em sub-bacias e complexidades na geometria do topo do embasamento cristalino. Além disso, os pontos de captações não são bem distribuídos, podendo provocar rebaixamentos acentuados nos centros urbanos com elevada concentração de poços.

No sistema cristalino as extrações são muito baixas em face de seu potencial; no entanto, poderão ocorrer resultados surpreendentes em termos de vazões nas perfurações devido às suas características de descontinuidade espacial, com resultados bastante discrepantes, mesmo estando em áreas contíguas.

6.2.2.3 Qualidade das Águas Subterrâneas

No que se refere aos indicadores de qualidade, segundo DAEE (1979) e conforme consta no documento elaborado pelo Consórcio ICF KAISER-LOGOS (1999), as águas subterrâneas da porção paulista apresentam as seguintes características:

- águas em geral ligeiramente ácidas e, na maioria dos casos, o pH varia entre 4,5 e 6,5;
- alcalinidade variando de 1-782 mg/l CaCO_3 e dureza total de 0-273mg/l CaCO_3 ;
- teores relativamente altos de sílica (4-75 mg/l);
- teores relativamente altos de cálcio (0-58 mg/l) e magnésio (0-31 mg/l) com a razão Mg/Ca sempre inferior a 0,6;
- teores de cloretos e sulfatos geralmente muito baixos;
- teores de ferro de 0,01-4,8 mg/l, com valor médio de 0,44;
- temperaturas de 22^o-24^o C.

Com relação à adequabilidade para o uso agrícola, as águas do aquífero sedimentar foram consideradas adequadas para todos os tipos de plantas. No caso de uso industrial, as águas deverão ser examinadas e, se necessário, tratadas antes de sua utilização (indústrias mais exigentes como as de laticínios e bebidas).

6.2.2.4 Aspectos Legais, Administrativos e Institucionais

O Estado de São Paulo foi o pioneiro na criação de uma lei específica para águas subterrâneas - a Lei 6.134 de 1988. Essa lei dispõe, dentre outros aspectos, sobre a defesa da qualidade das águas, áreas de proteção, outorgas, cadastramento e medidas preventivas. Sua regulamentação foi dada pelo Decreto Estadual nº 32.955 de 7-2-1991, que instituiu, num dos instrumentos de gestão, a criação de áreas de proteção dos recursos hídricos subterrâneos, “quando, (...) no interesse da conservação, proteção e manutenção do equilíbrio natural das águas subterrâneas, dos serviços de abastecimento de águas ou por motivos geotécnicos, se fizer necessário restringir a captação e o uso dessas águas”.

6.2.3 Trecho Fluminense da Bacia do Rio Paraíba do Sul

6.2.3.1 Unidades Aqüíferas

À exceção da porção continental da Bacia Sedimentar de Campos, da Bacia Sedimentar de Resende e de outras pequenas bacias sedimentares, como a de Volta Redonda, 80% da área do Estado é constituída por aqüíferos fissurais cujas propriedades hidrodinâmicas apresentam distribuição espacial heterogênea e aleatória, sendo, portanto, difícil sua classificação segundo sistemas aqüíferos com potencialidade hidrogeológica previsível.

- **Aqüíferos em Rochas Cristalinas**

Estudos indicaram que aproximadamente 85% da área de ocorrência desses aqüíferos encontra-se inserida nas classes mediana e alta a muito alta, apontando para vazões estimadas mínimas, da ordem de 5 m³/h, o que vem a ser confirmado pelos dados obtidos durante trabalhos de cadastramento de poços (BARRETO et al, 2000). Apenas 5% dos poços com alguma vazão estão em áreas classificadas como desfavoráveis ou baixas. Esse resultado evidencia que os aqüíferos fissurais do Estado do Rio de Janeiro são favoráveis à utilização do recurso hídrico subterrâneo, principalmente para o abastecimento de pequenas comunidades, sendo sempre necessários estudos mais pormenorizados, de caráter local (CAPUCCI et al, 2001).

- **Aqüíferos em Rochas Sedimentares**

As áreas sedimentares do Estado do Rio de Janeiro são bastante restritas, correspondendo, por exemplo, às bacias de Campos e Resende e a pequenas bacias, como Volta Redonda. O conhecimento das propriedades dos aqüíferos desses sedimentos ainda é, no entanto, incipiente.

O estudo desenvolvido por BARRETO et al. (2000) para o Estado do Rio de Janeiro resultou na identificação de onze sistemas aqüíferos sedimentares, dentre os quais o Flúvio-deltaico, o Emborê, o São Tomé II, o São Tomé I e o Barreiras, localizados na Bacia Sedimentar de Campos; o Multicamadas Resende, na Bacia Sedimentar de Resende; o Terciário Volta Redonda, na Bacia Sedimentar de Volta Redonda; e os Alúvio-Lacustres, dispersos por toda a área do Estado. O estudo ressalta que alguns desses sistemas podem ser considerados de alta potencialidade hidrogeológica, como é o caso do Flúvio-deltaico, na Bacia Sedimentar de Campos, nos arredores da cidade

de mesmo nome. De acordo com informações da CEDAE, a vazão dos poços implantados nesse sistema pode ultrapassar 200 m³/h, com rebaixamentos de 1 m a 2 m, apresentando águas de boa qualidade que dispensam tratamentos posteriores complexos. Trata-se, porém, de um sistema extremamente vulnerável, devendo ser visto com muita cautela quanto à sua proteção e conservação – é um manancial extremamente importante, chegando a ser estratégico para a região.

De modo geral, toda a área da Bacia Sedimentar de Campos apresenta altíssima favorabilidade, à exceção de onde ocorre o aquífero da Formação Barreiras, cujas vazões máximas dos poços são da ordem de 2 m³/h.

Outra área de relevante importância em termos de favorabilidade hidrogeológica corresponde à área da Bacia Sedimentar de Resende, onde ocorre o Sistema Multicamadas Resende. A produtividade desse sistema aquífero é alta, chegando a vazões da ordem de 30 m³/h a 50 m³/h, variando de acordo com o local (CASTRO,2000).

Com relação ao Sistema Aquífero Terciário Volta Redonda, este ocorre em uma área de aproximadamente 8 km² e está localizado nos arredores da cidade de mesmo nome. Os aquíferos são livres a semi-confinados, com espessuras entre 10 m e 30 m, e apresentam produtividade menor do que 1 m³/h. A qualidade química das águas é regular, com ocorrência de ferro (BARRETO et al., 2000).

O "Mapa de Favorabilidade Hidrogeológica do Estado do Rio de Janeiro" elaborado por BARRETO et al (2000) é apresentado na **Figura 6.2.2** . A figura ilustra os sistemas aquíferos mencionados.



6.2.3.2 Potencialidade Hidrogeológica no Trecho Fluminense da Bacia do Paraíba do Sul

De acordo com os estudos desenvolvidos em CAPUCCI et al (2001), na Região Noroeste do Estado as águas captadas são provenientes do aquífero fraturado. Isso não exclui a importância de alguns aquíferos superficiais, principalmente devido ao fato de em algumas regiões, apesar do alto potencial, as águas contidas no aquífero fraturado poderem apresentar altos teores de ferro. A ocorrência de águas minerais carbogasosas, captadas a pequenas profundidades, provavelmente associadas a aquíferos rasos, é outro fato que se destaca. Essa região abrange os seguintes municípios da bacia: Aperibé, Cambuci, Varre-Sai, S. J. de Ubá, S. A .de Pádua, Miracema, Natividade, Porciúncula, Italva, Itacara, Itaperuna e Laje do Muriaé.

A Região Norte do Estado apresenta alto potencial e qualidade muito boa da água. A vulnerabilidade de alguns aquíferos, entretanto, é bastante elevada. Dependendo do sistema aquífero e da profundidade perfurada, a água pode estar enriquecida em ferro e algumas vezes em cloretos. CAPUCCI et al. (2001) observam que existem poucas informações sobre poços perfurados no cristalino, o que dificulta a obtenção de resultados mais seguros. Essa região abrange os seguintes municípios da bacia: Campos dos Goytacazes, S. F. de Itabapoana, S. J. Barra, São Fidélis e Cardoso Moreira.

Com relação à Região Serrana, que abrange os municípios de Bom Jardim, Cantagalo, São José do Vale do Rio Preto, Teresópolis, Petrópolis, Carmo, Cordeiro, Duas Barras, Macuco, Nova Friburgo, Santa Maria Madalena, São Sebastião do Alto, Sumidouro e Trajano de Moraes, ressalta-se a ocorrência de um poço em Cordeiro

com valores de vazão e capacidade específica muito altos. A qualidade da água nessa região é muito boa, tendendo a ocorrer águas leves. CAPUCCI et al. (2001) observam a existência de grandes pacotes de mármores na região, propiciando a circulação das águas através de cavidades formadas por dissolução (aqüíferos cársticos).

No que tange à Região do Médio Paraíba, os aqüíferos relacionados à Bacia Sedimentar de Resende têm, em geral, elevado potencial. Nas outras áreas o potencial varia e tem como fator limitante para a utilização da água subterrânea a qualidade, uma vez que a ocorrência de águas ferruginosas é possível. Essa região abrange os municípios de Barra Mansa, Rio das Flores, Resende, Porto Real, Itatiaia, Quatis, Rio Claro, Piraí, Valença e Volta Redonda.

No que se refere à Região Centro-Sul, o potencial para a utilização das águas subterrâneas é variável. Com relação à qualidade, CAPUCCI et al. (2001) ressaltam a possibilidade de ocorrência de águas ferruginosas. Dessa Região fazem parte os municípios de Vassouras, Três Rios, Miguel Pereira, Paraíba do Sul, Areal, Com. Levy Gasparian, Eng. Paulo de Frontin, Mendes, Paty do Alferes e Sapucaia.

6.2.3.3 Aspectos Legais, Administrativos e Institucionais

A partir da promulgação da Lei Estadual de Recursos Hídricos (Lei 3.239/99), a preservação e o controle do uso das águas subterrâneas passaram a fazer parte da legislação do Estado do Rio de Janeiro. Sua regulamentação já se encontra em andamento.

6.2.4 Trecho Mineiro da Bacia do Rio Paraíba do Sul

Com relação à disponibilidade hídrica subterrânea na porção mineira da bacia do rio Paraíba do Sul, merece destaque o trabalho desenvolvido por SOUZA (1995) intitulado "Disponibilidades Hídricas Subterrâneas no Estado de Minas Gerais". Com base em um inventário que cadastrou 3837 poços tubulares profundos no Estado de Minas Gerais, o autor relaciona as características locais, construtivas e geológicas desses poços, dividindo o Estado em dez sistemas aqüíferos. As características de cada sistema aqüífero tais como testes de produção, características físicas e químicas das águas encontram-se aí disponibilizadas. Todas as informações descritas a seguir foram processadas a partir dessa publicação.

Na região mineira da bacia foram cadastrados cerca de 160 poços, caracterizando uma densidade que varia entre 0 e 20 poços a cada 1.000 km².

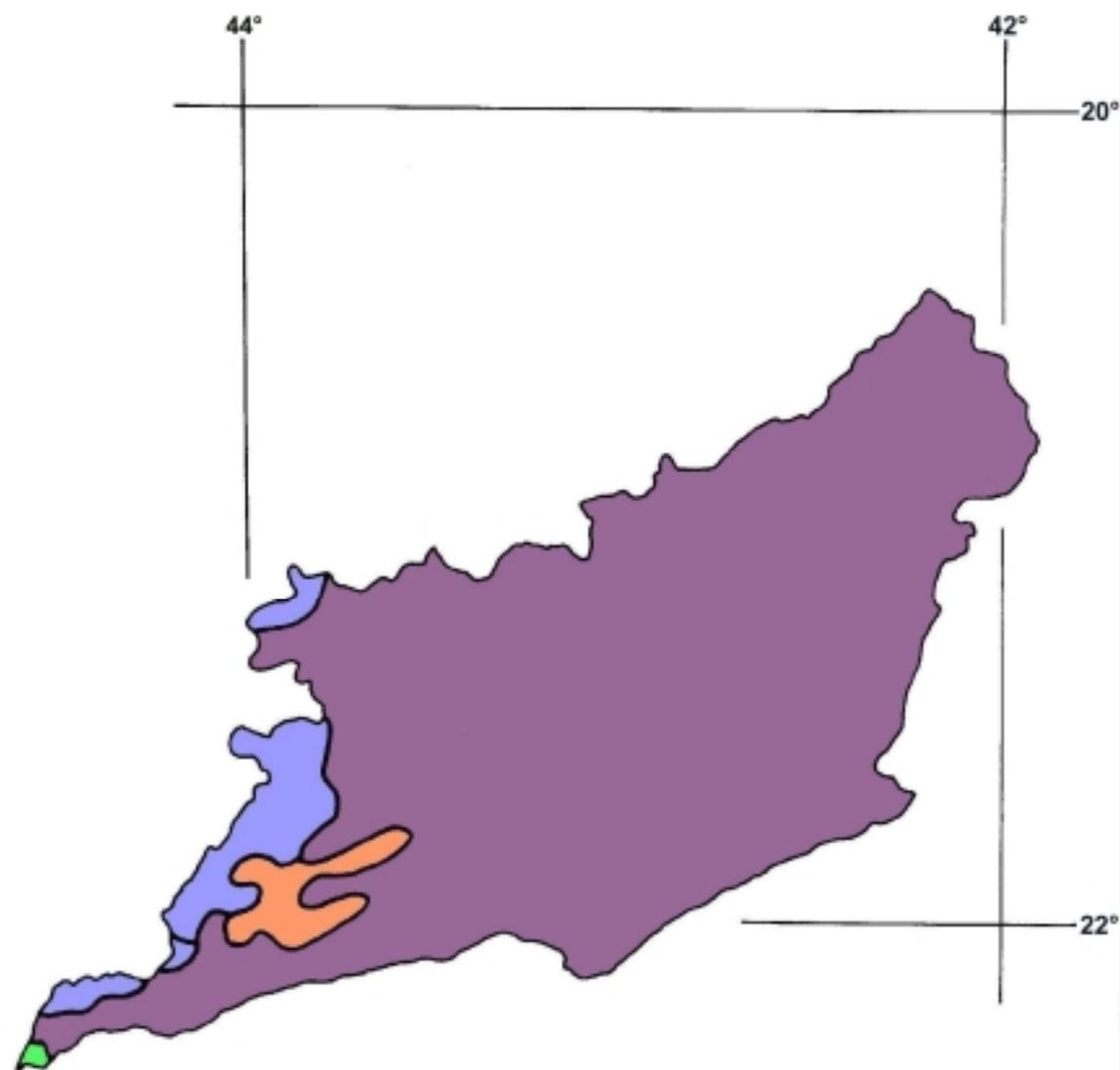
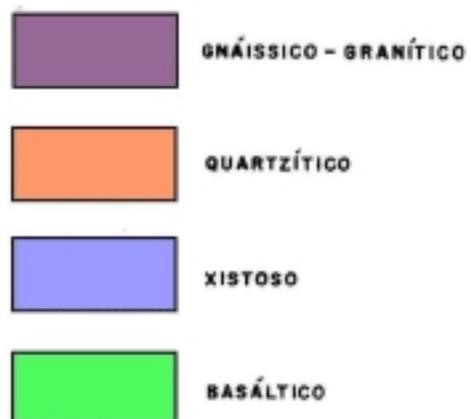
6.2.4.1 Sistemas Aqüíferos

Com relação aos aqüíferos, observa-se a predominância da formação geológica do tipo gnáissico-granítico em toda a área (cerca de 85% de área), com existência de áreas constituídas pelas formações geológicas dos tipos xistoso, quartzítico e basáltico.

A [Figura 6.2.3](#) ilustra as áreas de ocorrências destes aqüíferos.

LEGENDA

SISTEMAS AQUÍFEROS



Principais Sistemas Aquíferos

Figura 6-2-3

FONTE:
DISPONIBILIDADES HÍDRICAS SUBTERRÂNEAS NO ESTADO DE MINAS GERAIS.
Sérgio Menin T. de Souza. HIDROSISTEMAS- Engenharia de Recursos Hídricos Ltda.

6.2.4.2 Disponibilidade de Águas Subterrâneas

Com referência ao comportamento hidrológico da região, verifica-se que há predominância de áreas com relevo forte ondulado a montanhoso, com baixa capacidade de infiltração e pluviosidade anual compreendida entre 1.000 e 1.500 mm, havendo uma parcela significativa ao sul da bacia caracterizada por áreas com pluviosidade anual superior a 1.500 mm.

No que concerne à vazão específica esperada na exploração dos sistemas aquíferos por poços profundos na região mineira da bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul, esta varia na faixa compreendida entre 0,10 l/s.m a 0,90 l/s.m, com predominância na maior parte de valores próximos à menor vazão específica (0,10 l/s.m). A vazão máxima explotável, esperada na operação continuada de poços profundos na região está compreendida no intervalo entre 18 m³/h e 90 m³/h.

A publicação tomada como referência para a elaboração desse diagnóstico observa, contudo, a natureza indicativa dos resultados obtidos na regionalização das variáveis utilizadas no estudo das características quantitativas de produção. Além de todas as simplificações e deficiências amostrais, estão sempre presentes as imprecisões próprias do processo de generalização. As indicações mapeadas devem ser entendidas como valores estatisticamente esperados das respectivas variáveis, compativelmente com a precisão do processo.

6.2.4.3 Qualidade das Águas Subterrâneas

Com relação à restrição ao uso da água subterrânea, decorrente das características de salinidade, dureza e adsorção de sódio, nas vazões explotáveis, há predominância de áreas (mais de 90%) com águas de boa qualidade para o abastecimento público. Em alguns trechos da região mineira da bacia encontram-se águas com qualidade inferior, porém toleráveis para o abastecimento público.

6.2.4.4 Aspectos Legais, Administrativos e Institucionais

No Estado de Minas Gerais, está em pleno vigor a Lei 13.771, de 11-12-2000, que dispõe sobre a administração, a proteção e a conservação das águas subterrâneas de domínio do Estado.

Segundo a lei, o gerenciamento das águas subterrâneas compreende a sua avaliação quantitativa e qualitativa e o planejamento de seu aproveitamento racional; a outorga e a fiscalização dos direitos de uso dessas águas e a adoção de medidas relativas à sua conservação, preservação e recuperação.

6.2.5 Conclusões e Recomendações

Algumas conclusões e recomendações podem ser relacionadas de forma abrangente para toda a bacia, tais como:

- para o eficaz gerenciamento dos recursos hídricos subterrâneos é necessário o conhecimento hidrogeológico detalhado da bacia;
- os bancos de dados de poços existentes (por vezes incompletos e desatualizados) encontram-se dispersos por inúmeros órgãos municipais, estaduais e federais. É recomendável que esses dados sejam consistidos e centralizados, como está previsto, para que os mesmos possam ser efetivamente utilizados;
- diante do aumento das demandas e da tendência de crescimento do uso das águas subterrâneas é necessária a intensificação dos estudos das ocorrências e quantificação do uso desses recursos. Esse procedimento possibilitará a compatibilização entre o potencial/ distribuição hídrica e as necessidades atuais/futuras das populações;
- verifica-se em algumas áreas o uso intensivo das águas subterrâneas, captadas, via de regra, através de poços executados sem qualquer orientação técnica e sem qualquer controle operacional. A preservação dos aquíferos é fundamental; portanto, é recomendável que seja implementado um programa de monitoramento constante da evolução dessa utilização e da qualidade das águas extraídas desses poços.

No que se refere especificamente à porção paulista da bacia, Consórcio ICF KAISER-LOGOS (1999) sugere, dentre outras, as seguintes recomendações:

- cadastramento sistemático de poços tubulares, através de levantamentos de campo que possam verificar as condições sanitárias aparentes e de operação atuais desses poços. Isso permitirá a elaboração do estado da arte atual da exploração das águas subterrâneas, bem como a identificação de alvos para futuros estudos;
- adensamento da rede de monitoramento de qualidade das águas subterrâneas efetuado pela CETESB, bem como incremento do número de parâmetros físico-químicos (acrescentando-se, por exemplo, Pb, Cd, compostos orgânicos, etc.) e microbiológicos (por exemplo, patógenos emergentes) analisados, considerando-se, inclusive, aspectos regionais e locais de industrialização, uso e ocupação;
- cadastramento sistemático das indústrias da região, dos principais efluentes e resíduos gerados e sua destinação, além do monitoramento do solo e aquíferos adjacentes, potencialmente susceptíveis à contaminação;
- estabelecimento de uma sistemática para avaliação de outras formas de captação subterrânea, como poços escavados (cacimbas), drenos, poços ponteiras (rasos) e nascentes.

Com relação à porção fluminense da bacia, há algumas conclusões e recomendações, quais sejam:

- é fundamental que os proprietários de poços já perfurados e os futuros usuários providenciem sua regularização de forma a se conhecer efetivamente o potencial da região e preservar os mananciais. Informações obtidas via Internet observam

que, segundo o Departamento de Recursos Minerais (DRM-RJ), dos 2.000 poços existentes no Estado do Rio de Janeiro, apenas 10% são registrados e fiscalizados;

- de acordo com a Lei nº 3.239/99 (Lei Estadual de Recursos Hídricos), “a exploração dos aquíferos deverá obedecer ao princípio da vazão sustentável, assegurando, sempre, que o total extraído pelos poços e demais captações nunca exceda a recarga, de modo a evitar o deplecionamento”. Quando a extração de água subterrânea ultrapassa a recarga natural, por longos períodos de tempo, alguns problemas ocorrem, dentre os quais: poços de produção têm que ser perfurados a profundidades cada vez maiores, consumindo mais energia para bombeamento; poços rasos usados para abastecimentos locais e irrigações secam, e a compactação gradual do subsolo provoca a subsidência de terrenos, como casos conhecidos em Petrópolis e Cordeiro. É fundamental o estabelecimento de um programa de proteção das águas subterrâneas, bem como o conhecimento das áreas de recarga e descarga na região;
- o aproveitamento do potencial do sistema aquífero de maior produtividade do Estado do Rio de Janeiro, localizado na bacia de Campos, deve ser melhor estudado. Esse sistema aquífero ultrapassa os limites da bacia do rio Paraíba do Sul, interferindo com as bacias do rio Itabapoana e da Lagoa Feia. No que concerne às questões ou procedimentos relacionados às águas subterrâneas, eles deverão ser estudados/tratados em conjunto para as três bacias mencionadas.

No que tange à parte mineira da bacia, são estas as conclusões e recomendações:

- é recomendável a quantificação dos recursos hídricos subterrâneos potenciais e disponíveis no trecho mineiro da bacia, a determinação das áreas de recarga e descarga, a avaliação da qualidade dessas águas, bem como a análise das demandas de água no espaço e no tempo. Esses resultados permitirão a elaboração de um balanço hídrico, que traduzirá o equilíbrio entre oferta e demanda;
- é importante que todas as informações obtidas, referentes aos poços ativos perfurados na região, provenientes de diferentes instituições e épocas sejam reunidas, consistidas e mapeadas, de forma a se conhecer a qualidade de sua construção, seu desempenho e a distribuição da rede de poços existentes;
- as análises de qualidade de água se apresentam, por vezes, incompletas. É essencial que se disponha de um número suficiente de informações e de parâmetros a fim de determinar a sua adequabilidade aos diversos usos.

6.3 Usos e Demandas Hídricas

Os métodos de estimativa utilizadas para cada setor usuário, em termos de captação, consumo e carga poluidora de DBO, como referido anteriormente, constam do Volume 3 deste PRH e podem ser assim resumidos:

- **Saneamento Básico**

Para a estimativa da demanda do setor doméstico, adotaram-se parâmetros de dimensionamento relativos ao consumo per capita, ao coeficiente do dia de maior consumo e aos índices de atendimento e perdas dos sistemas. Em relação ao consumo de água, considerou-se como sendo 20% do volume captado.

No caso da determinação das cargas orgânicas remanescentes, adotou-se o valor da contribuição unitária de 54 g/hab.dia. Foram considerados como realizados os sistemas de esgotamento (coleta e tratamento) já contratados ou em construção. Adotou-se a eficiência de 90% na redução de DBO para os sistemas existentes ou previstos.

Os resultados obtidos estão sintetizados na Tabela 6.3.1

Tabela 6.3.1– Saneamento Básico
Vazões atuais captadas, consumidas
e cargas de DBO, por sub-bacia

Trechos / Sub-bacias	Vazão Captada (m ³ /s)	Vazão Consumo (m ³ /s)	Carga de DBO ¹ (kg/dia)
1 Rios Paraibuna e Paraitinga	0,08	0,02	1,62
2 Rio Jaguari	0,12	0,02	2,16
3 Paraíba do Sul – trecho entre Funil e a foz dos rios Paraibuna, Paraitinga e Jaguari	5,53	1,11	64,49
4 Paraíba do Sul – trecho entre Funil e Santa Cecília	2,08	0,42	30,34
5 Paraíba do Sul – trecho entre Santa Cecília e a foz dos rios Paraibuna e Piabanha	0,82	0,16	14,04
6 Rio Piabanha	1,36	0,27	19,62
7 Rio Paraibuna	2,22	0,44	31,78
8 Paraíba do Sul – trecho entre a foz do rio Paraibuna e Piabanha e a foz do rio Pomba	0,27	0,05	5,09
9 Rio Pomba	1,38	0,28	24,65
10 Rio Dois Rios	0,69	0,14	11,58
11 Rio Muriaé	0,91	0,18	16,13
12 Paraíba do Sul – trecho a jusante da foz do rio Pomba	1,38	0,28	19,44

¹ Carga de DBO calculada por sub-bacia/trecho do rio Paraíba sem acumular com as cargas produzidas nas sub-bacias/trecho a montante

² Incluem as demandas das usinas termelétricas planejadas para a bacia

- **Indústria**

Na estimativa da demanda hídrica do setor industrial na parte mineira e fluminense da bacia, em termos de captação, utilizaram-se os dados cadastrais fornecidos pela Federação das Indústrias do Estado de Minas Gerais (FIEMG) e pela Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro (FIRJAN), respectivamente, sobre os quais se aplicaram dois métodos distintos.

O primeiro, utilizado pelo PQA/RJ, permite o cálculo indireto das vazões de captação a partir da determinação da vazão efluente, considerando-se o uso consuntivo de 30%. A vazão efluente, por sua vez, é calculada por tipologia industrial, a partir do número de empregados de cada indústria.

O segundo método adotado é o proposto pelo *US Army Corps of Engineers*, que utilizando, também, a tipologia e o número de empregados, fornece o intervalo em que a vazão de consumo pode variar. A vazão final de consumo considerada foi a correspondente ao valor máximo do intervalo, e, no cálculo da vazão de captação, foi adotado o uso consuntivo de 30%.

Finalmente, adotou-se a vazão de captação de maior valor, obtida dos resultados dos dois métodos.

Com relação à carga de DBO para as indústrias mineiras e fluminenses, utilizou-se a metodologia IPPS (*Industrial Pollution Projection System*) do Banco Mundial.

A demanda industrial do Estado de São Paulo, em termos de captação e carga poluidora (DBO), foi avaliada com base nos dados cadastrais da CETESB. A estimativa de consumo foi realizada pela mesma metodologia adotada para os outros Estados. Os resultados obtidos constam da Tabela 6.3.2.

**Tabela 6.3.2 Uso Industrial
Vazões Captadas, Consumidas e Carga de DBO**

Trechos / Sub-Bacias	Vazão Captada (m ³ /s)	Vazão Consumida (m ³ /s)	Carga de DBO(*) (kg/dia)
1 - Rios Paraibuna e Paraitinga	-	-	-
2 - Rio Jaguari	0,25	0,08	1.350
3 - Paraíba do Sul – trecho entre Funil e a foz dos rios Paraibuna, Paraitinga e Jaguari	1,99	0,60	9.785
4 - Paraíba do Sul – trecho entre Funil e Santa Cecília	9,34	4,90	5486
5 - Paraíba do Sul – trecho entre Santa Cecília e a foz dos rios Paraibuna e Piabanha	0,06	0,02	3.481
6 - Rio Piabanha	0,12	0,04	1.355
7 - Rio Paraibuna	0,14	0,04	2.808
8 - Paraíba do Sul – trecho entre a foz do rio Paraibuna e Piabanha e a foz do rio Pomba	0,02	0,00	1.017
9 - Rio Pomba	0,19	0,06	4.805
10 - Rio Dois Rios	0,10	0,03	2.842
11 - Rio Muriaé	0,02	0,01	3.603
12 - Paraíba do Sul – trecho a jusante da foz do rio Pomba	1,43	0,43	3.310
Total	13,65	6,19	39.841

(*)DBO remanescente para as indústrias paulistas (sub-bacia do Jaguari e trecho a montante de Funil) e DBO potencial para as indústrias fluminenses e mineiras

- **Agropecuária**

Para obter as demandas hídricas do setor agrícola, multiplicaram-se as áreas irrigadas de cada município da bacia — obtidas do censo agropecuário do IBGE 1995/1996 — pelas vazões específicas de captação e consumo do Estado onde essas áreas se situam, calculadas em CHRISTOFIDIS (1997)².

Para a demanda animal, utilizou-se o conceito de BEDA, desenvolvido por Pliirhine:

$$\text{BEDA} = \text{bovinos} + \text{eqüinos} + \text{asininos} + \frac{(\text{caprinos} + \text{ovinos})}{5} + \frac{\text{suínos}}{4}$$

Pliirhine definiu que um BEDA consome 50 litros de água por dia. Estimou-se, nos cenários, um volume de captação diária para um BEDA equivalente ao dobro do previsto por Pliirhine, ou seja, 100 litros diários.

O volume total de captação e consumo de água para o setor pecuarista da bacia do Paraíba do Sul foi obtido multiplicando-se esses valores pelo número total de BEDAs, calculado com base na Pesquisa Pecuária Municipal do IBGE de 2000, a qual registra, por município, o número total de cabeças para cada criação considerada. Na determinação das vazões de captação e consumo em nível de sub-bacia, somaram-se as vazões correspondentes a cada município da sub-bacia em questão.

Quanto à carga poluidora, tanto do setor agrícola quanto da criação de animais, sua estimativa é complexa por tratar-se de cargas difusas para as quais não existem dados disponíveis. Os resultados constam da Tabela 6.3.3

**Tabela 6.3.3 Uso Agropecuário
Vazões Captadas e Consumidas**

Trechos / Sub-Bacias	Vazão Captada (m ³ /s)	Vazão Consumida (m ³ /s)
1 - Rios Paraibuna e Paraitinga	0,35	0,22
2 - Rio Jaguari	1,21	0,85
3 - Paraíba do Sul – trecho entre Funil e a foz dos rios Paraibuna, Paraitinga e Jaguari	10,04	7,15
4 - Paraíba do Sul – trecho entre Funil e Santa Cecília	0,61	0,35
5 - Paraíba do Sul – trecho entre Santa Cecília e a foz dos rios Paraibuna e Piabanha	1,32	0,74
6 - Rio Piabanha	3,47	1,98
7 - Rio Paraibuna	1,13	0,62
8 - Paraíba do Sul – trecho entre a foz do rio Paraibuna e Piabanha e a foz do rio Pomba	5,14	2,94
9 - Rio Pomba	6,84	4,00
10 - Rio Dois Rios	3,50	1,98
11 - Rio Muriaé	7,00	4,01
12 - Paraíba do Sul – trecho a jusante da foz do rio Pomba	12,55	7,15

² Para cada Estado da Federação CHRISTOFIDIS (1997) obteve a demanda específica de água para irrigação dividindo a demanda total no período de um ano (captação ou consumo) pela área total irrigada no Estado, incluindo todas as culturas. Para maiores detalhes, ver Volume 3

- **Usinas Termelétricas**

No Volume 3 deste PRH foram estimadas as vazões que serão captadas e consumidas pelas usinas termelétricas do Programa Prioritário de Termelétricidade, do Governo Federal e que, em futuro próximo, deverão entrar em operação na bacia. Por não estarem, ainda operação não foram aqui consideradas.

corresponde à recomendada por CARVALHO (2000), apresentada no Volume 3 Tal metodologia prevê, para o ciclo termodinâmico utilizado (vapor, gás ou combinado), associado ao tipo de sistema de refrigeração (aberto ou fechado), taxas correspondentes aos usos consuntivo e não-consuntivo em função da energia gerada.

7. CADASTRO DE USUÁRIOS E OUTORGA

7.1 Outorgas na Bacia do Rio Paraíba do Sul

O panorama das outorgas na bacia nas quatro esferas outorgantes é bastante variado. A atividade em São Paulo é muito intensa, com 1.529 outorgas concedidas até setembro de 2001, sendo 440 de poços e 1.089 de águas superficiais. Em Minas Gerais, até janeiro de 2002 haviam sido concedidas 107 outorgas, sendo 48 de poços e 59 de águas superficiais. No Rio de Janeiro, até janeiro de 2002 haviam sido concedidas 7 outorgas de águas superficiais, havendo outras 46 em exame e, no caso de outorga de poços, 20 em exame. No âmbito da União, até janeiro de 2002 haviam sido concedidas 9 outorgas em corpos de água federais, e 52 processos acham-se em análise. As informações sobre as outorgas concedidas em âmbito estadual e federal estão sendo atualizadas e sistematizadas para inserção no Sistema de Informações da Bacia do Rio Paraíba do Sul.

Em bacias de rios federais como a do Paraíba do Sul, a outorga, tal como diversos outros instrumentos para a gestão de recursos hídricos, requer um exame com uma visão integrada para toda a bacia, ainda que as competências para sua concessão sejam divididas entre a União e os Estados que compõem o território envolvido. Para que isso seja possível, no entanto, torna-se necessário um esforço significativo no sentido de integrar e compatibilizar cadastros e metodologias atualmente em uso nas quatro esferas envolvidas. Em seu papel de órgão gestor da política de recursos hídricos no Brasil, a Agência Nacional de Águas (ANA) vem capitaneando essa tarefa na bacia do Paraíba do Sul, como condição essencial para a correta aplicação dos princípios de gestão previstos na Lei 9.433/97.

7.2 Cadastro Unificado - Antecedentes

Em reunião do CEIVAP em Campos dos Goytacazes, em 16 de março de 2001, foi aprovada pela Deliberação nº 03/2001 o início da cobrança pelo uso dos recursos hídricos na bacia do Paraíba do Sul, bem como uma extensa agenda de reuniões visando a implementá-la no ano de 2002. No escopo das discussões que se seguiram foi levantada a necessidade da universalização da base da cobrança, que não deveria se restringir a alguns setores ou porte de usuários.

Em função dessa exigência e considerando, ainda, a necessidade do aprofundamento do conhecimento das demandas na bacia, foi proposto, em reunião de diretoria do CEIVAP do dia 24 de outubro de 2001, realizar uma campanha de cadastramento e outorga dos usuários atuais. O Diretor Presidente da Agência Nacional de Águas (ANA), representando a União, o Diretor Presidente do IGAM, representando Minas Gerais, o Subsecretário de Recursos Hídricos de São Paulo e o Secretário de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável do Rio de Janeiro, presentes à reunião, concordaram em implantar um procedimento de cadastramento e outorga unificado para toda a bacia, independentemente da dominialidade dos rios, incluindo, ainda, a água subterrânea, de domínio estadual. Foi acordado na reunião que o processo seria encaminhado em conjunto pelos quatro poderes públicos e que se buscaria uniformizar os procedimentos e as bases de dados nas quatro esferas, respeitando as particularidades de cada um dos atuais sistemas de outorga.

7.3 Cadastro Unificado - Proposta da ANA

Em uma primeira reunião, realizada no dia 29-10-2001, foram discutidos os pontos fundamentais que norteariam o processo e formulada uma proposta inicial da ANA para o processo de cadastramento conjunto, consolidados nas seguintes diretrizes, a serem discutidas com os Estados.

Objetivos do processo:

- simplificação e universalização do processo de outorga;
- outorga dos usos atuais, o mais abrangente possível;
- integração e uniformização dos processos de outorga nas esferas federal e estadual, na medida do possível;
- obtenção de dados suficientes para subsidiar o início do processo de cobrança pelo uso dos recursos hídricos na bacia, com ênfase na aplicação do princípio poluidor-pagador;
- constituição de cadastro com informações adicionais necessárias à gestão dos recursos hídricos.

Usos a serem outorgados:

- captação de água superficial;
- lançamento de efluentes;
- extração de águas subterrâneas.

Critérios da Outorga Inicial:

- processo inicial, estabelecido por convocação para os usuários em geral, com prazo definido para resposta;
- contato direto com os usuários identificáveis a priori (prefeituras, indústrias do cadastro do IBGE e outros cadastros) com o objetivo de reforçar a convocatória;
- regularização dos usos correntes, nas atuais condições (a menos de usos abusivos) para os que responderem à chamada no prazo, a despeito de se reconhecer a existência de eventuais casos de superexploração do recurso hídrico (quantidade) ou violação de limite de concentração ditado pelo enquadramento estabelecido (qualidade);
- usuários que não responderem no prazo são sujeitos a exame de disponibilidade hídrica quando do pedido de outorga e a fiscalização e às sanções previstas em lei;
- a critério do requisitante (usuário), os valores de uso poderão ser estimados por meio de indicadores secundários, conforme metodologia padrão oferecida pelo órgão outorgante. No caso do usuário agroindustrial, as estimativas serão baseadas em capacidade instalada e produção (captação estimada pela capacidade das bombas, vazões e cargas poluentes calculadas por porte da instalação e tipologia industrial ou tipo de cultivo, etc.). No caso do uso doméstico, as estimativas serão baseadas na população e em indicadores típicos. Para o usuário que optar por declarar o uso

estimado pelo sistema não haverá a possibilidade de multa, caso uma eventual fiscalização constate valores de uso discrepantes dos estimados, mas, sim, se os indicadores informados estiverem incorretos, o que poderia caracterizar má fé. As outorgas emitidas que tiverem sido baseadas nessas estimativas estarão sujeitas a revisão por iniciativa do outorgado ou em decorrência de fiscalização pelo órgão outorgante;

- valores de uso declarados (não estimados) são de inteira responsabilidade do usuário;
- prazo de validade da outorga inicial de até três anos para usuários em geral e coincidente com o prazo de concessão para usuários de saneamento. Ao final desse prazo, as outorgas serão objeto de exame por novos critérios, tendo como balizadores os planos de bacia.

Usuários Alvo:

- saneamento;
- indústria;
- mineração;
- agricultura, aquicultura e criação de animais;
- usinas termelétricas.

Implicações sobre Outorga Qualitativa:

- outorga para emissão de poluentes em função do volume de diluição requerido;
- uso da concentração atual ou da concentração limite da classe de enquadramento (o que for maior), como concentração de referência para o cálculo do volume de diluição do poluente;
- escolha de um poluente a ser outorgado inicialmente (por exemplo, DBO);
- reconhecimento dos atuais níveis de poluição a serem enfrentados e corrigidos por meio do plano de bacia.

Mecânica do Cadastramento e Requerimento de Outorga:

- o pedido de cadastramento e requerimento de outorga será apresentado pelo usuário por meio de formulários, onde deverão constar dados de identificação do usuário e do empreendimento, as informações sobre os usos correntes (quantitativos de uso e localização) e outros, visando constituir uma base de informações dos usuários de recursos hídricos da bacia. Os dados de uso poderão ser informados diretamente ou estimados mediante informações indiretas;
- será desenvolvida uma metodologia para estimativa de usos de recursos hídricos (captação, consumo e lançamento de poluentes) por porte e tipologia industrial, baseada em técnicas desenvolvidas e sistematizadas pelo Banco Mundial. Serão adotadas técnicas de estimativa de uso e levantadas bases de dados existentes que auxiliem o requerente (usuário) do setor de saneamento na estimativa dos usos dos

recursos hídricos. Serão ainda adotadas técnicas para o cálculo de vazões captadas em função de dados de instalações físicas (capacidade de bombas e motores);

- será idealizada uma forma de auxílio ao usuário para a determinação das coordenadas referentes aos pontos de uso dos recursos hídricos, possivelmente sob a forma de cópia do mapeamento em 1:50000 do município de referência;
- será idealizada, igualmente, uma forma de localização em uma rede hidrográfica de referência, como a empregada no sistema digital de apoio à outorga desenvolvido pelo Laboratório de Hidrologia e Estudos de Meio Ambiente da COPPE/UFRJ. A localização na rede visa identificar o ponto onde o uso do recurso se refletirá. Assim, por exemplo, um efluente pode ser lançado em uma pequena vala não representada na hidrografia de referência, mas o receptor "oficial" daquele lançamento será o primeiro curso d'água do qual aquela vala for um tributário de qualquer ordem. No caso de lançamento de esgotos sem tratamento, em rios da malha de referência, onde o número de pontos é grande, deverão ser identificados apenas os rios e os trechos afetados (ponto de início e final do trecho);
- definição da "dominialidade dos usos": no caso de captação, caso ocorra num rio representado pelo sistema hidrográfico de referência, a esfera de domínio será aquela correspondente ao curso de água. Caso ocorra em um curso não representado, o domínio será do Estado onde se localizar o ponto de captação. No caso de lançamento de efluentes, a dominialidade do rio no ponto de lançamento oficial (conforme definido no parágrafo acima) definirá a dominialidade do uso. No caso de lançamento de esgotos sem tratamento em rios representados na malha de referência, o domínio será estadual, a menos que um ou mais dos rios em questão seja de domínio da União, caso em que a dominialidade será federal;
- será desenvolvido um manual de procedimentos para auxiliar o usuário no preenchimento dos formulários, no qual todas as técnicas de estimativa de uso e de posição, mencionadas acima, serão explicitadas;
- será desenvolvido um programa de computador, nos moldes do utilizado pela Secretaria da Receita Federal no cálculo do Imposto sobre a Renda, de modo a tornar o preenchimento o mais simples possível. Os valores de uso serão calculados e exibidos pelo programa, de acordo com os dados indiretos fornecidos pelo usuário (modelo simplificado), o que não o impedirá de informar valores diferentes baseados em resultados de medições e análises de laboratório, sob sua responsabilidade (modelo completo).

Diversos métodos de simulação de quantitativos foram propostos na reunião. Para a simulação de poluição industrial foram apresentados o IPPS (*Industrial Pollution Projection System*) e o DSS-IPC (*Decision Support System for Industrial Pollution Control*), ambos do Banco Mundial. O primeiro, publicado em dezembro de 1994, permite calcular o potencial poluidor de uma indústria, em termos de DBO e sólidos em suspensão, em função de sua tipologia industrial e número de empregados, valor agregado ou valor final de produção. Resultou de uma pesquisa realizada nos Estados Unidos, com dados de produção de mais de 200.000 indústrias e dados de poluição de 30.000 delas. O DSS-IPC é um programa de computador desenvolvido em 1995 que permite o cálculo de lançamento de diversos poluentes a partir da especificação da tipologia industrial, processo produtivo, processo de tratamento de efluentes e volume de produção da indústria. O programa, por sua vez, foi elaborado a partir do relatório

“*Management and Control of the Environment*”, publicado pela Organização Mundial da Saúde em 1989, o qual reúne dados, provenientes de diversos documentos publicados, em um sistema rápido de previsão de poluição. A estimativa de poluição doméstica deverá ser feita a partir de dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS). As estimativas de vazão poderão ser feitas em função de capacidades das bombas.

A informação prestada pelo usuário poderá ser proveniente de medição ou de estimativa a partir de informações básicas. Caso o usuário opte por medir os quantitativos de uso de água e, principalmente, de lançamento de efluentes, idealizou-se, na reunião, a formação de uma rede de apoio, constituída por laboratórios credenciados, a partir de um apoio do Instituto Nacional de Metrologia (INMETRO).

Para garantir o maior sucesso à chamada dos usuários, idealizou-se uma campanha de mídia, apresentando os princípios da lei de recursos hídricos e o porquê da regularização dos usos.

Foi finalmente elaborado um cronograma detalhando os passos a serem dados para se chegar ao final do mês de junho de 2002 com as informações dos usuários recebidas e sistematizadas.

7.4 Cadastro Unificado - Reunião com os Estados

O passo mais importante, após a definição da proposta da ANA é a discussão das diretrizes formuladas com os Estados. O objetivo é o debate do ambiente jurídico específico e dos procedimentos e informações requeridos para a outorga em cada Estado, visando ao desenvolvimento de um sistema comum, o mais simples e uniforme possível, que permita a implantação da cobrança nas quatro instâncias de Governo e que, ao mesmo tempo, represente uma base de dados para a gestão integrada na bacia do Paraíba do Sul.

Nesse sentido, foram realizadas três reuniões em novembro e dezembro de 2001 com a participação crescente das representações estaduais, compostas pelos órgãos de gestão de recursos hídricos, de gestão ambiental e dos sistemas estaduais de saneamento.

A primeira reunião com os Estados contou com a presença do Diretor Presidente do IGAM e da Diretora de Recursos Hídricos do DAEE, representando, respectivamente, a gestão de recursos hídricos nos Estados de Minas Gerais e São Paulo.

A primeira questão abordada na reunião, a pedido da representante de São Paulo, foi a da meta visada pelo processo de cadastramento conjunto. Foram apresentadas, como as principais metas a serem alcançadas, a preparação para a cobrança na bacia, em âmbito geral, e a constituição de um cadastro, que permita dar início à gestão integrada da bacia, no binômio quantidade-qualidade de água. No que diz respeito à cobrança nos Estados, a diretora do DAEE salientou que, no caso de São Paulo, isso depende de lei, cuja tramitação até agora tem sido complicada. Conforme a opinião expressada pelo Subsecretário de Recursos Hídricos de São Paulo na reunião do CEIVAP de 24-10-2001, no entanto, espera-se que a implantação da cobrança no âmbito federal leve ao início da cobrança, nos mesmos moldes, em âmbito estadual. Opinião semelhante foi manifestada pelos representantes de Minas Gerais e Rio de Janeiro, na mesma reunião.

Foram discutidos problemas referentes à localização dos usuários e sua dominialidade. A localização dos usuários dos recursos hídricos, tanto para a captação/consumo como para o lançamento de efluentes, pode ser caracterizada por um ponto. A localização desse ponto pelo usuário, no entanto, tem sido um problema nos Estados que maior número de outorgas tem dado, como São Paulo. Foi apresentada pelo Laboratório de Hidrologia da COPPE a idéia, incorporada na proposta da ANA, de desenvolver no sistema de cadastro um mecanismo que permita ao usuário localizar o ponto de uso sobre uma imagem colorida do mapa de seu município em escala 1:50000 (IBGE). A mesma cópia poderia ser enviada em papel, caso se opte pelo preenchimento manual. A proposta foi bem aceita pela representante de São Paulo.

Um segundo problema de localização diz respeito ao uso do rio como diluidor de esgoto doméstico não tratado. Quando o esgoto não é coletado, seu lançamento na rede de drenagem ocorre em uma infinidade de pontos. Mesmo quando há coleta, o número de pontos de lançamento é normalmente grande, e sua localização, freqüentemente desconhecida da concessionária do serviço. A idéia formulada pelo Laboratório de Hidrologia, também incorporada na proposta da ANA, é a de definir apenas os pontos limites dos rios afetados em função da área envolvida.

A questão da dominialidade dos usos é um complicador adicional pela eventual necessidade de caracterizar rios de mínima expressão como de domínio da União ou estadual. Foi também apresentada pelo Laboratório de Hidrologia a idéia de se referenciar o uso ao ponto mais próximo da rede de referência que integra o Sistema de Informações e Apoio à Outorga do Paraíba do Sul e com isso usar a dominialidade do ponto de referência, sugestão incorporada na proposta da ANA, já descrita. As idéias de usos difusos para o esgotamento sanitário e de malha de referência estão ilustradas na [Figura 7.3.1](#), anexa. As propostas foram consideradas interessantes pela representante de São Paulo, ficando, no entanto, sujeitas a serem referendadas pela Secretaria de Recursos Hídricos do Estado.

A legalidade da outorga de diluição de esgotos não tratados foi questionada pela representante de São Paulo, que ponderou que uma medida dessa natureza teria sua legalidade argüida pelo Ministério Público. Essa questão, e as medidas que podem ser tomadas para remediá-la ou contorná-la, deverão ser discutidas em reunião específica, com a presença de representantes do Judiciário.

O processo de cadastramento, em princípio, deveria ser feito uniformemente por chamada dos usuários. Foi salientado, no entanto, pelo Laboratório de Hidrologia, que existe uma diferença fundamental entre os dois principais grupos de usuários, a indústria e o saneamento. Enquanto o primeiro grupo tem uma mobilidade maior em termos de criação e desaparecimento de indústrias, mudança de nome e atividades, o que, pela dificuldade de acesso direto, justifica o chamamento, o segundo é conhecido, suas características em termos de porte e localização são mais facilmente mensuráveis (pelo IBGE, por exemplo) e pode, com relativa facilidade, ser acessado diretamente. Foi ainda ressaltado que esse grupo de usuários tem sido estudado em toda a bacia por projetos como os PQA e o Projeto Preparatório para o Gerenciamento dos Recursos Hídricos do Paraíba do Sul. Seus dados estão expressos na caracterização do saneamento neste relatório e deveriam ser usados como base no processo de cadastramento e outorga do setor.

Nessa primeira reunião foi levantada, tanto pelo Laboratório de Hidrologia como pela representação de São Paulo, a conveniência da participação das agências ambientais estaduais na elaboração da metodologia de cadastramento e outorga quali-quantitativa,

envolvendo questões de efluentes líquidos das indústrias e saneamento, que até então vinham sendo tratados exclusivamente por esses órgãos.

A segunda reunião contou com representantes dos órgãos de recursos hídricos dos Estados de Minas Gerais, Rio de Janeiro e São Paulo (IGAM, SERLA e DAEE), além de uma representante da CETESB, o órgão ambiental de São Paulo.

A reunião foi iniciada pela discussão da Deliberação CEIVAP nº 08/2001, de 6 de dezembro de 2001, que aprovou a metodologia da cobrança na bacia e colocou condições para seu início, entre elas (artigo 1º, parágrafo 1º, inciso IV) a conclusão da regularização dos usos, o que só veio a reforçar a importância do processo em curso.

Por solicitação da Superintendência de Outorga da ANA (SOU/ANA), a reunião foi marcada por apresentações da metodologia para outorga de abastecimento de água e esgotamento sanitário e de situação de qualidade de água na bacia.

Na apresentação da metodologia de outorga (SOU/ANA), foram desenvolvidos conceitos para se chegar à vazão de captação e de diluição. No que se refere a abastecimento, foram apresentados os casos de sistemas simples de uma captação e uma área atendida, cuja vazão pode ser determinada pela população da área e casos complexos com diversas áreas e diversas captações, cuja população atendida seria em princípio de determinação mais difícil. Nesses casos, a vazão seria determinada pela capacidade instalada de captação e tratamento. No que se refere à diluição de esgotos, foram apresentadas as fórmulas para o cálculo da vazão de diluição, partindo da concentração e vazão do efluente.

A apresentação sobre a qualidade de água na bacia (USP) focalizou as violações de classe CONAMA nos postos da bacia, com base em dados da CETESB acrescidos de outros, fornecidos anteriormente pelo Laboratório de Hidrologia. Foi salientado que o levantamento de qualidade de água que faz parte do Plano de Recursos Hídricos em execução pelo Laboratório de Hidrologia já dispõe de dados mais atualizados, com instrumentos de análise e com a análise aprofundada da situação referente a diferentes parâmetros e períodos de análise, o que deverá ser realizado mediante discussões com a SOU e as equipes da USP e do Laboratório.

A questão da dominialidade voltou a ser debatida. Foi apresentada uma nova proposta (Fundação Getúlio Vargas) para a dominialidade nos casos de lançamento de esgoto não tratado, dividindo municípios entre o domínio da União e dos Estados, com base na proximidade entre rios federais e núcleos urbanos importantes, a qual foi rejeitada pelas representações estaduais. Foi também rechaçada a proposta anteriormente apresentada pelo Laboratório de Hidrologia, só se aceitando como rio federal o que está na definição estrita da Constituição, e, portanto, só sendo passíveis de outorga federal os usos que interferirem diretamente com esses cursos de água. Foi proposto pelo Laboratório de Hidrologia o levantamento, no mapeamento sistemático de maior escala existente na bacia (1:50000), de todos os rios e córregos federais, que, uma vez aceitos pelos Estados, passariam a constituir a lista oficial para fins de outorga.

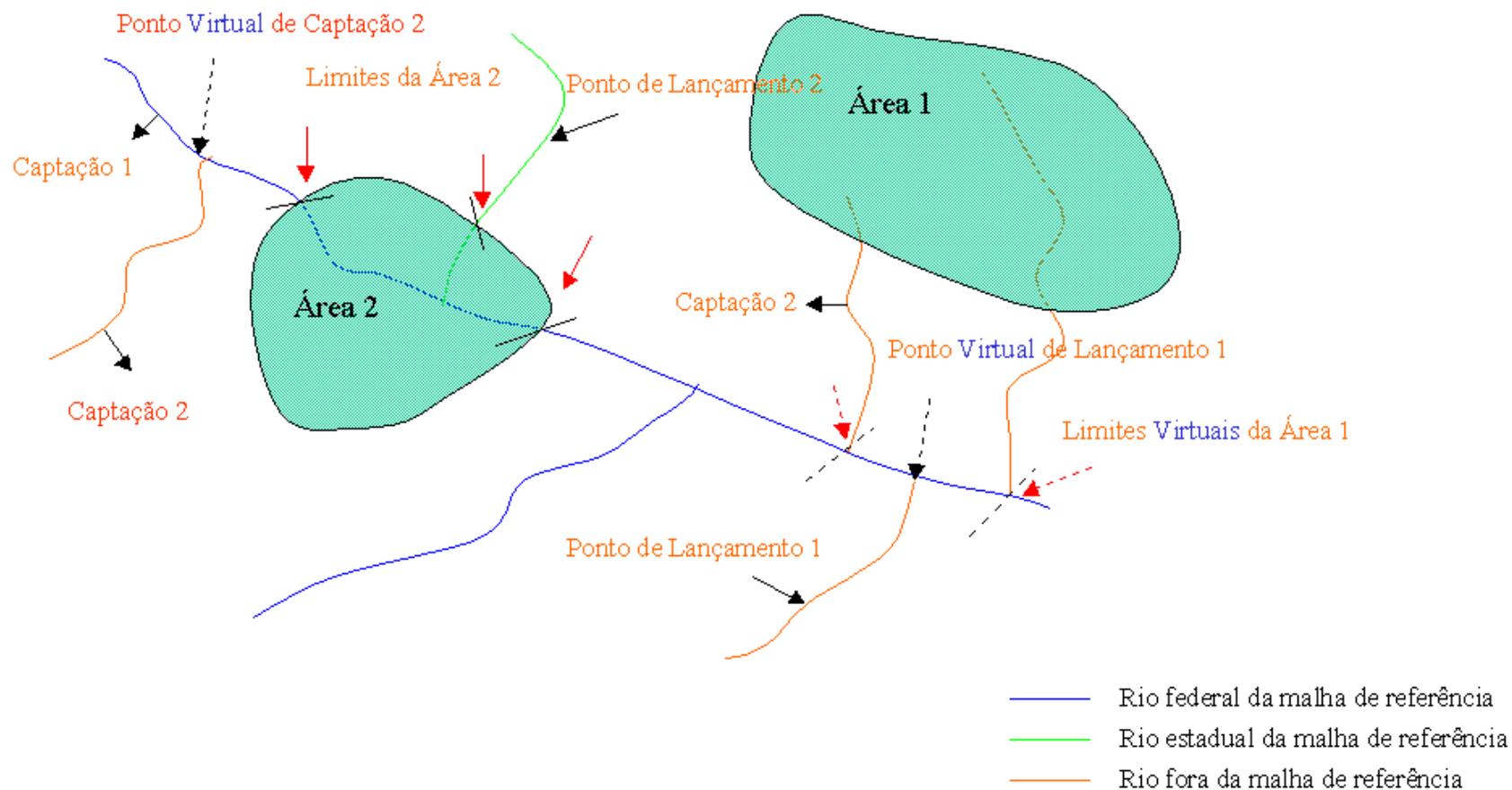


Figura 7.3.1 - Localização e Dominialidade

A terceira reunião contou com representantes dos órgãos de recursos hídricos dos Estados de Minas Gerais, Rio de Janeiro e São Paulo (IGAM, SERLA e DAEE), da CETESB e da empresa de saneamento do Rio de Janeiro (CEDAE).

A reunião foi centrada nas metodologias e dados (formulários) referentes à outorga para o abastecimento público e esgotamento sanitário. A representante de São Paulo expôs a metodologia adotada no Estado para a concessão de outorga, a qual se apóia em um estudo de viabilidade de implantação do empreendimento e em um relatório de avaliação de eficiência, solicitados ao candidato à outorga. Esses dois documentos permitem que se faça a análise da demanda frente à oferta de recursos hídricos e a outras demandas, assim como uma análise dos quantitativos da demanda e das possibilidades de redução via aumento de eficiência no processo produtivo. Foi salientado que a complexidade da análise requerida, especialmente em sistemas mais intrincados de saneamento urbano, é de difícil assimilação em um sistema de computação como o que se planeja usar para suportar o processo de cadastramento e outorga.

A representante de Minas Gerais expôs a metodologia usada no Estado, semelhante à de São Paulo, porém com diferenças em relação às modalidades de outorga concedidas e outros pontos. A representante do Rio de Janeiro ressaltou o estágio preliminar em que se encontra a regulamentação da outorga no Estado, tendo em vista haver sido a lei estadual de recursos hídricos recentemente aprovada.

A última fase da reunião consistiu na análise detalhada dos formulários de cadastramento e outorga propostos pela ANA, visando à sua adequação ao que vem sendo praticado pelos Estados.

No decorrer da análise foi salientado pelo Laboratório de Hidrologia que, embora a descrição da topologia final de uma rede de abastecimento seja realmente difícil em um sistema de formulários de cadastro, a correta identificação e caracterização dos "objetos" que compõem o sistema a ser descrito permitirá que se faça, de modo automático, a análise dos dois pontos relevantes no processo de regularização de usos: a **identificação das demandas pontuais**, em termos de captação no aquífero ou de captação ou lançamento de poluentes nas águas superficiais, e a **verificação da adequação entre a demanda real e o uso**.

Esses conceitos tornam-se mais claros ao analisar-se a [Figura 7.3.2](#), a seguir. Sob o conceito desejado, de procurar simplificar o preenchimento do formulário, a caracterização do sistema em termos de abrangência geográfica (núcleo urbano, distrito e município ou conjunto deles) permite que, usando dados de população do IBGE, se chegue a um valor da demanda de água, dentro de parâmetros aceitos de consumo per capita. A informação das vazões em cada um dos pontos de captação, sejam eles superficiais ou subterrâneos, permite a **identificação das demandas pontuais** dos recursos hídricos superficiais ou subterrâneos. O somatório dos valores das captações, comparado com a demanda estimada do sistema, permite a **verificação da adequação entre a demanda real** estimada e o uso informado do recurso hídrico. Se, além disso, se caracterizar as Estações de Tratamento como um novo tipo de objeto, pode-se verificar a adequação das estações ao conjunto de captações a ela associado e do conjunto de estações ao sistema que se deseja atender. Para que isto seja possível, tanto em termos de formulários em papel como de sistema computacional, bastaria relacionar os formulários individuais de captação a um formulário de estação de tratamento (ou de ausência de tratamento) e os formulários de estações de tratamento ao do sistema onde estão inseridos.

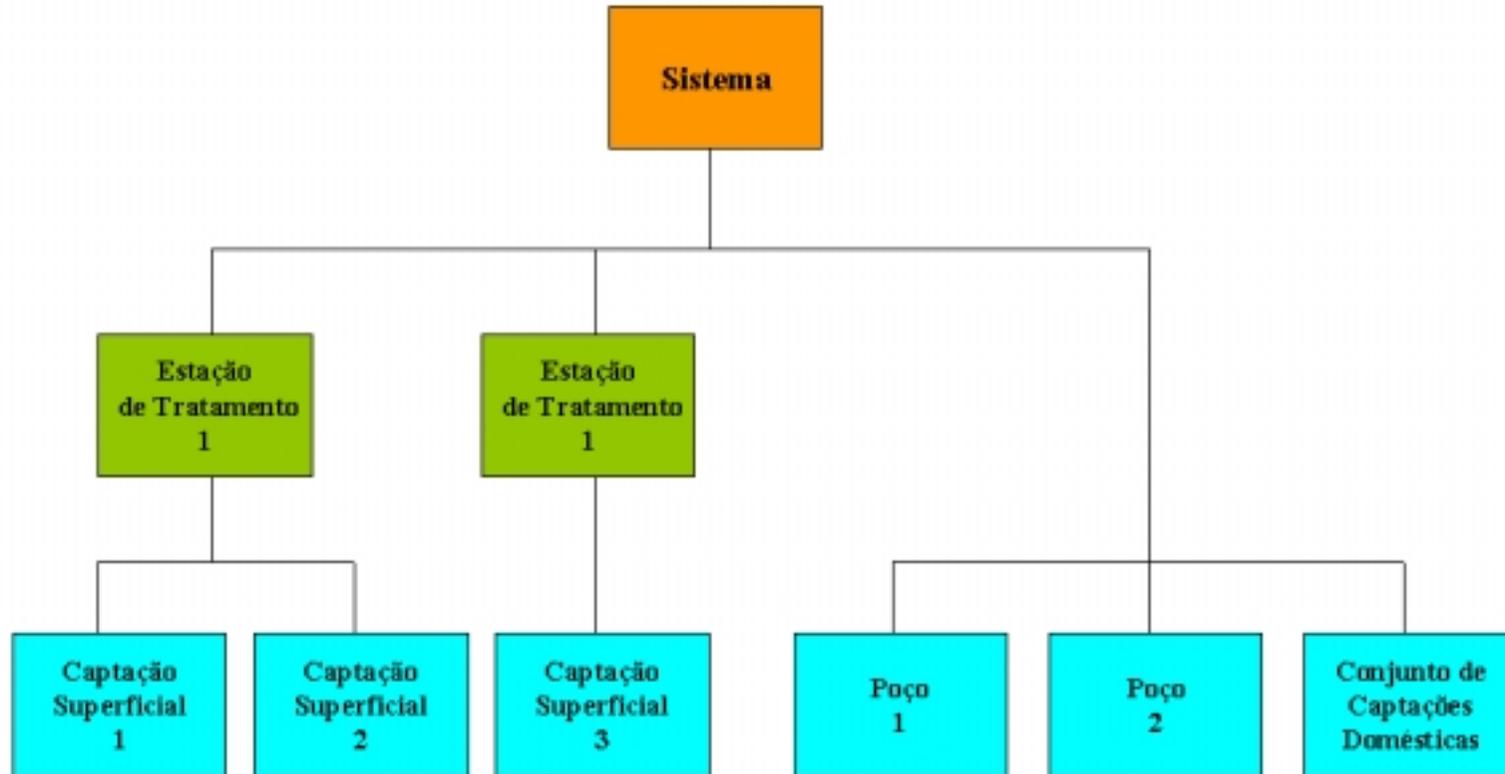


Figura 7.3.2 - Modelagem de um Sistema de Abastecimento de Água

8. ENQUADRAMENTO DAS ÁGUAS EM CLASSES DE USO

A Política Nacional de Recursos Hídricos define o enquadramento dos corpos de água em classes de usos como importante instrumento de gestão, uma vez que esse enquadramento, segundo os usos preponderantes, visa a assegurar às águas qualidade compatível com os usos mais exigentes a que forem destinadas e diminuir os custos de combate à poluição, mediante ações preventivas permanentes. Dispõe, também, que as classes de corpos de água serão estabelecidas pela legislação ambiental e delega às Agências de Bacia competência para propor aos respectivos Comitês de Bacia o enquadramento dos corpos de água nas classes de uso para encaminhamento ao respectivo Conselho Nacional ou Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos, de acordo com o domínio desses.

A legislação federal sobre enquadramento na bacia do Paraíba do Sul é bem antiga, data das décadas de 1970 e 1980. De lá para cá, o grande desenvolvimento econômico registrado na bacia, ante a implantação de inúmeras indústrias e o surgimento de grandes concentrações humanas - que utilizam as águas do Paraíba do Sul, porém sem planejamento integrado - contribuiu para reduzir a disponibilidade hídrica e degradar a qualidade das águas. Dessa forma, é de fundamental importância o desenvolvimento de estudos de enquadramento relativamente aos cursos de água da bacia, tendo por base um diagnóstico atualizado dos usos preponderantes dos recursos hídricos e aplicando uma metodologia que permita o estabelecimento de planos de ações e de investimentos para atender às metas de qualidade definidas.

8.1 Legislação Federal

Pela Portaria GM/086, de 04-06-81, o então Ministério do Interior, baseado em estudos realizados pelo Comitê Executivo de Estudos Integrados da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul (CEEIVAP), atualmente substituído pelo Comitê para Integração da Bacia Hidrográfica do rio Paraíba do Sul (CEIVAP), estabeleceu o enquadramento dos corpos hídricos da bacia do rio Paraíba do Sul, segundo a classificação das águas determinada pela Portaria GM/013 de 15-01-76. Essa classificação permanece válida até que novo enquadramento seja realizado dentro da atual política de controle de poluição das águas, tendo por base a resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) n.º 20 de 18-06-86. A [Tabela 8.1](#) e a [Figura 8.1.1](#), apresentam o enquadramento dos diversos trechos dos cursos de água federais da bacia do rio Paraíba do Sul, estabelecido pela Portaria GM/086.

Tabela 8.1 - Enquadramento dos Corpos Hídricos da Bacia do Rio Paraíba do Sul

Curso de água	Trecho	Classificação
Paraíba do Sul	Cabeceiras – Barragem de Santa Branca	Classe 1
Paraíba do Sul	Barragem de Santa Branca – cidade de Campos	Classe 2
Paraíba do Sul	Cidade de Campos – Foz	Classe 3
Paraibuna	Cabeceiras – Barragem de Chapéu d’Uvas	Classe 1
Paraibuna	Barragem de Chapéu d’Uvas – Foz	Classe 2
Preto	Cabeceiras – Foz do rio da Prata	Classe 1
Preto	Foz do rio da Prata – Foz	Classe 2
Pomba	Cabeceiras – Foz	Classe 2
Muriaé	Cabeceiras – Foz	Classe 2
Pirapetinga	Cabeceiras – Foz	Classe 2
Bananal	Cabeceiras – Cidade de Bananal	Classe 1
Bananal	Cidade de Bananal – Foz	Classe 2
Carangola	Cabeceiras – Foz	Classe 2

Portaria n.º 86 – Ministério do Interior – 04/06/81.

A resolução CONAMA n.º 20 estabeleceu uma classificação para as águas doces do território, segundo seus usos preponderantes, conforme é descrito a seguir:

I - Classe Especial – águas destinadas:

- a) ao abastecimento doméstico sem prévia ou com simples desinfecção;
- b) à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas.

II - Classe 1 - águas destinadas:

- a) ao abastecimento doméstico após tratamento simplificado;
- b) à proteção das comunidades aquáticas;
- c) à recreação de contato primário (natação, esqui aquático e mergulho);
- d) à irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película;
- e) à criação natural e/ou intensiva (aquicultura) de espécies destinadas à alimentação humana.

III - Classe 2 - águas destinadas:

- a) ao abastecimento doméstico após tratamento convencional;
- b) à proteção das comunidades aquáticas;
- c) à recreação de contato primário (natação, esqui aquático e mergulho);
- d) à irrigação de hortaliças e de plantas frutíferas;
- e) à criação natural e/ou intensiva (aquicultura) de espécies destinadas à alimentação humana.

IV - Classe 3 - águas destinadas:

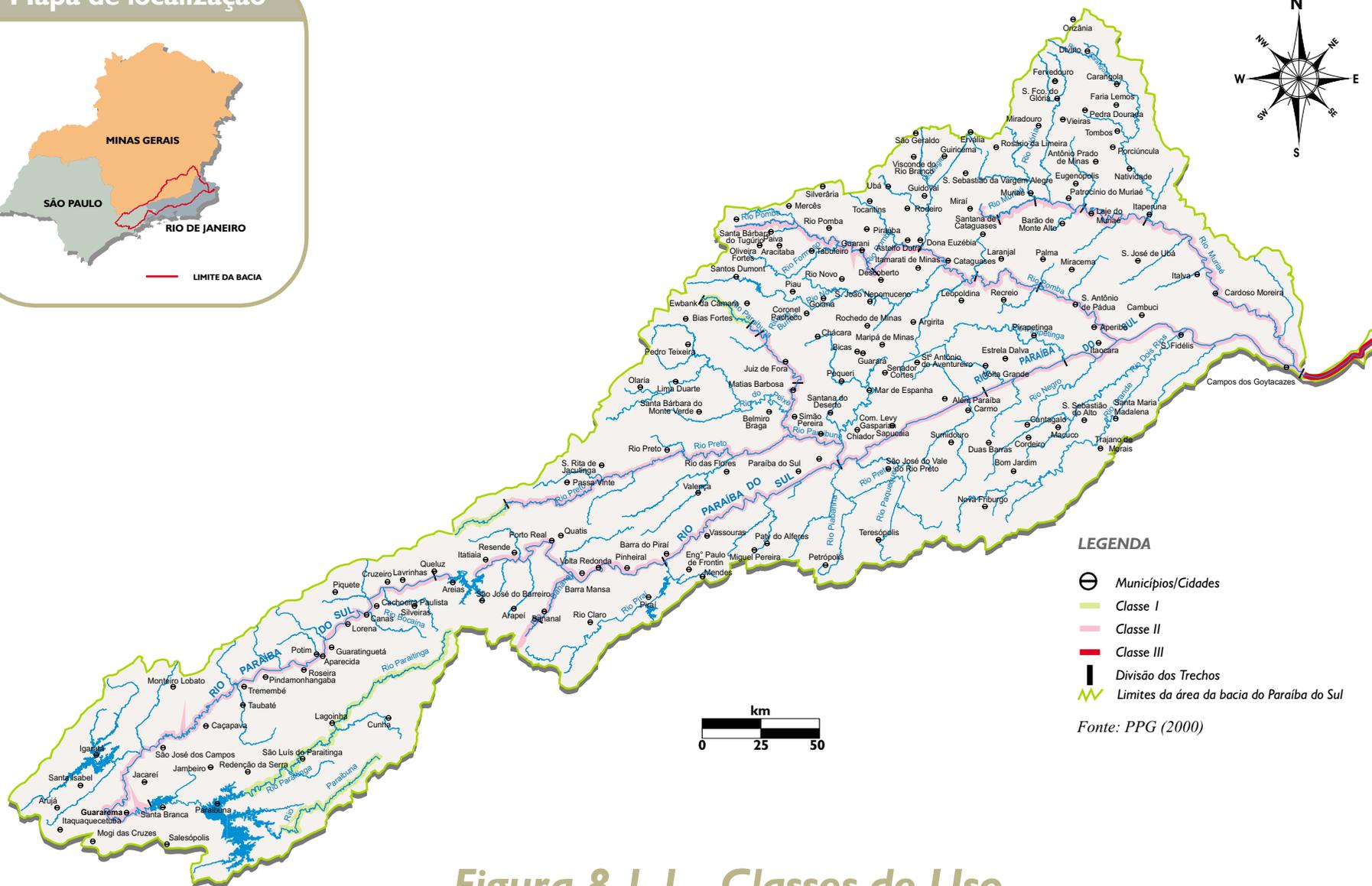
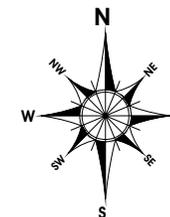
- a) ao abastecimento doméstico após tratamento convencional;
- b) à irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras;
- c) à dessedentação de animais.

V - Classe 4 - águas destinadas:

- a) à navegação;
- b) à harmonia paisagística;
- c) aos usos menos exigentes.

Para cada uma das classes definidas, a resolução CONAMA estabeleceu limites e condições para um conjunto amplo de parâmetros de qualidade da água. No artigo 2º são apresentadas algumas definições conceituais importantes em qualquer processo de enquadramento de cursos de água, quais sejam:

Mapa de localização



LEGENDA

- ⊖ Municípios/Cidades
- Classe I
- Classe II
- Classe III
- ▬ Divisão dos Trechos
- ▬ Limites da área da bacia da Paraíba do Sul

Fonte: PPG (2000)

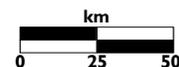


Figura 8.1.1 - Classes de Uso

a) classificação: qualificação das águas doces, salobras e salinas com base nos usos preponderantes (sistemas de classes de qualidade);

b) enquadramento: estabelecimento do nível de qualidade (classe) a ser alcançado ou mantido em um segmento de corpo de água ao longo do tempo.

c) condição: qualificação do nível de qualidade apresentado por um segmento de corpo de água, num determinado momento, em termos dos usos possíveis com segurança adequada;

d) efetivação do enquadramento: conjunto de medidas necessárias para colocar e/ou manter a condição de um segmento de corpo de água em correspondência com a sua classe.

A Lei 9.433/97, que criou o Sistema Nacional de Recursos Hídricos e instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos, em seu artigo 1º estabelece os fundamentos dessa Política, descritos a seguir:

Art. 1º – A Política Nacional de Recursos Hídricos baseia-se nos seguintes fundamentos:

I – a água é um bem de domínio público;

II - a água é um recurso natural limitado, dotado de valor econômico;

III - em situações de escassez, o uso prioritário dos recursos hídricos é o consumo humano e a dessedentação de animais;

IV - a gestão dos recursos hídricos deve sempre proporcionar o uso múltiplo das águas;

V - a bacia hidrográfica é a unidade territorial para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e a atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento dos Recursos Hídricos;

VI - a gestão dos recursos hídricos deve ser descentralizada e contar com a participação do Poder Público, dos usuários e das comunidades.

O artigo 5º define o enquadramento dos corpos de água como um importante instrumento de gestão dos recursos hídricos.

De acordo com o artigo 9º, o enquadramento dos corpos de água em classes, segundo os usos preponderantes, visa assegurar às águas qualidade compatível com os usos mais exigentes a que forem destinadas e diminuir os custos de combate à poluição, mediante ações preventivas permanentes.

O artigo 10º estabelece que as classes de corpos de água serão estabelecidas pela legislação ambiental.

O artigo 44º prevê que às Agências de Água compete propor ao(s) respectivo(s) Comitês de Bacia Hidrográfica o enquadramento dos corpos de água nas classes de uso, para encaminhamento ao respectivo Conselho Nacional ou Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos, de acordo com o domínio destes.

8.2 Legislação do Estado de Minas Gerais

A Fundação Estadual de Meio Ambiente (FEAM), a pedido do Conselho Estadual de Política Ambiental (COPAM), iniciou em 1993 o desenvolvimento de estudos visando ao enquadramento dos rios estaduais. A metodologia utilizada no processo de enquadramento das águas prevê a divisão dos estudos em três fases distintas, quais sejam:

- Classificação e Enquadramento
- Avaliação da Condição Atual
- Efetivação do Enquadramento

Os resultados da primeira fase desses estudos, relativos ao rio Paraíba, apresentados no relatório "Bacia do rio Paraíba - Enquadramento das Águas. Fase I - Proposta de Enquadramento", possibilitaram a formulação de propostas de deliberação para o COPAM.

A deliberação normativa COPAM n.º 16/96 de 02-10-96 enquadrou as águas estaduais da bacia do Paraíba, tendo como base a resolução CONAMA n.º 20/86 e a deliberação normativa do COPAM n.º 10 de 16-12-86, que estabelece a classificação das águas do Estado de Minas Gerais. A [Tabela 8.2](#) apresenta o enquadramento na bacia do rio Paraíba, previsto na deliberação COPAM n.º 16.

Tabela 8.2 - Enquadramento dos Rios que Fazem Parte da Bacia Mineira do Rio Paraíba

Curso de Água	Trecho	Classificação
São José	Cabeceiras – Conf. Rio Paraíba	Especial
Zíper ou Zipê	Cabeceiras – Captação de Novas Dores do Paraíba	Especial
Tabuões	Cabeceiras – Conf. Rio Paraíba	Classe 1
Grota da Pedra	Cabeceiras – Captação de água de Ewbanck da Câmara	Especial
Estiva	Cabeceiras – Captação de água da Mendes Júnior	Classe 1
Estiva	Captação de água da Mendes Júnior - Conf. Rio Paraíba	Classe 2
Boa Vista	Cabeceiras – Conf. Rio Paraíba	Classe 1
Olaria	Cabeceiras – Conf. Rio Paraíba	Classe 1
Aldeia	Cabeceiras – Travessia da estrada Municipal	Classe 1
Campo Grande	Cabeceiras – Trav. estrada B. Triunfo - Rep. João Penido	Classe 1
Espírito Santo	Cabeceiras – Captação de água de Juiz de Fora	Classe 1
Barriga Lisa	Cabeceiras – Conf. Cór. Igreja(sub-bacia cor. Igreja)	Classe 1
Burros	Cabeceiras – Conf. Rio Paraíba	Classe 1
Rosas e afluentes	Cabeceiras – Foz	Classe 1
Milho Branco	Cabeceiras – Limite jusante da reserva de Sta. Cândida (sub-bacia do cór. Cachoeirinha)	Especial
Mata do Krambeck	Nascentes – Confluência com o rio Paraíba	Especial
São Pedro	Nascentes – Captação de água da cidade de Juiz de Fora	Classe 1
Yungue	Afluentes da margem esquerda e direita	Classe 1
Poço D'Anta	Nascentes – Jus. Reserva Biológica Municipal de Poço D'Anta	Especial
São Fidélis	Nascentes – Confluência com o rio Paraíba	Classe 1
Represa Velha	Nascentes - Corpo da represa de captação de Matias Barbosa.	Especial
Rio do Peixe	Nascentes - Confluência com o rio Paraíba	Classe 1
Tabuão	Nascentes - Confluência com o rio do Peixe	Classe 1
Afl. ME cor. Chora	Nascentes - Barramento do açude de captação de Tabuão	Especial
Faz Sesmaria/ Pari	Nascentes - Captação de água da cidade de Olaria	Especial

Tabela 8.2 - Enquadramento dos Rios que Fazem Parte da Bacia Mineira do Rio Paraíba do Sul (continuação)

Curso de Água	Trecho	Classificação
Rosa Gomes	Nascentes - Confluência com o rio do Peixe	Classe 1
Morro Alto/Fundo	Nascentes - Captação do distrito de São Domingos da Bocaina	Especial
Sossego	Nascentes - Captação do Bairro Cruzeiro de Lima Duarte	Especial
Bom Retiro	Nascentes - Barramento da represa de captação de Lima Duarte	Especial
Salto	Nascentes - Limite da jusante do Parque Estadual do Ibitipoca	Especial
Boa Vista	Nascentes - Ponto de captação de água do povoado de Manejo	Especial
Cachoeirinha/ Limeira	Nascentes - Ponto de captação de água do povoado de Orvalho	Especial
Vermelho	Nascentes - Parque Estadual do Parque Estadual do Ibitipoca	Especial
Bom Jardim	Nascentes - Captação de água do distrito de Campolide	Especial
Sem nome	Nascentes - Captação da cidade de Bias Fortes	Especial
Paio	Nascentes - Futuro ponto de captação de água de Bias Fortes	Especial
Vital	Nascentes - Pontos de captação de água de Pedro Teixeira	Especial
Fundão	Nascentes - Barramento do açude de captação de Torreões	Especial
Capt. de Torreões	Nascentes - Ponto de captação de água de Torreões	Especial
Sem nome	Nascentes - Ponto de captação de água de Sta. Bárbara M Verde	Especial
Divino Esp. Santo	Nascentes - Confluência com o rio Paraíba	Classe 1
Serra	Nascentes - Confluência com o rio Paraíba	Classe 1
Açude Miragem	Nascentes - Barragem do açude de captação de Simão Pereira	Especial
Cambuni	Nascentes - Ponto da antiga captação (minas) de Simão Pereira	Especial
Cambuni	Pto. antiga captação(minas) de Simão Pereira – confl. Paraíba	Classe 1
Afluentes rio Preto	Nascente- limite jusante da área do Parque Nacional de Itatiaia	Especial
Morro Cavado/Santa Clara	Jusante do Parque Nacional de Itatiaia - confluência rio Preto.	Classe 1
Acantilado	Jus. do Parque Nacional de Itatiaia - confluência rio Preto	Classe 1
Prata	Nascentes - ponto de captação do distrito de Mirantão	Especial
Prata	Ponto de captação do distrito de Mirantão - confl. rio Preto	Classe 1
Passa-Vinte Novo	Nascentes até as captações de água da cidade de Passa-Vinte	Especial
Passa-Vinte Novo	Captações de água de Passa-Vinte - confluência rio Preto	Classe 1
Xixio ou Boa Vista	Nascentes - captações de água da cidade de Passa Vinte	Especial
Xixio ou Boa Vista / Ribeirão da Onça	Captações de água da cidade de Passa-Vinte até a confluência com o rio Preto.	Classe 1
Jacutinga / Bananal	Nascentes - confluência com o rio Preto	Classe 1
Morro do Mineiro / Bananal	Nascentes até as captações de água do Morro do Mineiro da cidade de Santa Rita do Jacutinga	Especial
Afluentes Areião/ cap. Lagartinho	Nascentes - captações de água de Santa Rita do Jacutinga	Especial
Afl. ME Papagaio / capt. Papagaio	Nascentes - captações de água de Santa Rita do Jacutinga	Especial
Afl. ME Jacutinga / Serra da Candonga	Nascentes até as captações de água da cidade de Santa Rita do Jacutinga	Especial
Pirapetinga	Nascentes até a confluência com o rio Preto	Classe 1
Captação Itaboca	Nascentes até o ponto de captação de água do distrito de Itaboca	Especial
Santa Clara	Nascentes até a confluência com o rio Preto	Classe 1
Barro Branco / São Lourenço	Nascentes até a confluência com o rio Preto	Classe 1
Pedras	Nascentes até a confluência com o rio Preto	Classe 1
José do Lili	Nascentes até a captação de água da cidade de Rio Preto	Especial
José do Lili	Captação de água da cidade de Rio Preto - confluência rio Preto	Classe 1
Posto Agropecuário	Nascentes até as captações de água da cidade de Rio Preto	Especial
Posto Agropecuário	Captações de água da cidade de Rio Preto até a confluência com o rio Preto	Classe 1

Tabela 8.2 - Enquadramento dos Rios que Fazem Parte da Bacia Mineira do Rio Paraibuna (continuação)

Curso de Água	Trecho	Classificação
S. Ant. das Varejas	Nascentes - barramento do açude de captação de Rio Preto	Especial
S. Ant. das Varejas	Barramento do açude de captação de Rio Preto - conf. rio Preto	Classe 1
Conceição / Funil/ Santana	Nascentes até a confluência com o rio Preto	Classe 1
Cap. S.B.M. Verde	Nascentes - captação de água de Sta Bárbara do Monte Verde	Especial
Conceição/Saudade	Nascentes até a confluência com o rio Preto	Classe 1
Distrito de Porto das Flores	Nascentes até as captações de água do distrito	Especial
Distrito de Porto das Flores	Captações de água do distrito até a confluência com o rio Preto	Classe 1
Distrito de Porto das Flores	Nascentes até o ponto de captação de água do distrito de Porto das Flores	Especial
Distrito de Porto das Flores	Ponto de captação de água do distrito até a confluência com o rio Preto	Classe 1
Vargem ou Guilherme	Nascentes até a confluência com o rio Preto	Classe 1
Faz. do José Alves	Nascentes - ponto da captação de água do distrito de Três Ilhas	Especial
Constituição / Bom Jardim/Sto. Antônio	Nascentes até a confluência com o rio Paraibuna	Classe 1
Rio Cágado	Nascentes até a confluência com o rio Paraibuna	Classe 1
Mansur / Barra	Nascentes até as captações de água da cidade de Chácara	Especial
Roncador / Pintos	Nascentes até a captação de água da cidade de Chácara	Especial
Brás / Chácara	Nascentes até a captação de água da cidade de Chácara	Especial
Ricalex/ S. Marcos	Nascentes até a captação de água do distrito de Sarandira	Especial
Cachoeirinha/ São Marcos	Nascentes até a captação de água da cidade de Sarandira	Especial
São Pedro	Nascentes até a confluência com o rio Cágado	Classe 1
São Manuel	Nascentes até a confluência com o rio Cágado	Classe 1
Contendas / Maripá/ Saracura/Esp. Santo	Nascentes até a confluência com o rio Cágado	Classe 1
Água Mineral da Fonte	Povoado de Sarandi	Especial
Triste Vida	Nascentes - ponto da futura captação de Senador Cortes	Especial
Captações Distrito de Engenho Novo	Nascentes até as captações de água do distrito	Especial
Serrote	Nascentes - captações de água de Mar de Espanha	Especial
Lulu	Nascentes - captação de água de Mar de Espanha	Especial
Estação Ecológica Mar de Espanha	Nascentes até o limite jusante da Estação Ecológica	Especial
Mina da Cachoeirinha	Nascentes até a captação de água do distrito de Saudade	Especial
Cap. Dist. Saudade	Nascentes - barramento do açude de captação do distrito	Especial
Captação de Santana do Deserto	Nascentes até as captações atual e potencial (braço direito) de água da cidade de Santana do Deserto	Especial
Recreio da Serra	Nascentes – pto. de captação (potencial) de Santana do Deserto	Especial

Fonte: Conselho Estadual de Política Ambiental (COPAM), Deliberação Normativa nº 16/86.

O artigo 4º da Deliberação COPAM nº 016/96 instituiu uma comissão de enquadramento do rio Paraibuna que tinha por meta providenciar a avaliação da condição da qualidade das águas e propor medidas para efetivação do enquadramento no prazo de dois anos hidrológicos, o que, na prática não ocorreu.

8.3 Legislação do Estado do Rio de Janeiro

O Estado do Rio de Janeiro não possui legislação específica de classificação das águas e enquadramento dos corpos hídricos estaduais, utilizando, por isso, o sistema de classificação e as recomendações da resolução CONAMA nº 20. O artigo 20 dessa resolução estabelece que, enquanto não forem feitos os enquadramentos, as águas doces serão consideradas Classe 2.

As diretrizes DZ101, DZ103 e DZ113 da Comissão Estadual de Controle Ambiental (CECA) constituem-se exceções de legislações existentes na bacia. A diretriz DZ-101 definiu nove tipos de usos dos corpos hídricos do Estado, denominando-os como usos benéficos. De acordo com essa diretriz, são considerados usos benéficos os seguintes:

- Abastecimento Público
 - com ou sem desinfecção
 - com filtração lenta e desinfecção
 - com tratamento convencional
 - com tratamento especial

- Recreação
 - recreação em água salgada
 - contato primário
 - contato secundário

 - recreação em água doce
 - contato primário
 - contato secundário

- Estético

- Conservação da fauna e flora marinhas
 - preservação da flora e fauna naturais
 - propagação de espécies destinadas à alimentação pelo homem
 - propagação de espécies destinadas a outros usos pelo homem
 - culturas vegetais aquáticas
 - piscicultura
 - criação de moluscos, crustáceos
 - outros

- Conservação da fauna e flora de água doce
 - preservação da flora e fauna naturais
 - propagação de espécies destinadas à alimentação pelo homem
 - propagação de espécies destinadas a outros usos pelo homem
 - cultura de plantas aquáticas
 - piscicultura, criação de outras espécies de animais
 - outros

- Atividades Agropastoris
 - irrigação de culturas arbustivas, cerealíferas e outras
 - irrigação de hortaliças que possam ser ingeridas cruas
 - dessedentação e criação de animais

- Abastecimento industrial, inclusive geração de energia
- Navegação
- Diluição de despejos

Já a diretriz DZ103 classificou, segundo os usos benéficos, os cursos de água que fazem parte da bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul no trecho entre a UHE de Funil e a barragem de Santa Cecília (à exceção do rio Paraíba do Sul), como parte do Sistema de Cadastro de Licenciamento de Atividades Poluidoras. A DZ113 classificou o rio Paraíba do Sul nesse mesmo trecho.

8.4 Legislação do Estado de São Paulo

A legislação do Estado de São Paulo, atualmente em vigor, que dispõe sobre o enquadramento dos cursos de água situados na parte paulista da bacia do rio Paraíba do Sul, é o Decreto Estadual nº 10.755 de 22-11-77. Sua criação teve por base o sistema de classificação definido no artigo 7º do Decreto nº 8.468 de 08-09-76, descrito a seguir:

Classe 1 – Águas destinadas ao abastecimento doméstico, sem tratamento prévio ou com simples desinfecção.

Classe 2 - Águas destinadas ao abastecimento doméstico, após tratamento convencional, à irrigação de hortaliças ou plantas frutíferas e à recreação de contato primário (natação, esqui aquático e mergulho).

Classe 3 - Águas destinadas ao abastecimento doméstico, após tratamento convencional, à preservação de peixes em geral e de outros elementos da fauna e da flora e à dessedentação de animais.

Classe 4 - Águas destinadas ao abastecimento doméstico, após tratamento avançado, ou à navegação, à harmonia paisagística, ao abastecimento industrial, à irrigação e a usos menos exigentes.

A promulgação da resolução CONAMA nº 20/86 substituiu os artigos 7º a 18º do Decreto nº 8.468, tornando-se necessário rever o Decreto nº 10.755 para o reenquadramento dos rios estaduais nas classes previstas pelo CONAMA.

Comparando-se a resolução CONAMA com o Decreto nº 8.468, verifica-se que os usos referentes à Classe 1 estadual são equivalentes aos da Classe Especial federal. Os usos definidos nas duas legislações para os rios enquadrados nas classes 2 a 4 são semelhantes, à exceção dos usos para abastecimento industrial e irrigação, estabelecidos apenas para a Classe 4 estadual.

O Decreto nº 43.594 de 27-10-98 inclui dispositivos no Decreto nº 8.468, permitindo o lançamento de efluentes, devidamente tratados, em cursos de água enquadrados na Classe 1 estadual, que já recebem despejos de origem doméstica. Dessa forma, esse decreto legaliza o lançamento dos efluentes das cidades situadas nas bacias dos rios enquadrados em Classe 1, permitindo o tratamento e o lançamento dos esgotos nos cursos de água.

A Tabela 8.4.1 apresenta o enquadramento dos diversos cursos de água da parte paulista da bacia, definido pelo Decreto nº 10.755 de 22-11-77.

Tabela 8.4.1 - Enquadramento dos Cursos De água da parte Paulista da Bacia do Rio Paraíba do Sul

Curso de Água	Trecho	Classificação
Tabuleta e afluentes	Cabeceiras – confluência com o ribeirão Benfica	Classe 1
Água Limpa e afluentes	Cabeceiras – jusante da confluência com o Rib. da Saudade	Classe 1
Benfica e afluentes	Cabeceiras – confluência com o córrego da Tabuleta	Classe 1
Buenos ou Morenos e afluentes	Cabeceiras – confluência com o ribeirão dos Guarulhos	Classe 1
Grande e afluentes	Cabeceiras – confluência com o córrego Cachoeirão	Classe 1
Limeira e afluentes	Cabeceiras – confluência com o ribeirão do Ronco	Classe 1
Lopes e afluentes ME	Cabeceiras – confluência com o córrego Goiabal	Classe 1
Ronco e afluentes	Cabeceiras – confluência com o ribeirão da Limeira	Classe 1
Sertão e afluentes	Cabeceiras – cota 760m (Mun. Piquete)	Classe 1
Taquaral ou Peixe e afluentes	Cabeceiras – confluência com o rio Guaratinguetá	Classe 1
Buquira ou Ferrão e afluentes	Cabeceiras – jusante da confluência com o cór. da Bengala	Classe 1
Claro e afluentes	Cabeceiras – jusante da confluência com o córrego Curape	Classe 1
Cruzes e afluentes	Cabeceiras – jusante da confluência com o cór. da Cascata	Classe 1
Entupido e afluentes	Cabeceiras – confluência com o córrego Bela Aurora	Classe 1
Guaratinguetá e afluentes	Cabeceiras – confluência com o ribeirão do Taquaral ou Peixe	Classe 1
Jacu e afluentes	Cabeceiras – jusante da confluência com o rib. do Braço	Classe 1
Jaguari e afluentes (exceto o rib. Araquara)	Cabeceiras – barragem (Mun. de Igaratá)	Classe 1
Paraíba do Sul e afluentes	Cabeceiras – barragem de Santa Branca	Classe 1
Piagui e afluentes MD	Cabeceiras – jusante da confluência com o córrego Caracol	Classe 1
Afluentes da margem esquerda do rio Piagui	Cabeceiras – jusante da confluência com o rio Batista	Classe 1
Afluentes da margem esquerda do rio Piquete	Cabeceiras – confluência com o ribeirão Passa Vinte	Classe 1
Piracuama e afluentes	Cabeceiras – confluência com o ribeirão do Machado	Classe 1
Aguada	Cabeceiras – confluência com o rio Paraíba do Sul	Classe 4
Minhoca	Cruzamento Dutra – confluência com o rio Paraíba do Sul	Classe 4
Pontilhão	Cabeceiras – confluência com o rio Paraíba do Sul	Classe 4
Serimbura	Cabeceiras – confluência com o ribeirão Vidoca	Classe 4
Chácara	Cabeceiras – confluência com o rio Paraíba do Sul	Classe 4
Colônia	Cabeceiras – confluência com o rio Paraíba do Sul	Classe 4
Lava-Pés	Cabeceiras – confluência com o rio Paraíba do Sul	Classe 4
Lones	Confluência cór. Goiabal - confluência rio Paraíba do Sul	Classe 4
Manuel Lito	Confluência cór. Tijuco - confluência rio Paraíba do Sul	Classe 4
Matadouro	Cabeceiras – confluência com o rio Paraíba do Sul	Classe 4
Moraes	Cabeceiras – confluência com o rio Paraíba do Sul	Classe 4
Motas	Confluência cór. dos Bicudos - confluência rio Paraíba do Sul	Classe 4
Pinhão ou José Raimundo	Cabeceiras – confluência com o rio Paraíba do Sul	Classe 4
Pitas	Cruzamento Dutra – confluência com o rio Paraíba do Sul	Classe 4
Putins	Cabeceiras – confluência com o rio Paraíba do Sul	Classe 4
Sá	Cabeceiras – confluência com o rio Paraíba do Sul	Classe 4
São Gonçalo	Confluência rio das Pedras - confluência rio Paraíba do Sul	Classe 4
Tabuão	Confluência cór. Três Barras - confluência rio Paraíba do Sul	Classe 4
Vidoca	Confluência cór. das Águas Claras-confluência Paraíba do Sul	Classe 4

Fonte: Decreto Estadual (SP) nº 10.755, de 22-11-77.

8.5 Proposta para Estudos de Enquadramento na Bacia

Os estudos futuros para formulação de propostas de enquadramento de corpos hídricos na bacia do rio Paraíba do Sul deverão seguir as diretrizes do Conselho Nacional de Recursos Hídricos, conforme a Resolução nº 12, de 19-07-00. Numa primeira etapa, o enquadramento dos cursos de água deverá envolver todo o curso do Paraíba do Sul, em toda a sua extensão, e suas principais sub-bacias federais e estaduais, entendendo-se aí, como principais, aquelas bacias onde os usos predatórios dos recursos hídricos (os despejos domésticos e industriais, a garimpagem, o uso indiscriminado de pesticidas, as invasões de calha, etc.) sobrepujam e inviabilizam qualquer utilização mais nobre (o abastecimento das populações, a irrigação de culturas mais exigentes, o aspecto paisagístico, o lazer, etc.) e cuja melhoria da qualidade é reclamada pelas comunidades locais.

A classificação ou, conforme o caso, reclassificação do corpo hídrico deverá atender aos objetivos de qualidade requeridos pelos usos atual e futuro das águas, previstos para os diferentes segmentos de rio. Os enquadramentos deverão estar em consonância com o Plano de Recursos Hídricos da bacia e formulados com base nas indicações de uso apontadas pelos estudos existentes e em fase de execução, abrangendo, entre outras, as etapas descritas nos subitens que se seguem. Por sua vez, o Plano de Recursos Hídricos deverá apontar e estimar custos das ações necessárias à efetivação do enquadramento.

8.5.1 Diagnóstico e prognóstico do uso do solo e dos recursos hídricos

Nessa etapa serão levantados os dados relativos às bacias de contribuição referentes aos diversos trechos em que foram segmentados os cursos de água incluídos no processo de reenquadramento. Conforme ressalta MACIEL (2000), os critérios para delimitação desses trechos devem considerar os locais e os tipos dos usos, os limites das sub-bacias, as estações de medição existentes, confluências, barramentos, derivações, limites de unidades de conservação e a modificação abrupta do perfil do rio (cachoeira). Além disso, sempre que possível, deverão ser agrupados em um mesmo trecho os usos que apresentarem semelhança, ou seja, que necessitem de uma mesma qualidade de água. O próprio enquadramento restringirá e direcionará o uso futuro das águas em determinado trecho.

Dentre os principais elementos a serem coletados incluem-se:

- os aspectos fisiográficos (áreas de drenagem, geologia, relevo);
- os dados hidrometeorológicos (clima, pluviometria, fluviometria);
- os usos dos recursos hídricos e as demandas superficiais atuais e futuras (identificação, trecho a trecho, dos usos atuais e futuros da bacia de drenagem e, quando possível, quantificação das respectivas demandas);
- as disponibilidades hídricas (determinação da vazão de referência do corpo hídrico “ Q_{7-10} ”, valor frequentemente utilizado no balanço entre disponibilidades e demandas futuras e nos processos de outorgas de direito de uso do recurso hídrico);

- a qualidade das águas (medições de parâmetros como OD, DBO, coliformes, fósforo, etc. para comparação com os padrões sanitários exigidos);
- as condições socioeconômicas e aspectos populacionais (caracterização das principais atividades econômicas atuais e tendências futuras na bacia, assim como das densidades demográficas, projeções populacionais para horizontes predeterminados, etc.);
- as fontes de poluição atuais e futuras para as projeções consideradas (quantificação e qualificação das cargas urbana e industrial lançadas no curso de água);
- a base legal, jurídica e institucional (utilização dos dispositivos legais vigentes que regem o processo de enquadramento nas estâncias federal e estadual para dar legitimidade e sustentabilidade à proposta de reclassificação);
- os projetos em desenvolvimento e previstos.

Deverão ainda, ser identificadas as áreas reguladas por legislações específicas e em processo de degradação e os usos atuais e futuros do solo. As condições atuais de qualidade da água dos corpos hídricos deverão ser avaliadas por meio dos dados e da modelagem de qualidade da água. Os resultados da avaliação serão apresentados por trecho e, se necessário, serão previstos monitoramentos complementares. Além disso, utilizando-se os modelos matemáticos, devem ser avaliadas as condições de quantidade e qualidade da água para as projeções consideradas.

8.5.2 Elaboração da proposta de enquadramento

Deverão ser elaboradas alternativas de enquadramento para cada projeção considerada, tendo por base a classificação dos usos atuais e futuros, as intervenções para atingir as metas e os impactos gerados no meio ambiente. Cada alternativa deverá apresentar uma proposta de investimentos, reunindo o conjunto das medidas e seus custos, além do cronograma de execução para atendimento das metas. Essa atividade será objeto da próxima etapa da elaboração do Plano de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paraíba do Sul.

9. SISTEMA DE INFORMAÇÕES SOBRE RECURSOS HÍDRICOS

Um sistema de informações de recursos hídricos reúne dados ligados à disponibilidade hídrica e usos da água com dados físicos e socioeconômicos, de modo a possibilitar o conhecimento integrado das inúmeras variáveis que condicionam o uso da água na bacia.

A base sobre a qual o sistema está sendo construído é o sistema de apoio à outorga já existente, que une à rede hidrográfica e bacias associadas dados de divisão política e administrativa, núcleos urbanos e população, dados físicos (chuva e uso do solo – [Figuras 9.1.1 e 9.1.2](#)) e dados pontuais (usuários e pontos de medição de quantidade e qualidade da água). O sistema atual possibilita, mediante um mecanismo de análise topológica e de associação entre trechos e áreas de contribuição e entre trechos e entidades em seu curso (cidades, postos de medição e outros), a determinação dos usuários e postos de medição a jusante e a montante de um ponto qualquer, bem como a determinação de características físicas das bacias a montante de um ponto. Com base nesse mecanismo o sistema calcula disponibilidades hídricas naturais e as disponibilidades finais resultantes do balanço com os usos representados ([Figura 9.1.3](#)). O sistema de outorga original já constitui, na verdade, uma base de informações, que vem sendo usada para a extração de dados em diversas etapas de desenvolvimento do Plano de Recursos Hídricos. O trabalho que vem sendo executado consiste em atualizar e incrementar essa base de dados e criar novos mecanismos de entrada de dados, visualização de resultados e união a modelos de simulação diversos.

Como hidrografia básica da bacia, que compõe o subsistema de dados cartográficos, será mantida a mesma empregada no Sistema de Apoio à Decisão de Outorga, referente ao mapeamento executado pelo Estado do Rio de Janeiro na bacia do Paraíba do Sul, na escala 1:100.000, com algumas simplificações e acréscimos, tal como apresentado no relatório PGRH-RE-03-R0 (ANA/COPPETEC, 2001).

O subsistema de dados hidrometeorológicos é constituído de informações de três naturezas distintas, a saber:

- informações hidrometeorológicas (referentes a chuva e vazão líquida e sólida)
- informações meteorológicas adicionais
- informações sobre qualidade da água

As informações hidrometeorológicas foram mantidas no formato do banco de dados Access Hidro, desenvolvido pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), tal como disponibilizadas a partir de conversão das bases do Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica (DNAEE), no formato MSDHD. A base de dados disponibilizada compreende as seguintes informações, referentes à bacia do Paraíba do Sul:

- inventário de postos: 508 estações fluviométricas e 576 estações pluviométricas;
- vazão: 73.247 registros mensais, referentes a 192 postos (dados até dez/1999);
- cota de régua: 93.785 registros mensais, referentes a 318 postos (dados até jul/2000).
- medições de descarga: 28.692 medições, referentes a 174 postos;

- perfis transversais: 168 perfis, referentes a 80 postos;
- curva-chave: 207 registros, referentes a 71 postos fluviométricos, dois deles com tabela, no lugar da curva.

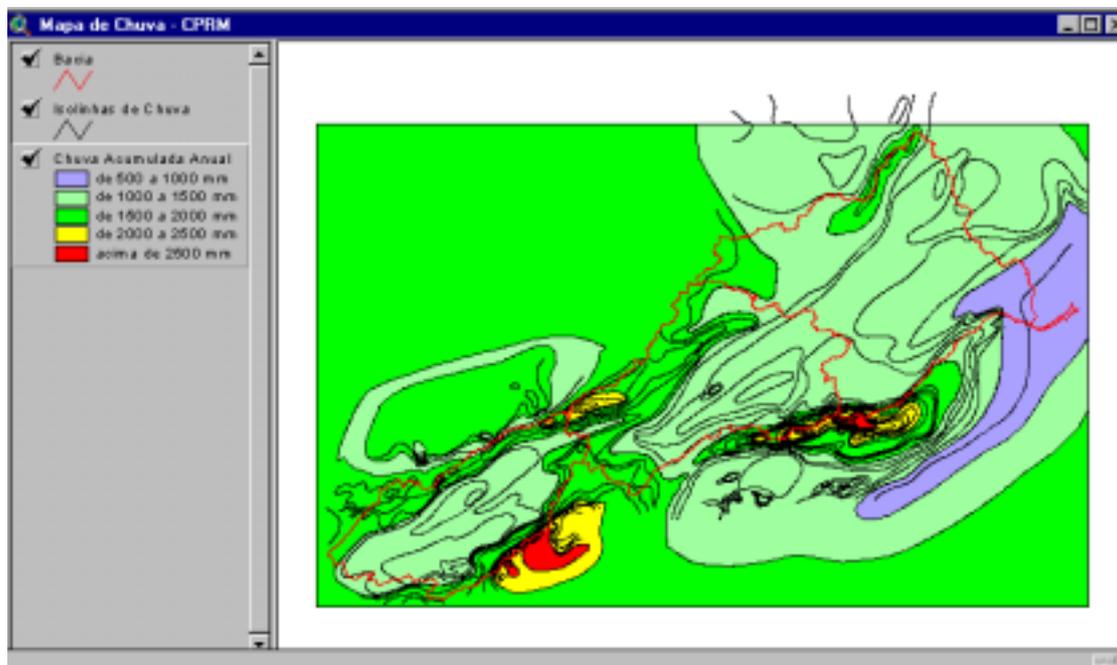


Figura 9.1.1 – Chuva Média Anual

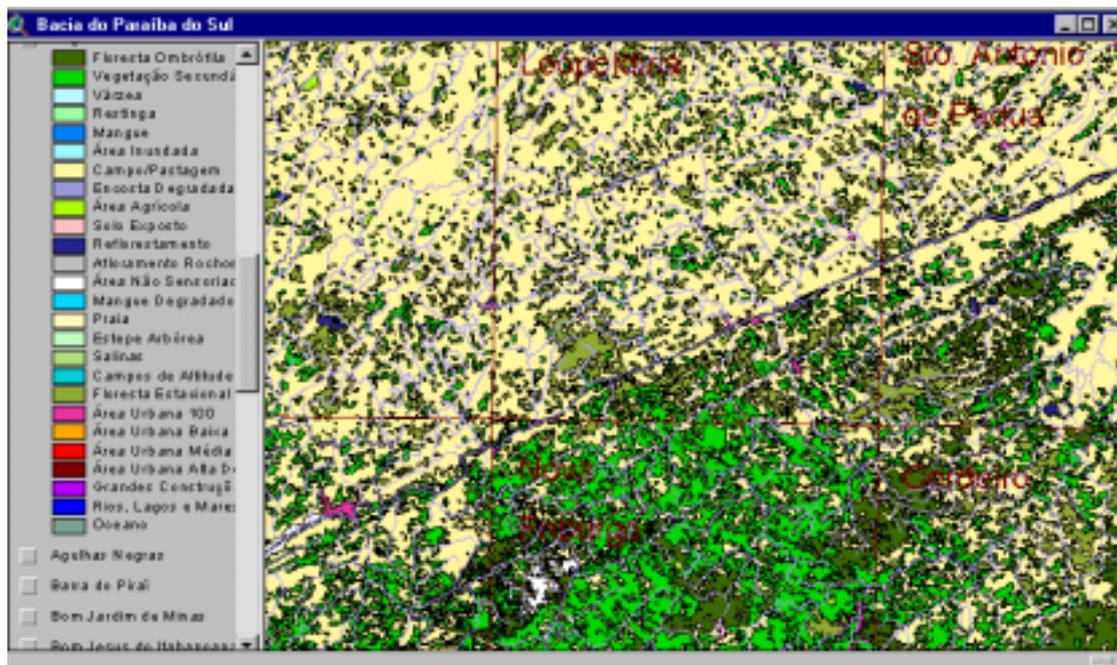


Figura 9.1.2 – Uso do Solo

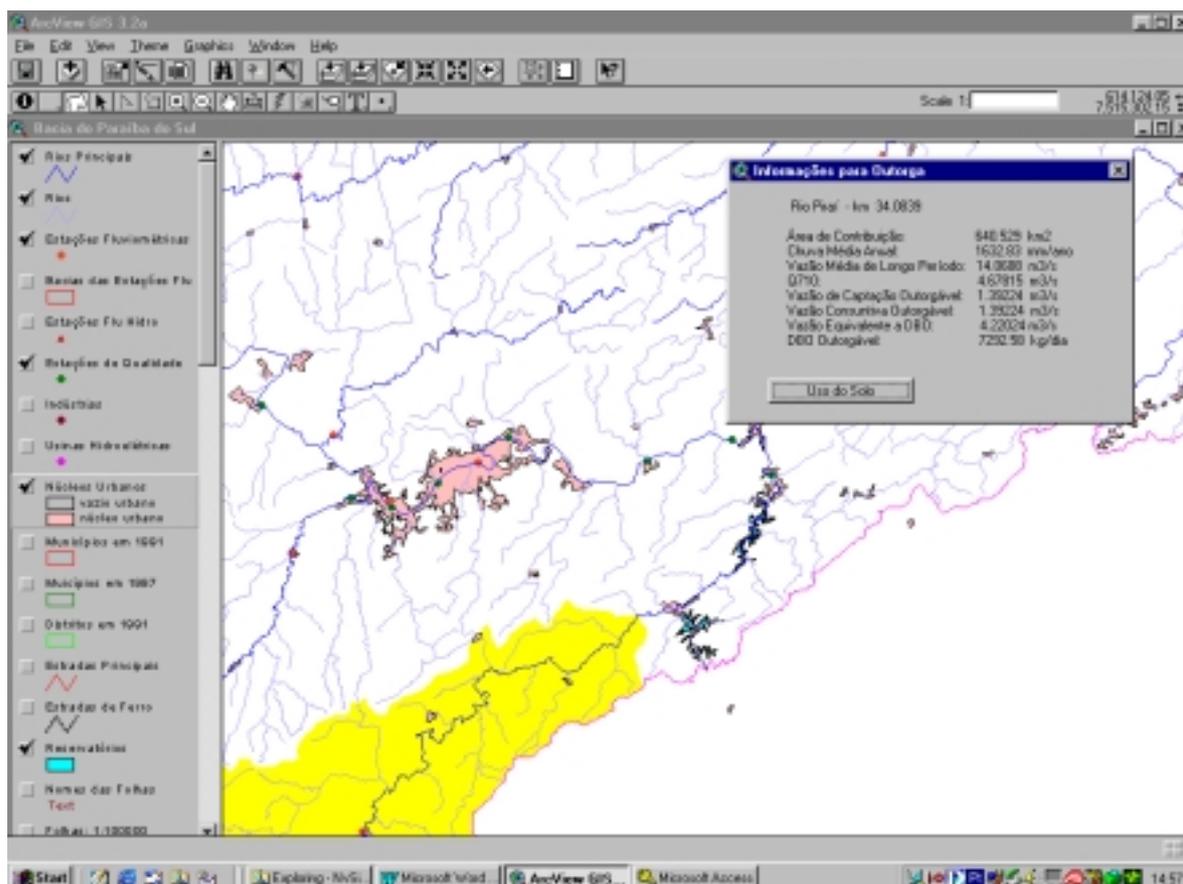


Figura 9.1.3 – Cálculo de Disponibilidades Hídricas

Com relação ao inventário de postos contido nesta base de dados, está sendo realizado um trabalho extensivo de verificação de informações sobre nomes de rios, áreas de drenagem e coordenadas do posto. A base de dados foi acrescida de informações de vazões referentes a 35 postos operados pela Light (dados até dez./1997). Foram disponibilizadas pela ANEEL informações de chuva em 20 postos na bacia, as quais serão incorporadas à base Hidro. Também serão incorporadas a essa base informações de chuva na bacia em 281 postos (dados até 1996), cedidas pela Companhia de Pesquisa e Recursos Minerais (CPRM), provenientes do antigo sistema MSDHD (ver relatório PGRH-RE-03-R0). Dados de descarga sólida em 18 postos fluviométricos serão incorporados à Hidro e posteriormente cotejados com medições da Light, Furnas e Engevix. A [Figura 9.1.4](#), a seguir, mostra um hidrograma de um dos postos, conforme exibido pelo sistema de informações.

As informações meteorológicas serão obtidas junto ao INMET e constituirão base de dados própria, em Access.

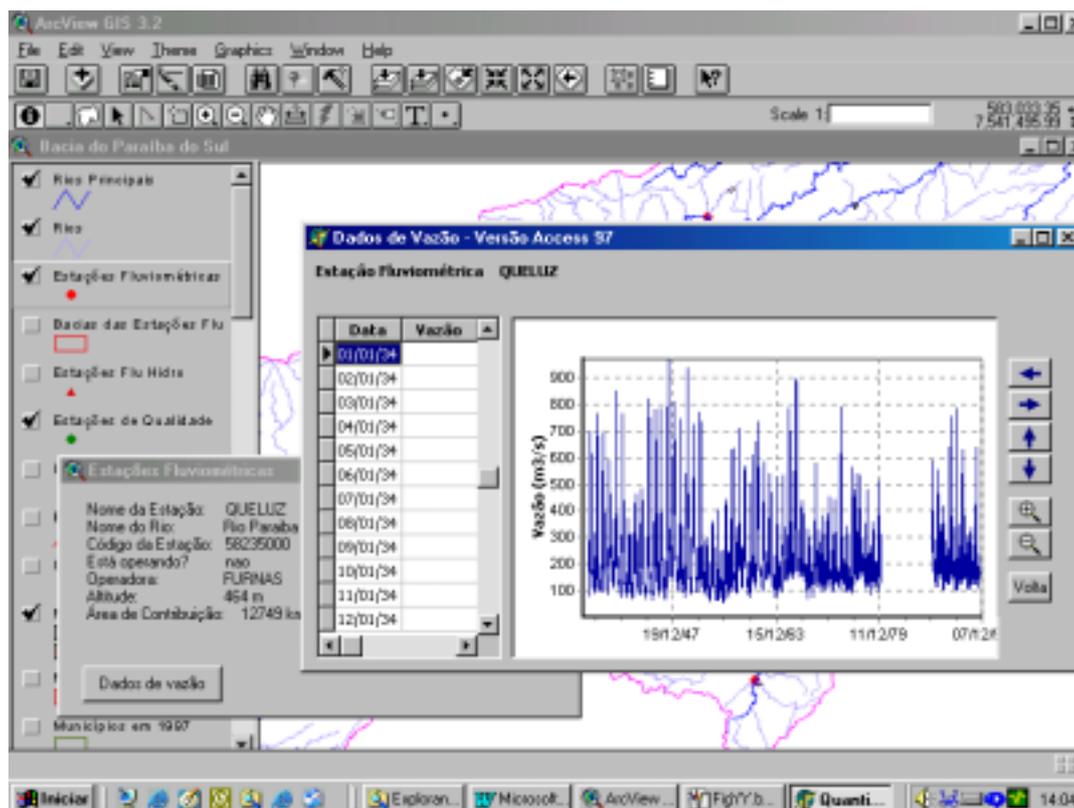


Figura 9.1.4 – Hidrograma de Posto Fluviométrico

Os dados de qualidade estão reunidos em uma base de dados Access, conforme descrito no relatório PGRH-RE-03-R0. Aos dados originalmente armazenados na base, provenientes da FEAM (Minas Gerais), FEEMA (Rio de Janeiro), CETESB (São Paulo) e Cooperação França-Brasil (Projeto Paraíba do Sul) foram acrescentadas novas informações, oriundas dos mesmos órgãos ambientais. Com isso, a base de dados de qualidade passou a englobar, além dos dados da Cooperação França-Brasil inicialmente adquiridos, todas as medições efetuadas na bacia pela FEAM (de 1997 a 1999), pela FEEMA (de 1990 a 2000) e pela CETESB (de 1985 a 2001). O trabalho de uniformização de nomes de parâmetros prosseguiu, além do que está documentado no relatório PGRH-RE-03-R0, tendo por base o manual "Standard Methods for Water and Wastewater Analysis - 20th edition", com a conversão de todos os parâmetros do tipo "resíduos" para uma denominação do tipo "sólidos" (por exemplo, "resíduos não filtráveis totais" passou a chamar-se "sólidos totais em suspensão"). Alguns parâmetros analisados sob diferentes denominações em um órgão ambiental e outro são ainda passíveis de uniformização, caso o cotejo das metodologias de medição usadas revele sua equivalência. Foi desenvolvido extensivo trabalho de crítica dos dados na base, envolvendo verificação junto às fontes originais, comparação de limites de detecção com limites de classe CONAMA e verificação de valores anormais.

Ferramentas adicionais de visualização vêm sendo desenvolvidas, visando facilitar a análise de qualidade global da água na bacia. Dessa forma, pode-se observar a distribuição espacial das violações de classe dos diversos parâmetros, em períodos escolhidos, e imprimir perfis de qualidade de água em rios da bacia. Foram desenvolvidas, ainda, rotinas para o cálculo de estatísticas das medições e das violações de classe por ponto de medição ou trecho de rio (Figuras 9.1.5 e 9.1.6). As rotinas de perfil e as de cálculo de violação de classe serão integradas às de escolha de estirões genéricos de rios (usadas para o preenchimento de dados - ver a seguir)

para a exibição de perfis, de qualidade e outros (vazões, altimetria, etc.), envolvendo mais de um rio.

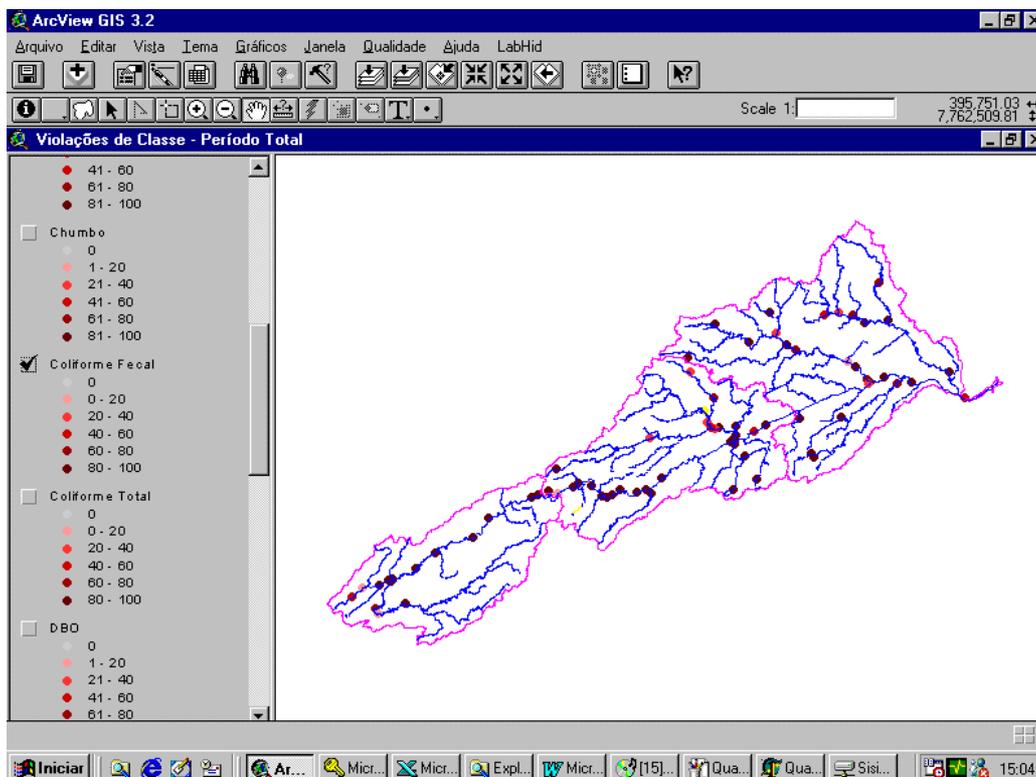


Figura 9.1.5 – Percentual de Violações de Classe de Coliforme Fecal

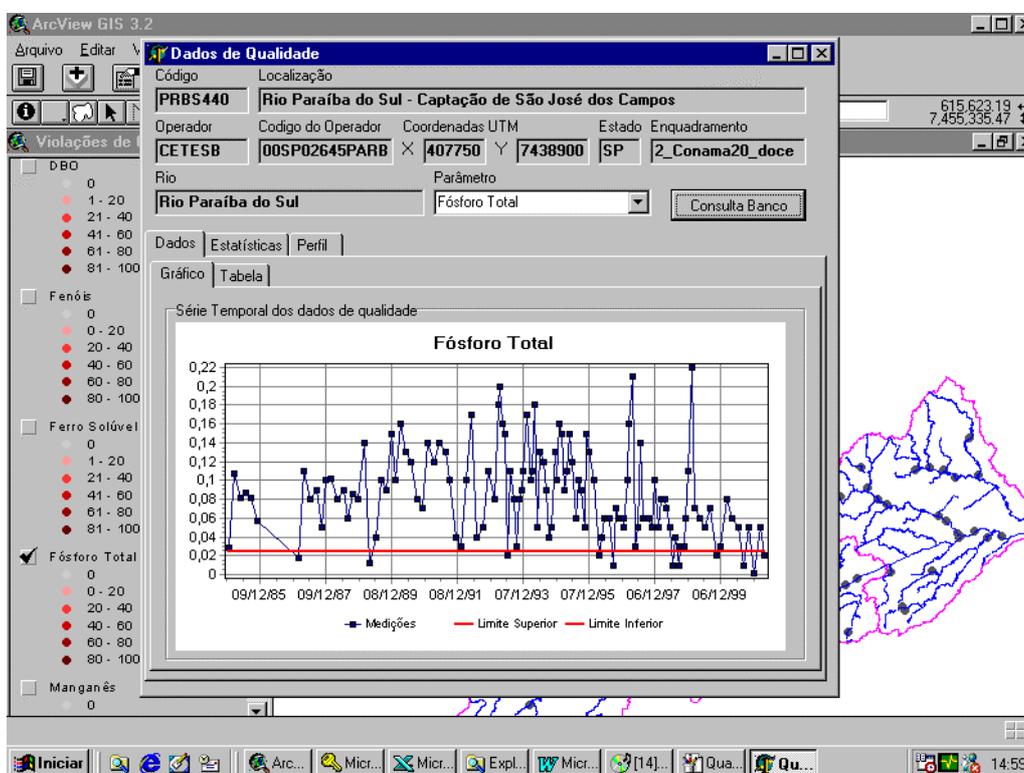


Figura 9.1.6 – Variação Temporal de Fósforo Total

O subsistema de dados hidrogeológicos consistirá de planos de informação gráficos em Arclnfo, contendo mapas de disponibilidade de água subterrânea e de localização de poços, e de uma base de dados em Access. Na base de dados ora em desenvolvimento serão apresentadas informações de identificação dos poços, características, ensaios de bombeamento e análise de qualidade de água. Os dados sobre poços foram disponibilizados em Minas Gerais pelo Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM) e pela COPASA (concessionária estadual de saneamento). No Rio de Janeiro, os dados foram cedidos pelo Departamento de Recursos Minerais (DRM) do Estado e pela CPRM. Em São Paulo, os dados foram extraídos de relatórios dos estudos do PQA no trecho paulista do Paraíba do Sul. Os dados já foram extraídos das planilhas Excel, onde foram disponibilizados, para a base de dados em Access e estão em processo de uniformização e eventual preenchimento de lacunas, de modo a constituir uma base única para a bacia. A base de dados de poços nos municípios da bacia obtida até o momento compreende 800 poços em São Paulo, dos quais apenas 8 não dispõem de coordenadas, e 945 no Rio de Janeiro, dos quais 213 não as possuem. Em Minas Gerais, a base obtida abrange 182 poços da COPASA, sem coordenadas, e 23 poços outorgados pelo IGAM à COPASA, com coordenadas, porém com códigos discrepantes da relação fornecida pela própria empresa de saneamento.

O subsistema de dados socioeconômicos consistirá das seguintes informações:

- dados demográficos e socioeconômicos
- cadastro de usuários
- Vetores de desenvolvimento urbano

A principal fonte de informação para os dados demográficos e socioeconômicos é a distribuição de dados censitários do IBGE de 1991 (e, quando disponível, de 2000), referente aos três Estados, por setor censitário. Nessa distribuição constam dados de tipo de setor, caracterização de população em termos de sexo, faixa etária, alfabetização e situação no domicílio (chefe, cônjuge, filho, empregado, etc.), caracterização do domicílio em termos de tipo, situação de propriedade, disponibilidade de serviços de saneamento, número de habitantes e de cômodos e caracterização do chefe do domicílio em termos de renda e número de anos de instrução. As informações referentes aos municípios dos três Estados com território na bacia foram reunidas em uma base de dados em Access e agregadas por distrito. O mapa de distritos de 1991 (será também desenvolvido um mapa com a divisão de distritos em 2000) permitirá a associação espacial da informação tabular disponibilizada. Informações de saúde serão extraídas do DATASUS e inseridas na mesma base de dados, tendo como referência espacial o município.

Informações socioeconômicas adicionais serão extraídas a partir dos anuários estatísticos dos três Estados e inseridas na base de dados. Esse mesmo tipo de dados já foi extraído da Base Municipal de Informações do IBGE na forma de uma base de dados em Access para toda a bacia. Essa base complementa a informação socioeconômica não disponível no Censo, com dados do Censo Agropecuário de 1995 (número de estabelecimentos, áreas, pessoal ocupado, maquinaria, produção animal e vegetal), dados de cadastro de empresas (número de unidades por data de fundação, número de empregados e atividade e pessoal ocupado nas mesmas), dados de ensino (matrículas nos diversos tipos de estabelecimentos e nível de ensino e pessoas na escola por idade), dados de finanças públicas municipais, sistema bancário, migração (número e origem), dados eleitorais da última eleição presidencial, dados de saúde

(equipamentos de saúde, óbitos por causa mortis) e dados civis (nascimentos, óbitos, casamentos, divórcios, etc.).

O embrião de cadastro de usuários disponível no sistema de apoio à outorga existente é composto de um conjunto de núcleos urbanos, representando os usuários de saneamento, e um cadastro de principais usuários industriais, proveniente dos estudos da Cooperação Brasil-França.

O refinamento do cadastro de saneamento vem sendo feito por meio de informações detalhadas sobre os sistemas existentes em núcleos urbanos com mais de 15.000 habitantes, obtidas quando do desenvolvimento dos estudos do PQA no Rio de Janeiro e do Projeto Preparatório para o Gerenciamento dos Recursos Hídricos do Paraíba do Sul (PPG) em Minas Gerais. Estudo com igual nível de detalhe está sendo realizado na porção paulista da bacia, em complementação às informações coletadas quando do desenvolvimento do PQA. Questionários dirigidos aos municípios da bacia e pesquisas junto ao Sistema Nacional de Informações de Saneamento (SNIS), IBGE e Fundação João Pinheiro, em Minas Gerais, proporcionaram um refinamento e a extensão do cadastro no que se refere às pequenas localidades. O produto final abrange um universo de 154 localidades, com informações de características dos sistemas de saneamento, incluindo vazões captadas, áreas de atendimento de água e coleta de esgoto, capacidades de estações de tratamento de água e esgoto e pontos de captação e lançamento de efluentes (quando disponibilizados pelos serviços de saneamento).

O cadastro industrial vem sendo conduzido mediante de importação e uniformização de cadastros industriais dos Estados. O cadastro obtido da Federação das Indústrias de Minas Gerais abrange 1.312 indústrias na bacia do Paraíba do Sul com endereços, número de empregados e atividade. Como primeiro passo para sua uniformização foi determinado o código de atividade de cada uma das indústrias conforme a Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE), em função dos produtos informados. Foi obtida de um estudo conduzido pelo Banco Mundial (Industrial Pollution Projection System) uma tabela relacionando a carga poluente industrial por empregado de cada setor da classificação ISIC (International Standard Industrial Classification), revisão 2, e desenvolvida uma tabela auxiliar relacionando as atividades ISIC r2 com as da CNAE (compatíveis com a ISIC r3), através das quais foi estimada a carga DBO de cada indústria. Foi finalmente selecionado um grupo de indústrias responsáveis por 95% da carga DBO agregada, ao qual foram agregadas as indústrias restantes com 50 ou mais empregados, compondo 175 registros.

O cadastro obtido da Federação das Indústrias do Rio de Janeiro (FIRJAN) abrange 1.206 indústrias na bacia do Paraíba do Sul com seus endereços, código CNAE de atividades, número de inscrição no CNPJ e número de empregados. Usando as mesmas tabelas de carga DBO por empregado e de equiparação da ISICr2 à CNAE mencionadas no parágrafo anterior, foi selecionado um subconjunto abrangendo as indústrias responsáveis por 95% da carga total de DBO, acrescidas àquelas com 50 empregados ou mais. A tabela resultante contém 233 indústrias.

O primeiro cadastro amplo referente ao trecho paulista da bacia do Paraíba do Sul foi obtido junto à CETESB e contém 3635 indústrias na bacia com endereço, código e descrição de atividades. O código apresentado é semelhante ao da classificação de atividades industriais do Ministério da Fazenda, de 1985, com algumas inconsistências (códigos diferentes para uma mesma descrição de atividades). Isto fez crer que o código empregado fosse efetivamente o do Ministério da Fazenda, em versões de 1985 e de anos anteriores, sem que houvesse sido feita uma compatibilização. Partiu-

se, então, para a uniformização em termos do código de 1985, para posterior conversão, através de uma tabela de correspondência obtida junto ao IBGE, para o código CNAE. O cadastro assim obtido não contém o número de empregados, o que impediu aplicar a mesma técnica para a obtenção do conjunto das indústrias responsáveis por 95% da carga de DBO, acrescidas daquelas com 50 ou mais empregados. Foi, no entanto, recebida da CETESB uma tabela com os nomes das 227 principais lançadoras de DBO na bacia, as cargas correspondentes e os nomes dos municípios. A união dessa tabela com o cadastro anterior permitiu que fossem agregados endereços à tabela e que fosse gerado o conjunto de indústrias responsável por 95% da poluição de DBO.

Posteriormente, foi obtido da CETESB um segundo cadastro com 1.094 indústrias, com o mesmo tipo de dados do cadastro anterior, acrescido do número de funcionários na produção e administrativos. Desse cadastro foram expurgadas indústrias fora da bacia, resultando um conjunto de 1.042 registros. Foi pesquisada, por nome e município, a correspondência entre o novo cadastro e o anterior, obtendo-se uma concordância em 782 indústrias. Nesse processo verificou-se que algumas indústrias, no cadastro inicial, constavam com diversos endereços, e com somente um no cadastro novo, o que, somado ao problema de versões diferentes da classificação industrial, levou a crer que, no primeiro cadastro, indústrias foram reincluídas em função de mudança de endereço sem exclusão da anterior. Quando se fez o mesmo trabalho de correspondência entre a lista de indústrias prioritárias sob o ponto de vista de DBO e o novo cadastro recebido, obteve-se uma correspondência de 97 indústrias (dentro de um total de 227 prioritárias). Nesse processo, no entanto, verificou-se que diversos municípios, totalmente contidos na bacia e constando da lista prioritária, não constavam da última relação apresentada (Jacareí, Guararema, Santa Isabel, Santa Branca, Igaratá, Jambeiro e Paraibuna). Comparando, por sua vez, a lista de prioritárias com a relação dos municípios na bacia paulista, verificou-se, ainda, que importantes municípios como Arujá, Mogi das Cruzes, Itaquaquetuba e Guarulhos, com porções dentro da bacia, não constam da mesma.

Em função dos dados recebidos, adotou-se para São Paulo o critério de empregar apenas os dados da última relação recebida (1.042 indústrias) e das indústrias prioritárias por DBO. Para a seleção de um subconjunto de indústrias mais importantes como potenciais grandes usuárias de recursos hídricos foram extraídas da relação de prioritárias por DBO as que respondem por mais de 95% do total. Excluindo-se da nova relação de 1.042 indústrias as já selecionadas, extraíram-se do remanescente todas as indústrias com 50 ou mais funcionários, as quais foram adicionadas às já selecionadas, formando, assim, uma relação de 200 indústrias.

Dessa forma, obteve-se um cadastro inicial de indústrias selecionadas na bacia com 608 registros (175 em Minas Gerais, 233 no Rio de Janeiro e 200 em São Paulo), o qual constitui a base para a estimativa da demanda de água pelo setor industrial ([ver item 8.2](#)). Está em curso um trabalho visando obter, por meio dos endereços, as coordenadas dos pontos das indústrias, o que permitirá sua incorporação como um mapa de pontos ao conjunto de dados geográficos.

Em paralelo está sendo projetada uma campanha conjunta dos Estados e do Governo Federal, visando à outorga dos atuais usuários de água industriais e do setor de saneamento na bacia do Paraíba do Sul e a constituição de um cadastro com informações que permitam a adequada caracterização dos usos e o encaminhamento da cobrança na bacia, tema abordado no Capítulo 10 deste documento. Essa campanha empregará os dados de usos industriais e de saneamento já obtidos, mas será, sobretudo, baseada no envio de informações por parte dos usuários, em

resposta a uma convocação oficial dos poderes públicos estaduais e federal. Nela serão solicitadas informações dos usuários industriais referentes a processos produtivos e de tratamento de efluentes líquidos, nos moldes do proposto no estudo "Management and Control of the Environment", publicado em 1989 pela Organização Mundial da Saúde e transformado pelo Banco Mundial no sistema computacional DSS-IPC (Decision Support System - Integrated Pollution Control). A metodologia contemplada no sistema permite a estimativa das cargas brutas e residuais de diversos poluentes em cada indústria, a qual poderá ser empregada na definição das cargas de poluição não medidas. Igualmente serão definidos métodos e parâmetros que permitam estimar os usos quantitativos com base nas instalações de captação e usos de saneamento em função de dados secundários de população e percentual de cobertura de serviço.

A indicação de vetores de desenvolvimento humano será feita sob a forma de cenários de evolução populacional e industrial referente aos núcleos habitacionais já estabelecidos e a outros que constem de planejamentos regionais, e será composta de tabelas ligadas à informação espacial de novas configurações de ocupação urbana (abrangendo os núcleos já existentes e previsões de novas localizações).

O subsistema de dados ambientais será uma extensão da informação já existente, composta de mapas temáticos (uso do solo) e de superfícies de valores (chuva anual acumulada), com as correspondentes tabelas de distribuição de classes e valores em cada microbacia e bacia a montante de trecho da rede hidrográfica. Serão acrescentados aos temas disponíveis no sistema os mapas de solos e de conformação de relevo provenientes do Projeto RADAM, bem como outros, disponibilizados pelo Projeto Rio de Janeiro, da CPRM, e pelo estudo de revisão do inventário hidroenergético da bacia do Paraíba do Sul, em desenvolvimento.

O subsistema de modelos matemáticos já conta com um modelo de regionalização de vazões baseado na área e chuva média anual e de um modelo simplificado de qualidade da água, baseado em taxas de decaimento associadas aos trechos da hidrografia. Foi desenvolvido um aperfeiçoamento do modelo de qualidade, levando em consideração retiradas pontuais de carga poluente nas captações de água. Está em estágio final de desenvolvimento a interligação do sistema com o modelo de qualidade de águas QUAL2E. A interligação é composta de módulos, onde alguns são de uso genérico no sistema, conforme a lista abaixo:

- preenchimento de dados referentes aos trechos da hidrografia;
- determinação da topologia a ser simulada;
- construção dos dados de entrada e execução do QUAL2E;
- internalização da saída da simulação na base de dados.

O módulo de preenchimento de dados referentes aos trechos é uma rotina que vem suprir a necessidade de atribuição externa de dados a trechos da hidrografia ou a grupos de trechos. Nas simulações até então realizadas, por razões de premência, variáveis importantes, tais como velocidades de rios ou concentrações limite de poluentes, tinham recebidos valores constantes para toda a bacia, o que exigiu apenas o preenchimento das tabelas correspondentes com um único valor. O módulo de preenchimento desenvolvido em Access permite que rapidamente se aloquem até cinco dados genéricos a rios ou trechos dos mesmos e a bacias ou interbacias de rios (Figura 9.1.7). Os dados preenchidos podem ser em seguida atribuídos a campos

determinados de tabelas de grandezas quaisquer associadas a trechos da hidrografia, por meio de consultas simples em banco de dados.

A construção de quaisquer problemas de simulação, baseados em uma rede hidrográfica, exigem a prévia determinação da topologia da rede simulada. O módulo desenvolvido gera e armazena em bases de dados informações topológicas que descrevem o subconjunto da rede hidrográfica que representa a topologia de cada caso de simulação. A geração é feita com o uso de formulários em Access, da forma mais simples possível, sem o uso da informação gráfica.

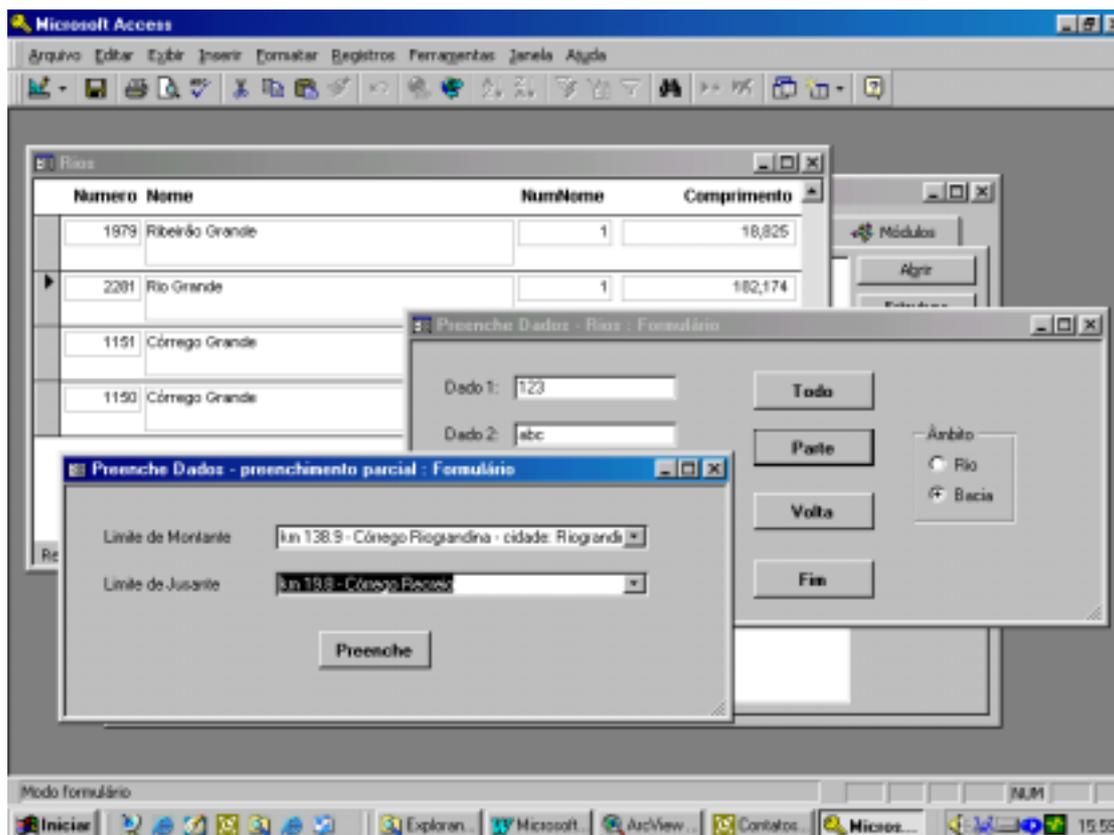


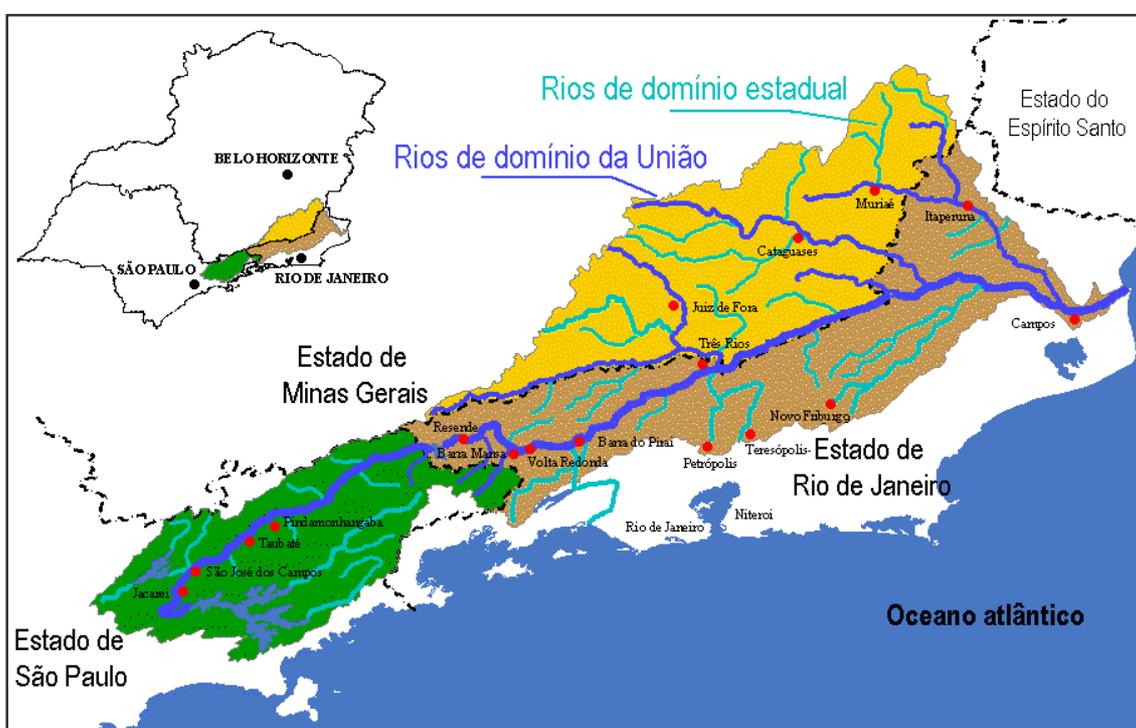
Figura 9.1.7 – Preenchimento de Dados sobre Trechos de Rios

A construção de um caso de simulação no QUAL2E para uma topologia de referência passa pela determinação por consultas em Access de todos os afluentes dos rios simulados, suas vazões e o balanço hídrico resultante e pela determinação dos balanços de massa aportados pelos afluentes e lançados diretamente nos trechos. O módulo está em fase final de desenvolvimento, faltando apenas a rotina final de montagem do caso como um arquivo texto. Será ainda desenvolvida uma rotina de internalização em base de dados e exibição dos resultados de saída do QUAL2E.

10. DINÂMICA SÓCIO-INSTITUCIONAL

10.1 Panorama Político-Institucional de Gestão

A matriz político-institucional de gestão da bacia do rio Paraíba do Sul tem conhecido profundas mudanças a partir de meados da década de 1990, conseqüência da adoção de novos princípios e instrumentos de gestão pelas leis das águas, federal e estaduais. Essa matriz pode ser qualificada como de extrema complexidade, pois envolve uma série de instituições gestoras, tanto tradicionais como emergentes, responsáveis pelo aproveitamento, proteção e conservação dos recursos hídricos. Tal complexidade decorre, em grande parte, da coexistência de águas de domínio da União e de domínio estadual, o que impõe a coabitação, na bacia, de quatro sistemas distintos de gestão: federal e dos Estados de São Paulo, Minas Gerais e Rio de Janeiro (Figura 10.1.1).



**Figura 10.1.1 - Bacia do Rio Paraíba do Sul:
Rios de Domínio da União e de Domínio Estadual**

Estabelecer um diagnóstico claro da matriz institucional em vigor na bacia requer, em primeiro lugar, a compreensão de práticas anteriores de gestão, bem como das inovações e desafios propostos pelo atual processo de reforma.

10.1.1 Breve histórico

Várias foram as tentativas de implementação da gestão integrada na bacia do Paraíba do Sul. A partir do final da década de 1930, desde as iniciativas paulistas de aproveitamento integrado dos recursos hídricos (Serviço de Melhoramentos do Vale do Paraíba e, em seguida, Serviço do Vale do Paraíba), de inspiração americana do Tennessee Valley Authority (TVA), até a constituição do CEEIVAP em 1979 (Comitê Executivo de Estudos Integrados da Bacia do Paraíba do Sul), a última no âmbito do

Comitê Especial de Estudos Integrados de Bacias Hidrográficas (CEEIBH), uma iniciativa conjunta Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica (DNAEE)–Secretaria Nacional de Meio Ambiente (SEMA).

Entretanto, todas essas iniciativas e experiências não foram capazes de promover a racionalização dos usos e intervenções na bacia, tampouco de evitar a proliferação de órgãos gestores e a consolidação de práticas de gestão setorial e fragmentada. Enquanto os setores usuários mais organizados implementavam facilmente suas políticas setoriais — dentre os quais se destacava o setor elétrico — a Federação criava uma série de instituições responsáveis pelo controle da utilização da água e de sua proteção ambiental. Em nível estadual, o DAEE em São Paulo, a SERLA no Rio de Janeiro e o DRH em Minas Gerais (hoje IGAM) cuidavam dos aspectos quantitativos dos recursos hídricos, enquanto o controle da qualidade das águas foi assumido pelas agências ambientais (CETESB em São Paulo, FEAM em Minas Gerais e FEEMA no Rio de Janeiro); em nível federal, o DNAEE (hoje ANEEL) exercia, principalmente, suas prerrogativas de gestor em função de seus próprios interesses de usuário, e a SEMA (hoje Ministério do Meio Ambiente) nunca conseguiu alcance local na bacia do Paraíba do Sul. Além dos organismos gestores dos aspectos de quantidade e qualidade das águas, outras instituições foram diretamente envolvidas com a gestão, a exemplo dos órgãos responsáveis por aspectos de uso e ocupação do solo (Instituto Estadual de Florestas no Rio de Janeiro e em Minas Gerais, e Instituto Florestal em São Paulo).

A evolução da atuação de cada uma dessas instituições tem sido bastante diferenciada, em função da (pouca) importância política dada às suas competências no decorrer dos anos. De modo geral, pode-se afirmar que todas elas têm sofrido contínuo e intenso processo de esvaziamento, com perda de quadros técnicos de excelência e limitações sucessivas de recursos logísticos e orçamentários. Na verdade, o Estado brasileiro preferiu priorizar técnica, política e financeiramente os grandes usuários públicos (notadamente os setores elétrico, de saneamento básico e de irrigação), de modo a suprir a demanda crescente de um país que se tornava populoso, urbano e industrializado. Tais políticas setoriais conseguiram resultados consideráveis, mas foram, quase sempre, desenvolvidas com pouca ou nenhuma preocupação de uso múltiplo ou proteção dos recursos hídricos.

Em suma, a gestão das águas — enquanto conjunto de ações voltadas para o aproveitamento integrado, a conservação, a proteção e a recuperação dos recursos hídricos — nunca foi realmente exercida na bacia do rio Paraíba do Sul. Até os movimentos atuais de reforma, pode-se afirmar que as práticas de gestão das águas na bacia do Paraíba do Sul poderiam ser qualificadas como:

- setoriais: as ações institucionais eram pautadas pela ausência de integração, seja na gestão de águas superficiais *versus* águas subterrâneas, quantidade *versus* qualidade, gestão da água *versus* uso e ocupação do solo, seja na relação entre os órgãos gestores federais e estaduais;
- insuficientes: os meios técnicos, políticos e financeiros dos diferentes órgãos gestores eram (e ainda são) francamente insuficientes para o exercício de suas funções. Até mesmo instrumentos de gestão já existentes, como a outorga, nunca foram plenamente utilizados, devido, inclusive, à insuficiência da legislação pertinente, notadamente em relação aos aspectos de poder de polícia (controle e fiscalização). As agências ambientais, principalmente a CETESB, conseguiram resultados importantes em termos de controle de fontes industriais de poluição, mas não foram capazes de exercer as mesmas competências em relação à

poluição doméstica ou fontes difusas de poluição. O enquadramento dos corpos de água, espinha dorsal da gestão de bacias úmidas como o Paraíba do Sul, nunca foi utilizado em toda a sua potencialidade de instrumento de gestão;

- centralizadas em nível federal e estadual: o planejamento, os recursos financeiros e o processo de tomada de decisão concernente ao uso e alocação da água eram principalmente controlados pelos grandes usuários públicos, federais e estaduais.

Nessas circunstâncias, a fragilidade da bacia não pôde ser evitada e tornou-se notória e aparente: intensificação da poluição pontual e difusa, proliferação de processos erosivos, “escassez relativa” dos recursos hídricos (água suficiente em quantidade, mas imprópria em qualidade), inundações recorrentes, intensificação de conflitos pelo uso da água, etc.

Talvez seja pela gravidade de todos esses problemas e pela importância socioeconômica da bacia (responsável por 10% do PIB brasileiro e pelo abastecimento de quase 15 milhões de pessoas) que o processo de reformulação da política de gestão na bacia do Paraíba do Sul, no âmbito das reformas atuais, é um dos pioneiros no país.

10.1.2 Novas perspectivas de gestão

Desde o final dos anos 1980, o Brasil vem discutindo e propondo transformações profundas nas práticas de gestão das águas, as quais foram traduzidas no conteúdo das leis de recursos hídricos. Trata-se de um processo extremamente rico em termos de participação dos diferentes atores envolvidos e interessados no tema “água”, mas que tem igualmente se revelado longo, difícil e, por vezes, complexo. A bacia do rio Paraíba do Sul constitui bom exemplo: as leis das águas dos Estados de São Paulo (1991) e Minas Gerais (1994, substituída em 1998) antecederam à lei federal das águas (1997); somente em 1999 o Estado do Rio de Janeiro aprovou a sua lei.

Apesar das diferenças dos ritmos de reforma, o conteúdo das leis é bastante similar nos seus princípios e instrumentos de gestão e na organização política e institucional. São eles:

Princípios

- Reconhecimento da água como um bem público, finito e vulnerável, dotado de valor econômico
- Necessidade do uso múltiplo das águas: gestão integrada
- Adoção da bacia hidrográfica como unidade de planejamento: gestão descentralizada
- Participação do Poder Público, dos usuários e da sociedade civil no processo de tomada de decisão: gestão participativa

Organização

- Conselho Nacional (CNRH) / Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos: organismos políticos responsáveis pela supervisão, normatização e regulação do Sistema Nacional/Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos
- Secretaria de Recursos Hídricos (SRH/MMA): responsável pela formulação da Política Nacional de Recursos Hídricos¹
- Agência Nacional de Águas (ANA): responsável pela implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos¹
- Órgãos públicos envolvidos com a gestão das águas²
- Comitê de bacia: organismo político de tomada de decisão quanto à utilização, proteção e recuperação das águas, envolvendo Poder Público, usuários e sociedade civil
- Agências de água ou de bacia: braço executivo dos comitês de bacia

Instrumentos

- Planos de bacia, planos estaduais e Plano Nacional de Recursos Hídricos³
- Outorga de direitos de uso
- Cobrança pelo uso da água³
- Enquadramentos dos corpos de água
- Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos³

À semelhança da experiência inspiradora da França, o Brasil não modificou as competências dos órgãos gestores existentes, responsáveis notadamente pela aplicação de instrumentos de comando-e-controle (outorga e controle das fontes poluidoras/licenciamento ambiental). A inovação institucional ocorreu nos espaços vazios ante a criação de organismos de tomada de decisão em nível nacional, estadual e de bacia (conselhos e comitês) que passaram a incorporar novos atores (municípios, usuários e organizações civis) ao processo de gestão. Ao mesmo tempo, criaram-se instâncias de encontro e negociação dos órgãos gestores que atuavam isoladamente, facilitando, assim, o processo de integração dos diferentes aspectos de gestão das águas. A descentralização do processo de gestão em nível de bacia será ainda mais fortalecida ao criarem-se instituições executivas, ágeis e flexíveis (agências de bacia) para dar suporte técnico, administrativo e financeiro aos comitês de bacia.

No entanto, o modelo brasileiro que se delineia comporta, também, diferenças fundamentais do modelo francês, principalmente no que concerne à relação entre o novo e o antigo. Na França, o tripé comitê de bacia-agência de água-cobrança pelo uso da água foi propositalmente estruturado para ser independente dos órgãos gestores; somente trinta anos depois é que os recursos da cobrança passaram a ser utilizados para o fortalecimento das atividades de “polícia das águas” (controle e fiscalização do sistema de outorgas). No Brasil, essa relação é direta à medida que a

¹ Organismos gestores criados por legislação complementar à Lei 9.433/97, em processo de reformulação institucional em nível federal.

² Dentre os quais se pode identificar, como principais na bacia do Paraíba do Sul, as instituições gestoras e agências ambientais preexistentes em nível estadual.

³ Instrumentos introduzidos pela lei federal e pelas leis estaduais das águas. Os outros instrumentos já existiam, mas não funcionavam na forma planejada ou foram modificados consideravelmente pelas leis das águas.

lei federal atrelou o sistema de cobrança ao sistema de outorga, prevendo, inclusive, a utilização efetiva da outorga enquanto instrumento de gestão e, conseqüentemente, o fortalecimento dos órgãos responsáveis por sua emissão (DAEE em São Paulo, SERLA no Rio de Janeiro, IGAM em Minas Gerais e ANA em nível federal). A relação dos novos instrumentos e organismos de gestão não é tão clara, contudo, no que se refere às agências ambientais e outras instituições envolvidas no uso e ocupação do solo.

A nova legislação muda radicalmente a engenharia política, financeira e institucional de gestão das águas no Brasil, uma inovação extraordinária, mas de difícil implementação, notadamente em bacias de rios de domínio da União, onde a gestão por bacias pode assumir contornos de extrema complexidade, a exemplo da bacia do rio Paraíba do Sul.

10.1.3 Complexidades da gestão integrada

Em termos técnicos, políticos e institucionais, os pontos sensíveis no exercício de práticas de gestão integrada concentram-se nas interfaces⁴. Na bacia do rio Paraíba do Sul, diante da existência de águas federais e águas estaduais, as interfaces serão sempre numerosas em qualquer modelo político-institucional de gestão por envolverem a União e três Estados da Federação. Até a emergência das reformas atuais, essa complexidade nunca fora claramente revelada, ou enfrentada, porque as práticas de gestão eram (e ainda são) fundamentalmente setoriais.

Ao adotar a bacia como unidade de planejamento e gestão e permitir a criação de organismos de bacia, as leis das águas não somente ressaltam essa complexidade, mas a intensificam de forma significativa, pois aumentam as interfaces institucionais (Figura 10.1.2).

⁴ OCDE (1989).

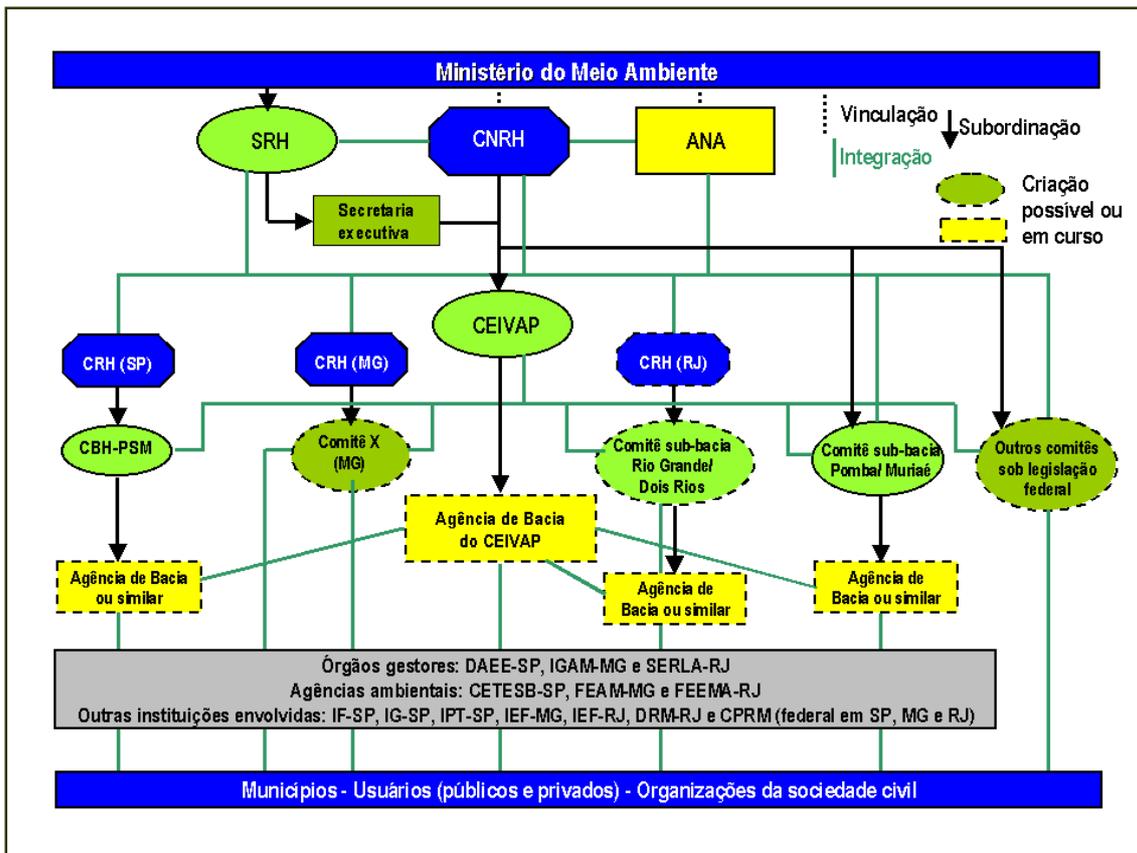


Figura 10.1.2 – Organização Institucional da Bacia do Rio Paraíba do Sul⁵

Tamanha complexidade impõe a busca de práticas inovadoras de harmonização/ integração entre os diferentes sistemas de gestão — federal e dos Estados de São Paulo, Minas Gerais e Rio de Janeiro — no nível da bacia do Paraíba do Sul. Uma harmonização que se torna ainda mais difícil diante das diferenças no ritmo de implementação de cada organização envolvida (Tabela 10.1.1): São Paulo é pioneiro e constitui o mais avançado dos três Estados, apesar das inércias que têm persistido nos últimos anos; no outro extremo, o Rio de Janeiro tem conhecido dificuldades no avanço da regulamentação e implementação do seu sistema de gestão; Minas Gerais encontra-se em situação intermediária ao conseguir avançar, principalmente, na criação de comitês de bacia; finalmente, em nível federal, o processo de regulamentação e implementação iniciado pela SRH/MMA — inclusive por meio da instalação e funcionamento do Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) — foi reforçado e acelerado ao criar-se a ANA em 2000.

⁵ Figura adaptada de R.M. FORMIGA-JOHNSSON, M. SCATASTA (no prelo).

Tabela 10.1.1 – Bacia do Rio Paraíba do Sul: Implementação dos Diferentes Sistemas de Gestão

	Nível Federal	Estado de São Paulo	Estado de Minas Gerais	Estado do Rio de Janeiro
Lei das águas e regulamentações	Lei 9.433 /97 CNRH instalado e várias resoluções adotadas. Criação da ANA em 2000 (Lei 9984/2000) e instalação em 2001. Vários comitês de bacia criados e alguns instalados ou em processo de instalação. Acelerado o ritmo de operacionalização do Sistema Nacional de Recursos.	Lei 7.663 /91 Pioneiro na adoção de novos modos de gestão no país. Implementação bastante avançada (Conselho Estadual, comitês de bacia, Fundo Estadual de Recursos Hídricos, planos estadual e de bacia), exceto cobrança pelo uso da água e agências de bacia.	Lei 13.199 /99 (substitui a Lei 1.504/94) Implementação avançada na criação e instalação de organismos colegiados (Conselho Estadual, comitês de bacia).	Lei 3.239 /99 Processo de regulamentação em fase inicial. Conselho Estadual instalado.
Comitês de Bacia	<ul style="list-style-type: none"> ▪ CEIVAP (1996) ▪ CEHIPOM - Comitê de Sub-bacias Hidrográficas dos Rios Pomba e Muriaé (2001) 	CBH-PS - Comitê da Bacia Hidrográfica do Paraíba do Sul ou <i>Comitê Paulista</i> (1994)	Nenhum comitê estadual. As sub-bacias mais importantes são compartilhadas com o Estado do Rio de Janeiro e estão sob jurisdição da lei federal (ex: Muriaé/Pomba).	Criada em dezembro de 2001 a Comissão Pró-Comitê da Bacia Rio Grande/Dois Rios, cujas águas estão inteiramente sob domínio estadual.
Agências de Bacia	A Agência de Bacia do CEIVAP deverá ser criada em 2002.	Todos os comitês de bacia, federais e estaduais, poderão criar suas agências ou estrutura executiva simplificada. Entretanto, o papel de cada uma delas, bem como sua interface/interação com a Agência do CEIVAP deverá ser analisado, negociado e explicitado.		
Cobrança pelo uso da água	CEIVAP/ANA iniciarão a cobrança ainda em 2002. A metodologia inicial compreende usuários domésticos e industriais de águas federais. Outros usuários serão gradativamente incluídos.	A cobrança de usuários de águas paulistas vem sendo intensamente discutida desde 1995. Contudo, há sérias dificuldades na aprovação do projeto de lei que tem sido constantemente adiada desde 1998.	As discussões sobre cobrança de águas estaduais estão em fase inicial.	A discussão sobre cobrança em nível estadual está por ser iniciada.
	A cobrança pelo uso de águas federais será estabelecida em função da outorga de direitos de uso e incidirá sobre a captação, consumo e diluição de efluentes; a relação cobrança pela diluição de efluentes-licenciamento ambiental/controle de poluição ainda não foi discutida e esclarecida . Os Estados poderão definir — ou não — sistemas similares.			
Planos de bacia	Plano da Bacia 2003-2007 em elaboração. Plano de bacia para a fase inicial de cobrança (“Plano zero”) está sendo consolidado.	Elaborado o Plano de Bacia do <i>Comitê Paulista</i> (2000-2003).	Com exceção dos estudos “Diagnóstico dos Diagnósticos” e do Projeto Preparatório, nenhum plano compreendendo total ou parcialmente o território mineiro da bacia foi elaborado.	Com exceção dos estudos PQA e Projeto Preparatório, nenhum plano de bacia foi elaborado. I Plano Estadual em processo preparatório para licitação.
Outorgas de direito de uso	<ul style="list-style-type: none"> ▪ À luz da nova legislação, a outorga passará a ser emitida para todos os tipos de uso da água — captação/derivação/extração, consumo e diluição de efluentes — pelos órgãos gestores federal e estaduais (ANA-federal, DAEE-SP, IGAM-MG, SERLA-RJ). ▪ Estudos e negociações para unificar, ou pelo menos compatibilizar, os sistemas de outorga em nível da bacia estão sendo levados a cabo pela ANA, em conjunto com os Estados. ▪ Ainda não está claro como a outorga de diluição (órgãos gestores) e o licenciamento ambiental/controle de poluição das águas (agências ambientais) irão interagir. 			

Podem-se identificar, pelo menos, dois níveis principais da integração que se faz necessária entre os diferentes sistemas de gestão.

O primeiro é de nível abrangente (federal e estadual) e concerne principalmente aos instrumentos de gestão, em particular, a curto prazo, a outorga de direitos de uso e a cobrança pelo uso da água. O processo de regularização dos usos dos recursos hídricos para fins de outorga e fase inicial de cobrança, capitaneado pela ANA em ação conjunta com os três Estados, tem constituído uma oportunidade de aproximação, de busca de integração ou, ainda, de harmonização entre as práticas e os projetos de emissão de outorgas. Além dessa primeira empreitada conjunta, existem iniciativas avançadas por parte da ANA, no sentido de estabelecer um amplo convênio de integração com os Estados e o CEIVAP, visando acelerar a implementação da gestão integrada na bacia e a operacionalização dos instrumentos de gestão, independentemente da dominialidade das águas. A idéia central desse convênio é fortalecer o CEIVAP e os órgãos gestores estaduais de forma a que possam melhor exercer suas atuais competências e as que venham ser delegadas pela ANA, de forma harmônica e integrada⁶. É importante, contudo, ressaltar que o processo de integração técnica, política e institucional das agências ambientais na gestão dos recursos hídricos não é vislumbrado de forma tão clara quanto a integração em curso dos órgãos gestores, estaduais e federal, em torno da outorga de direitos de uso. Da mesma forma, a harmonização dos sistemas de cobrança estaduais e federal, em nível da bacia, constituirá importante desafio a ser enfrentado, pois, nem os Estados nem a União definiram ainda suas metodologias de cobrança⁷. A cobrança inicial CEIVAP/ANA, com início previsto para outubro de 2002, é de caráter transitório e concerne somente às águas de domínio da União.

O segundo nível de integração absolutamente necessário diz respeito ao que pode ser denominado de “mosaico institucional da Bacia do Paraíba do Sul” ou sua organização interna, conforme descrito a seguir.

10.1.4 O mosaico institucional da bacia do rio Paraíba do Sul

Vários organismos de bacia, originários de processos organizativos distintos, compõem hoje o arranjo institucional interno da bacia: o Comitê de Integração, os comitês de sub-bacias ou de parte da bacia — e, futuramente, suas respectivas agências — e outros tipos de organismos de bacia (consórcios intermunicipais e associações de usuários). São eles:

- no âmbito da reforma do Estado de São Paulo — pioneiro no país — foi criado o primeiro dos novos organismos da bacia do rio Paraíba do Sul, em 1994: O CBH-PS (Comitê de Bacia Hidrográfica do Paraíba do Sul ou “Comitê Paulista”), que abrange a totalidade do território paulista da bacia⁸;
- o Comitê para Integração da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul (CEIVAP) nasceu de uma articulação interestadual, anterior à aprovação da Lei 9.433/97, e é regido pela legislação e normatização da esfera federal. O Comitê das Sub-bacias

⁶ ANA, *Convênio de Integração ANA - Estados do Rio de Janeiro, Minas Gerais e São Paulo – CEIVAP. Minuta versão SGR/PGE 14/01/2002.*

⁷ As propostas — ou esboços de propostas — de metodologia de cobrança no Estado de São Paulo e em nível federal são descritas em Laboratório de Hidrologia e Estudos de Meio Ambiente—COPPE/UFRJ, Relatório GPS-RE-011-RO (2001).

⁸ A área de abrangência do Comitê paulista compreendia também o Litoral Norte e a Serra da Mantiqueira, desmembrados em 1997 e 2001 respectivamente.

do Pomba/Muriaé, criado em 2001 a partir da demanda dos consórcios intermunicipais regionais, está igualmente sob jurisdição federal;

- o Comitê da sub-bacia dos rios Rio Grande/Dois Rios, em processo formal de criação desde dezembro de 2001, fará parte do sistema de gestão do Estado do Rio de Janeiro. Seu processo organizativo e de funcionamento é mais simples por compreender águas do mesmo domínio (fluminense). A sub-bacia vizinha dos rios Piabanha/Paquequer comporta a mesma simplicidade político-institucional;
- em processo distinto de organização regional, por tratar-se de organismos de adesão espontânea que independem das leis das águas, vários consórcios intermunicipais/associações de usuários foram criados a partir de 1997 nas sub-bacias dos rios Muriaé, Pomba, Bengala/Negro/Rio Grande/Dois Rios, Carangola e no trecho do médio rio Paraíba do Sul. Voltados para o tema água e meio ambiente, esses organismos de bacia podem-se constituir em interlocutores regionais de importância no processo de gestão, existindo até mesmo a possibilidade de virem exercer, por tempo determinado, a função de agência de bacia.

A **Figura 10.1.3** ilustra o mosaico institucional da bacia do rio Paraíba do Sul e localiza cada um dos organismos envolvidos.

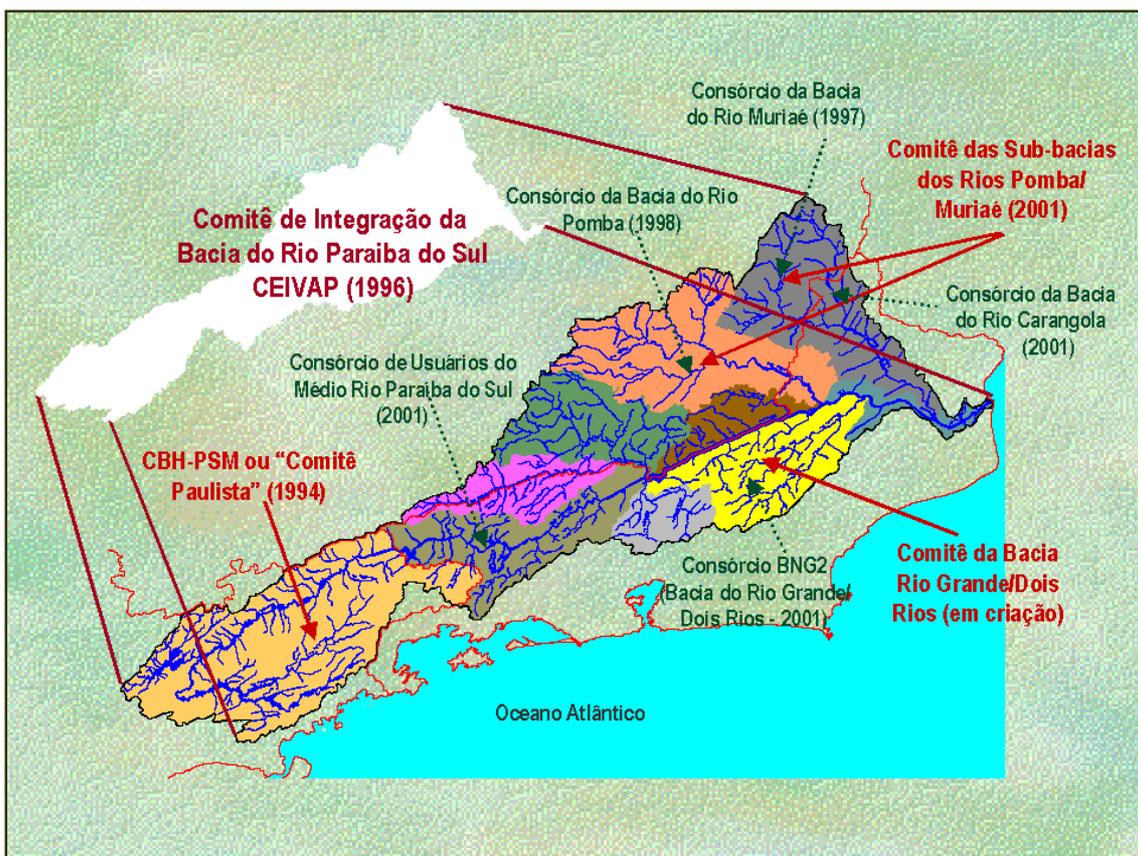


Figura 10.1.3 - Bacia do Rio Paraíba do Sul: os Novos Organismos de Bacia

Pelas dimensões da bacia do Paraíba do Sul era esperado — e faz-se absolutamente necessário — que organismos de sub-bacia ou de trechos da bacia fossem criados para atuar conjuntamente com o comitê de integração, o CEIVAP. Entretanto, cada um desses organismos constitui parte de processos organizativos distintos, sob lógicas

próprias, o que aumenta a possibilidade de duplicação de esforços ou superposição de atuação e dificulta substancialmente a harmonização do conjunto.

De fato, várias são as questões que deverão ser analisadas, refletidas e negociadas, tais como:

1) o papel e as competências dos organismos de sub-bacia (comitês, agências de bacia ou estrutura executiva) em relação ao CEIVAP e sua futura agência de bacia:

- a relação comitê da bacia-comitê de sub-bacia de rios de domínio da União não foi devidamente esclarecida pela Lei 9.433/97. Caso essa questão não seja tratada no Projeto de Lei 1.616⁹ ou outra norma regulamentar, ela deverá ser enfrentada o mais rápido possível na bacia do Paraíba do Sul, principalmente por suas características geográficas, em que as principais sub-bacias são compartilhadas entre os Estados de Minas Gerais e Rio de Janeiro. Outro aspecto dessa discussão é a relação comitês de bacia de rios de domínio da União e agência de bacia; por motivos de economia de escala, deve ser considerada a possibilidade de existir uma agência única para todos os comitês sob jurisdição federal, mas se admitindo estruturas executivas regionais, vinculadas à agência única, para dar suporte aos comitês de sub-bacia;
- por outro lado, é sabido que o Estado São Paulo e o CBH-PS preferem uma espécie de “estadualização” da gestão da bacia na parte paulista, com delegação federal para outorga e cobrança de águas de domínio da União em seu território baseada em condições de fronteira¹⁰. É importante lembrar que tais expectativas remontam ao início das atividades do Comitê Paulista, numa época de indefinições em nível federal e grandes avanços na implementação do sistema paulista de gestão, quando se esperava que o CBH-PS avançasse na criação de sua agência e na aplicação da cobrança pelo uso da água. No entanto, São Paulo não conseguiu aprovar a lei da cobrança, o que vem provocando certa desaceleração do ritmo de sua reforma nos últimos anos;

2) outro tema importante de discussão na bacia concerne ao processo de criação de comitês de bacias de rios de segunda e terceira ordem, federais ou estaduais. Apesar da possibilidade legal, talvez seja mais sensato evitar o desmembramento organizacional excessivo de modo a não pulverizar os esforços técnicos, políticos e financeiros e aumentar, ainda mais, as interfaces institucionais. Trata-se de questão sensível e delicada porque envolve, entre outros, a extensão da competência de comitês de sub-bacia compartilhada (sob jurisdição federal) às águas estaduais da bacia mediante acordo com os Estados envolvidos, bem como o reconhecimento da legitimidade local/regional do comitê de sub-bacia em questão para assumir tal tarefa;

3) a relação dos consórcios intermunicipais de bacias hidrográficas com o novo sistema de gestão e, em particular, com os comitês de bacia merece ser melhor refletida, discutida, esclarecida e negociada. A abertura legal que a lei federal proporciona aos consórcios para exercerem a função de agência de bacia tem provocado confusões conceituais e, inclusive, atropelos organizativos. É preciso analisar, de forma parcial, racional e aprofundada, quais as vantagens e os inconvenientes da parceria comitê-consórcio e em que condições e circunstâncias ela seria factível e/ou desejável.

⁹ Projeto de lei complementar à Lei 9.433/97, ou PL 1616, em discussão no Congresso desde 1999.

¹⁰ CEIVAP, *Projeto Qualidade das Águas e Controle da Poluição Hídrica na Bacia do Rio Paraíba do Sul – Relatório Executivo*, Julho de 1999; ICF-KAISER-LOGOS, Relatório RT-03-001 – Revisão A, fevereiro de 1999.

Todos esses aspectos serão em grande parte estruturados pelas definições da “geografia da solidariedade financeira” na bacia, pela relação “cobrança (federal/ estadual)-comitês (e agências) de bacia”. Tais definições exigem criatividade e flexibilidade na construção de compromissos ou de um pacto interno da bacia que busquem satisfazer minimamente os interesses em jogo, o que impõe, necessariamente, concessões por parte dos diferentes atores institucionais. Fazer gestão integrada em nível de bacia hidrográfica, com dupla dominialidade das águas, é uma experimentação genuinamente brasileira, que suscita um verdadeiro “processo de aprendizado coletivo”¹¹ no qual o CEIVAP pode e deve tomar iniciativas, não só por sua condição de comitê de integração com jurisdição em toda a extensão da bacia do Paraíba do Sul, mas, também, porque constitui, hoje, o organismo de bacia mais avançado na agenda de implementação e operacionalização de novas formas de gestão das águas.

¹¹ H. BRESSENS, L.J. OTOOLE, J. RICHARDSON (ed), (1995), P.A. SABATIER, H.C. JENKINS-SMITH (ed), (1993), P. LE GALES, M. THATCHER (1995).

10.2 Atores Sociais Estratégicos

As estratégias de desenvolvimento em uma sociedade aberta têm de ter, necessariamente, duas dimensões: ser orientadas para a ação e ser orientadas para a negociação política¹².

O processo de formulação e implementação de novas políticas de gestão das águas no Brasil é perfeitamente calcado nessa afirmação: os agentes públicos federais e estaduais definiram ações de legislação, regulação, fomento e investimento para organizar e disciplinar a ação dos usuários, visando à conservação, à proteção e à recuperação das águas; é a orientação para a ação. A segunda dimensão — a negociação política — é a razão de ser dos comitês de bacia: eles constituem espaços privilegiados de negociação com os usuários das águas e a sociedade civil organizada para a formulação de estratégias técnicas adequadas que sejam, ao mesmo tempo, politicamente factíveis.

A longa e difícil negociação em torno da cobrança pelo uso da água na bacia do Paraíba do Sul, intensificada ao longo do ano 2001 no âmbito do CEIVAP, é uma boa demonstração do papel do comitê enquanto instância de sincretismo de ambições técnicas com possibilidades políticas. Pela importância dos interesses em jogo, esse processo de negociação permitiu também identificar os atores sociais mais atuantes na bacia, seu tipo de atividade e sua capacidade de organização, liderança e abrangência espacial.

São os agentes privados usuários das águas — em particular os usuários industriais e as empresas do setor elétrico — que demonstraram maior capacidade organizativa para a defesa dos seus interesses imediatos no processo de negociação. Das contrapropostas individuais, às vezes até contraditórias entre si¹³, sua participação evoluiu para uma ação conjunta que envolveu não só as federações de indústrias dos Estados (FIRJAN, FIEMG e FIESP), mas também outros tipos de organização, tais como o Grupo de Profissionais do Meio Ambiente da Indústria do Vale do Paraíba paulista. Essa ação conjunta foi responsável por uma série de mudanças favoráveis ao setor, na proposta base do CEIVAP relativa à metodologia e aos critérios a serem utilizados na fase inicial da cobrança na bacia do Paraíba do Sul¹⁴.

As empresas de água e saneamento básico são outro setor usuário bem organizado da bacia: as empresas estaduais (SABESP, COPASA e CEDAE) constituem usuários individuais importantes, não só por seu porte, mas, também, pela população atendida, enquanto os serviços autônomos municipais são organizados e representados pela Associação de Serviços Municipais de Água e Esgoto (ASSEMAE). Apesar de sua importância no processo de gestão e da prioridade dos serviços prestados, esses usuários participaram menos intensamente no processo de discussão/negociação. No entanto, reagiram bem mais favoravelmente à proposta de implementação da cobrança do que o setor produtivo industrial, apesar dos receios manifestados quanto

¹² Belmiro Valverde Castor Jardim, apresentação em *workshop* organizado pelo Consórcio ICF Kaiser Logos para o CBH-PS, no âmbito do PQA Paraíba do Sul-SP, reproduzida em: CEIVAP (julho de 1999). O texto que segue constitui livre interpretação de suas observações.

¹³ Enquanto um usuário grande consumidor de água, propunha ponderar a fórmula de cobrança aumentando o peso do fator poluição, indústrias potencialmente grandes, poluidoras e com possibilidade de redução do volume de água captada gostariam, ao contrário, que a cobrança incidisse principalmente nos fatores captação e consumo. A memória de todo esse processo de discussão e proposição em torno da cobrança está disponível no Escritório Técnico do CEIVAP, em Resende, e é descrito em relatório que está sendo elaborado pelo Laboratório de Hidrologia e Estudos de Meio Ambiente da COPPE/UFRJ.

¹⁴ A evolução das propostas pode ser vista na comparação dos seguintes documentos: CEIVAP, *Proposta de uma metodologia para a fase inicial de cobrança na bacia do Paraíba do Sul (de acordo com as deliberações da reunião de Câmaras Técnicas do CEIVAP de 07/03/2001)* e Deliberação CEIVAP nº 08/01, que "Dispõe sobre a Implantação da Cobrança pelo Uso de Recursos Hídricos na Bacia do Rio Paraíba do Sul a partir de 2002".

à reação da população ao eventual aumento da tarifa de água e esgoto; esse receio é ainda mais forte nos municípios que praticam tarifas muito baixas, onde o impacto da cobrança poderá ser mais significativo na população.

O setor agrícola da bacia tem considerável importância em termos de utilização da água (ver Volume 3 deste PRH), mas é pouco organizado e tem sido ausente das novas instâncias de negociação, inclusive em questões de seu interesse direto, como a cobrança pelo uso da água. Talvez os grandes projetos de irrigação, como o que se implementa atualmente na Baixada Campista, facilitem a sua organização e estimulem a integração do setor no âmbito dos comitês.

Outras categorias de usuários (areeiros, aqüicultores, etc.) — de pouca expressão na bacia, mas de eventual impacto local — encontram-se em situação semelhante à dos irrigantes: não estão organizados nem presentes no âmbito dos comitês de bacia.

Quanto às organizações da sociedade civil, é importante distinguir entre as de interesse setorial e outras de interesses mais amplos. Por exemplo, é claro que associações de usuários — do tipo federação de indústrias ou associação agrícola e comercial — comportam interesses corporativos, apesar de seu estatuto de organização civil. Um caso menos óbvio e particular diz respeito aos consórcios intermunicipais de bacias hidrográficas. Em geral, seus estatutos são abrangentes no que concerne à proteção ambiental e dos recursos hídricos. Parte dos seus membros são municípios que têm missões e interesses sociais, e, recentemente, esses consórcios passaram a contar com a participação da iniciativa privada¹⁵. Pergunta-se: em que medida esses consórcios intermunicipais representam interesses de usuários e defendem interesses mais difusos da sociedade? Eis um bom tema de estudo e discussão que terá certamente respostas diferentes para cada caso analisado, uma vez que o perfil dos consórcios pode variar de forma significativa. No entanto, essa discussão tem importância crescente na bacia do Paraíba do Sul devido ao fenômeno de criação desse tipo de organismo de bacia: além dos consórcios das bacias dos rios Muriáe e Pomba, outros três foram criados recentemente, em 2001 — a Associação de Usuários do Médio Rio Paraíba do Sul, o Consórcio de Usuários das Sub-Bacias dos Rios Bengalas, Negro, Grande e Dois Rios, na Região Serrana do Rio de Janeiro, e o Consórcio da Bacia do Rio Carangola (Figura 10.1.3, no início do capítulo). Outros encontram-se em fase embrionária¹⁶.

Esse tipo de organização civil, ao contrário de ONG ambientalistas e outras organizações de interesse difuso, está bem-organizado e representado no âmbito dos comitês e tem atuação marcante no processo de discussão e tomada de decisão. Já as ONG, defensoras de interesses mais abrangentes da comunidade, costumam ser pouco organizadas e de atuação pontual e isolada, pois, via de regra, carecem de recursos humanos, técnicos e financeiros para sua capacitação e atuação sistemática. No processo de discussão sobre a cobrança na bacia do Paraíba do Sul, por exemplo, poucas puderam participar ativamente do processo, mas sua participação foi valiosa ao exigirem claro entendimento do assunto, antes da decisão de dar sustentação política à proposta do CEIVAP.

Se existe uma conclusão óbvia em relação ao tema atores sociais estratégicos, é a necessidade de intensificar as iniciativas de sensibilização e capacitação que vêm sendo desenvolvidas há alguns anos pelo CEIVAP, em conjunto com os comitês e

¹⁵ A evolução dos consórcios é analisada em R.M. FORMIGA-JOHNSSON (2001).

¹⁶ Região da Foz do rio Paraíba do Sul, Bacia do rio Preto e Bacia do rio Paraibuna.

outros organismos da bacia, dentre os quais merece destaque o Programa de Mobilização Participativa e o Programa Curso d'Água de educação ambiental¹⁷.

É fundamental manter um programa de mobilização especialmente dirigido aos membros plenos e aos membros em potencial dos comitês de bacia que constituem os novos tomadores de decisão sobre a utilização e a gestão da água no País: prefeituras, serviços de água e esgoto, indústrias, irrigantes, organizações ambientalistas, associações técnicas, clubes de serviço, etc. Esse foi o perfil desenhado para o Programa de Mobilização Participativa, iniciado no âmbito do Projeto Preparatório para o Gerenciamento dos Recursos Hídricos do Paraíba do Sul em 1999, e desenvolvido em seguida pelo CEIVAP com outra estrutura de concepção e atuação¹⁸.

Programas de mobilização social mais amplos, ou da convencionada “educação ambiental informal”, são mais adequados a um trabalho de base que envolva a sociedade de forma geral, não necessariamente organizada. Esse constitui o objetivo do Programa Curso d'Água de Educação Ambiental, que é voltado para a gestão integrada dos recursos hídricos, desenvolvida no nível institucional do CEIVAP e dos municípios, bem como nas escolas e comunidades da bacia do rio Paraíba do Sul¹⁹.

Afinal, todos esses atores são estratégicos para a implementação de novas práticas de gestão na Bacia: enquanto os grandes usuários públicos e, principalmente, privados são indispensáveis à sustentabilidade técnico-política das decisões, nenhuma estratégia será duradoura, se não buscar aliados nas organizações da comunidade.

¹⁷ É importante ressaltar que, do ponto de vista conceitual, o que se convencionou na bacia como “mobilização participativa” pode ser lido tanto como uma ação de educação ambiental no espírito da Política Nacional de Educação Ambiental (Lei Federal nº 9795/99) quanto um programa de mobilização social, segundo a terminologia corrente de, por exemplo, J.B. TORO, N.M. DUARTE WERNECK (1997).

¹⁸ Projeto Preparatório para o Gerenciamento dos Recursos Hídricos do Paraíba do Sul, PPG-RE-023-R0 (2000) e Projeto Preparatório para o Gerenciamento dos Recursos Hídricos do Paraíba do Sul, PPG-RE-049-R0 (2000).

¹⁹ Ver CEIVAP, *Programa Curso D'Água/CEIVAP. Relatório final*. Resende, setembro de 2001. Esse relatório descreve e avalia a implementação do Programa em seus aspectos pedagógico, operacional e financeiro, no período compreendido entre maio de 1999 e junho de 2000 (Período I - Implementação) e julho e dezembro de 2000 (Período II - Consolidação).

11. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AIRES, J.R., 1996, *Estudo Hidrogeológico Preliminar da Área do Auto-Posto Boldrim em Resende, RJ*. Relatório interno, PETROBRÁS.
- BARRETO, A.B.C., MONSORES, A.L.M., LEAL, A.S., et al., 2000, *Caracterização Hidrogeológica do Estado do Rio de Janeiro*. In: Estudo Geoambiental do Estado do Rio de Janeiro, MME (Ministério de Minas e Energia), SMM (Secretaria de Minas e Metalurgia), CPRM (Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais), Brasília.
- BRANCO, S.M, Rocha, A.A., 1977, *Poluição, Proteção e Usos Múltiplos de Represas*.
- BRESSENS, H., OTOOLE, L.J., RICHARDSON, J., 1995, *Networks for Water Policy: a Comparative Perspective*. London, Frank Cass & Co.
- CAETANO, L. C., 2000, *Água Subterrânea no Município de Campos dos Goytacazes (RJ): Uma Opção para o Abastecimento*. Tese de Mestrado, Instituto de Geociências/UNICAMP, Campinas, SP, Brasil.
- CALDAS, P.S., AIRES, J.C.O., PINHEIRO, L.F., et. al., 1995, *Aumento da Capacidade Geradora do Complexo de Lajes com Otimização dos Recursos Hídricos e Conjugado com o Controle de Cheias do Rio Piraí*. Encontro Técnico Nacional, Suplama/Bracier, Rio de Janeiro.
- CAPUCCI, E. , 1988, *Mapa de Potencialidades Médias de Água Subterrânea no Estado do Rio de Janeiro*. DIN/INX, CEDAE
- CAPUCCI, E, MARTINS, A. M., MANSUR, K.L., et. Al., 2001, *Poços Tubulares e Outras Captações de Águas Subterrâneas – Orientação aos Usuários*. Projeto PLANÁGUA SEMADS/GTZ de Cooperação Técnica Brasil-Alemanha, SEMADS, SEINPE, DRM-RJ,
- CARVALHO, F. R., 2000, *Consumo e Captação de Água em Centrais Termelétricas*. SFG/ANEEL, Brasília, abril.
- CARVALHO, N.O., 1995, *Hidrossedimentologia Prática*. CPRM (Companhia de Recursos Minerais), Centrais Elétricas Brasileiras - ELETROBRÁS, Rio de Janeiro.
- CASTRO, F. G., 2000, *Caracterização Hidrogeológica e Hidrogeoquímica da Bacia Sedimentar de Resende – RJ*. Tese de Mestrado, Instituto de Geociências/Departamento de Geologia CCMN/UFRJ.
- CEDAE (Companhia Estadual de Águas e Esgotos), 1985, *Plano Diretor de Abastecimento de Água da Região Metropolitana do Rio de Janeiro - Relatório final*. Rio de Janeiro.
- CEIVAP (Comitê para Integração da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul), 2001, *Deliberação CEIVAP nº 08/01, que “Dispõe sobre a Implantação da Cobrança pelo Uso de Recursos Hídricos na Bacia do Rio Paraíba do Sul a partir de 2002”*. Resende, RJ.

- CEIVAP (Comitê para Integração da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul), 2001, *Programa Curso D'Água/CEIVAP - Relatório final*. Resende, RJ, setembro.
- CEIVAP (Comitê para Integração da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul), 2001, *Proposta de uma Metodologia para a Fase Inicial de Cobrança na Bacia do Paraíba do Sul (de acordo com as deliberações da reunião de Câmaras Técnicas do CEIVAP de 07/03/2001)*, Resende, RJ.
- CETEC (Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais), 1995, *Desenvolvimento Metodológico para Modelo de Gerenciamento Ambiental de Bacias Hidrográficas. Estudo de Caso: Bacia do Rio Verde Grande*.
- CETESB (Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental), 1988, *Normatizações Técnicas*. São Paulo.
- CETESB (Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental), 1997, *Uso das Águas Subterrâneas para Abastecimento Público no Estado de São Paulo - Relatório 43*.
- CETESB (Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental), 2001, *Relatório de Estabelecimento de Valores Orientadores para Solos e Águas Subterrâneas no Estado de São Paulo*.
- CHRISTOFIDIS, D., *Situação das Áreas Irrigadas – Métodos e Equipamentos de Irrigação – Brasil*. In: Anais do Ciclo de Palestras da Secretaria Nacional de Recursos Hídricos, SRH/MMA, Brasília. (agapi@brsh.com.br)
- CHRISTOFIDIS, D., 1997, *Água e irrigação no Brasil*. Centro de Desenvolvimento Sustentável/UnB, Brasília, novembro.
- SOPS (Secretaria de Estado de Obras e Serviços Públicos), 1988, *Comissão Estadual sobre o Complexo Lajes - Relatório final - Resolução SOPS /S nº 124, de 24.09.97*. Rio de Janeiro.
- CONAMA, 1986, *Resolução nº 20 de 18 de junho de 1986*. Brasília.
- CONSÓRCIO ETEP - ECOLOGUS-SM GROUP, 1998, *Macroplano de Gestão e Saneamento da Bacia da Baía de Sepetiba*. In: Relatório R-8, Estudos de Base, Rio de Janeiro: SEMA/PNMA, janeiro.
- CONSÓRCIO ICF-KAISER-LOGOS, 1999, *Caracterização Hidrogeológica da Bacia do Rio Paraíba do Sul no Estado de São Paulo – Nota Técnica NT-01-015 - Revisão A*. In: Projeto Qualidade das Águas e Controle da Poluição Hídrica na Bacia do Rio Paraíba do Sul, São Paulo.
- CONSÓRCIO ICF-KAISER-LOGOS, 1999, *Concepção do Sub-Programa Estadual de Investimentos*. In: Projeto Qualidade das Águas e Controle da Poluição Hídrica na Bacia do Rio Paraíba do Sul - Relatório Final da Meta I, São Paulo.
- CONSÓRCIO ICF-KAISER-LOGOS, 1999, *Estudos Relativos ao Arranjo Institucional - Relatório RT-03-001*. In: Projeto Qualidade das Águas e Controle da Poluição Hídrica na Bacia do Rio Paraíba do Sul - Relatório Final da Meta III – Revisão A, São Paulo, fevereiro.

- Cooperação Brasil-França, 1994, *Implantação da Agência Técnica e Diagnóstico da Bacia - Relatório Principal*. Projeto Paraíba do Sul - Fase B, Rio de Janeiro.
- Cooperação Brasil-França, *Implantação da Agência Técnica e Diagnóstico da Bacia*. In: Projeto Paraíba do Sul - Fase B.
- Cooperação Técnica Brasil-Alemanha, 1997, *Extração de Areia*. In: Projeto Planagua - Planejamento dos Recursos Hídricos do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- COSTA, Georgiane, 1994, *Caracterização Histórica Geomorfológica e Hidráulica do Estuário do Rio Paraíba do Sul*. Tese de Mestrado, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.
- CPRM (Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais), 2001, *Estudo de Chuvas Intensas no Estado do Rio de Janeiro*. ANEEL, SEMADS, Belo Horizonte.
- CPTI (Cooperativa de Serviços, Pesquisas Tecnológicas e Industriais), 2000, *Planos de Bacia – UGRHI 1 – Serra da Mantiqueira e UGRHI 2 – Paraíba do Sul*. São Paulo.
- CRH/CORHI (Conselho Estadual de Recursos Hídricos/Comitê Coordenador do Plano Estadual de Recursos Hídricos), 1997, *Simulação da Cobrança pelo Uso da Água: Versão Preliminar de 20.08.1997*. Grupo de Trabalho para o Modelo de Simulação SMA/CETESB/DAEE, São Paulo, agosto.
- CSN (Companhia Siderúrgica Nacional), 2001, *Monitoramento do Rio Paraíba do Sul*. Rio de Janeiro, junho.
- CSN (Companhia Siderúrgica Nacional), 2001, *Monitoramento do Rio Paraíba do Sul*. Rio de Janeiro, novembro.
- CSN (Companhia Siderúrgica Nacional), 2001, *Relatório de Acompanhamento Mensal – agosto 2001*.
- CTH, DAEE, EPUSP, 1985, *Transporte Sólido por Suspensão em Rios Paulistas*. São Paulo.
- DAEE (Departamento de Águas e Energia Elétrica), 1979, *Estudos de Águas Subterrâneas – Região Administrativa 3 – São José dos Campos*, v. 1 – Resumo.
- DAEE (Departamento de Águas e Energia Elétrica), 1984, *Caracterização dos Recursos Hídricos do Estado de São Paulo*.
- ELETROBRÁS CENTRAIS ELÉTRICAS S.A. , IPH/UFRGS, 1992, *Diagnóstico das Condições Sedimentológicas dos Principais Rios Brasileiros*. Rio de Janeiro.
- ELETROBRÁS/GCPS-CENTRAIS ELÉTRICAS BRASILEIRAS, 1999, *Plano Decenal de Expansão 2000/2009*. Rio de Janeiro.
- ENGEORPS, 1998, *Manual de Outorga*. In: Relatório 210-SRH-MAO-RT-006/98, Secretaria de Recursos Hídricos do Ministério do Meio Ambiente, Fundação Arthur Bernardes, Brasília.

- EPA (Environmental Protection Agency), 1973, *Water Quality Criteria 1972*. National Academy of Science, Ecological Research Series, U. R3-73-033, Washington.
- ESTEVES, F.A., 1988, *Fundamentos de Limnologia*. Rio de Janeiro, Interciência.
- FEAM (Fundação Estadual do Meio Ambiente), 1998, *Qualidade das Águas Superficiais do Estado de Minas Gerais - 1997*. Minas Gerais.
- FEAM (Fundação Estadual do Meio Ambiente), 1999, *Qualidade das Águas Superficiais do Estado de Minas Gerais - 1998*. Minas Gerais.
- FEAM (Fundação Estadual do Meio Ambiente), 2000, *Qualidade das Águas Superficiais do Estado de Minas Gerais - 1999*. Minas Gerais.
- FEAM (Fundação Estadual de Meio Ambiente), 1996, *Bacia do Rio Paraibuna – Enquadramento das Águas. Fase I – Proposta de Enquadramento*. Minas Gerais.
- FEEMA, CEPIS, CETESB, 1990, *Avaliação e Gerenciamento de Substâncias Tóxicas em Águas Superficiais. Estudo de Caso - Rio Paraíba do Sul*. São Paulo.
- FINKELSTEIN, A., 1980, *Estudo de Hidrologia Subterrânea para a Fábrica de Elementos Combustíveis*.
- FINOTTI, A. R., CAICEDO, O. L., RODRIGUEZ, M.T.R., 2001, *Contaminações Subterrâneas com Combustíveis Derivados de Petróleo: Toxicidade e a Legislação Brasileira*. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v. 6, n. 2 (abr/jun), pp. 29-46.
- FORMIGA-JOHNSSON, R.M., 2001, *Consórcios Intermunicipais de Bacias Hidrográficas: Histórico e Interface com os Comitês de Bacia*. In: Anais do XIV Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos da ABRH, Aracaju, novembro.
- FORMIGA-JOHNSSON, R.M., SCATASTA, M., *One Brazil? The impact of regional differences on Brazil's new water management system: an analysis of its implementation in the Paraíba do Sul and Curu Rivers Basins*. In: River Basin Management, G. Alaerts (ed.), The World Bank, Washington (no prelo).
- IMAGEM Sensoriamento Remoto S/C Ltda, *Monitoramento e Gerenciamento da Qualidade da Água do Reservatório de Funil - Imagem 105-AS-DEC-T-0010/92 - Anexo 7 - Dados das Coletas de Água Realizadas no Reservatório de Funil no Período entre Janeiro e Agosto de 1993*, FURNAS Centrais Elétricas S.A, Rio de Janeiro.
- FURNAS CENTRAIS ELÉTRICAS S.A, *Reservatório de Funil*. Rio de Janeiro.
- FURNAS/ENGEVIX, 1990, *Estudos Ambientais dos Aproveitamentos Hidrelétricos do Rio Paraíba do Sul - Estudo da Qualidade da Água*. Rio de Janeiro.
- GCOI/GTHO/ELETOBRÁS - Grupo Coordenador para Operação Interligada/Grupo de Trabalho de Hidrologia Operacional, 1992, *Levantamento das Restrições Hidráulicas da Bacia do Paraíba do Sul*. Subcomitê de Estudos Energéticos, Rio de Janeiro.

- GEROE (Grupo Executivo para Recuperação e Obras de Emergência), 1995, *Mapa de Cobertura Vegetal e Uso do Solo do Estado do Rio de Janeiro e da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul*.
- HABERMAS, JURGEN., 1995, *Três Modelos Normativos de Democracia*. In: Lua Nova, Revista de Cultura e Política, n. 36.
- HIDROESB (Laboratório Hidrotécnico Saturnino de Brito), 1974, *Levantamento da Penetração do Prisma de Salinidade no Canal de São Francisco - Relatório final*. Rio de Janeiro, novembro.
- HIRSCHMAN, ALBERT O., 1995, *Auto-subversão: Teorias Consagradas em Xequê*. São Paulo, Companhia das Letras.
- HORA, M., 1996, *Avaliação do Transporte de Sólidos na Sub-bacia do Ribeirão do Rato, Região Noroeste do Paraná*. Tese de Mestrado, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.
- IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), 1990, *Censo Agropecuário 1985, Número 18, Minas Gerais*. Rio de Janeiro.
- IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), 1997, *Censo Agropecuário 1995-1996, Número 16, Minas Gerais*, Rio de Janeiro, setembro.
- Instituto Geológico/SMA/SP, CETESB, DAEE, 1997, *Mapeamento da Vulnerabilidade e Risco de Poluição das Águas Subterrâneas no Estado de São Paulo*, v.1, São Paulo.
- IPT (Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo), 1981, *Mapa Geológico do Estado de São Paulo - 1:500.000*. In: Série Monografia n. 6, São Paulo.
- TORO, J.B., DUARTE WERNECK, N.M., 1997, *Mobilização Social: um Modo de Construir a Democracia e a Participação*. Ministério do Meio Ambiente, Recursos Hídricos e Amazônia Legal / Secretaria de Recursos Hídricos, ABEAS, UNICEF, Brasília.
- LABHID (Laboratório de Hidrologia e Estudos do Meio Ambiente da COPPE/UFRJ), 2000 *Consolidação dos Estudos de Enquadramento dos Corpos de Água em Classes de Uso – Relatório PPG-RE-22*. In: Projeto Preparatório para o Gerenciamento dos Recursos Hídricos do Paraíba do Sul, fevereiro.
- LABHID (Laboratório de Hidrologia e Estudos do Meio Ambiente da COPPE/UFRJ), 2001, *Cobrança pelo Uso da Água Bruta: Experiências Europeias e Propostas Brasileiras - Relatório GPS-RE-011-RO*. In: Projeto PROAGUA – Fortalecimento Institucional, Fase III: Sistema de Gestão da Bacia do Rio Paraíba do Sul, Junho.
- LABHID (Laboratório de Hidrologia e Estudos do Meio Ambiente da COPPE/UFRJ), 2000, *Recuperação Ambiental da Bacia do Rio Paraíba do Sul: Programa de Mobilização Participativa e Estratégias de Aplicação - Relatório PPG-RE-023-RO*. In: Projeto Preparatório para o Gerenciamento dos Recursos Hídricos do Paraíba do Sul, Rio de Janeiro, fevereiro.

- LABHID (Laboratório de Hidrologia e Estudos do Meio Ambiente da COPPE/UFRJ), 2000, *Recuperação Ambiental da Bacia do Rio Paraíba do Sul: Implementação do Programa de Mobilização Participativa na Bacia do Rio Paraíba do Sul - Relatório PPG-RE-049-R0*. In: Projeto Preparatório para o Gerenciamento dos Recursos Hídricos do Paraíba do Sul, Rio de Janeiro, agosto.
- LABHID (Laboratório de Hidrologia e Estudos do Meio Ambiente da COPPE/UFRJ), 1997, *Operação dos Reservatórios da Bacia do Rio Paraíba do Sul e Sistema Light - Relatório PS-RE-22-R0*. In: Programa Estadual de Investimentos da Bacia do Rio Paraíba do Sul – RJ, Rio de Janeiro, outubro.
- LABHID (Laboratório de Hidrologia e Estudos do Meio Ambiente da COPPE/UFRJ), 1997, *Enchentes e Drenagem Urbana - Sub-Região A - Relatório PS-RE-27-R1*. In: Programa Estadual de Investimentos da Bacia do Rio Paraíba do Sul - RJ, Rio de Janeiro, dezembro.
- LABHID (Laboratório de Hidrologia e Estudos do Meio Ambiente da COPPE/UFRJ), 1998, *Enchentes e Drenagem Urbana - Sub-Região B - Relatório PS-RE-49-R0*. In: Programa Estadual de Investimentos da Bacia do Rio Paraíba do Sul - RJ, Rio de Janeiro, fevereiro.
- LABHID (Laboratório de Hidrologia e Estudos do Meio Ambiente da COPPE/UFRJ), 1998, *Enchentes e Drenagem Urbana - Sub-Região C - Relatório PS-RE-63-R0*. In: Programa Estadual de Investimentos da Bacia do Rio Paraíba do Sul - RJ, Rio de Janeiro, junho.
- LABHID (Laboratório de Hidrologia e Estudos do Meio Ambiente da COPPE/UFRJ), 1999, *Programa de Investimentos de Minas Gerais - Drenagem Urbana - Relatório PPG-RE-017-R0*. In: Projeto Preparatório para o Gerenciamento dos Recursos Hídricos do Paraíba do Sul, Rio de Janeiro, dezembro.
- LABHID (Laboratório de Hidrologia e Estudos do Meio Ambiente da COPPE/UFRJ), 1998, *Modelagem de Qualidade de Água – Sub-Região A – Relatório PS-RE-26-R3*. In: Programa Estadual de Investimentos da Bacia do Rio Paraíba do Sul - RJ, Rio de Janeiro, novembro.
- LABHID (Laboratório de Hidrologia e Estudos do Meio Ambiente da COPPE/UFRJ), 1998, *Modelagem de Qualidade de Água – Sub-Região B – Relatório PS-RE-48-R1*. In: Programa Estadual de Investimentos da Bacia do Rio Paraíba do Sul - RJ, Rio de Janeiro, setembro.
- LABHID (Laboratório de Hidrologia e Estudos do Meio Ambiente da COPPE/UFRJ), 1998, *Modelagem de Qualidade de Água – Sub-Região C – Relatório PS-RE-62-R0*. In: Programa Estadual de Investimentos da Bacia do Rio Paraíba do Sul - RJ, Rio de Janeiro, junho.
- LABHID (Laboratório de Hidrologia e Estudos do Meio Ambiente da COPPE/UFRJ), 2001, *Diagnóstico da Cheia de Janeiro/2000 no Rio Paraíba do Sul - Trecho Fluminense – Relatório GPS-RE-006-R0*. In: Sistema de Gestão da Bacia do Rio Paraíba do Sul, Rio de Janeiro, março.

- LABHID (Laboratório de Hidrologia e Estudos do Meio Ambiente da COPPE/UFRJ), 2000, *Diagnóstico e Proposta de Melhoria do Sistema de Drenagem do Rio Brandão em Volta Redonda – Relatório PPG-RE-036-R0*. In: Projeto Preparatório para o Gerenciamento dos Recursos Hídricos do Paraíba do Sul, Rio de Janeiro, julho.
- LABHID (Laboratório de Hidrologia e Estudos do Meio Ambiente da COPPE/UFRJ), 1999, *Saneamento Básico - Sub-Região A – Relatório PS-RE-25-R1*. In: Programa Estadual de Investimentos da Bacia do Rio Paraíba do Sul - RJ, Rio de Janeiro, junho.
- LABHID (Laboratório de Hidrologia e Estudos do Meio Ambiente da COPPE/UFRJ), 1999, *Saneamento Básico - Sub-Região B – Relatório PS-RE-47-R1*. In: Programa Estadual de Investimentos da Bacia do Rio Paraíba do Sul - RJ, Rio de Janeiro, junho.
- LABHID (Laboratório de Hidrologia e Estudos do Meio Ambiente da COPPE/UFRJ), 1999, *Saneamento Básico - Sub-Região C – Relatório PS-RE-61-R1*. In: Programa Estadual de Investimentos da Bacia do Rio Paraíba do Sul - RJ, Rio de Janeiro, junho.
- LAMEGO, Alberto R., 1940, *Restingas na Costa do Brasil*. Boletim DNPM, n. 96, Rio de Janeiro.
- LAMEGO, Alberto R., 1944, *A bacia de Campos na Geologia Litorânea do Petróleo*. Boletim DNPM, n. 113, Rio de Janeiro.
- LAMEGO, Alberto R., 1945, *O Homem e o Brejo*. IBGE/CNG, Rio de Janeiro.
- LAMEGO, Alberto R., 1955 - *Geologia das Quadrículas de Campos, São Tomé, Lagoa Feia e Xexé*. Boletim DNPM, n. 154, Rio de Janeiro.
- LARSEN, J., 1977, *Proposed Scheme for Checking the Intrusion of Saline Water into the São Francisco Canal at Baía de Sepetiba*, Transpavi-Codrassa, Rio de Janeiro, setembro.
- LE GALES, P., THATCHER, M., 1995, *Les Réseaux de Politique Publique : Débat Autour des Policy Networks*. Paris, L'Harmattan.
- LIGHT S.A, 2001, *Disponibilidade de água no rio Guandu. Reunião Técnica sobre Disponibilidade Hídrica da Bacia do Rio Guandu/Canal de São Francisco*. SERLA/SEMADS/UFRRJ, Seropédica, janeiro.
- LIGHT, 1996, *Controle de cheias no rio Piraí: Aspectos Operacionais e Ambientais*. Diretoria Executiva de Geração / Superintendência de Usinas, Rio de Janeiro, dezembro.
- LIGHT/DNAEE, 1994, *Rio Paraíba do Sul a Jusante de Santa Cecília. Campanha Intensiva de Medições e Parecer Técnico Sobre o Impacto na Qualidade de Água Causado por Variações de Vazão*. Rio de Janeiro, novembro.

- LOPES, M.F.C., 1984, *Condições de Ocorrência de Água Subterrânea nas Bacias dos Rios Piracicaba e Capivari*. Tese de Mestrado, Faculdade de Engenharia Civil, UNICAMP, São Paulo, SP, Brasil.
- MACHADO, P.A.L., 2000, *Gerenciamento de recursos hídricos: a Lei 9.433/97*. In: Silva, D.D., Pruski, F.F. (orgs.), *Gestão de Recursos Hídricos: Aspectos Legais, Econômicos e Sociais*, 1 ed., capítulo 2, Brasília, Brasil, SRH/MMA-UFV-ABRH.
- MACIEL, P., 2000, *Zoneamento das Águas – Um Instrumento de Gestão dos Recursos Hídricos*. PROAGUA/IGAM, janeiro.
- MARTIN, L., SUGUIO, K., DOMINGUEZ, J.M.L., et al., 1997, *Geologia do Quaternário Costeiro do Litoral Norte do Rio de Janeiro e do Espírito Santo*. CPRM, Belo Horizonte.
- MUYLAERT, M.S., ROSA, L.P., FREITAS, M.A.V., et al., 2000, *Consumo de Energia e Aquecimento do Planeta*. Rio de Janeiro, COPPE/UFRJ.
- OCDE, 1989, *Gestion des Ressources en Eau. Politiques intégrées*. Paris, OCDE.
- OLIVEIRA, A., 1998, *As Experiências Internacionais de Reestruturação*. In: Oliveira, A., Pinto Junior, H.Q. (orgs.), *Financiamento do Setor Elétrico Brasileiro: Inovações Financeiras e Novo Modo de Organização Industrial*, 1 ed., capítulo 4, Rio de Janeiro, Brasil, Garamond.
- ONS (Operador Nacional do Sistema Elétrico), 2001, *Diretrizes para as Regras de Operação de Controle de Cheias – Bacia do rio Paraíba do Sul*. Janeiro.
- REBOUÇAS, 1999, *Águas Subterrâneas*. In: REBOUÇAS, A C; BRAGA, B. e TUNDISI, J. G. (org.) - *Águas Doces no Brasil – Capital Ecológico, Uso e Conservação*, São Paulo, Ed. Escrituras.
- SABATIER, P.A., JENKINS-SMITH, H.C. (ed), 1993, *Policy Change and Learning: an Advocacy Coalition Approach (theoretical lenses on public policy)*. New York, Westview Press.
- SERLA (Fundação Superintendência Estadual de Rios e Lagoas), 2000, *Estudos Hidrológicos de Apoio à Concessão de Outorga*. Projeto PLANAGUA SEMADS/GTZ da Cooperação Técnica Brasil-Alemanha, Rio de Janeiro, dezembro.
- SILVA, D.D., PRUSKI, F.F., 2000, *Gestão de Recursos Hídricos – Aspectos Legais, Econômicos, Administrativos e Sociais*. MMA-SRH, Universidade Federal de Viçosa, ABRH, Brasília.
- SOUZA, S. M. T., 1995, *Disponibilidades Hídricas Subterrâneas no Estado de Minas Gerais*, 1 ed., Belo Horizonte, Hidrossistemas e COPASA-MG.
- SUGAI, M.R.V.B., 2000, *Planejamento dos Empreendimentos Hidrelétricos e Termelétricos com a Implantação dos Instrumentos das Políticas de Recursos Hídricos*. In: Anais do Workshop Nacional sobre Operação do Sistema Hidroenergético Brasileiro, ABRH/USP/FCTH, pp. 177-210, São Paulo, dezembro.

- TECNORTE (Parque de Alta Tecnologia do Norte Fluminense), 2001, *Projeto de Revitalização dos Canais da Baixada Campista*. FENORTE (Fundação Estadual do Norte Fluminense), SECT (Secretaria de Estado de Ciência de Tecnologia, Governo do Estado do Rio de Janeiro).
- TUNDISI, J.G. et al, 1988, *Comparação do Estado Trófico de 23 Reservatórios do Estado de São Paulo; Eutrofização e Manejo*. In: TUNDISI, JC. (ed), *Limnologia e Manejo de Represas*, v.1 e v.2, Série Monografias em Limnologia.
- UFJF (Universidade Federal de Juiz de Fora), 1998, *Diagnóstico dos Diagnósticos da Bacia do Rio Paraíba do Sul em Minas Gerais - Relatório Final*. IGAM (Instituto Mineiro de Gestão das Águas), MMA (Ministério do Meio Ambiente, Recursos Hídricos e Amazônia Legal), SEMAD (Secretaria de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável de Minas Gerais), abril.
- VIEIRA, A.M., 1997, *Hidrologia Estocástica e Operação de Reservatórios*. Tese de D.Sc., COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.
- WILSON JR., G., RODRIGUES, H. T., SANTOS, J.S., et al, 1979, *Estudos Hidráulico-Sedimentológicos Realizados no Trecho Inferior do rio Ivaí*. Organização dos Estados Americanos - Projeto Hidrologia, CBTN, ARH, SVOP, Paraná.

ANEXO

RELAÇÃO DE DOCUMENTOS EMITIDOS

a) PQA -RJ

Documentos relativos Programa Estadual de Investimentos da Bacia do Rio Paraíba do Sul – (PQA-RJ) e emitidos pelo Laboratório de Hidrologia e Estudos do Meio Ambiente da COPPE/UFRJ

- PS-RE-001-R0** Programa Estadual de Investimentos da Bacia do Rio Paraíba do Sul - RJ.
PRODOC
Concepção do Programa Estadual de Investimentos e do Projeto de Gestão dos Recursos Hídricos no Âmbito do Projeto de Qualidade das Águas e Controle da Poluição Hídrica (PQA-SEPURB/MPO)
Rio de Janeiro. Setembro, 1996.
- PS-RE-002-R0** Programa Estadual de Investimentos da Bacia do Rio Paraíba do Sul - RJ.
Plano de Trabalho do Estado do Rio de Janeiro. Programa Estadual de Investimentos - PQA
Rio de Janeiro. Julho, 1996.
- PS-RE-003-R0** Programa Estadual de Investimentos da Bacia do Rio Paraíba do Sul – RJ -
Plano de Trabalho Detalhado
Rio de Janeiro. Janeiro, 1997.
- PS-RE-004-R0** Programa Estadual de Investimentos da Bacia do Rio Paraíba do Sul - RJ
Diagnóstico das Enchentes na Bacia do rio Muriaé. Visita ao Campo Realizada nos dias 21, 22 e 23 de Janeiro/97
Rio de Janeiro. Fevereiro, 1997.
- PS-RE-005-R0** Programa Estadual de Investimentos da Bacia do Rio Paraíba do Sul - RJ
Aplicação do Modelo QUAL2E ao Rio Paraíba do Sul
Rio de Janeiro. Janeiro, 1997.
- PS-RE-006-R0** Programa Estadual de Investimentos da Bacia do Rio Paraíba do Sul - RJ
Carta Consulta - Preliminar
Rio de Janeiro. Janeiro, 1996.
- PS-RE-007-RA-1** Programa Estadual de Investimentos da Bacia do Rio Paraíba do Sul - RJ
Relatório de Andamento I - Período Janeiro e Fevereiro de 1997
Rio de Janeiro. Março, 1997
- PS-RE-008-R0** Programa Estadual de Investimentos da Bacia do Rio Paraíba do Sul - RJ
Programa de Recuperação da Qualidade da Água do Rio Guandu
Rio de Janeiro. Maio, 1997
- PS-RE-009-R0** Programa Estadual de Investimentos da Bacia do Rio Paraíba do Sul – RJ
Saneamento Básico
(Relatório Parcial)
Rio de Janeiro. Abril, 1997
- PS-RE-010-R0** Programa Estadual de Investimentos da Bacia do Rio Paraíba do Sul – RJ
Controle de Erosão (Relatório Parcial)
Rio de Janeiro. Abril, 1997
- PS-RE-011-R2** Programa Estadual de Investimentos da Bacia do Rio Paraíba do Sul - RJ
Relatório de Andamento - Período Março e Abril/97
Rio de Janeiro. Maio, 1997

- PS-RE-012-R0** Programa Estadual de Investimentos da Bacia do Rio Paraíba do Sul - RJ
Resíduos Sólidos (Relatório Parcial)
Rio de Janeiro. Maio, 1997
- PS-RE-013-R0** Programa Estadual de Investimentos da Bacia do Rio Paraíba do Sul - RJ
Enchentes e Drenagem Urbana (Relatório Parcial)
Rio de Janeiro. Maio, 1997
- PS-RE-014-R0** Programa Estadual de Investimentos da Bacia do Rio Paraíba do Sul - RJ
Modelagem de Qualidade da Água - Trecho Funil Santa Cecília
(Relatório Parcial)
Rio de Janeiro. Maio, 1997
- PS-RE-015-R0** Programa Estadual de Investimentos da Bacia do Rio Paraíba do Sul - RJ
Recursos Pesqueiros (Relatório Parcial)
Rio de Janeiro. Maio, 1997
- PS-RE-016-R0** Programa Estadual de Investimentos da Bacia do Rio Paraíba do Sul - RJ
Poluição por Fontes Difusas (Relatório Parcial)
Rio de Janeiro. Maio, 1997
- PS-RE-017-R0** Programa Estadual de Investimentos da Bacia do Rio Paraíba do Sul - RJ
Resumo do 1º. Seminário de Discussão do Plano de Investimentos para a Bacia do Rio Paraíba do Sul
Rio de Janeiro. Maio, 1997
- PS-RE-018-R0** Programa Estadual de Investimentos da Bacia do Rio Paraíba do Sul - RJ
Reprogramação das Metas I, II e III
Rio de Janeiro. Julho, 1997
- PS-RE-019-R0** Programa Estadual de Investimentos da Bacia do Rio Paraíba do Sul - RJ
Estrutura do Programa de Investimentos (Sub-Região A)
Rio de Janeiro. Julho, 1997
- PS-RE-020-RA-3** Programa Estadual de Investimentos da Bacia do Rio Paraíba do Sul - RJ
Relatório de Andamento III - Período Maio, Junho e Julho/97
Rio de Janeiro. Agosto, 1997
- PS-RE-21-R0** Programa Estadual de Investimentos da Bacia do Rio Paraíba do Sul - RJ
Estudo da Capacidade Financeira dos Municípios e do Estado do Rio de Janeiro
Rio de Janeiro. Outubro, 1997
- PS-RE-22-R0** Programa Estadual de Investimentos da Bacia do Rio Paraíba do Sul - RJ
Operação dos Reservatórios da Bacia do Rio Paraíba do Sul e Sistema Light
Rio de Janeiro. Outubro, 1997
- PS-RE-23-R0** Programa Estadual de Investimentos da Bacia do Rio Paraíba do Sul - RJ
Controle de Erosão - Sub-Região A
Rio de Janeiro. Outubro, 1997
- PS-RE-24-R1** Programa Estadual de Investimentos da Bacia do Rio Paraíba do Sul - RJ
Diagnóstico Ambiental do Reservatório de Funil - Sub-Região A
Rio de Janeiro. Setembro.1997- Rev.1-Dez/97

- PS-RE-25-R1** Programa Estadual de Investimentos da Bacia do Rio Paraíba do Sul - RJ
Saneamento Básico - Sub-Região A
Rio de Janeiro. Setembro, 1997. Rev.1, Jan/99
- PS-RE-26-R3** Programa Estadual de Investimentos da Bacia do Rio Paraíba do Sul - RJ
Modelagem de Qualidade da Água - Sub-Região A
Rio de Janeiro. Setembro.97- Rev.1-Dez/97 / Rev.2-Mai/98 / Rev.3-Set/98
- PS-RE-27-R1** Programa Estadual de Investimentos da Bacia do Rio Paraíba do Sul - RJ
Enchentes e Drenagem Urbana - Sub-Região A
Rio de Janeiro. Setembro.1997-Rev.1/Dez/97
- PS-RE-28-R0** Programa Estadual de Investimentos da Bacia do Rio Paraíba do Sul - RJ
Resíduos Sólidos - Sub-Região A
Rio de Janeiro. Dezembro, 1997
- PS-RE-29-R0** Programa Estadual de Investimentos da Bacia do Rio Paraíba do Sul - RJ
Diagnóstico Preliminar das Condições Hidrossedimentológicas do Rio Paraíba do Sul e de seus Principais Afluentes.
Rio de Janeiro. Outubro, 1997
- PS-RE-30-R1** Programa Estadual de Investimentos da Bacia do Rio Paraíba do Sul - RJ
Controle da Poluição Hídrica Industrial na Bacia do Rio Paraíba do Sul - Sub-Regiões A, B e C
Rio de Janeiro. Janeiro, 1999
- PS-RE-31-R1** Programa Estadual de Investimentos da Bacia do Rio Paraíba do Sul - RJ
PRODOC - Revisão Substantiva C
Rio de Janeiro. Setembro, 1997 - Rev.1 - Dez/97
- PS-RE-32-R0** Programa Estadual de Investimentos da Bacia do Rio Paraíba do Sul - RJ
Proposição do Projeto Piloto (MINUTA)
Rio de Janeiro. Novembro, 1997
- PS-RE-33-R0** Programa Estadual de Investimentos da Bacia do Rio Paraíba do Sul - RJ
Programa de Investimentos para Recuperação Ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul
Rio de Janeiro. Novembro, 1997
- PS-RE-34-RA-04** Programa Estadual de Investimentos da Bacia do Rio Paraíba do Sul - RJ
Relatório de Andamento IV - Período Outubro e Novembro/97
Rio de Janeiro. Dezembro, 1997
- PS-RE-35-R1** Programa Estadual de Investimentos da Bacia do Rio Paraíba do Sul - RJ
Relatório de Consolidação Subprogramas - Sub-Região A
Rio de Janeiro. Dezembro, 1997 - Rev.1 - Janeiro/98
- PS-RE-36-R0** Programa Estadual de Investimentos da Bacia do Rio Paraíba do Sul - RJ
Complementação dos Componentes de Esgotamento Sanitário e Drenagem Urbana - Itatiaia
Rio de Janeiro. Dezembro, 1997
- PS-RE-37-R0** Programa Estadual de Investimentos da Bacia do Rio Paraíba do Sul - RJ
Complementação dos Componentes de Esgotamento Sanitário e Drenagem Urbana - Resende
Rio de Janeiro. Dezembro, 1997

- PS-RE-38-R0** Programa Estadual de Investimentos da Bacia do Rio Paraíba do Sul - RJ
Complementação dos Componentes de Esgotamento Sanitário e Drenagem Urbana - Barra Mansa
Rio de Janeiro. Dezembro, 1997
- PS-RE-39-R0** Programa Estadual de Investimentos da Bacia do Rio Paraíba do Sul - RJ
Complementação dos Componentes de Esgotamento Sanitário e Drenagem Urbana - Volta Redonda
Rio de Janeiro. Dezembro, 1997
- PS-RE-40-R0** Programa Estadual de Investimentos da Bacia do Rio Paraíba do Sul - RJ
Complementação dos Componentes de Esgotamento Sanitário e Drenagem Urbana - Barra do Pirai
Rio de Janeiro. Dezembro, 1997
- PS-RE-41-R0** Programa Estadual de Investimentos da Bacia do Rio Paraíba do Sul - RJ
Complementação dos Componentes de Esgotamento Sanitário e Drenagem Urbana - Vassouras
Rio de Janeiro. Dezembro, 1997
- PS-RE-42-R0** Programa Estadual de Investimentos da Bacia do Rio Paraíba do Sul - RJ
Complementação dos Componentes de Esgotamento Sanitário e Drenagem Urbana - Mendes
Rio de Janeiro. Dezembro, 1997
- PS-RE-43-R0** Programa Estadual de Investimentos da Bacia do Rio Paraíba do Sul - RJ
Complementação dos Componentes de Esgotamento Sanitário e Drenagem Urbana - Paraíba do Sul
Rio de Janeiro. Dezembro, 1997
- PS-RE-44-R0** Programa Estadual de Investimentos da Bacia do Rio Paraíba do Sul - RJ
Complementação dos Componentes de Esgotamento Sanitário e Drenagem Urbana - Três Rios
Rio de Janeiro. Dezembro, 1997
- PS-RE-45-R0** Programa Estadual de Investimentos da Bacia do Rio Paraíba do Sul - RJ
Relatório de Consolidação Subprogramas - Sub-Regiões A e B
Rio de Janeiro. Fevereiro, 1998
- PS-RE-46-R0** Programa Estadual de Investimentos da Bacia do Rio Paraíba do Sul - RJ
Controle de Erosão - Sub-Região B
Rio de Janeiro. Fevereiro, 1998
- PS-RE-47-R1** Programa Estadual de Investimentos da Bacia do Rio Paraíba do Sul - RJ
Saneamento Básico - Sub-Região B
Rio de Janeiro. Fevereiro, 1998. Rev.1- Jan/99
- PS-RE-48-R1** Programa Estadual de Investimentos da Bacia do Rio Paraíba do Sul - RJ
Modelagem de Qualidade da Água - Sub-Região B
Rio de Janeiro. Fevereiro, 1998. Rev.1 - Set/98
- PS-RE-49-R0** Programa Estadual de Investimentos da Bacia do Rio Paraíba do Sul - RJ
Enchentes e Drenagem Urbana - Sub-Região B
Rio de Janeiro. Fevereiro, 1998
- PS-RE-50-R0** Programa Estadual de Investimentos da Bacia do Rio Paraíba do Sul - RJ
Resíduos Sólidos - Sub-Região B
Rio de Janeiro. Fevereiro, 1998

- PS-RE-51-R0** Programa Estadual de Investimentos da Bacia do Rio Paraíba do Sul - RJ
Resumo Executivo
Rio de Janeiro. Outubro, 1998. Rev. 1 - Mar/99
- PS-RE-52-R0** Programa Estadual de Investimentos da Bacia do Rio Paraíba do Sul - RJ
Poluição por Fontes Difusas
Rio de Janeiro. Fevereiro, 1998
- PS-RE-53-R0** Programa Estadual de Investimentos da Bacia do Rio Paraíba do Sul - RJ
Sistema de Planejamento de Investimentos na Bacia do Rio Paraíba do Sul
Rio de Janeiro. Março, 1998. Rev.1 - Mar/99
- PS-RE-54-R1** Programa Estadual de Investimentos da Bacia do Rio Paraíba do Sul - RJ
Subsídios para a Tarifação dos Serviços de Saneamento Básico e Resíduos Sólidos – Sub-Regiões A,B e C
Rio de Janeiro. Maio, 1998. Rev. 1 - Ago/98
- PS-RE-55-R0** Programa Estadual de Investimentos da Bacia do Rio Paraíba do Sul - RJ
Complementação dos Componentes de Esgotamento Sanitário e Drenagem Urbana - Petrópolis/Cascatinha
Rio de Janeiro. Abril, 1998
- PS-RE-56-R0** Programa Estadual de Investimentos da Bacia do Rio Paraíba do Sul - RJ
Complementação dos Componentes de Esgotamento Sanitário e Drenagem Urbana - Teresópolis
Rio de Janeiro. Abril, 1998
- PS-RE-57-R0** Programa Estadual de Investimentos da Bacia do Rio Paraíba do Sul - RJ
Complementação dos Componentes de Esgotamento Sanitário e Drenagem Urbana - Cordeiro
Rio de Janeiro. Abril, 1998
- PS-RE-58-R0** Programa Estadual de Investimentos da Bacia do Rio Paraíba do Sul - RJ
Complementação dos Componentes de Esgotamento Sanitário e Drenagem Urbana - Cantagalo
Rio de Janeiro. Abril, 1998
- PS-RE-59-R0** Programa Estadual de Investimentos da Bacia do Rio Paraíba do Sul - RJ
Complementação dos Componentes de Esgotamento Sanitário e Drenagem Urbana - Nova Friburgo/Conselheiro Paulino
Rio de Janeiro. Abril, 1998
- PS-RE-60-R0** Programa Estadual de Investimentos da Bacia do Rio Paraíba do Sul - RJ
Controle de Erosão - Sub-Regiões A, B e C
Rio de Janeiro. Junho, 1998
- PS-RE-61-R1** Programa Estadual de Investimentos da Bacia do Rio Paraíba do Sul - RJ
Saneamento Básico - Sub-Região C
Rio de Janeiro. Junho, 1998. Rev.1, Jan/99
- PS-RE-62-R0** Programa Estadual de Investimentos da Bacia do Rio Paraíba do Sul - RJ
Modelagem e Qualidade da Água - Sub-Região C
Rio de Janeiro. Junho, 1998
- PS-RE-63-R0** Programa Estadual de Investimentos da Bacia do Rio Paraíba do Sul - RJ
Enchentes e Drenagem Urbana - Sub-Região C
Rio de Janeiro. Junho, 1998

- PS-RE-64-R0** Programa Estadual de Investimentos da Bacia do Rio Paraíba do Sul - RJ
Resíduos Sólidos - Sub-Região C
Rio de Janeiro. Junho, 1998
- PS-RE-65-R0** Programa Estadual de Investimentos da Bacia do Rio Paraíba do Sul - RJ
PRODOC - Revisão Substantiva E
Rio de Janeiro. Junho, 1998
- PS-RE-66-R0** Programa Estadual de Investimentos da Bacia do Rio Paraíba do Sul - RJ
Recursos Pesqueiros – Sub-Regiões A, B e C
Rio de Janeiro. Julho, 1998
- PS-RE-67-R1** Programa Estadual de Investimentos da Bacia do Rio Paraíba do Sul - RJ
Relatório de Consolidação Subprogramas - Sub-Regiões A, B e C
Rio de Janeiro. Outubro, 1998. Rev. 1 - Mar/99
- PS-RE-68-R1** Programa Estadual de Investimentos da Bacia do Rio Paraíba do Sul - RJ
Estudos Econômicos Para Hierarquização das Intervenções Estruturais
Rio de Janeiro. Agosto, 1998. Rev.1, Jan/99.
- PS-RE-69-R0** Programa Estadual de Investimentos da Bacia do Rio Paraíba do Sul - RJ
Modelo de Gestão de Recursos Hídricos
Rio de Janeiro. Dezembro, 1998
- PS-RE-70-R0** Programa Estadual de Investimentos da Bacia do Rio Paraíba do Sul - RJ
Elaboração de Projetos Básicos de Saneamento – Bacias 5,7 e 8 da Cidade de Volta Redonda.
Rio de Janeiro. Fevereiro, 1999
Volume 1 - Relatório do Projeto
Tomo I - Memorial Descritivo e de Cálculo
Tomo II - Especificações de Materiais e Serviços
Tomo III - Estimativa de Custo
Volume 2 - Desenhos
Tomos I, II, III e IV
Volume 3 - Topografia
- PS-RE-71-R0** Programa Estadual de Investimentos da Bacia do Rio Paraíba do Sul - RJ
Projeto Básico de Drenagem Urbana – Município de Petrópolis – Rio Quitandinha.
Rio de Janeiro. Fevereiro, 1999
Volume 1 - Texto e Desenhos
Volume 2 - Especificações Técnicas
- PS-RE-72-R0** Programa Estadual de Investimentos da Bacia do Rio Paraíba do Sul - RJ
Projeto Básico de Drenagem Urbana – Município de Resende – Valão Periférico e Ribeirão Preto
Rio de Janeiro. Fevereiro, 1999
Volume 1 - Texto e Desenhos
Volume 2 - Especificações Técnicas
- PS-RE-73-R0** Programa Estadual de Investimentos da Bacia do Rio Paraíba do Sul - RJ
Projeto Básico de Drenagem Urbana – Município de Barra Mansa – Rio Barra Mansa.
Rio de Janeiro. Fevereiro, 1999
Volume 1 - Texto e Desenhos
Volume 2 - Especificações Técnicas

PS-RE-74-R0	Programa Estadual de Investimentos da Bacia do Rio Paraíba do Sul - RJ Análise Ambiental Rio de Janeiro. Fevereiro, 1999
PS-RE-75-R0	Programa Estadual de Investimentos da Bacia do Rio Paraíba do Sul - RJ Mobilização e Divulgação Rio de Janeiro. Fevereiro, 1999
PS-RE-76-R0	Programa Estadual de Investimentos da Bacia do Rio Paraíba do Sul - RJ Estratégias de Implantação do Programa Estadual de Investimentos - RJ Rio de Janeiro. Fevereiro, 1999
PS-RE-77-R0	Programa Estadual de Investimentos da Bacia do Rio Paraíba do Sul - RJ Estudos Hidrológicos Rio de Janeiro. Março, 1999
CD-Rom	Programa Estadual de Investimentos da Bacia do Rio Paraíba do Sul – RJ Rio de Janeiro. Julho, 1999

b) PQA -SP

Documentos relativos Programa Estadual de Investimentos da Bacia do Rio Paraíba do Sul – (PQA-SP) e emitidos pelo Consórcio ICF – Kaiser – Logos:

NT-01-001	Projeto Qualidade das Águas e Controle da Poluição Hídrica na Bacia do Paraíba do Sul – SP. Primeiro Conjunto de Componentes de Intervenções São Paulo. Versão A – 03SET98.
NT-01-002	Projeto Qualidade das Águas e Controle da Poluição Hídrica na Bacia do Paraíba do Sul – SP. Diagnóstico de Vulnerabilidades Ambientais – Processos de Preservação e Degradação Ambientais na Bacia do Paraíba do Sul no Estado de São Paulo. São Paulo. Versão B – 26NOV98.
NT-01-003	Projeto Qualidade das Águas e Controle da Poluição Hídrica na Bacia do Paraíba do Sul – SP. Sistematização das Informações relativas ao Uso do Solo – Organização Territorial e Estrutura Urbana. São Paulo. Versão B – 18FEV99.
NT-01-004	Projeto Qualidade das Águas e Controle da Poluição Hídrica na Bacia do Paraíba do Sul – SP. Consolidação de Dados para Uso no Modelo de Qualidade de Água do Rio Paraíba do Sul São Paulo. Versão A – 04SET98.
NT-01-005	Projeto Qualidade das Águas e Controle da Poluição Hídrica na Bacia do Paraíba do Sul – SP. Caracterização e Qualificação das Demandas São Paulo. Versão A – 07OUT98.
NT-01-006	Projeto Qualidade das Águas e Controle da Poluição Hídrica na Bacia do Paraíba do Sul – SP. Caracterização e Qualificação dos Objetivos São Paulo. Versão A – 14OUT98.

- NT-01-007** Projeto Qualidade das Águas e Controle da Poluição Hídrica na Bacia do Paraíba do Sul – SP.
Prognósticos e Cenários de Desenvolvimento da Organização da Estrutura Territorial Urbana.
São Paulo. Versão B – 18FEV99.
- NT-01-008** Projeto Qualidade das Águas e Controle da Poluição Hídrica na Bacia do Paraíba do Sul – SP.
Ajuste do Modelo Qual2E e Simulações Iniciais
São Paulo. Versão A – 07OUT98
- NT-01-009** Projeto Qualidade das Águas e Controle da Poluição Hídrica na Bacia do Paraíba do Sul – SP.
Nota Metodológica do Modelo de Decisão a ser Utilizado
São Paulo. Versão A – 07OUT98.
- NT-01-010** Projeto Qualidade das Águas e Controle da Poluição Hídrica na Bacia do Paraíba do Sul – SP.
Proposta de Alternativas Preferenciais de Intervenções
São Paulo. Versão B – 29MAR99.
- NT-01-011** Projeto Qualidade das Águas e Controle da Poluição Hídrica na Bacia do Paraíba do Sul – SP.
Alternativas e Matrizes para Aplicação do Modelo de Decisão
São Paulo. Versão B – 05FEV99.
- NT-01-012** Projeto Qualidade das Águas e Controle da Poluição Hídrica na Bacia do Paraíba do Sul – SP.
Regionalização de Vazões Médias de Longo Termo e de Vazões Mínimas de Sete Dias de Duração e Dez Anos de Período de Retorno
São Paulo. Versão A – 01OUT98.
- NT-01-013** Projeto Qualidade das Águas e Controle da Poluição Hídrica na Bacia do Paraíba do Sul – SP.
Drenagem Urbana na Bacia do Rio Paraíba do Sul – Trecho Paulista
São Paulo. Versão A – 24DEZ98.
- NT-01-014** Projeto Qualidade das Águas e Controle da Poluição Hídrica na Bacia do Paraíba do Sul – SP.
Qualidade da Água do Rio Paraíba do Sul – Trecho Paulista – Simulações para Orientar a Formulação de Cenários
São Paulo. Versão A – 29DEZ98.
- NT-01-015** Projeto Qualidade das Águas e Controle da Poluição Hídrica na Bacia do Paraíba do Sul – SP.
Caracterização Hidrogeológica da Bacia do Rio Paraíba do Sul no Estado de São Paulo
São Paulo. Versão A – 13JAN99.
- RT-01-001** Projeto Qualidade das Águas e Controle da Poluição Hídrica na Bacia do Paraíba do Sul – SP.
Relatório Final da Meta I – Concepção do Subprograma Estadual de Investimentos Vol. 1 e 2
São Paulo. Versão A – 30MAR99.

META II

- NT-02-001** Projeto Qualidade das Águas e Controle da Poluição Hídrica na Bacia do Paraíba do Sul – SP.
Caracterização da Economia Regional
São Paulo. Versão A – 29OUT98.
- NT-02-002** Projeto Qualidade das Águas e Controle da Poluição Hídrica na Bacia do Paraíba do Sul – SP.
Cenários e Projeções Populacionais
São Paulo. Versão A – 16NOV98.
- NT-02-003** Projeto Qualidade das Águas e Controle da Poluição Hídrica na Bacia do Paraíba do Sul – SP.
Subsídios para a Cobrança pelo Uso da Água
São Paulo. Versão A – 26NOV98.
- NT-02-004** Projeto Qualidade das Águas e Controle da Poluição Hídrica na Bacia do Paraíba do Sul – SP.
Capacidade de Investimento e Endividamento dos Municípios Paulistas da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul.
São Paulo. Versão A – 26NOV98.
- NT-02-005** Projeto Qualidade das Águas e Controle da Poluição Hídrica na Bacia do Paraíba do Sul – SP.
Elementos Básicos da Avaliação Econômico-Financeira
São Paulo. Versão A – 21JAN99.
- RT-02-001** Projeto Qualidade das Águas e Controle da Poluição Hídrica na Bacia do Paraíba do Sul – SP.
Relatório Final da Meta II – Avaliação Econômico-Financeira dos Componentes.
São Paulo. Versão A – 18MAR99.

META III

- NT-03-001** Projeto Qualidade das Águas e Controle da Poluição Hídrica na Bacia do Paraíba do Sul – SP.
Matriz Institucional de Responsabilidades
São Paulo. Versão A – 05AGO98.
- NT-03-002** Projeto Qualidade das Águas e Controle da Poluição Hídrica na Bacia do Paraíba do Sul – SP.
Diagnóstico da Matriz Institucional
São Paulo. Versão A – 03SET98.
- NT-03-003** Projeto Qualidade das Águas e Controle da Poluição Hídrica na Bacia do Paraíba do Sul – SP.
Definição do Modelo de Gestão – Fundamentos Jurídicos e Institucionais para a Formulação do Modelo de Gestão Interestadual da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul.
São Paulo. Versão A – 19OUT98.
- NT-03-004** Projeto Qualidade das Águas e Controle da Poluição Hídrica na Bacia do Paraíba do Sul – SP.
Estruturação da Agência da Bacia
São Paulo. Versão A – 16NOV98.

- NT-03-005** Projeto Qualidade das Águas e Controle da Poluição Hídrica na Bacia do Paraíba do Sul – SP.
Resoluções do Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul e Serra da Mantiqueira em Relação aos Aspectos Institucionais do PQA-PBS e suas Implicações para seu Prosseguimento.
São Paulo. Versão A – 23NOV98.
- RT-03-001** Projeto Qualidade das Águas e Controle da Poluição Hídrica na Bacia do Paraíba do Sul – SP.
Relatório Final da Meta III – Estudos Relativos ao Arranjo Institucional
São Paulo. Versão A – 09MAR99.

RELATÓRIOS FINAIS

- RT-10-001** Projeto Qualidade das Águas e Controle da Poluição Hídrica na Bacia do Paraíba do Sul – SP.
Relatório Final do PQA da Bacia do Rio Paraíba do Sul no Estado de São Paulo
São Paulo. Versão A – 14MAI99.
- RT-10-002** Projeto Qualidade das Águas e Controle da Poluição Hídrica na Bacia do Paraíba do Sul – SP.
Documento Estratégico de Negociação
São Paulo. Versão A – 14MAI99.

c) PPG

Documentos relativos Projeto Inicial da Bacia do Rio Paraíba do Sul – (PPG) e emitidos pelo Laboratório de Hidrologia e Estudos do Meio Ambiente da COPPE/UFRJ

- PPG-RE-001-R1** Projeto Preparatório para o Gerenciamento dos Recursos Hídricos do Paraíba do Sul - RJ
Plano de Trabalho
Rio de Janeiro. Julho, 1999 - Rev.1 Agosto, 1999
- PPG-RE-002-R0** Projeto Preparatório para o Gerenciamento dos Recursos Hídricos do Paraíba do Sul - RJ
Carta Consulta à COFIEIX (minuta)
Rio de Janeiro. Julho, 1999
- PPG-RE-003-R0** Projeto Preparatório para o Gerenciamento dos Recursos Hídricos do Paraíba do Sul - RJ
Estudo para Definição da Estrutura Jurídica da Unidade Executiva Transitória
Rio de Janeiro. Agosto, 1999
- PPG-RE-004-R0** Projeto Preparatório para o Gerenciamento dos Recursos Hídricos do Paraíba do Sul - RJ
Estudo para Definição da Estrutura Jurídica da Unidade Executiva Transitória (comentários)
Rio de Janeiro. Setembro, 1999
- PPG-RE-005-R0** Projeto Preparatório para o Gerenciamento dos Recursos Hídricos do Paraíba do Sul - RJ
Relatório de Andamento - Julho-Agosto de 1999
Rio de Janeiro. Setembro, 1999

- PPG-RE-006-R0** Projeto Preparatório para o Gerenciamento dos Recursos Hídricos do Paraíba do Sul - RJ
Project Concept Document - PCD (minuta)
Rio de Janeiro. Setembro, 1999
- PPG-RE-007-R0** Projeto Preparatório para o Gerenciamento dos Recursos Hídricos do Paraíba do Sul - RJ
Disposição de Resíduos Industriais na Bacia do Rio Paraíba do Sul
Rio de Janeiro. Outubro, 1999
- PPG-RE-008-R0** Projeto Preparatório para o Gerenciamento dos Recursos Hídricos do Paraíba do Sul - RJ
Termo de Referência para o Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Guandu
Rio de Janeiro. Outubro, 1999
- PPG-RE-009-R0** Projeto Preparatório para o Gerenciamento dos Recursos Hídricos do Paraíba do Sul - RJ
Termo de Referência para Avaliação de Benefícios Econômicos
Rio de Janeiro. Outubro, 1999
- PPG-RE-010-R0** Projeto Preparatório para o Gerenciamento dos Recursos Hídricos do Paraíba do Sul - RJ
Edital de Licitação para Levantamentos Aerofotogramétricos
Rio de Janeiro. Outubro, 1999
- PPG-RE-011-R1** Projeto Preparatório para o Gerenciamento dos Recursos Hídricos do Paraíba do Sul - RJ
Termo de Referência para Capacitação Técnica
Rio de Janeiro. Outubro, 1999 – Rev.1 Julho, 2000
- PPG-RE-012-R0** Projeto Preparatório para o Gerenciamento dos Recursos Hídricos do Paraíba do Sul - RJ
Relatório de Andamento - Setembro-Outubro-Novembro de 1999
Rio de Janeiro. Novembro, 1999
- PPG-RE-013-R0** Projeto Preparatório para o Gerenciamento dos Recursos Hídricos do Paraíba do Sul - RJ
Programa de Investimentos de Minas Gerais - Modelagem de Qualidade da Água
Rio de Janeiro. Dezembro, 1999
- PPG-RE-014-R0** Projeto Preparatório para o Gerenciamento dos Recursos Hídricos do Paraíba do Sul - RJ
Programa de Investimentos de Minas Gerais - Saneamento Básico
Rio de Janeiro. Dezembro, 1999
- PPG-RE-015-R0** Projeto Preparatório para o Gerenciamento dos Recursos Hídricos do Paraíba do Sul - RJ
Programa de Investimentos de Minas Gerais - Saneamento Básico - Juiz de Fora
Rio de Janeiro. Dezembro, 1999
- PPG-RE-016-R1** Projeto Preparatório para o Gerenciamento dos Recursos Hídricos do Paraíba do Sul - RJ
Programa de Investimentos de Minas Gerais - Resíduos Sólidos
Rio de Janeiro. Dezembro, 1999 – Rev.1 Fevereiro, 2000

- PPG-RE-017-R0** Projeto Preparatório para o Gerenciamento dos Recursos Hídricos do Paraíba do Sul - RJ
Programa de Investimentos de Minas Gerais - Drenagem Urbana
Rio de Janeiro. Dezembro, 1999
- PPG-RE-018-R0** Projeto Preparatório para o Gerenciamento dos Recursos Hídricos do Paraíba do Sul - RJ
Programa de Investimentos de Minas Gerais - Estudo Populacional
Rio de Janeiro. Fevereiro, 2000
- PPG-RE-019-R0** Projeto Preparatório para o Gerenciamento dos Recursos Hídricos do Paraíba do Sul - RJ
Programa de Investimentos de Minas Gerais – Subsídios para Tarifação dos Serviços de Saneamento Básico e Resíduos Sólidos
Rio de Janeiro. Fevereiro, 2000
- PPG-RE-020-R0** Projeto Preparatório para o Gerenciamento dos Recursos Hídricos do Paraíba do Sul - RJ
Programa de Investimentos de Minas Gerais – Hierarquização dos Investimentos em Saneamento Básico e Resíduos Sólidos
Rio de Janeiro. Fevereiro, 2000
- PPG-RE-021-R0** Projeto Preparatório para o Gerenciamento dos Recursos Hídricos do Paraíba do Sul - RJ
Programa de Investimentos de Minas Gerais – Controle de Erosão
Rio de Janeiro. Fevereiro, 2000
- PPG-RE-022-R0** Projeto Preparatório para o Gerenciamento dos Recursos Hídricos do Paraíba do Sul - RJ
Consolidação dos Estudos de Enquadramento dos Corpos de Água em Classes de Uso.
Rio de Janeiro. Fevereiro, 2000
- PPG-RE-023-R0** Projeto Preparatório para o Gerenciamento dos Recursos Hídricos do Paraíba do Sul - RJ
Programa de Mobilização Participativa e Estratégias de Aplicação
Rio de Janeiro. Fevereiro, 2000
- PPG-RE-024-R0** Projeto Preparatório para o Gerenciamento dos Recursos Hídricos do Paraíba do Sul - RJ
Relatório de Andamento Dezembro de 1999 e Janeiro-Fevereiro de 2000
Rio de Janeiro. Março, 2000
- PPG-RE-025-R0** Projeto Preparatório para o Gerenciamento dos Recursos Hídricos do Paraíba do Sul - RJ
Editais de Licitação para o Sistema de Esgotamento Sanitário das Bacias 5, 7 e 8 da Cidade de Volta Redonda, RJ.
Volume 1 - Projeto Executivo
Volume 2 - Obras - Lote 1
Volume 3 - Obras - Lote 2
Volume 4 - Obras - Lote 3
Rio de Janeiro. Março, 2000
- PPG-RE-026-R1** Projeto Preparatório para o Gerenciamento dos Recursos Hídricos do Paraíba do Sul - RJ
Critérios para Hierarquização das Intervenções Estruturais
Rio de Janeiro. Abril, 2000 – Rev.1 Maio, 2000

- PPG-RE-027-R0** Projeto Preparatório para o Gerenciamento dos Recursos Hídricos do Paraíba do Sul - RJ
Projeto de Concepção da Rede Telemétrica de Monitoramento da Quantidade e Qualidade da Água na Bacia do Rio Paraíba do Sul
Rio de Janeiro. Julho, 2000
- PPG-RE-028-R0** Projeto Preparatório para o Gerenciamento dos Recursos Hídricos do Paraíba do Sul - RJ
Edital de Licitação para o Fornecimento e Instalação da Rede Telemétrica de Monitoramento da Qualidade e Quantidade da Água na Bacia do Rio Paraíba do Sul.
Volume 1 – Versão em Português
Volume 2 – Versão em Espanhol
Rio de Janeiro. Julho, 2000
- PPG-RE-029-R0** Projeto Preparatório para o Gerenciamento dos Recursos Hídricos do Paraíba do Sul - RJ
Termo de Referência para a Rede Civil de Informações das Águas (RJ, SP e MG).
Rio de Janeiro. Julho, 2000
- PPG-RE-030-R1** Projeto Preparatório para o Gerenciamento dos Recursos Hídricos do Paraíba do Sul - RJ
Aplicação dos Critérios para a Hierarquização das Intervenções Estruturais Relativas aos Projetos de Esgotamento Sanitário e Apresentação da Alternativa Recomendada para o Projeto Inicial.
Rio de Janeiro. Julho, 2000 – Rev.1 Julho, 2000
- PPG-RE-031-R0** Projeto Preparatório para o Gerenciamento dos Recursos Hídricos do Paraíba do Sul - RJ
Termo de Referência para o Plano Diretor de Controle de Inundações no Rio Paraíba do Sul e Principais Afluentes.
Rio de Janeiro. Julho, 2000
- PPG-RE-032-R0** Projeto Preparatório para o Gerenciamento dos Recursos Hídricos do Paraíba do Sul - RJ
Termo de Referência para Desenvolvimento e Implantação dos Sistemas de Cadastro, Outorga e Cobrança, de Informações e Divulgação de Recursos Hídricos para os Usuários.
Rio de Janeiro. Julho, 2000
- PPG-RE-033-R0** Projeto Preparatório para o Gerenciamento dos Recursos Hídricos do Paraíba do Sul - RJ
Consolidação do Programa de Investimentos de Minas Gerais.
Rio de Janeiro. Julho, 2000
- PPG-RE-034-R0** Projeto Preparatório para o Gerenciamento dos Recursos Hídricos do Paraíba do Sul - RJ
Termo de Referência para o Programa de Educação Ambiental (Programa Curso d'Água).
Rio de Janeiro. Julho, 2000
- PPG-RE-035-R0** Projeto Preparatório para o Gerenciamento dos Recursos Hídricos do Paraíba do Sul - RJ
Termo de Referência para o Programa de Comunicação Social e Mobilização Participativa.
Rio de Janeiro. Julho, 2000

- PPG-RE-036-R0** Projeto Preparatório para o Gerenciamento dos Recursos Hídricos do Paraíba do Sul - RJ
Diagnóstico e Proposta de Melhoria do Sistema de Drenagem do Rio Brandão em Volta Redonda.
Volume I – Texto / Volume II - Tomo I – Anexos I e II
Volume II - Tomo II – Anexos III, IV, V e VI
Rio de Janeiro. Julho, 2000
- PPG-RE-037-R0** Projeto Preparatório para o Gerenciamento dos Recursos Hídricos do Paraíba do Sul - RJ
Projeto-Piloto de Controle de Erosão em Barra Mansa, RJ.
Rio de Janeiro. Julho, 2000
- PPG-RE-038-R0** Projeto Preparatório para o Gerenciamento dos Recursos Hídricos do Paraíba do Sul - RJ
Projeto-Piloto de Controle de Erosão em Ubá, MG.
Rio de Janeiro. Julho, 2000
- PPG-RE-039-R0** Projeto Preparatório para o Gerenciamento dos Recursos Hídricos do Paraíba do Sul - RJ
Projeto-Piloto de Controle de Erosão em Guaratinguetá, SP.
Rio de Janeiro. Julho, 2000
- PPG-RE-040-R0** Projeto Preparatório para o Gerenciamento dos Recursos Hídricos do Paraíba do Sul - RJ
Editais de Licitação para o Sistema de Esgotamento Sanitário das Bacias 5, 7 e 8 da Cidade de Volta Redonda, RJ - Versão BIRD
Volume 1 - Edital de Licitação para Elaboração do Projeto Executivo
Volume 2 - Edital de Licitação para Execução das Obras
- Tomo 1: Lote 1 - Coletores Troncos, Estações Elevatórias e Emissários de Recalque
Volume 2 - Edital de Licitação para Execução das Obras
- Tomo 2: Lote 2 - Primeira Etapa da Estação de Tratamento de Esgotos
Volume 3 - Edital de Licitação para Supervisão das Obras
Volume 4 - Edital de Licitação para Prestação de Serviços de Apoio Técnico e Administrativo nas Atividades de Gerenciamento do Programa de Implantação das Obras.
Rio de Janeiro. Julho, 2000
- PPG-RE-041-R0** Projeto Preparatório para o Gerenciamento dos Recursos Hídricos do Paraíba do Sul - RJ
Edital de Licitação para a Elaboração do Projeto Básico de Esgotamento Sanitário das Localidades de Resende e Agulhas Negras, RJ.
Rio de Janeiro. Julho, 2000
- PPG-RE-042-R0** Projeto Preparatório para o Gerenciamento dos Recursos Hídricos do Paraíba do Sul - RJ
Edital de Licitação para a Elaboração de Estudos e Projeto Básico do Sistema de Afastamento e Tratamento de Esgotos Sanitários da Cidade de São José dos Campos – Sistema Vidoca, Complementação Cambuí e Coletor Buquira, SP.
Rio de Janeiro. Julho, 2000

- PPG-RE-043-R0** Projeto Preparatório para o Gerenciamento dos Recursos Hídricos do Paraíba do Sul - RJ
Edital de Licitação para os Sistemas Isolados de Esgotamento Sanitário (Bandeira Branca e Meia Lua) da Cidade de Jacareí, SP.
Volume 1 - Edital de Licitação para Elaboração do Projeto Executivo
Volume 2 - Edital de Licitação para Execução das Obras
Volume 3 - Edital de Licitação para Supervisão das Obras
Volume 4 - Edital de Licitação para Prestação de Serviços de Apoio Técnico e Administrativo nas Atividades de Gerenciamento do Programa de Implantação das Obras.
Rio de Janeiro. Julho, 2000
- PPG-RE-044-R0** Projeto Preparatório para o Gerenciamento dos Recursos Hídricos do Paraíba do Sul - RJ
Edital de Licitação para Adequação do Projeto Básico dos Módulos II e III do Sistema de Esgotamento Sanitário Barbosa Lage da Cidade de Juiz de Fora, MG.
Rio de Janeiro. Julho, 2000
- PPG-RE-045-R0** Projeto Preparatório para o Gerenciamento dos Recursos Hídricos do Paraíba do Sul - RJ
Edital de Licitação para a Elaboração do Projeto Básico do Sistema de Esgotamento Sanitário da Cidade de Muriaé, MG.
Rio de Janeiro. Julho, 2000
- PPG-RE-046-R0** Projeto Preparatório para o Gerenciamento dos Recursos Hídricos do Paraíba do Sul - RJ
Project Appraisal Document (MINUTA)
Rio de Janeiro. Julho, 2000
- PPG-RE-047-R0** Projeto Preparatório para o Gerenciamento dos Recursos Hídricos do Paraíba do Sul - RJ
Síntese das Atividades Relativas à Elaboração das Minutas dos Editais de Licitação Referentes ao Componente Saneamento Básico.
Rio de Janeiro. Agosto, 2000
- PPG-RE-048-R0** Projeto Preparatório para o Gerenciamento dos Recursos Hídricos do Paraíba do Sul - RJ
Termos de Referência para os Projetos-Pilotos de Controle de Erosão.
Rio de Janeiro. Agosto, 2000
- PPG-RE-049-R0** Projeto Preparatório para o Gerenciamento dos Recursos Hídricos do Paraíba do Sul - RJ
Implementação do Programa de Mobilização Participativa na Bacia do Rio Paraíba do Sul
Rio de Janeiro. Agosto, 2000
- PPG-RE-050-R0** Projeto Preparatório para o Gerenciamento dos Recursos Hídricos do Paraíba do Sul - RJ
Relatório Final
Rio de Janeiro. Agosto, 2000