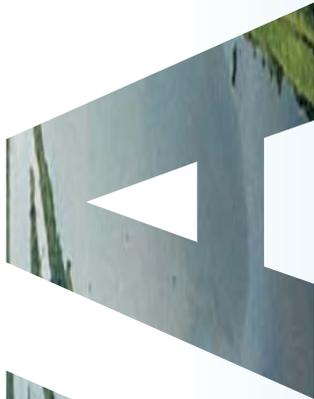
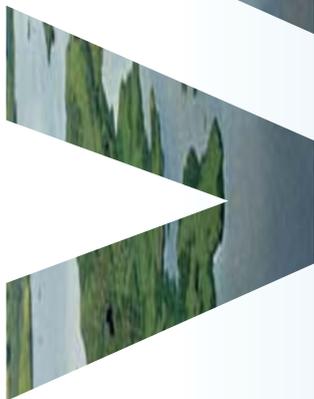




Associação Pró-Gestão das Águas da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul - AGEVAP



Plano de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paraíba do Sul - Resumo



Diagnóstico dos Recursos Hídricos Relatório Parcial

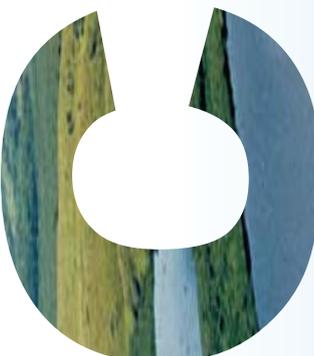


PSR-006-R0

Relatório Contratual R-4



**Elaboração: Fundação COPPETEC
Laboratório de Hidrologia e
Estudos de Meio Ambiente**



**Associação Pró-Gestão das Águas da Bacia Hidrográfica do
Rio Paraíba do Sul - AGEVAP**

Plano de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paraíba do Sul - Resumo

Diagnóstico dos Recursos Hídricos Relatório Parcial

Relatório Contratual R4

Elaboração: Fundação COPPETEC

Laboratório de Hidrologia e Estudos de Meio Ambiente

PSR-006-R0

Agosto - 2006

Associação Pró-Gestão das Águas da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul -AGEVAP
Estrada Resende - Riachuelo, 2.535 – 3º andar
Morada da Colina
27.523-000 - Resende/RJ

Elaboração e Execução:
Fundação COPPETEC - Laboratório de Hidrologia e Estudos de Meio Ambiente

Todos os direitos Reservados.

É permitida a reprodução de dados e de informações contidos nesta publicação, desde que citada a fonte.

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO	1
2. A BACIA HIDROGRÁFICA	3
2.1 Antecedentes	3
2.2 Características Gerais	5
3. OCUPAÇÃO E USO DO SOLO	7
3.1 Cobertura Vegetal e Uso Atual do Solo.....	7
3.1.1 Distribuição por Estados	9
3.1.2 Distribuição por Municípios	10
3.1.3 Distribuição por Sub-Bacias.....	15
3.2 Unidades de Conservação	17
3.3 Processos Erosivos.....	20
3.3.1 Vulnerabilidade Atual à Erosão em Minas Gerais	21
3.3.2 Vulnerabilidade Atual à Erosão no Rio de Janeiro	23
3.3.3 Vulnerabilidade Atual à Erosão em São Paulo.....	25
3.3.4 Vulnerabilidade Atual à Erosão nas Sub-Bacias	26
3.4. Processos Hidrossedimentológicos	27
3.4.1 Movimento Sedimentar nos Rios	28
3.4.2 Dados Básicos Utilizados.....	29
3.4.3 Metodologia Utilizada para o Zoneamento Sedimentológico	31
3.4.4 Resultados Obtidos.....	32
3.4.5 Diagnóstico Sedimentológico Preliminar	37
3.4.6 Conclusões e Recomendações	39
4. PROJEÇÃO DE CRESCIMENTO DEMOGRÁFICO	40
4.1 Metodologia Empregada	40
4.2 Resultados Obtidos.....	41
5. ESTUDOS ECONÔMICOS	48
5.1 Informações Básicas.....	48
5.2 Diagnóstico Econômico.....	49
5.2.1 Setores Econômicos	49
5.2.2 Porte dos Estabelecimentos	52
5.3 Perspectivas Econômicas.....	54
6. SAÚDE	55
6.1 Introdução	55
6.2 Mortalidade Infantil.....	55
6.2.1 Metodologia utilizada	55
6.2.2 Resultados obtidos.....	56
6.3 Morbidade Hospitalar	57
6.3.1 Metodologia utilizada	57
6.4 Conclusão	65

7. DISPONIBILIDADE HÍDRICA	66
7.1 Águas Superficiais.....	66
7.1.1 Aspectos Quantitativos	66
7.1.2 Aspectos Qualitativos.....	70
7.2 Águas Subterrâneas.....	75
7.2.1 Apresentação	75
7.2.2 Trecho Paulista da Bacia do Rio Paraíba do Sul.....	75
7.2.3 Trecho Fluminense da Bacia do Rio Paraíba do Sul	77
7.2.4 Trecho Mineiro da Bacia do Rio Paraíba do Sul.....	79
7.2.5 Conclusões e Recomendações	80
8. USO E DEMANDA HÍDRICOS	82
8.1 Doméstico/Urbano.....	82
8.1.1 Introdução	82
8.1.2 Generalidades.....	82
8.1.3 Demandas domésticas atuais de água e vazões de esgotos produzidas	82
8.1.4 Cargas poluidoras remanescentes	91
8.2 Demanda Industrial.....	92
8.2.1 Cadastro Preliminar	93
8.2.2 Definição do universo das principais indústrias:.....	93
8.2.3 Localização espacial das principais indústrias	94
8.2.4 Avaliação das Demandas Hídricas e Cargas Poluidoras	94
8.3 Agropecuária	97
8.3.1 Introdução	97
8.3.2 Caracterização do setor agropecuário na bacia	97
8.3.3 Usos e Demandas Hídricas	99
8.4 Geração de Energia Elétrica	102
8.4.1 Considerações Gerais.....	102
8.4.2 Interface com a Política Nacional de Recursos Hídricos.....	103
8.4.3 Geração de Energia Elétrica na Bacia.....	106
8.5 Outros Usos	124
8.5.1 Introdução	124
8.5.2 Usos e Demandas Hídricas	124
9. SANEAMENTO AMBIENTAL	127
9.1 Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário	127
9.1.1 Introdução	127
9.1.2 Generalidades.....	127
9.1.3 Saneamento Básico.....	128
9.1.4. Características dos Sistemas de Abastecimento de Água e de Esgotamento Sanitário	130
9.1.5. Conclusões.....	148
9.2 Resíduos Sólidos	150
9.2.1 Introdução	150

9.2.2 Resíduos sólidos urbanos.....	150
9.2.3 Resíduos dos serviços de saúde.....	155
9.2.4 Resíduos industriais.....	155
9.3 Drenagem Urbana e Controle de Cheias.....	158
9.3.1 As Cheias dos rios Pomba e Muriaé.....	160
9.3.2.As enchentes em núcleos urbanos do trecho paulista.....	161
9.3.3 As enchentes em núcleos urbanos do trecho mineiro.....	163
9.3.4 As enchentes em núcleos urbanos do trecho fluminense.....	165
10. CADASTRO DE USUÁRIOS E OUTORGA.....	169
11. ENQUADRAMENTO DAS ÁGUAS EM CLASSES DE USO.....	170
11.1. Legislação Federal.....	170
11.2. Legislação do Estado de Minas Gerais.....	171
11.3. Legislação do Estado do Rio de Janeiro.....	171
11.4. Legislação do Estado de São Paulo.....	171
11.5. Proposta para Estudos de Enquadramento na Bacia.....	172
12. DINÂMICA SOCIAL DA BACIA.....	173
12.1. Panorama Sócio-Institucional de Gestão.....	173
12.2 Atores sociais Estratégicos.....	177
12.3 Conflitos pelo uso da água.....	178
13. CENÁRIOS DE DEMANDAS HÍDRICAS.....	180
13.1 Introdução.....	180
13.2 Bases Conceituais.....	180
13.3 Metodologia Utilizada.....	182
13.4 Cenários de Demanda de Uso da Água.....	183
13.4.1. Construção de cenários por setor.....	184
13.4.2. Resultados.....	185
14. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	188



1. INTRODUÇÃO

Em 6 de março de 2006 a Associação Pró-Gestão da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul (AGEVAP) firmou contrato com a Fundação COPPETEC para a elaboração do resumo atualizado do Plano de Recursos Hídricos da Bacia do rio Paraíba do Sul, que havia sido desenvolvido pela própria COPPETEC no período de 2001/2002, por meio do Contrato nº 019/2001, celebrado com a Agência Nacional de Águas (ANA). Além do resumo atualizado do Plano, o contrato com a AGEVAP prevê o desenvolvimento de estudos complementares, cujos escopos serão definidos de acordo com as prioridades da própria agência.

Este documento, denominado *Relatório R-4: “Diagnóstico dos Recursos Hídricos – Relatório Parcial”*, constitui-se em um resumo atualizado do relatório PGRH-RE-09-R1 “Diagnóstico e Prognóstico do Plano de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paraíba do Sul”, emitido em julho de 2002 e revisado em novembro do mesmo ano, realizado no âmbito do referido contrato.

O escopo do relatório compreende o levantamento e a avaliação integrada das restrições e das potencialidades dos recursos hídricos, associadas às demandas atuais e futuras dos diversos usos e usuários. Envolve a articulação de diferentes áreas do conhecimento relacionadas a esses usos, inclusive, o conhecimento da dinâmica social e dos conflitos pela água, com vistas a atualizar e reforçar as diretrizes para a implementação dos instrumentos de gestão preconizados pela Lei 9.433/97.

Os estudos aqui apresentados podem ser agrupados em quatro conjuntos ou blocos de atividades que constituem a base do PRH e reúne o esforço de uniformização, harmonização, nivelamento, integração e complementação dos estudos existentes. São eles:

- diagnóstico das disponibilidades hídricas (quantidade e qualidade);
- diagnóstico das demandas hídricas;
- cenários de demandas hídricas; e
- diagnóstico da dinâmica social e institucional.

As atualizações dos dados integrantes do relatório do PGRH-RE-09-R1 “*Diagnóstico e Prognóstico do Plano de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paraíba do Sul*” para a emissão do presente documento foram efetuadas, de um modo geral, considerando-se os seguintes critérios:

- no que se refere ao esgotamento sanitário foram definidos, juntamente com a AGEVAP, 20 municípios da bacia cujos dados serão atualizados no relatório, com base nos seguintes critérios: 1) influência do tratamento dos esgotos sanitários na melhoria da qualidade da água (quanto maior o impacto na qualidade da água maior a prioridade); 2) população a ser beneficiada (quanto mais habitantes atendidos maior a prioridade); e 3) nível atual de cobertura do esgotamento sanitário (quanto menor a cobertura maior a prioridade). Para esses municípios foram efetuados levantamentos de campo para verificação e atualização dos estudos existentes. Para os demais municípios as atualizações foram feitas a partir de dados secundários, principalmente dados do Serviço Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS);
- no que se refere aos resíduos sólidos, foram atualizados os dados para os mesmos 20 municípios selecionados para o esgotamento sanitário. Para os demais municípios foram utilizados dados do SNIS e, para o caso dos municípios paulistas, dados da CETESB;
- no que se refere aos usos da água dos setores industrial, agropecuário e, ainda, outros usos, foram empregados os mesmos critérios de avaliação integrantes do relatório PGRH-RE-09-R1,



uma vez que os dados do GESTIN - banco de dados cadastrais operado pela ANA - mostraram-se inconsistentes;

- no que se refere aos dados de qualidade da água, manteve-se as análises anteriores que estão baseadas na resolução CONAMA 20/86.

Quando da emissão da versão final do presente documento serão feitas novas atualizações de dados, desde que existam informações cadastrais consistentes, bem como, serão realizadas novas análises de qualidade da água com base na resolução CONAMA 357/2005.



2. A BACIA HIDROGRÁFICA

2.1 Antecedentes

A bacia do rio Paraíba do Sul, cuja localização é apresentada na figura 2.1.1, 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 os abaixo relacionados:

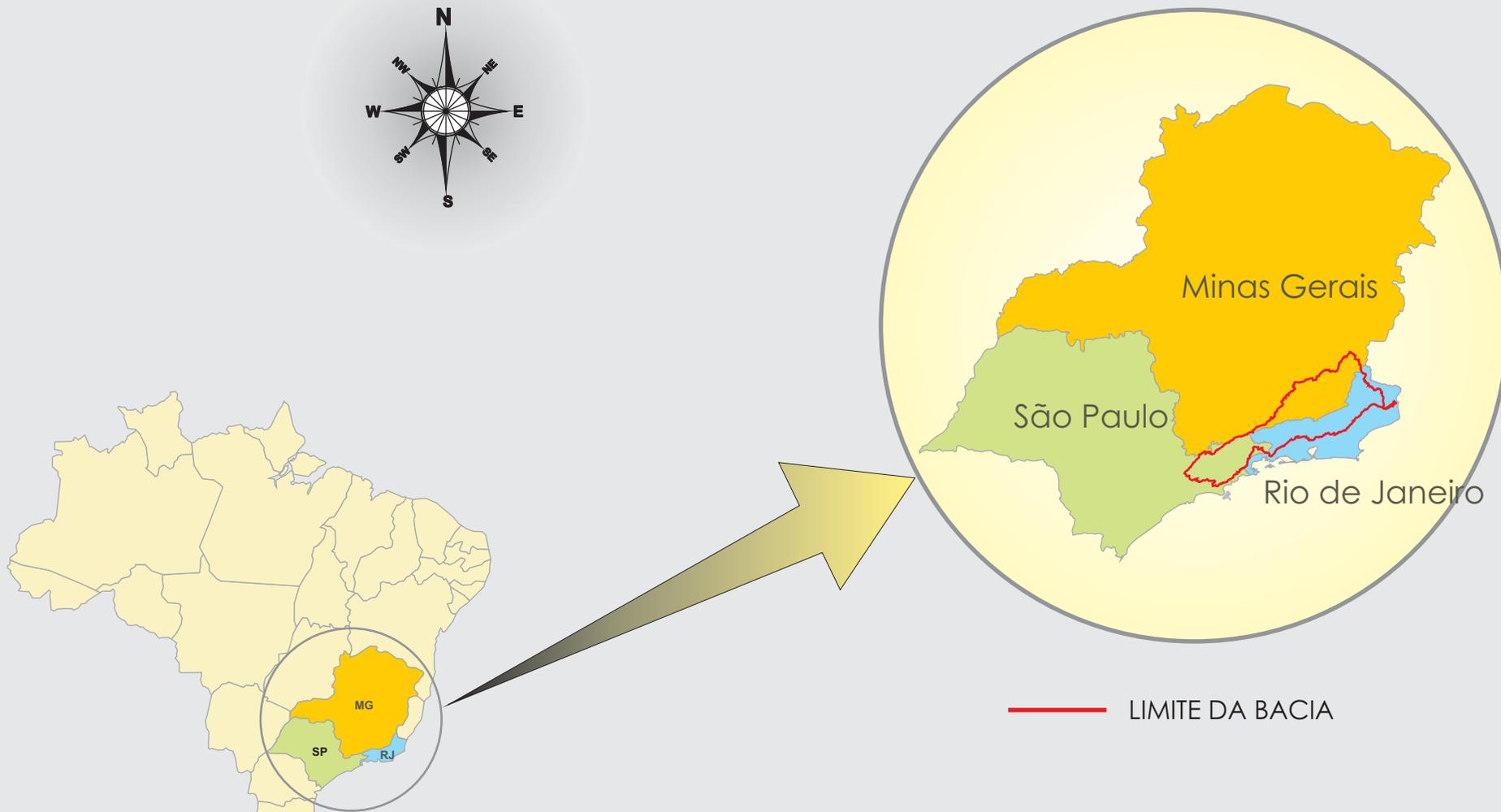
- Projeto Paraíba do Sul (Cooperação Brasil-França) - 1991/1997
- Projeto Qualidade das Águas e Controle da Poluição Hídrica na Bacia do Rio Paraíba do Sul (PQA – RJ) – 1997/1998
- Projeto Qualidade das Águas e Controle da Poluição Hídrica na Bacia do Rio Paraíba do Sul (PQA – SP) - 1997/1999
- Projeto Preparatório para o Gerenciamento dos Recursos Hídricos do Paraíba do Sul (Inclui o PQA – MG) (PPG) 1998/2000
- Fortalecimento Institucional – Fase III / Sistema de Gestão da Bacia do Rio Paraíba do Sul (GPS) - 2000/2001
- Estudo para consolidar a implementação da gestão dos recursos hídricos da bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul (PGRH) – 2001/2002

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. Apesar de contar com amparo legal, 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*, como expresso em seu estatuto.

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.



**LOCALIZAÇÃO DA BACIA DO RIO PARAÍBA DO SUL
FIGURA 2.1.1**



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 não tendo sido possível celebrar o convênio. No entanto, o Programa de Investimentos referente ao trecho mineiro da 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, previstos para serem implementados num período de 20 anos, foi estimado em R\$ 3,0 bilhões.

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 abrangia 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 deveria 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 (PERH) em 1991, aprovado por decreto, contendo um conjunto de diretrizes gerais.

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, que deveria vigorar 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.

O Rio de Janeiro aprovou sua Lei de Recursos Hídricos e está procurando organizar o setor. Ainda não dispõe de seu Plano Estadual de Recursos Hídricos, mas conta com o PQA da bacia do rio Paraíba do Sul para o trecho fluminense desse rio.

2.2 Características Gerais

A bacia do rio Paraíba do Sul possui área de drenagem com cerca 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) conforme mostra o mapa político-administrativo da bacia apresentado na (figura 2.2.1). 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:

- Piraí - 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;

Municípios em Minas Gerais

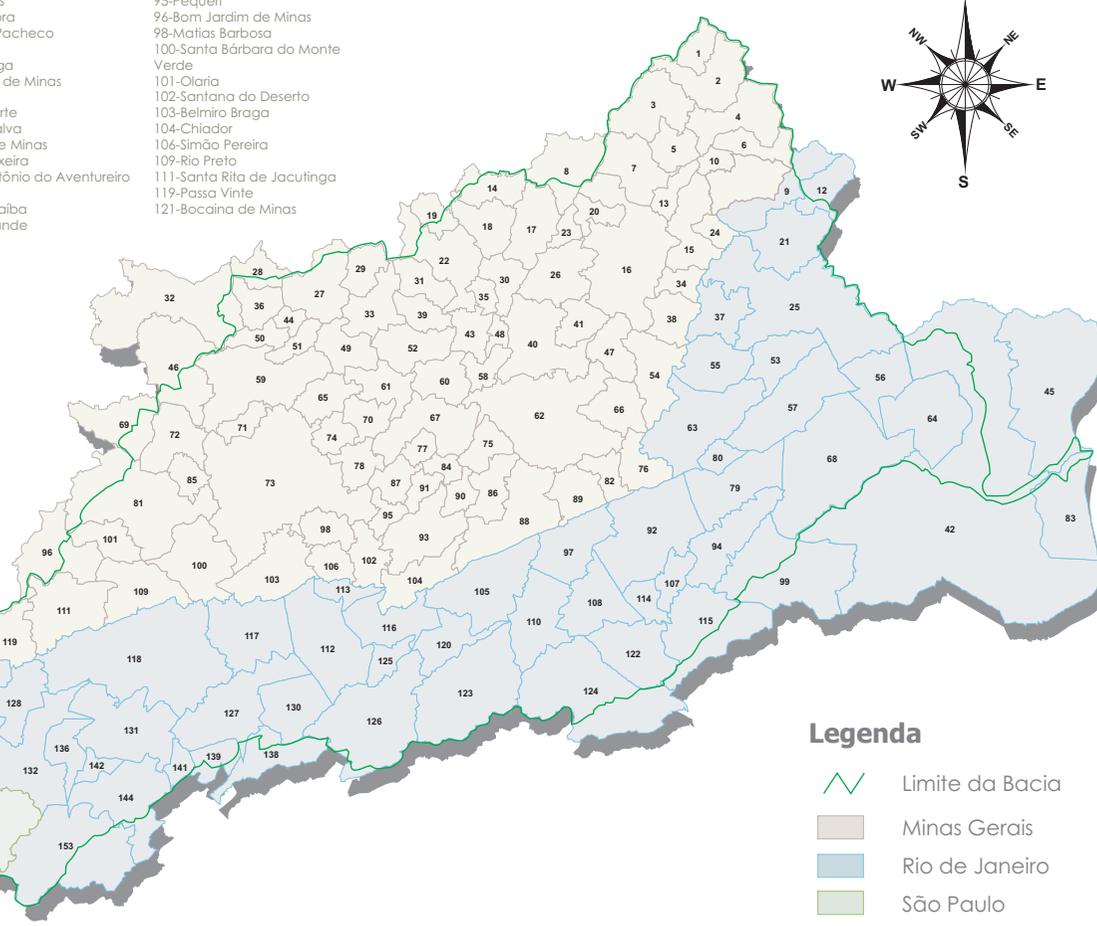
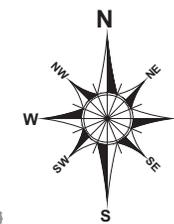
- | | | | | |
|---------------------------|-----------------------------------|------------------------|---------------------------------|----------------------------------|
| 1-Orizânia | 22-Ubá | 43-Astolfo Dutra | 69-Santa Rita de Ibitipoca | 90-Senador Cortes |
| 2-Divino | 23-São Sebastião da Vargem 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-Miraf | 47-Laranjal | 72-Bias Fortes | 95-Paquet |
| 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-Aracilaba | 76-Pirapetanga | 101-Claria |
| 10-Pedra Dourada | 31-Tacantins | 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-Iamarati 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 |
| 17-Guiricema | 36-Santa Bárbara do Tugúrio | 61-Rio Novo | 85-Pedro Teixeira | 111-Santa Rita de Jacutinga |
| 18-Visconde do Rio Branco | 38-Borão de Monte Alto | 62-Leopoldina | 86-Santo Antônio do Aventureiro | 119-Passa Vinte |
| 19-Divinésia | 39-Piraúba | 65-Piuaçu | 87-Bicas | 121-Bocaina de Minas |
| 20-Rosário da Limeira | 40-Cataguases | 66-Recreio | 88-Álém Paraíba | |
| | | 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-Loja 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-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-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

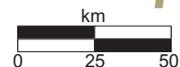
- | | | |
|--------------------------|----------------------------|---------------------|
| 135-Queluz | 164-Caçapava | 177-Santa Branca |
| 137-Lavrinhas | 165-Igaratá | 178-Mojo dos Cruzes |
| 140-Cruzeiro | 166-Lagoinha | 179-Itaquaquecetuba |
| 143-Piquete | 167-São Luís do Paraitinga | 180-Salesópolis |
| 145-Areias | 168-Redenção da Serra | |
| 146-Cachoeira Paulista | 169-Jacareí | |
| 147-Arapeí | 170-Santa Isabel | |
| 148-Bananal | 171-Jambeiro | |
| 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-Palim | | |
| 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 2.2.1 - Mapa Político Administrativo da Bacia





- 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.

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 e 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 na bacia.



3. OCUPAÇÃO E USO DO SOLO

A bacia do rio Paraíba do Sul situa-se na região de abrangência do bioma conhecido como Mata Atlântica, que é o quarto bioma florestal mais ameaçado do mundo. Esse bioma, que originalmente ocupava cerca de 1,3 milhão de km², encontra-se hoje com menos de 7% de sua extensão original e em contínuo processo de desmatamento.

Na bacia do rio Paraíba do Sul, de acordo com os dados disponíveis (GEROE, 1995)¹, os remanescentes da Mata Atlântica ocupam hoje menos de 11 % de seu território. A destruição das florestas iniciou-se na segunda metade do século XVIII, a partir da entrada e expansão das lavouras de café no Vale do Paraíba. Tal como se deu no ciclo da cana-de-açúcar, a cafeicultura desenvolveu-se sob o tripé colonial – monocultura, latifúndio e trabalho escravo – onde o cuidado com o que hoje chamamos de capacidade de uso das terras era absolutamente inexistente.

A partir de 1940, com o desenvolvimento da atividade industrial, a população da bacia passou de predominantemente rural para urbana em poucas décadas, e a atividade agropecuária, já prejudicada pela falta de atenção às restrições naturais ao uso do solo, entrou em franca decadência. Atualmente, grande parte das terras encontra-se degradada e improdutiva, e o êxodo rural é constante nos municípios da bacia, alguns já apresentando mais de 90% da população concentrada em áreas urbanas.

3.1 Cobertura Vegetal e Uso Atual do Solo

De acordo com o mapeamento utilizado no estudo referido (GEROE, 1995), realizado a partir de interpretação visual de imagens de satélite na escala de 1:100.000, ocorrem na bacia do rio Paraíba do Sul as seguintes classes de cobertura vegetal e uso do solo:

- **Floresta Ombrófila**

Vegetação de porte arbóreo, com indivíduos apresentando entre 15 m e 30 m de altura, ocorrendo lianas e epífitas em abundância. Desenvolve-se em ambiente tropical de elevada temperatura (média de 25°C) e alta precipitação ao longo do ano. Essa formação florestal “sempre-verde” é encontrada nas regiões mais próximas à Serra do Mar, sujeitas ao grande teor de umidade da costa atlântica.

- **Floresta Estacional (Semidecidual)**

Vegetação de porte arbóreo sujeita a dupla estacionalidade climática, tropical chuvosa no verão seguida por estiagens acentuadas. Nesse tipo de vegetação, o percentual de árvores caducifólias no conjunto florestal situa-se entre 20% e 50% durante a época seca. Essa classe de floresta tem ocorrência natural nas regiões mais próximas à Serra da Mantiqueira e especialmente nas sub-bacias dos rios Pomba e Muriaé e no terço inferior da bacia do Paraíba do Sul, onde o clima se apresenta mais seco.

¹ “Mapa de Cobertura Vegetal e Uso do Solo do Estado do Rio de Janeiro e da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul”, realizado por Imagem Sensoriamento Remoto Ltda. para o GEROE – Grupo Executivo para Recuperação e Obras de Emergência, 1995.



- **Vegetação Secundária (Capoeiras)**

Compreende as áreas de floresta ombrófila ou estacional alterada/degradada que se encontram em processo de regeneração secundária, em diferentes estágios de sucessão, predominando o porte arbóreo.

- **Vegetação de Restinga**

São ecossistemas formados por vegetação arbórea, árvores de pequeno porte, trepadeiras e epífitas que ocorrem nas planícies arenosas litorâneas, no curso inferior do rio Paraíba do Sul.

- **Vegetação de Mangue**

Ocorre apenas no ambiente halófilo da desembocadura do rio Paraíba do Sul. O manguezal apresenta poucas espécies vegetais que se adaptam às estressantes condições do meio - alta salinidade, solos lodosos, pouco aerados, fluxos e refluxos de marés doces e salgadas das regiões estuarinas, mas é um ecossistema de alta produtividade e apresenta a importante função de retenção e filtragem dos sedimentos carregados pelas águas interiores e costeiras.

- **Vegetação de Várzea**

Área de acumulação dos cursos d'água e lagoas sujeitas a inundações periódicas. A vegetação dessas áreas varia de acordo com a intensidade e duração da inundação, apresentando fisionomia arbustiva ou arbórea.

- **Campos de Altitude**

Ocorrem nas altitudes superiores a 1500 m, inseridos na região fitoecológica da floresta ombrófila. Refletem condições ecológicas diferentes da vegetação regional e apresentam uma cobertura graminóide, intercalada por pequenos arbustos.

- **Campo/Pastagem**

Áreas onde a vegetação natural primitiva foi substituída por pastagens, predominando a criação de gado leiteiro e de corte. Onde o relevo é mais acidentado, boa parte das áreas inseridas nesta classe encontra-se abandonada ou subaproveitada para a pecuária, constituindo-se de cobertura graminóide rala, com ocorrência de processos erosivos acentuados e freqüentes queimadas.

- **Reflorestamento (silvicultura)**

São as áreas destinadas a plantios arbóreos homogêneos, com predomínio de espécies do gênero *Eucalyptus* e, em menor extensão, de *Pinus*.

- **Área Agrícola**

Compreende as áreas utilizadas para cultivo temporário e permanente, passíveis de identificação nas imagens de satélite.

- **Área Urbana**

Inclui, além dos centros urbanos, edificações industriais, comerciais e mistas.

- **Solo Exposto**

Essa classe compreende áreas completamente destituídas de cobertura vegetal, podendo representar várias situações de movimentação de terra (extração mineral, terraplanagem, etc.) e, eventualmente, algumas áreas em avançado processo de erosão.

- **Água**

Compreende todos os corpos d'água detectáveis nas imagens de satélite, inclusive lagos naturais ou artificiais e planícies de inundação natural do leito dos rios.

- **Afloramento de Rocha**

Áreas onde os afloramentos de rocha atingem dimensões mapeáveis nas imagens de satélite utilizadas, podendo ou não estar cobertas por vegetação rasteira, típica desses ambientes. Aparecem com mais expressão na Região Serrana do Estado do Rio de Janeiro.

- **Área Não Sensoriada**

Áreas que apresentavam cobertura de nuvens nas imagens de satélite utilizadas para o mapeamento.

A distribuição dessas classes de cobertura vegetal e uso do solo mapeadas pelo GEROE (1995) pode ser visualizada e expressa em área (hectares) para os limites municipais e estaduais de abrangência da bacia do Paraíba do Sul e para os limites de sub-bacias. Os resultados seguem apresentados separadamente, a saber:

3.1.1 Distribuição por Estados

Na tabela 3.1.1.1, a seguir, pode-se constatar que o processo de ocupação e uso do solo na bacia do rio Paraíba do Sul, intensificado nos últimos duzentos anos a partir da cafeicultura, resultou na completa transformação de uma paisagem predominantemente florestal para outra paisagem, dominada pela vegetação herbácea característica das pastagens.

O trecho fluminense da bacia é o que detém a maior extensão de remanescentes da Mata Atlântica, embora o percentual de florestas em relação ao território da parte fluminense da bacia (13,2%) seja inferior ao que foi identificado para todo o Estado do Rio de Janeiro pela Fundação SOS Mata Atlântica (21%). O trecho mineiro da bacia do Paraíba do Sul é o que se encontra mais desmatado e apresenta a maior extensão e o maior percentual de áreas de campo/pastagem.

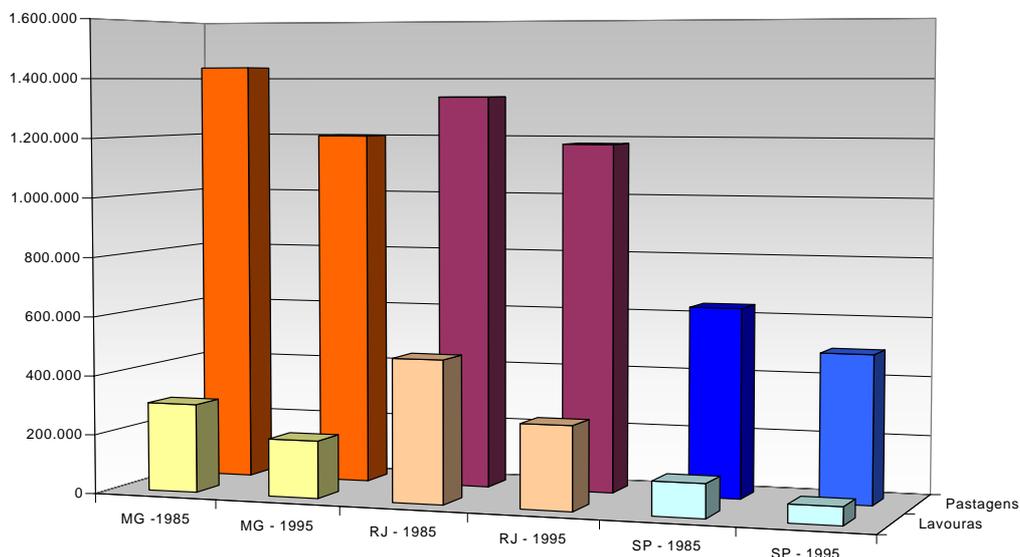
Tabela 3.1.1.1
Ocupação e Uso do Solo na Bacia do Rio Paraíba do Sul

Cobertura Vegetal e Uso do Solo	Minas Gerais		Rio de Janeiro		São Paulo		Total Bacia PBSUL	
	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
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

Fonte: "Mapa de Cobertura Vegetal e Uso do Solo do Estado do Rio de Janeiro e da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul", GEROE, 1995.

Observa-se, na tabela 3.1.1.1, que as áreas de vegetação secundária aparecem em maior extensão do que as áreas de florestas.

Em termos de extensão de área ocupada, a pecuária aparece ainda como principal forma de uso da terra na bacia, embora boa parte do que se classifica como campo/pastagem seja de terras degradadas, sem uso. Conforme os censos agropecuários do IBGE, a atividade agropecuária sofreu significativa redução no período 1985-1995 em quase todos os municípios da bacia, principalmente na área ocupada por lavouras, que sofreu reduções de 35% em Minas Gerais, 41% no Rio de Janeiro e 46% em São Paulo (ver figura 3.1.1.1, a seguir). A redução da área utilizada com pastagens ocorreu apenas em pastagens “naturais” (17% em média), ou seja, aquelas que são renovadas às custas de queimadas anuais, sem preparo do solo e plantio das gramíneas. As pastagens plantadas, ao contrário, aumentaram, mas não o suficiente para compensar a redução na área de pastagens naturais.



Fonte: IBGE, Censos Agropecuários

Figura 3.1.1.1

Uso Agropecuário na Bacia do Paraíba do Sul, 1985 e 1995 (área em hectares)

3.1.2 Distribuição por Municípios

Os dados sobre área ocupada (em hectares) pelas classes de cobertura vegetal e uso do solo nos municípios estão apresentados nas tabelas 3.1.2.1 a 3.1.2.3 a seguir, por Estado. Para facilitar a visualização, foram agrupadas na classe de “outros” aquelas de menor expressão na bacia, incluindo as áreas não sensoriadas.

- **Trecho Mineiro**

Observa-se que, no trecho mineiro da bacia do Paraíba do Sul, o mais desmatado, existe expressiva quantidade de municípios que apresentam nenhuma ou uma quantidade ínfima de cobertura florestal. Destacam-se, em pior situação, aqueles que, além disso, também apresentam poucas áreas de vegetação secundária, como Aracitaba, Desterro do Melo, Divinésia, Guiricema, Paiva, Rodeiro, São Geraldo, Tabuleiro, Ubá, Vieiras e Visconde do Rio Branco.

Mais da metade (59%) do trecho mineiro da bacia é composta por 53 municípios que apresentam menos de 5% de cobertura florestal em seus territórios. Um total de 25 municípios, ocupando 29% do trecho mineiro da bacia, apresenta entre 5% e 10% de seus territórios cobertos por florestas.

Apresentando entre 10% e 20% de cobertura florestal, encontram-se somente oito municípios, que representam menos de 10% do trecho mineiro da bacia e com mais de 20% de cobertura florestal, existem somente dois municípios mineiros.

Tabela 3.1.2.1
Cobertura Vegetal e Uso do Solo nos Municípios Mineiros da
Bacia do Rio Paraíba do Sul (em hectares)

Município	Floresta Ombrófila	Floresta Estacional	Veget. Secund.	Campo/Pastagem	Área Agrícola	Refloresta-mento	Área Urbana	Outros
Além Paraíba		6.140	2.832	41.140	56		304	620
Antônio Carlos		392	4.352	9.932	116	388		424
Antônio Prado de Minas		608	776	7.140	8		8	28
Aracitaba			392	10.048	40		8	0
Argirita		1.396	440	14.120			24	0
Astolfo Dutra			1.180	13.952	708			0
Barão de Monte Alto		2.212	1.824	13.616	2.232		40	24
Barbacena		316	132	4.792				292
Belmiro Braga		2.836	4.344	30.664	28		32	1.180
Bias Fortes		1.288	1.900	24.168		984		80
Bicas		152	308	13.416	80			8
Bocaina de Minas	6.852		10.504	5.484				344
Bom Jardim de Minas		2.568	3.368	6.572				860
Carangola		1.624	2.260	29.472	1.232	348	188	120
Cataguases		2.044	4.288	38.488	1.100	1.284	384	412
Chácara		672	212	14.944	28	24		20
Chiador		2.000	1.808	21.152	4		8	308
Coronel Pacheco		340	172	11.296	344			0
Descoberto		1.324	2.456	16.512	996			20
Desterro do Melo		16	44	2.632				40
Divinésia		12	84	3.644	12			0
Divino		248	2.416	28.528	1.988		56	164
Dona Euzébia		356	848	4.292		20		0
Ervália		456	276	4.220	332			44
Estrela Dalva		1.300	440	11.248				176
Eugenópolis		2.036	2.524	25.596	720		72	156
Ewbank da Câmara		268	784	7.056	4	860		1.312
Faria Lemos		1.168	1.408	12.984	508		4	24
Fervedouro		3.608	1.540	26.912	1.908	660	20	724
Goianá		576	372	12.036	2.300			4
Guarani		560	1.368	24.052	448		44	0
Guarará		588	64	8.200				4
Guidoval		260	788	13.820	940	84		0
Guiricema			400	28.632	228		16	28
Itamarati de Minas		2.180	1.284	8.196	20			124
Juiz de Fora		5.696	8.580	96.236	152	2.368	3.144	27.748
Laranjal		872	1.196	18.112	16	28	40	136
Leopoldina	8	7.144	4.720	79.308	1.636	260	388	992
Lima Duarte		3.948	6.064	46.244		180		5.088
Mar de Espanha		1.932	1.992	33.152	16	88	108	0
Maripá de Minas		432	80	7.284				0
Matias Barbosa		3.256	856	11.084	120	332	36	0

Município	Floresta Ombrófila	Floresta Estacional	Veget. Secund.	Campo/Pastagem	Área Agrícola	Refloresta-mento	Área Urbana	Outros
Mercês		200	1.896	27.588	100		44	392
Miradouro		1.684	1.160	25.784	836		88	460
Mirai		680	2.800	28.224	392			0
Muriaé		4.244	4.528	71.344	2.884		1.008	340
Olaria		1.264	4.056	12.244	16			132
Oliveira Fortes		144	1.012	9.828		4		16
Orizânia			1.112	9.116	1.412		4	208
Paiva			436	5.412				0
Palma	4	2.692	2.408	26.060	400		48	104
Passa Vinte			17.704	6.540				16
Patrocínio do Muriaé		372	808	8.964	412		64	176
Pedra Dourada		1.084	632	5.332				0
Pedro Teixeira		356	880	7.564		24		2.444
Pequeri		536	532	7.924	64			0
Piau		268	1.532	16.380	688			236
Pirapetinga	8	636	352	17.788	36		48	308
Piraúba		128	392	13.604	212		44	0
Recreio		824	760	21.676	88		48	12
Rio Novo		344	1.040	18.976	292		88	96
Rio Pombo		132	1.852	21.956	840		184	200
Rio Preto		2.568	10.948	20.980	12		64	112
Rochedo de Minas		344	112	7.532				0
Rodeiro			268	6.520	420			0
Rosário da Limeira		756	936	9.192	204		28	40
São Francisco do Glória		104	428	15.480	400		44	84
São Geraldo			224	13.408	1.064		24	8
São João Nepomuceno		3.416	880	36.068	196			176
São Sebastião da Vargem Alegre		348	536	6.528	16			0
Santa Bárbara do Monte Verde		5.468	5.536	30.568		16		64
Santa Bárbara do Tugúrio		348	756	14.732		32		88
Santa Rita de Ibitipoca		376	1.752	5.920	12	164		444
Santa Rita de Jacutinga			21.096	22.132	36			96
Santana de Cataguases		288	556	15.096	60	256		0
Santana do Deserto		3.172	824	13.668	60	400		0
Santo Antônio do Aventureiro		496	660	18.836	4			220
Santos Dumont		508	6.432	51.588	1.184	2.356		1.676
Senador Cortes		248	172	9.372	12			0
Silveirânia		120	1.612	13.356	464			4
Simão Pereira		696	1.256	11.412				104
Tabuleiro		104	1.052	19.284	24		12	684
Tocantins		256	688	15.392	760		148	0
Tombos		1.012	1.884	24.984	408		92	20
Ubá		60	1.996	27.688	1.644		824	100
Vieiras		60	460	10.388	220		8	36
Visconde do Rio Branco			556	16.160	6.496		8	12
Volta Grande		1.484	1.020	18.232			56	104
Total	6.872	100.644	190.208	1.657.196	40.688	11.160	7.900	50.716
Percentual (%)	0,3	4,9	9,2	80,2	2,0	0,5	0,4	2,5

Fonte: GEROE, 1995 + base municipal de 1997.

- **Trecho Fluminense**

O Estado do Rio de Janeiro é o que apresenta a maior extensão total de remanescentes florestais na bacia do Paraíba do Sul. Em 12 municípios, que representam 25% do trecho fluminense da bacia, o percentual de florestas em relação às áreas de seus territórios é superior a 20%, chegando a atingir o dobro ou mais em alguns - 45% em Nova Friburgo, 44% em Itatiaia, 40% em Rio Claro e 39% em Teresópolis.

Tabela 3.1.2.2
Cobertura Vegetal e Uso do Solo nos Municípios Fluminenses da
Bacia do Rio Paraíba do Sul (em hectares)

Município	Floresta Ombrófila	Floresta Estacional	Veget. Secund.	Campo/Pastagem	Área Agrícola	Reflorestamento	Área Urbana	Outros
Aperibé			236	8.388			84	280
Areal	112		5.576	5.220			56	184
Barra do Pirai		8.924	6.044	38.400	16	288	644	3.460
Barra Mansa		2.960	3.448	46.428	88		1.856	180
Bom Jardim	3.896	912	12.988	20.588			8	16
Cambuci		4.044	6.588	44.912	12		128	648
Campos dos Goytacazes	588	212	2.768	17.740	29.360		220	3.344
Cantagalo	8.572	3.728	10.328	48.356	56	360	24	380
Cardoso Moreira		308	4.400	37.772	8.144		12	844
Carmo	12	4.924	7.408	22.576			288	216
Com. Levy Gasparian			3.676	6.748	212		28	92
Cordeiro	380	1.360	1.744	8.040			80	0
Duas Barras	8.124	3.248	7.892	14.684	164		76	284
Eng. Paulo de Frontin	864	200	2.280	5.280			0	16
Italva			1.440	27.608			160	312
Itaocara	216		3.048	37.948	968		192	424
Itaperuna		1.732	6.252	99.488	20	60	1.232	1.124
Itatiaia	9.704	104	1.628	7.616	284	588	352	1.940
Laje do Muriaé		1.636	1.932	21.172	64		28	236
Macuco	580	832	2.824	8.680		324	44	52
Mendes	976	748	520	5.336			24	4
Miguel Pereira	456	4	2.236	1.352			416	112
Miracema		572	2.648	26.444			364	4
Natividade		2.064	4.300	31.772	144		56	324
Nova Friburgo	24.384	2.792	22.664	7.708	436		1.484	708
Paraíba do Sul		800	19.924	33.684	152		36	3.388
Paty do Alferes	1.284	40	9.944	17.596	24	2.600	104	256
Petrópolis	23.564		17.692	11.812		72	3.732	16.948
Pinheiral		836	444	6.040			320	40
Pirai	844	1.408	7.420	27.912		1.400	268	632
Porciúncula		2.812	1.060	15.368			128	36
Porto Real		96	36	3.308	968		252	348
Quatis	880	300	2.060	24.832	268		180	24
Resende	20.720	2.828	12.828	63.056	4.028	2.200	1.932	3.584
Rio Claro	18.964	2.612	6.460	25.052		116	56	60
Rio das Flores		3.412	8.492	20.576	412		12	14.900
São Fidélis	6.324	912	12.196	77.888	1.628		220	4.072
São Fco. de Itabapoana				616	8		0	1.152
São João da Barra				1.076	44		176	2.064
São José de Ubá			1.828	22.272			0	1.036
São J. V. do Rio Preto	5.084		7.552	8.780			68	2.500
São Sebastião do Alto	1.140		2.808	32.976	152		0	84
Santa Maria Madalena	7.892		1.208	18.676			48	496
Santo Antônio de Pádua	688	16	2.884	57.004	324		320	420
Sapucaia	4	4.404	26.296	22.228	452		152	424
Sumidouro	4.368	24	23.320	10.484	836		4	412

Município	Floresta Ombrófila	Floresta Estacional	Veget. Secund.	Campo/Pastagem	Área Agrícola	Reflorestamento	Área Urbana	Outros
Teresópolis	30.180		34.424	6.788	1.336		1.832	2.408
Trajano de Moraes	6.108	4.620	4.092	17.912			0	60
Três Rios	20		8.500	21.932	16		892	972
Valença		15.940	19.264	88.776	48		720	5.652
Varre-Sai		1.364	312	2.188			0	0
Vassouras	56	3.824	15.464	30.828	348		460	3.336
Volta Redonda		1.700	1.048	11.644			3.116	164
Total	186.984	89.252	372.424	1.281.560	51.012	8.008	22.328	80.652
Percentual (%)	8,9	4,3	17,8	61,2	2,4	0,4	1,1	3,9

Fonte: GEROE, 1995 + base municipal de 1997.

Outra dúzia de municípios, representando 21% do território fluminense na bacia, apresentam entre 10% e 20% de seus territórios cobertos por florestas. Contando com entre 5% e 10% de território florestado existem dez municípios.

Abaixo de 5% de cobertura florestal existem 19 municípios, que juntos ocupam cerca de 30% do trecho fluminense da bacia. A maior parte desse conjunto mais desmatado encontra-se nas regiões norte/noroeste do Estado

• Trecho Paulista

No Estado de São Paulo a situação é pouco melhor em termos de distribuição percentual das florestas nos municípios, embora nenhum deles apresente tanta área de florestas como os da Região Serrana no trecho fluminense. O município paulista com maior percentual de cobertura florestal em relação ao seu território dentro da bacia do Paraíba do Sul é Guarulhos, cuja área contida na bacia apresenta-se 70% florestada. Além desse, outros 12 municípios do trecho paulista têm mais de 20% de seus territórios florestados.

Quase a metade (45%) do trecho paulista é composta de municípios que apresentam entre 10% e 20 % de seus territórios com florestas naturais. Cinco desses municípios estão entre os que apresentam maiores extensões de florestas no trecho.

Tabela 3.1.2.3
Cobertura Vegetal e Uso do Solo nos Municípios Paulistas da
Bacia do Rio Paraíba do Sul (em hectares)

Município	Floresta Ombrófila	Floresta Estacional	Veget. Secund.	Campo/Pastagem	Área Agrícola	Reflorestamento	Área Urbana	Outros
Aparecida	988		1.672	7.572	1.104	100	580	8
Arapeí	1.388	480	3.652	9.704		40		52
Areias	7.820	296	608	14.616	100	2.272		4.796
Arujá	1.944		2.696	1.784	240		652	180
Bananal	13.780	1.444	4.164	29.060	56	248	28	68
Caçapava	1.768	128	1.736	24.436	2.392	3.256	1.268	1.924
Cachoeira Paulista	784	108	2.792	22.408	2.132	92	460	0
Canas			124	3.356	1.604		20	8
Cruzeiro	9.292	60	1.188	17.724	700		980	160
Cunha	15.704		17.544	99.624		1.516	84	968
Guararema	4.300		2.704	13.912	2.040	2.804	756	500
Guaratinguetá	13.708	192	8.668	40.864	4.768	1.344	2.840	2.240
Guarulhos	4.172		1.020	284			4	560
Igaratá	2.780		4.788	18.940		852	56	1.568
Itaquaquetuba	52		236	400			396	124
Jacareí	1.036	392	2.604	33.180	2.332	1.184	3.404	1.540
Jambeiro	580		1.528	13.764		2.472	4	20
Lagoinha	1.140		2.788	20.892		668		0
Lavrinhas	4.448	156	200	10.552		900	48	76
Lorena	3.140	184	4.216	27.936	3.788	732	1.512	4
Moji das Cruzes	7.152		1.708	8.124	1.252	184	524	680
Monteiro Lobato	10.316		6.340	15.868		104		20
Natividade da Serra	10.844		28.636	34.500		2.088		6.980
Paraibuna	13.344		7.076	38.484		5.508	48	7.624
Pindamonhangaba	17.244	68	6.140	24.340	17.960	3.248	2.604	884
Piquete	7.176		1.928	7.460	384		228	72
Potim			120	3.164	124	760	208	64
Queluz	5.120	16	1.580	13.296		3.328	48	1.452
Redenção da Serra	3.840		3.872	20.104		2.408		620
Roseira	1.716		1.944	4.768	4.156	300	84	12
São José do Barreiro	7.032	596	1.756	14.672		20	32	368
São José dos Campos	13.964	268	9.768	60.280	8.216	3.736	11.412	1.216
São Luís do Paraitinga	5.748		15.316	36.128		4.472		24
Salesópolis	8		72	480		140		616
Santa Branca	1.676		984	19.064	8	5.436	248	120
Santa Isabel	8.012		7.348	17.304	56	532	1.180	1.364
Silveiras	6.704	184	3.856	25.856		3.196		1.616
Taubaté	1.940		5.712	39.296	2.716	5.712	5.200	1.896
Tremembé	2.104	28	1.800	6.148	7.048	1.264	828	16
Total	212.764	4.600	170.884	800.344	63.176	60.916	35.736	40.440
Percentual (%)	15,3	0,3	12,3	57,6	4,5	4,4	2,6	2,9

Fonte: GEROE, 1995 + base municipal de 1997.

3.1.3 Distribuição por Sub-Bacias

De modo compatível com a escala de mapeamento e as dimensões da bacia do Paraíba do Sul, foram delimitadas sub-bacias com no mínimo 20.000 ha de área, acima dos quais os erros cartográficos são desprezíveis. Na primeira coluna da tabela seguinte estão os números identificadores das sub-bacias relacionadas no mapa anexo.

Na tabela 3.1.3.1, as sub-bacias foram agrupadas de acordo com sua posição hidrográfica, de montante para jusante e da margem esquerda para a direita em relação ao curso principal do rio Paraíba do Sul. Nessa ordem, seguem agrupadas as sub-bacias que são formadoras de grandes afluentes do rio Paraíba do Sul. Em seguida, as sub-bacias de porte médio que afluem diretamente para o rio Paraíba do Sul e, por fim, os trechos ao longo do rio Paraíba do Sul que reúnem várias pequenas sub-bacias.

Tabela 3.1.3.1
Cobertura Vegetal e Uso do Solo nas Sub-Bacias do
Rio Paraíba do Sul (em hectares)

NUM. IDENT.	SUB-BACIA	Floresta Ombrófila	Floresta Estacional	Total de florestas	% de florestas	Veg. Secund.	Campo/Pastagem	Outros	TOTAL
Bacia Paraitinga/Paraibuna									
2316	Rio Paraitinga	20.456		20.456	10,3	21.408	138.440	18.312	198.616
2291	Rio Jacuí	2.304		2.304	4,7	4.888	41.404	284	48.880
2238	Rio do Chapéu	20		20	0,1	8.608	13.404	748	22.780
2315	Rio Paraibuna	23.468		23.468	20,9	32.464	48.920	7.484	112.336
2295	Rio Lourenço Velho	12.184		12.184	28,5	8.856	12.360	9.408	42.808
	Subtotal	58.432	0	58.432	13,7	76.224	254.528	36.236	425.420
Bacia do rio Jaguarí									
2319	Rio Parateí	7.996	184	8.180	22,0	4.436	18.240	6.272	37.128
2251	Rio do Peixe	15.744		15.744	22,7	10.980	38.196	4.424	69.344
2294	Rio Jaguarí	13.280	204	13.484	18,4	11.304	39.532	9.136	73.456
	Subtotal	37.020	388	37.408	20,8	26.720	95.968	19.832	179.928
Bacia do rio Preto									
2228	Rio do Bananal			0	0,0	20.884	15.724	896	37.504
2075	Ribeirão Santana		3.552	3.552	12,0	7.608	18.496	56	29.712
2354	Rio São Fernando		3.468	3.468	11,1	2.928	24.852	80	31.328
2171	Rio Bonito		2.680	2.680	8,0	4.824	24.676	1.248	33.428
2219	Rio das Flores		5.496	5.496	17,3	4.400	14.696	7.212	31.804
2340	Rio Preto	11.000	6.760	17.760	10,0	51.560	94.708	13.344	177.372
	Subtotal	11.000	21.956	32.956	9,7	92.204	193.152	22.836	341.148
Bacia do rio Paraibuna									
2371	Rio Vermelho		1.768	1.768	4,8	3.436	30.708	1.308	37.220
2282	Rio Grão-Mongol		596	596	2,3	2.304	18.356	5.048	26.304
2250	Rio do Peixe		10.452	10.452	7,2	15.760	104.500	14.588	145.300
2303	Rio Monte Verde ou Santa Bárbara		3.892	3.892	15,3	3.456	17.936	100	25.384
1970	Ribeirão Espírito Santo		1.424	1.424	5,3	340	25.024	16	26.804
2180	Rio Cágado		7.012	7.012	8,0	3.884	75.472	836	87.204
2314	Rio Paraibuna		7.820	7.820	4,7	16.612	112.904	28.596	165.932
	Subtotal	0	32.964	32.964	6,4	45.792	384.900	50.492	514.148
Bacia do rio Piabanha									
2325	Rio Piabanha	20.524		20.524	34,1	17.708	11.764	10.148	60.144
2243	Rio do Fagundes	3.212		3.212	8,8	9.972	14.292	8.956	36.432
2311	Rio Paquequer	12.080		12.080	46,4	9.088	1.624	3.252	26.044
2341	Rio Preto	23.572		23.572	28,8	35.676	17.552	5.048	81.848
	Subtotal	59.388	0	59.388	29,0	72.444	45.232	27.404	204.468
Bacia do rio Dois Rios									
2281	Rio Grande	33.840	8.816	42.656	28,0	36.044	70.304	3.380	152.384
2115	Ribeirão São José	8.148	64	8.212	33,1	7.648	8.844	76	24.780
2296	Rio Macuco	4.804	2.112	6.916	27,9	3.724	14.040	136	24.816
2305	Rio Negro	9.236	4.232	13.468	13,8	14.952	67.908	1.148	97.476
2265	Rio Dois Rios			0	0,0	2.356	14.960	0	17.316
	Subtotal	56.028	15.224	71.252	22,5	64.724	176.056	4.740	316.772
Bacia do rio Pomba									
2267	Rio dos Bagres		776	776	2,5	824	29.248	696	31.544
2148	Ribeirão Ubá		60	60	0,2	1.804	28.332	2.444	32.640
2373	Rio Xopotó		388	388	0,6	2.076	50.112	8.404	60.980
2006	Ribeirão Lontra		0	0	0,0	1.136	19.244	8	20.388
2275	Rio Formoso		196	196	0,5	2.692	35.296	1.076	39.260
2317	Rio Paraopeba		396	396	0,8	2.132	42.916	1.604	47.048
2254	Rio do Pinho		908	908	2,4	4.940	28.584	2.800	37.232
2327	Rio Piau		292	292	1,7	1.080	15.468	848	17.688
2307	Rio Novo		9.900	9.900	6,5	7.384	129.264	4.884	151.432
2320	Rio Pardo		3.700	3.700	11,1	1.156	27.300	1.096	33.252
2095	Ribeirão Santo Antônio		844	844	3,8	2.400	18.556	368	22.168
1942	Ribeirão dos Monos		1.100	1.100	5,4	580	18.516	92	20.288
2337	Rio Pomba	616	8.424	9.040	2,6	22.104	305.080	11.216	347.440
	Subtotal	616	26.984	27.600	3,2	50.308	747.916	35.536	861.360
Bacia do rio Muriaé									

NUM. IDENT.	SUB-BACIA	Floresta Ombrófila	Floresta Estacional	Total de florestas	% de florestas	Veg. Secund.	Campo/Pastagem	Outros	TOTAL
1689	Ribeirão Bom Jesus		92	92	0,3	2.384	22.588	2.612	27.676
2186	Rio Carangola		11.408	11.408	6,5	14.144	144.236	5.048	174.836
2278	Rio Fumaça		1.160	1.160	5,4	2.344	17.640	444	21.588
2338	Rio Preto		1.772	1.772	6,9	1.316	22.044	432	25.564
2280	Rio Glória		5.628	5.628	5,1	4.460	93.148	6.176	109.412
2279	Rio Gavião		2.620	2.620	7,2	2.960	30.232	704	36.516
1703	Ribeirão Cachoeira Alegre		3.460	3.460	11,3	2.328	21.460	3.428	30.676
2353	Rio São Domingos		0	0	0,0	1.824	24.908	1.076	27.808
634	Córrego da Onça		268	268	0,9	2.796	19.900	7.780	30.744
2374	Vala da Onça		0	0	0,0	232	2.560	7.132	9.924
2304	Rio Muriaé		8.596	8.596	2,7	19.732	269.912	22.888	321.128
	Subtotal	0	35.004	35.004	4,3	54.520	668.628	57.720	815.872
Sub-bacias que afluem diretamente para o rio Paraíba do Sul									
2177	Rio Buquira	10.508	104	10.612	26,5	6.408	22.576	456	40.052
2368	Rio Una	1.508		1.508	3,2	5.200	33.324	7.728	47.760
2199	Rio da Bocaina	3.480		3.480	13,5	4.044	16.888	1.288	25.700
2035	Ribeirão Passa-Vinte	13.924	48	13.972	39,6	2.480	16.760	2.100	35.312
2288	Rio Itagaçaba	1.272	296	1.568	5,7	1.300	20.532	4.044	27.444
2334	Rio Pirapetinga	8.732		8.732	36,7	4.024	9.508	1.512	23.776
2230	Rio do Barreiro de Baixo	1.388	1.056	2.444	10,9	4.784	14.856	436	22.520
2363	Rio Turvo	700	3.160	3.860	9,4	2.508	34.572	4	40.944
2229	Rio do Bananal	5.240	2.452	7.692	15,0	5.116	38.160	480	51.448
2332	Rio Pirai	31.264	5.512	36.776	33,4	15.108	55.380	2.752	110.016
2367	Rio Ubá	1.376	1.192	2.568	5,6	14.640	24.980	3.904	46.092
2182	Rio Calçado	1.060	144	1.204	4,1	14.300	13.524	120	29.148
2310	Rio Paquequer	4.376	4.076	8.452	11,0	39.492	27.332	1.772	77.048
2163	Rio Angu		1.880	1.880	5,0	1.708	33.780	276	37.644
2333	Rio Pirapetinga		92	4.312	4,4	3.228	61.008	368	69.008
1801	Ribeirão das Areias	5.792	1.424	7.216	16,8	5.704	29.212	744	42.876
2239	Rio do Colégio	5.708		5.708	28,1	2.392	11.480	732	20.312
Trechos com pequenas sub-bacias ao longo do rio Paraíba do Sul									
5000	Pb Sul - Trecho Paulista até Funil	62.696	948	63.644	12,7	37.900	273.148	126.560	501.252
5001	Pb Sul - Funil até Santa Cecília	26.904	10.024	36.928	15,5	17.592	157.736	25.472	237.728
5002	Pb Sul - Santa Cecília até Três Rios		9.296	9.296	7,1	35.576	74.420	12.112	131.404
5003	Pb Sul - Três Rios até Itaocara	292	14.144	14.436	8,2	18.148	137.872	4.672	175.128
5004	Pb Sul - Itaocara até a Foz	392	1.760	2.152	2,2	8.848	65.428	19.292	95.720

Fonte: Mapeamento de Cobertura Vegetal e Uso do Solo do GEROE, 1995, com divisão de sub-bacias feita no Lab. Hidrologia COPPE/UFRJ.

3.2 Unidades de Conservação

Há um razoável número de Unidades de Conservação (UC) na bacia do rio Paraíba do Sul, embora incluam menos da metade dos remanescentes florestais da bacia. Por outro lado, mesmo as áreas protegidas em UC não estão efetivamente protegidas na prática. Em todas elas são comuns ações ilegais de extração de madeira, palmito, plantas ornamentais, caça e pesca, além de queimadas e ocupações irregulares. As áreas de remanescentes florestais não enquadradas em UC, embora “protegidas” por outras leis ambientais (Códigos Florestal, de Caça e Pesca, das Águas, Decreto 750 de Proteção da Mata Atlântica, etc.) são ainda mais suscetíveis ao desmatamento e a outras ações predatórias.

Unindo os três estados da bacia, destaca-se a APA Federal da Serra da Mantiqueira, criada pelo Decreto Federal n.º 91.304, de 03-06-85, que dispõe sobre a implantação de Área de Proteção Ambiental nos Estados de Minas Gerais, Rio de Janeiro e São Paulo. No Estado de São Paulo abrange os seguintes municípios: Campos do Jordão, Santo Antonio do Pinhal, São Bento do Sapucaí, *Guaratinguetá*, *Pindamonhangaba*, *Cruzeiro*, *Lavrinhas*, *Piquete* e *Queluz*. Em Minas Gerais, os municípios de Baependi, *Bocaina de Minas*, Delfim Moreira, Itamonte, Itanhandú, Liberdade, Marmelópolis, Passa Vinte, Piranguçu, Pouso Alto, Virgínia, Venceslau Brás e Passa Quatro. E no Rio de Janeiro, os municípios de *Resende* e *Itaiaia* (em itálico os municípios que fazem parte da bacia do rio Paraíba do Sul).

A seguir são apresentadas nas tabelas 3.2.1 a 3.2.3 as listas das UC existentes em cada estado da bacia. A maior parte dessas UC pode ser visualizada no mapa anexo.



- **São Paulo**

Na porção paulista da bacia do Paraíba do Sul estão registradas as seguintes UC, de âmbito municipal, estadual e federal.

Tabela 3.2.1
Unidades de Conservação no Trecho Paulista da
Bacia do Rio Paraíba do Sul

NOME	LEGISLAÇÃO	ÁREA (ha)	MUNICÍPIOS (SP)
Estações Ecológicas			
Estação Ecológica de Bananal	Decreto Estadual n.º 26.890, de 12-03-87	884	Bananal
Áreas de Proteção Ambiental (APA)			
APA Silveiras	Lei n.º 4.100, de 20-06-84 – Estadual e Municipal	42.700	Silveiras
APA Banhado de São José dos Campos	Lei n.º 2.792, de 10-01-84 – Municipal		São José dos Campos
APA Roseira Velha	Lei n.º 424, de 25-11-83 – Municipal		Roseira
APA Bananal	Lei n.º 033, de 15-09-97 – Municipal	33.000	
Parques			
Parque Nacional da Serra da Bocaina	Decreto n.º 68.172, de 04-02-71.	120.000	Ubatuba, <i>São José do Barreiro e Cunha</i>
Parque Estadual da Serra do Mar	Decreto n.º 10.251, de 30-08-77	309.938	São Paulo, São Bernardo do Campo, Santos, São Vicente, Cubatão, Praia Grande, Pedro de Toledo, Itanhaém, Mongaguá, Peruíbe, <i>São Luís do Paraitinga, Cunha, Caraguatatuba, São Sebastião, Paraibuna, Biritiba-Mirim, Salesópolis, Mogi das Cruzes, Suzano, Embu-Guaçu, Juquitiba, Santo André, Rio Grande da Serra, Natividade da Serra e Ubatuba</i>
Área de Relevante Interesse Ecológico - ARIE			
ARIE da Pedra Branca	Decreto SMA n.º 26.720, de 06-02-87 e Lei n.º 5.864, de 28-10-87	635,82	Tremembé
Área sob Proteção Especial – ASPE			
ASPE de Roseira Velha	Resolução SMA, de 06-03-87	84	Protege abrigos de espécies raras da fauna e da flora nativas, dentro da APA Municipal de Roseira Velha, na Fazenda Boa Vista

Fonte: PQA/SP.

- **Minas Gerais**

As Unidades de Conservação existentes nos municípios mineiros da bacia somam uma área total próxima de 40.000 ha, o que corresponde a pouco mais de 35% da área total de remanescentes florestais da bacia, que já são poucos. Nesse cálculo, por falta de dados mais detalhados, considerou-se a área total das UC, que, em alguns casos, ultrapassa o limite da bacia.

Tabela 3.2.2
Unidades de Conservação no Trecho Mineiro da
Bacia do Rio Paraíba do Sul

NOME	LEGISLAÇÃO	ÁREA (ha)	MUNICÍPIO (MG)
Estações Ecológicas			
Ribeirão São João	Dec 16580/74, alt Dec 36069/94 Lei 11731/94	188	Mar de Espanha
Água Limpa	Dec 36072/94 e Lei 11731/94	71	Cataguases
Parques e APA Estaduais			
Parque do Ibitipoca	Lei 6126/73	1.488	Bias Forte, Lima Duarte e Santa Rita do Ibitipoca
APA Mata do Krambeck	Lei nº 10.943/92 alt Lei 11.336/93	374	Juiz de Fora
Parque Serra do Brigadeiro	Lei 9655/88 Dec 38319/96	13.218	Araponga, Divino, Ervália, Fervedouro, Miradouro, Muriaé, Pedra Bonita, Sericita
Parques Municipais			
Bauhimas Variegatas	Lei 665/80	14,44	Bicas
Fervedouro	Lei 999/84	143,21	Carangola
Luiz Viana	Lei 377/83	7,07	Guarará
Lajinha	Dec 2733/82	118,00	Juiz de Fora
Antônio Andrade Ribeiro	Lei 1537/81	31,93	Leopoldina
Marliérie	Lei 231/75	19,57	Muriaé
Cabeça Branca	Lei 1336/76	113,53	Santos Dumont
Antônio Guimarães Almeida	Lei 993/91	42,50	Tombos
Antenor Oliveira Brun	Lei 1198/78	39,32	Ubá
Áreas de Proteção Ambiental – APA – Municipais			
Fervedouro	Lei 196/97	10.803,22	Fervedouro
Serra das Pedras	Lei 191/98	1.680,00	Guidoval
Montanha Santa	Lei 229/97 alt Lei 253/98	2.460,00	Guiricema
Serra das Pedras	Lei 230/97 alt Lei 253/98	623,00	Guiricema
Água Limpa	Lei 1099/97 alt Lei 1145/98	394,80	Mirai
Serra das Pedras	Lei 1100/97 alt Lei 1146/98	1.310,00	Mirai
Jacutinga	Lei 1101/97 alt Lei 1146/98	312,00	Mirai
Santa Helena	Lei 1102/97 alt Lei 1148/98	162,50	Mirai
Pico Itajuru	Lei 1586/91 e Lei 2110/97	2.772,00	Muriaé
Pedra Dourada	Lei 417/97 alt Lei 427/98	1.712,50	Pedra Dourada
Serra da Piedade	Lei 082/94 alt Lei 360/97	1.052,00	Visconde do Rio Branco
Reservas Biológicas Municipais			
Santa Cândida	Dec. 2904/82	113,31	Juiz de Fora
Poço D'Antas	Dec. 2794/82	277,00	Juiz de Fora
Rio do Peixe	Lei 882/89	60,10	Lima Duarte
Represa do Grama	Lei 518/81	263,82	São João Nepomuceno
Miragaia	Lei 1154/77	100,00	Ubá
Reserva Biológica em Comum com a EPAMIG			
Lapinha	Dec. 16.580/74	368	Leopoldina

Fonte: IEF-MG.



- **Rio de Janeiro**

No trecho fluminense da bacia do rio Paraíba do Sul, segundo dados da Fundação CIDE e do IEF-RJ, existem as seguintes UC:

Tabela 3.2.3
Unidades de Conservação no Trecho Fluminense da Bacia do Rio Paraíba do Sul

NOME	LEGISLAÇÃO	ÁREA (ha)	MUNICÍPIO (RJ)
Estações Ecológicas			
Estação Ecológica de Pirai	Comodato SEMA/LIGHT 26/05/82	4.000	Pirai
Áreas de Proteção Ambiental (APA)			
APA Floresta do Jacarandá	Decreto 8.280 de 23/07/85	2.700	Teresópolis
APA Rio dos Frades	Decreto 1.199 de 31/05/88	7.500	Teresópolis
APA de Petrópolis	Decreto 87.561 de 13/09/82	59.049	Duque de Caxias, Magé, <i>Petrópolis</i>
Parques			
Parque Nacional de Itatiaia	Decreto 713 de 14/06/37	30.000	<i>Bocaina de Minas (MG), Itamonte (MG), Itatiaia e Resende.</i>
Parque Nacional da Serra dos Órgãos	Decreto 1.822 de 10/11/39	11.800	Magé, Petrópolis e Teresópolis.
Parque Estadual do Desengano	Decreto-Lei 250, de 13/04/70	22.400	Santa Maria Madalena, São Fidélis e Campos dos Goytacazes
Área de Relevante Interesse Ecológico - ARIE			
Floresta da Cicuta	Decreto 90.792 de 09/01/85	131	Barra Mansa e Volta Redonda
Reserva			
Reserva da Biosfera	UNESCO, 10/10/92		Todos os remanescentes de Mata Atlântica, especialmente o "corredor de florestas" da Serra do Mar.
REBIO Araras	Resolução da SEAAP, de 22/06/70		Petrópolis
Reserva Particular de Patrimônio Natural – RPPN			
Santo Antônio da Aliança			Serra da Concórdia (municípios de Valença e Barra do Pirai)
Área Tombada			
Área de Tombamento da Mata Atlântica	Decreto estadual de 06/03/91		
Foz do Rio Paraíba do Sul e seu Manguezal, Ilha da Convivência, Complexo Mesográfico			São João da Barra

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.

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.

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.

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.

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

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.

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.

Municípios em Minas Gerais

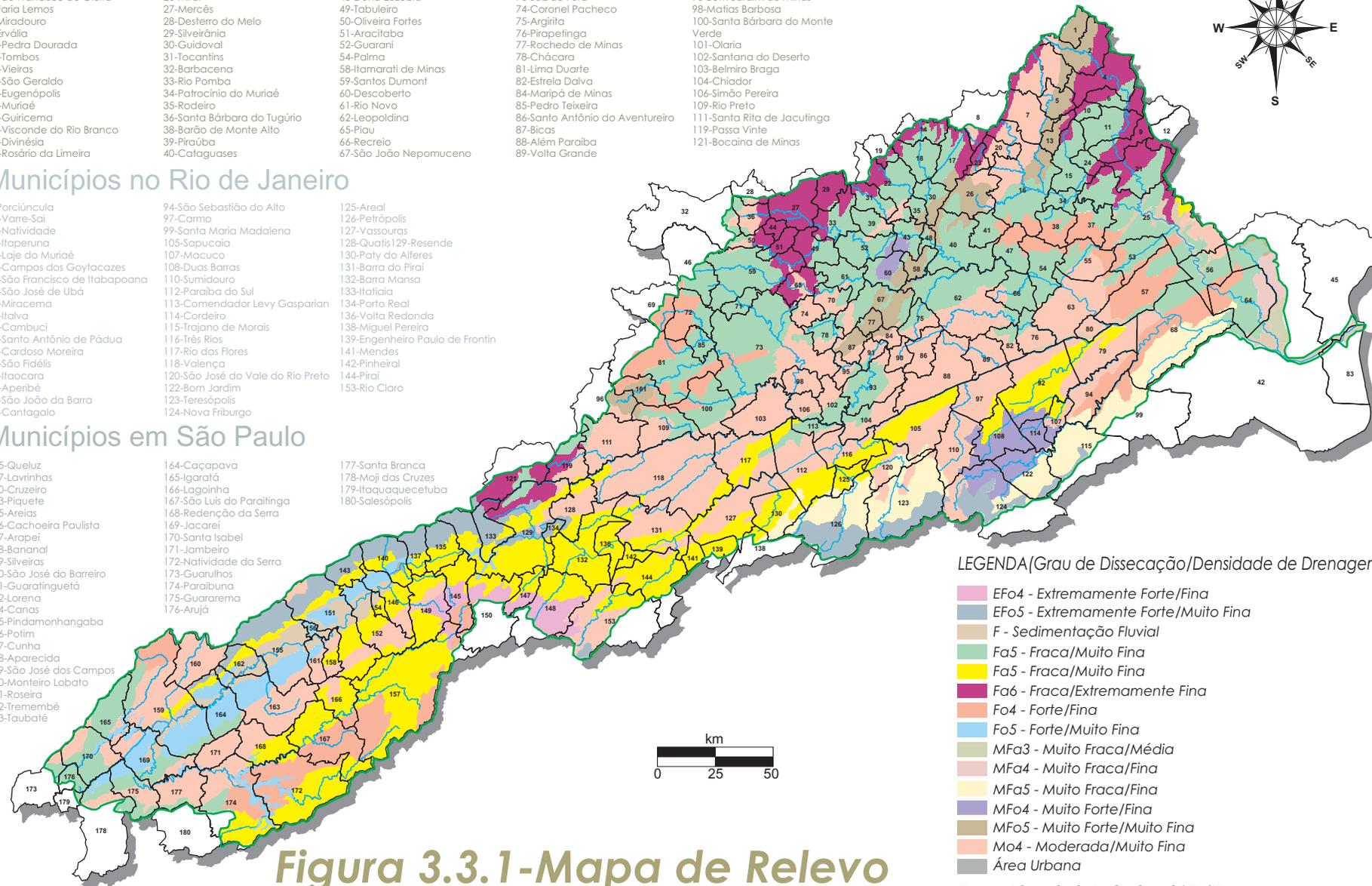
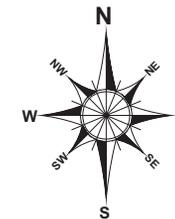
- | | | | | |
|---------------------------|-----------------------------------|------------------------|---------------------------------|----------------------------------|
| 1-Orizânia | 22-Ubá | 43-Astolfo Dutra | 69-Santa Rita de Ibitipoca | 90-Senador Cortes |
| 2-Divino | 23-São Sebastião da Vargem 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-Mirai | 47-Laranjal | 72-Bias Fortes | 95-Pequeri |
| 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-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-Muriáé | 36-Santa Bárbara do Tugúrio | 61-Rio Novo | 85-Pedro Teixeira | 111-Santa Rita de Jacutinga |
| 17-Guiricema | 38-Barão de Monte Alto | 62-Leopoldina | 86-Santo Antônio do Aventureiro | 119-Passa Vinte |
| 18-Visconde do Rio Branco | 39-Piraúba | 65-Piau | 87-Bicas | 121-Bocaina de Minas |
| 19-Divinéia | 40-Cataguases | 66-Recreio | 88-Além Paraíba | |
| 20-Rosário da Limeira | | 67-São João Nepomuceno | 89-Volta Grande | |

Municípios no Rio de Janeiro

- | | | |
|--------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|
| 9-Parciúncula | 94-São Sebastião do Alto | 125-Areal |
| 12-Vare-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 Uba | 112-Paraíba do Sul | 133-Itaioia |
| 55-Miracema | 113-Comendador Levy Gasparian | 134-Porto Real |
| 56-Itaiva | 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-Lavrínhas | 165-Igaratá | 178-Moju 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-Jambeiro | |
| 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-Polim | | |
| 157-Cunha | | |
| 158-Aparecida | | |
| 159-São José dos Campos | | |
| 160-Monteiro Lobato | | |
| 161-Roseira | | |
| 162-Tremembé | | |
| 163-Taubaté | | |



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

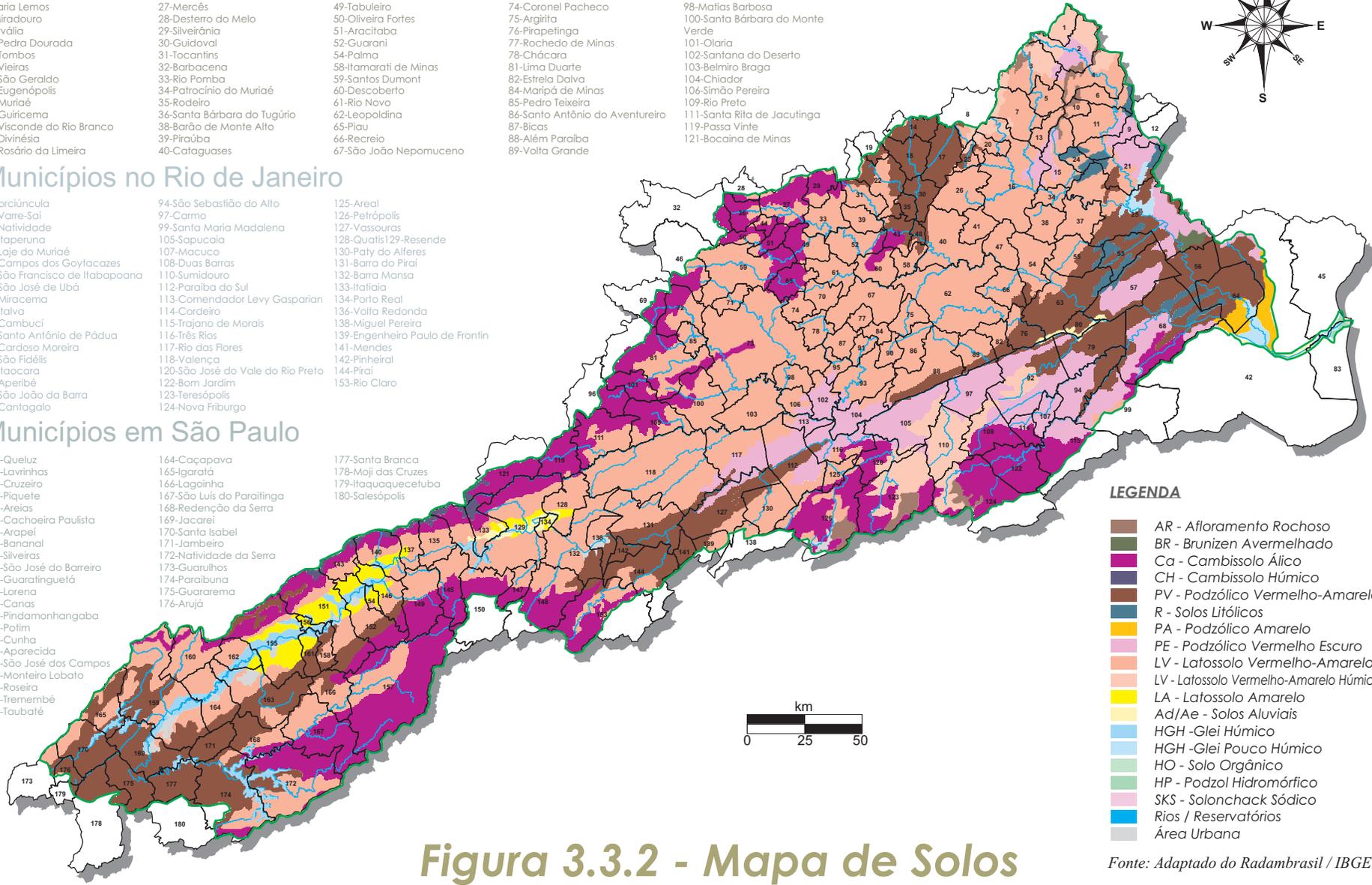
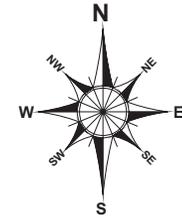
- | | | | | |
|---------------------------|-----------------------------------|------------------------|---------------------------------|----------------------------------|
| 1-Orizânia | 22-Ubá | 43-Astolfo Dutra | 69-Santa Rita de Ibitipoca | 90-Senador Cortes |
| 2-Divino | 23-São Sebastião da Vargem Alegre | 44-Paiva | 70-Goianá | 91-Guarará |
| 3-Fervedouro | 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-Pequenilândia |
| 5-São Francisco do Glória | 27-Mercês | 48-Dono Euzébio | 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-Araçatuba | 76-Pirapetinga | 101-Olarina |
| 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-Chiador |
| 14-São Geraldo | 34-Patrocínio do Muriaé | 59-Santos Dumont | 82-Estrela Dalva | 106-Simão Pereira |
| 15-Eugenópolis | 35-Rodeio | 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-Guiricema | 38-Barão de Monte Alto | 62-Leopoldina | 86-Santo Antônio do Aventureiro | 119-Passa Vinte |
| 18-Visconde do Rio Branco | 39-Piraúba | 65-Piuaçu | 87-Bicas | 121-Bocaina de Minas |
| 19-Divinéia | 40-Cataguases | 66-Recreio | 88-Além Paraíba | |
| 20-Rosário da Limeira | | 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 |
| 37-Laje do Muriaé | 107-Macuco | 129-Resende |
| 42-Campos dos Goytacazes | 108-Duas Barras | 130-Paty do Alferes |
| 45-São Francisco de Itabapoana | 110-Sumidouro | 131-Barra do Piraí |
| 53-São José de Ubá | 112-Paraíba do Sul | 132-Barra Mansa |
| 55-Miracema | 113-Comendador Levy Gasparian | 133-Itaiaçu |
| 56-Italva | 114-Cordeiro | 134-Porto Real |
| 57-Cambuci | 115-Trajano de Moraes | 136-Volta Redonda |
| 63-Santo Antônio de Pádua | 116-Três Rios | 138-Miguel Pereira |
| 64-Cardoso Moreira | 117-Rio das Flores | 139-Engenheiro Paulo de Frontin |
| 68-São Fidélis | 118-Valença | 141-Mendes |
| 79-Itaocara | 119-São José do Vale do Rio Preto | 142-Pinheiral |
| 80-Aperibé | 122-Bom Jardim | 144-Piraí |
| 83-São João da Barra | 123-Teresópolis | 153-Rio Claro |
| 92-Cantagalo | 124-Nova Friburgo | |

Municípios em São Paulo

- | | | |
|--------------------------|----------------------------|---------------------|
| 135-Queluz | 164-Caçapava | 177-Santa Branca |
| 137-Lavinhas | 165-Igaratá | 178-Moju das Cruzes |
| 140-Cruzeiro | 166-Lagoinha | 179-Itaquaçu |
| 143-Piquete | 167-São Luís 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-Paraibuna | |
| 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-Rosélia | | |
| 162-Tremembé | | |
| 163-Taubaté | | |



LEGENDA

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

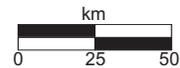


Figura 3.3.2 - Mapa de Solos

Fonte: Adaptado do Radambrasil / IBGE

Municípios em Minas Gerais

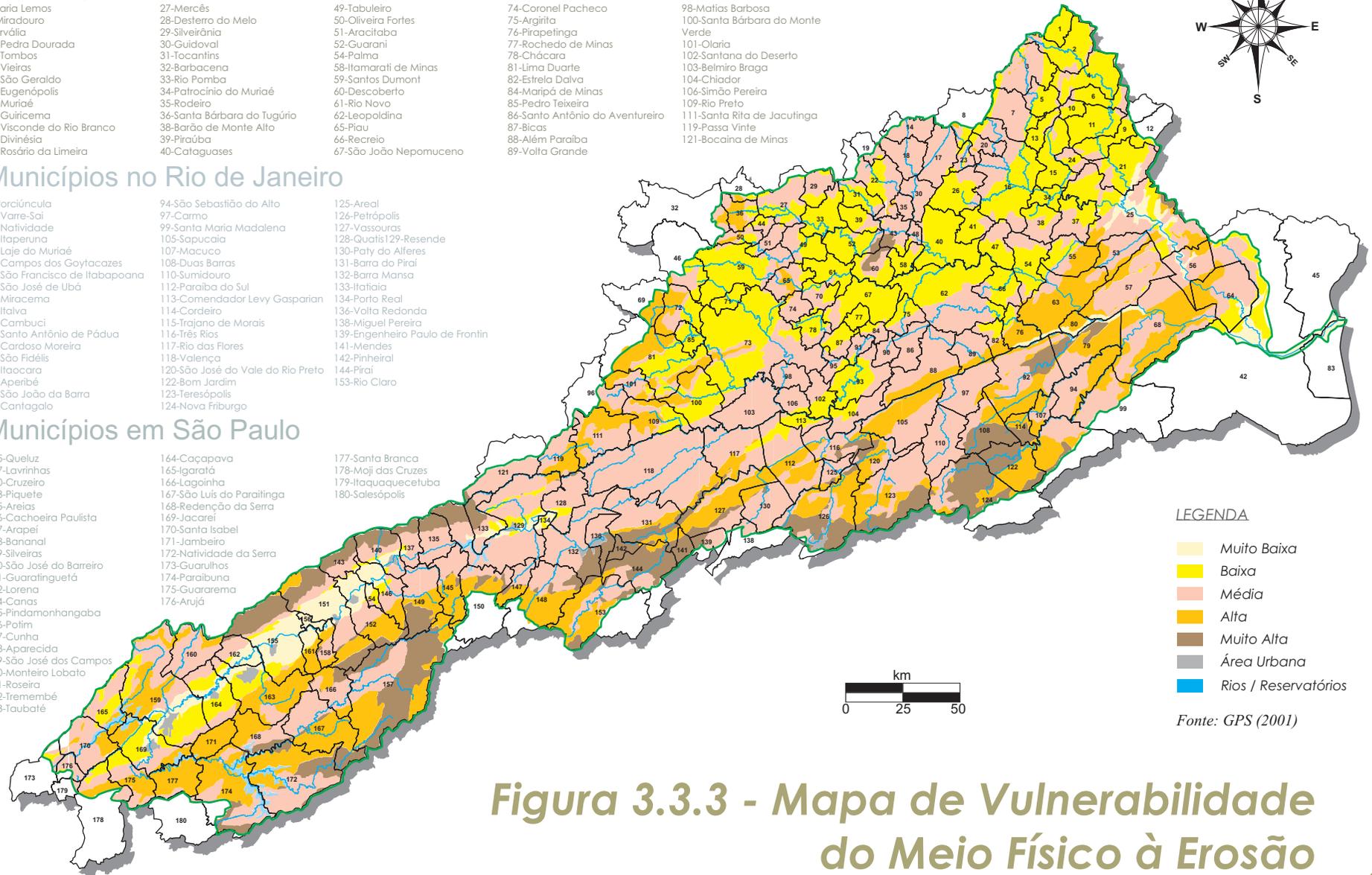
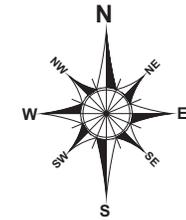
- | | | | | |
|---------------------------|-----------------------------------|------------------------|---------------------------------|----------------------------------|
| 1-Orizânia | 22-Ubá | 43-Astolfo Dutra | 69-Santa Rita de Ibitipoca | 90-Senador Cortes |
| 2-Divino | 23-São Sebastião da Vargem Alegre | 44-Paiva | 70-Goiandá | 91-Guarará |
| 3-Fervedouro | 24-Antônio Prado de Minas | 46-Antônio Carlos | 71-Ewbank da Câmara | 93-Mar de Espanha |
| 4-Carangola | 26-Miracés | 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-Araçatuba | 76-Pirapetinga | 101-Olaria |
| 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-Chácara |
| 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-Pirúba | 65-Plau | 87-Bicas | 121-Bocaina de Minas |
| 19-Divinéia | 40-Cataguases | 66-Recreio | 88-Além Paraíba | |
| 20-Rosário de Limeira | | 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 |
| 37-Laje do Muriaé | 107-Macuco | 129-Resende |
| 42-Campos dos Goytacazes | 108-Duas Barras | 130-Paty do Alferes |
| 45-São Francisco de Itabapoana | 110-Sumidouro | 131-Barra do Pirai |
| 53-São José de Ubá | 112-Paraíba do Sul | 132-Barra Mansa |
| 55-Miracema | 113-Comendador Levy Gasparian | 133-Itaioia |
| 56-Italva | 114-Cordeiro | 134-Porto Real |
| 57-Cambuci | 115-Trajan de Moraes | 136-Volta Redonda |
| 63-Santo Antônio de Pádua | 116-Três Rios | 138-Miguel Pereira |
| 64-Cardoso Moreira | 117-Rio das Flores | 139-Engenheiro Paulo de Frontin |
| 68-São Fidélis | 118-Valença | 141-Mendes |
| 79-Itaocara | 120-São José do Vale do Rio Preto | 142-Pinheiral |
| 80-Aperibé | 122-Bom Jardim | 144-Pirai |
| 83-São João da Barra | 123-Teresópolis | 153-Rio Claro |
| 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 Luís do Paraitinga | 180-Salesópolis |
| 145-Areias | 168-Redenção da Serra | |
| 146-Cachoeira Paulista | 169-Jacareí | |
| 147-Arapeí | 170-Santa Isabel | |
| 148-Bananal | 171-Jamboia | |
| 149-Silveiras | 172-Natividade da Serra | |
| 150-São José do Barreiro | 173-Guarulhos | |
| 151-Guaratinguetá | 174-Paraibuna | |
| 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-Rosera | | |
| 162-Tremembé | | |
| 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-Goiandá | 91-Guarará |
| 3-Fervedouro | 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-Pequeni |
| 5-São Francisco do Glória | 27-Mercês | 48-Dono Euzébia | 73-Juiz de Fora | 94-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-Guioval | 51-Araçatuba | 76-Pirapetinga | 101-Olaria |
| 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-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 |
| 17-Guicema | 36-Santa Bárbara do Tugúrio | 61-Rio Novo | 85-Pedro Teixeira | 111-Santa Rita de Jacutinga |
| 18-Visconde do Rio Branco | 38-Barão de Monte Alto | 62-Leopoldina | 86-Santo Antônio do Aventureiro | 119-Passa Vinte |
| 19-Divinéia | 39-Piraúba | 65-Piau | 87-Bicas | 121-Bocaina de Minas |
| 20-Rosário da Limeira | 40-Cataguases | 66-Recreio | 88-Além Paraíba | |
| | | 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 |
| 37-Laje do Muriaé | 107-Macuco | 129-Resende |
| 42-Campos dos Goytacazes | 108-Duas Barras | 130-Paty do Alferes |
| 45-São Francisco de Itabapoana | 110-Sumidouro | 131-Barra do Piraí |
| 53-São José de Ubá | 112-Paraíba do Sul | 132-Barra Mansa |
| 55-Miracema | 113-Comendador Levy Gasparian | 133-Itaícia |
| 56-Italva | 114-Cordeiro | 134-Porto Real |
| 57-Cambuci | 115-Trajano de Moraes | 136-Volta Redonda |
| 63-Santo Antônio de Pádua | 116-Três Rios | 138-Miguel Pereira |
| 64-Cardoso Moreira | 117-Rio das Flores | 139-Engenheiro Paulo de Frontin |
| 68-São Fidélis | 118-Valença | 141-Mendes |
| 79-Itaocara | 119-São José do Vale do Rio Preto | 142-Pinheiral |
| 80-Aperibé | 122-Bom Jardim | 144-Piraí |
| 83-São João da Barra | 123-Teresópolis | 153-Rio Claro |
| 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 Luís do Paraitinga | 180-Salesópolis |
| 145-Areias | 168-Redenção da Serra | |
| 146-Cachoeira Paulista | 169-Jacareí | |
| 147-Arapel | 170-Santa Isabel | |
| 148-Bananal | 171-Jambeiro | |
| 149-Silveiras | 172-Natividade da Serra | |
| 150-São José do Barreiro | 173-Guarulhos | |
| 151-Guaratinguetá | 174-Paraibuna | |
| 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-Rosera | | |
| 162-Tremembé | | |
| 163-Taubaté | | |

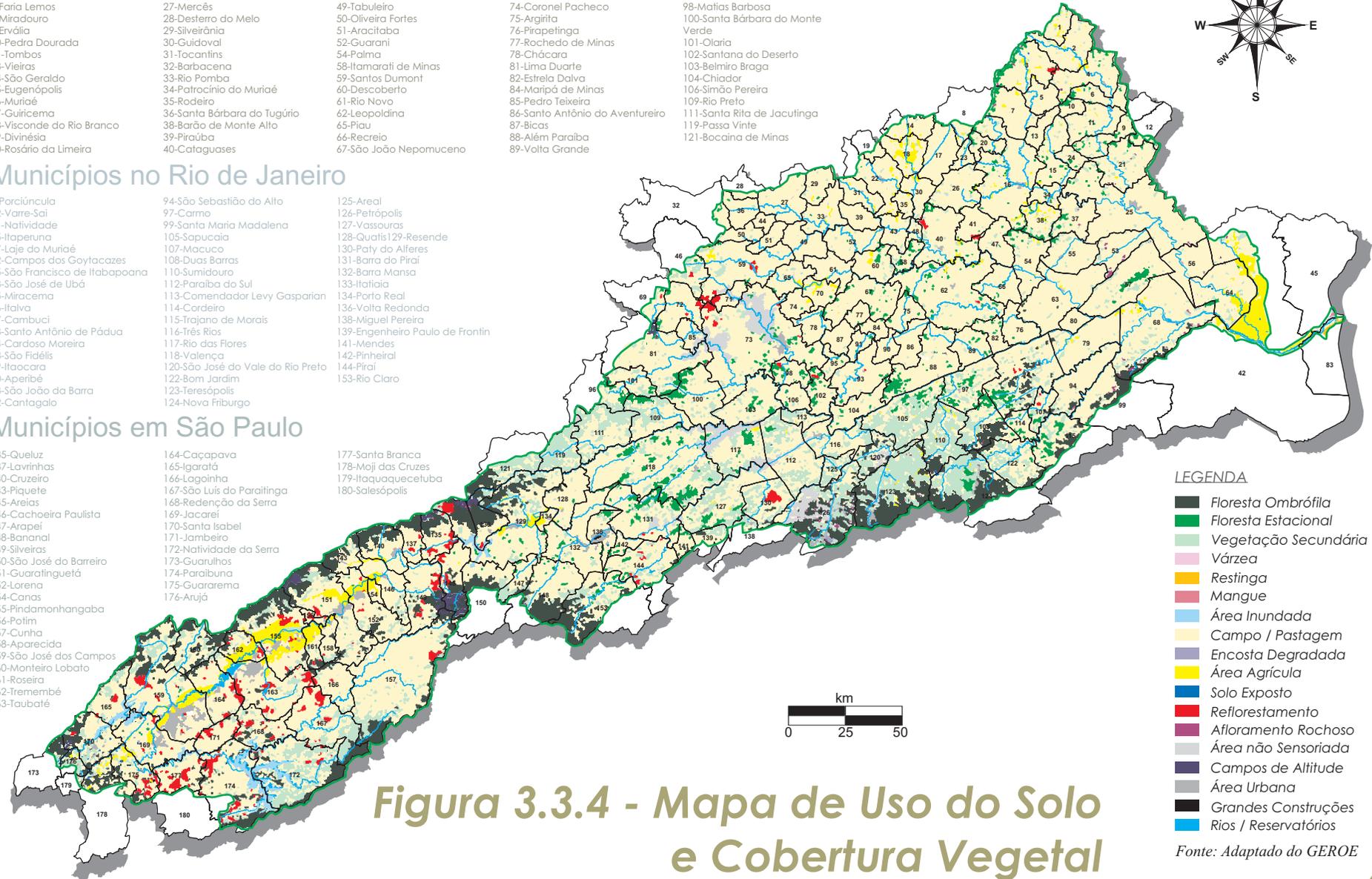
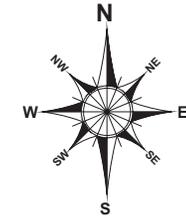


Figura 3.3.4 - Mapa de Uso do Solo e Cobertura Vegetal

Fonte: Adaptado do GEROE

Municípios em Minas Gerais

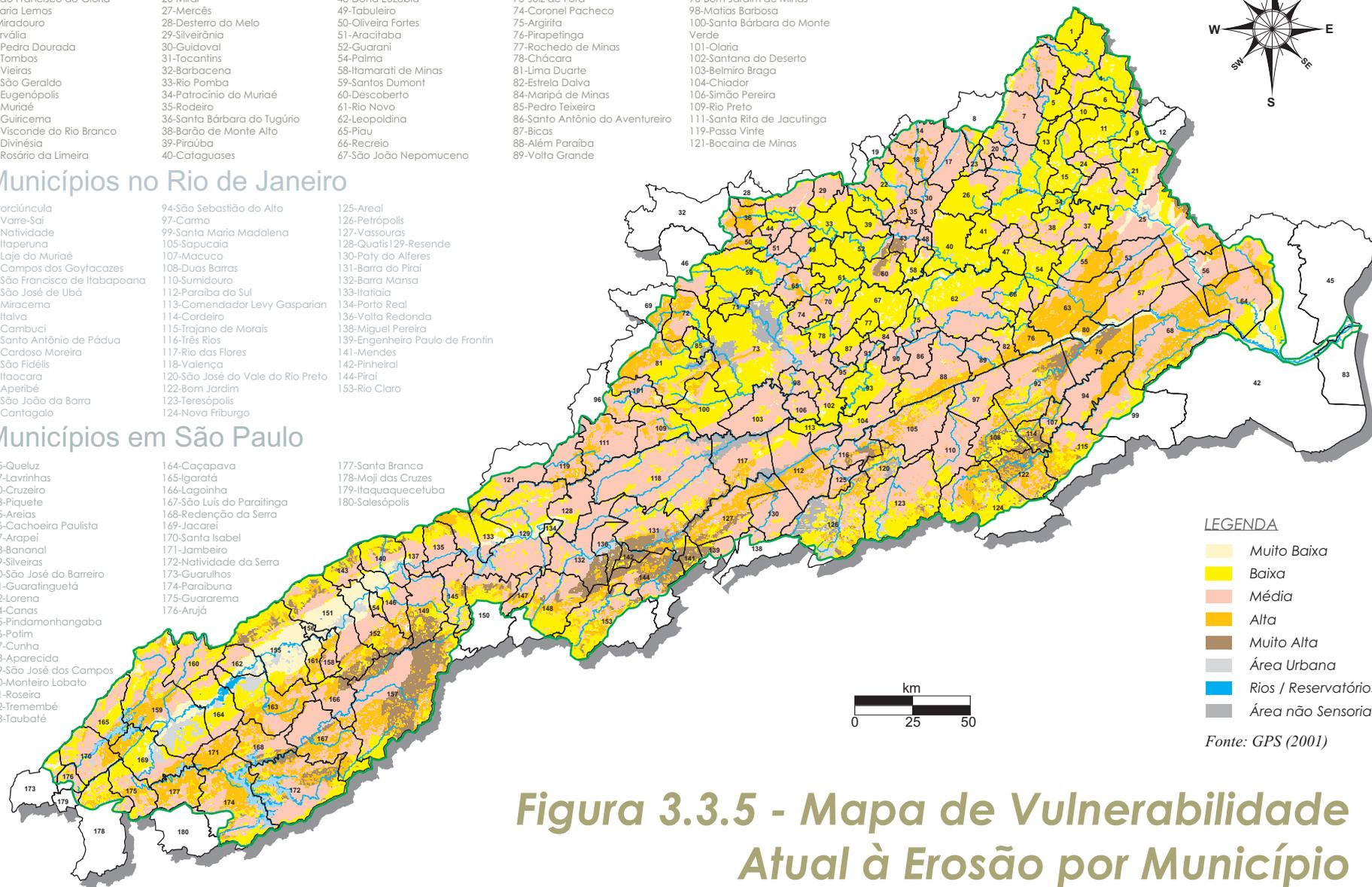
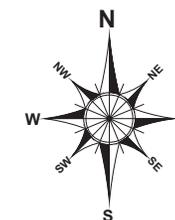
- | | | | | |
|---------------------------|-----------------------------------|------------------------|---------------------------------|----------------------------------|
| 1-Orizânia | 22-Ubá | 43-Astolfo Dutra | 69-Santa Rita de Ibitipoca | 90-Senador Cortes |
| 2-Divino | 23-São Sebastião da Vargem Alegre | 44-Paiva | 70-Goiandá | 91-Guarará |
| 3-Fervedouro | 24-Antônio Prado de Minas | 46-Antônio Carlos | 71-Ewbank da Câmara | 93-Mar de Espanha |
| 4-Carangola | 26-Miracés | 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-Olaria |
| 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-Chácara |
| 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-Pirúba | 65-Plau | 87-Bicas | 121-Bocaina de Minas |
| 19-Divinéia | 40-Cataguases | 66-Recreio | 88-Além Paraíba | |
| 20-Rosário de Limeira | | 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-Quatisl 29-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-Itaioia |
| 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-Moju 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-Jamboia | |
| 149-Silveiras | 172-Natividade da Serra | |
| 150-São José do Barreiro | 173-Guarulhos | |
| 151-Guaratinguetá | 174-Paraibuna | |
| 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-Rosera | | |
| 162-Tremembé | | |
| 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

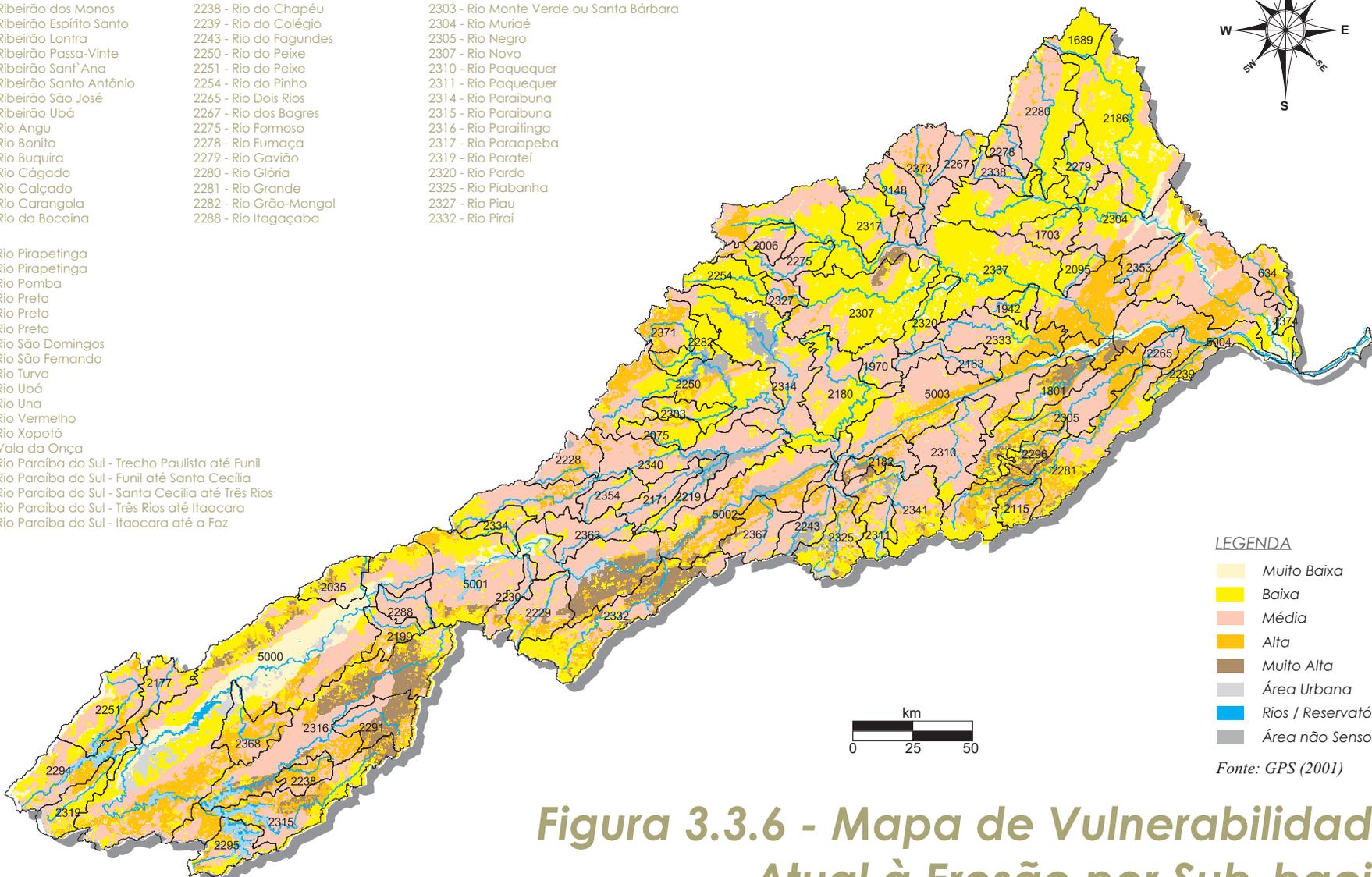
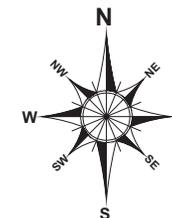
Sub-bacias

634 - Córrego da Onça
 1689 - Ribeirão Bom Jesus
 1703 - Ribeirão Cachoeira Alegre
 1801 - Ribeirão das Areias
 1942 - Ribeirão dos Monos
 1970 - Ribeirão Espírito Santo
 2006 - Ribeirão Lontra
 2035 - Ribeirão Passa-Vinte
 2075 - Ribeirão Sant' Ana
 2095 - Ribeirão Santo Antônio
 2115 - Ribeirão São José
 2148 - Ribeirão Ubá
 2163 - Rio Angu
 2171 - Rio Bonito
 2177 - Rio Buquiã
 2180 - Rio Cágado
 2182 - Rio Calçado
 2186 - Rio Carangola
 2199 - Rio da Bocaina

2219 - Rio das Flores
 2228 - Rio do Bananal
 2229 - Rio do Bananal
 2230 - Rio do Barreiro de Baixo
 2238 - Rio do Chapéu
 2239 - Rio do Colégio
 2243 - Rio do Fagundes
 2250 - Rio do Peixe
 2251 - Rio do Peixe
 2254 - Rio do Pinho
 2265 - Rio Dois Rios
 2267 - Rio dos Bagres
 2275 - Rio Formoso
 2278 - Rio Fumaça
 2279 - Rio Gavião
 2280 - Rio Glória
 2281 - Rio Grande
 2282 - Rio Grão-Mongol
 2288 - Rio Itagaçaba

2291 - Rio Jacuí
 2294 - Rio Jaguarí
 2295 - Rio Lourenço Velho
 2296 - Rio Macuco
 2303 - Rio Monte Verde ou Santa Bárbara
 2304 - Rio Muriaé
 2305 - Rio Negro
 2307 - Rio Novo
 2310 - Rio Paquequer
 2311 - Rio Paquequer
 2314 - Rio Paraibuna
 2315 - Rio Paraibuna
 2316 - Rio Paraitinga
 2317 - Rio Paraopeba
 2319 - Rio Parateí
 2320 - Rio Pardo
 2325 - Rio Piabanha
 2327 - Rio Piau
 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 Paraíba do Sul - Trecho Paulista até Funil
 5001 - Rio Paraíba do Sul - Funil até Santa Cecília
 5002 - Rio Paraíba do Sul - Santa Cecília até Três Rios
 5003 - Rio Paraíba do Sul - Três Rios até Itaocara
 5004 - Rio Paraíba 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 3.3.1.1
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

Município	Muito Alta	Alta	Média	Baixa	Muito Baixa
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.

Tabela 3.3.2.1
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	32
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.

Tabela 3.3.3.1
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
Itaquaquecetuba			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.

Os resultados dessa análise por sub-bacia, são observados na tabela 3.3.4.1 a seguir.

Tabela 3.3.4.1
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 Jaguari						
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 Jaguari		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	

Num	Sub-Bacia	Muito Alta	Alta	Média	Baixa	Muito Baixa
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 Piau		4.016	11.360	2.088	220
2307	Rio Novo	3.896	2.552	32.384	104.700	7.596
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 Pirai	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 conhecidos 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 na avaliação do processo hidrossedimentológico 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 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 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.

A figura 3.4.1.1, a seguir, apresenta de forma esquemática os processos envolvidos no transporte de sedimentos.

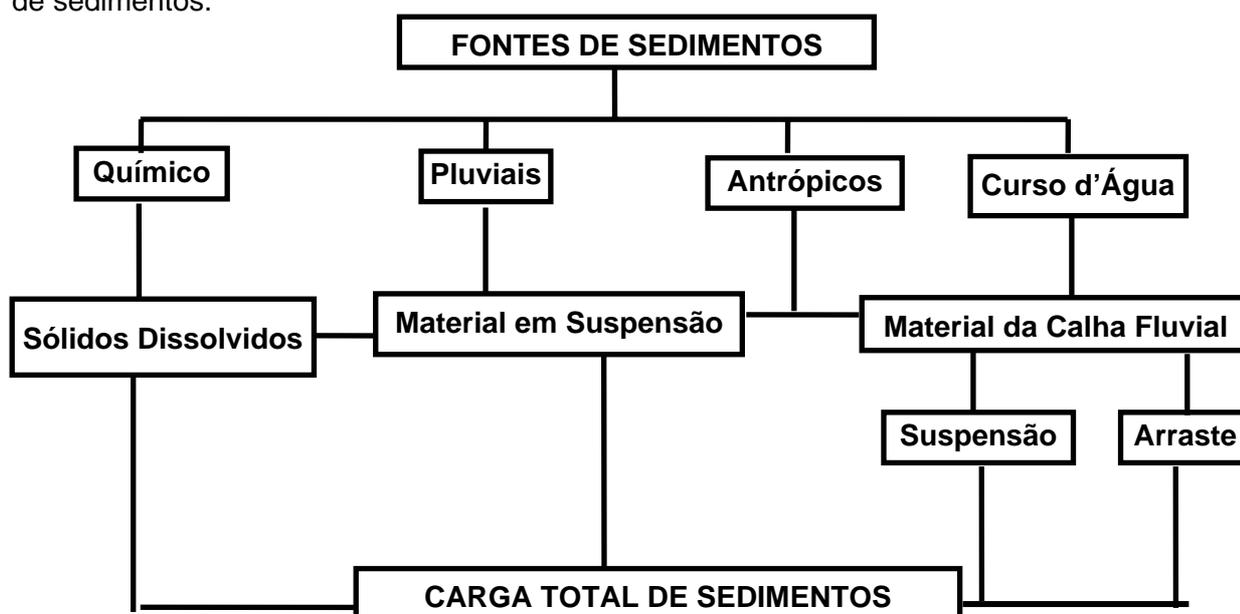


Figura 3.4.1.1
Processos Envolvidos no Transporte de Sedimentos

3.4.2 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 3.4.2.1, a seguir, lista as estações sedimentométricas existentes na bacia do rio Paraíba do Sul.

Tabela 3.4.2.1
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 3.4.2.2.

Tabela 3.4.2.2
Postos Fluviométricos Seleccionados 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 3.4.2.3

Tabela 3.4.2.3
Postos Pluviométricos Seleccionados 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 3.4.2.1, 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.

3.4.3 Metodologia Utilizada para o Zoneamento Sedimentológico

A metodologia a seguir descrita procurou 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.;
- 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.

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.

3.4.4 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 Piraí 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 3.4.4.1, a seguir, apresenta os valores médios anuais da descarga sólida em suspensão para cada uma das estações estudadas.

Tabela 3.4.4.1
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 Jusante	1	$Q_{ss} = 0,0776.Q^{1,5417}$		76,79	22.842
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	$Q_{ss} = 0,000013.Q^{3,532}$		277,00	205.426
Barra do Piraí	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 3.4.4.1.

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 3.4.4.2.

Tabela 3.4.4.2
Dados de Concentração Afluente e Defluente Medidos e
Porcentagem 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:

$$Q_{ss} = 0,0864.Q.C \quad (3)$$

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:

$$Q_{ss_{i+1}} - Q_{ss_i} = \Delta Q_{ss} \quad (4)$$

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:

- $\Delta Q_{ss} > 0$ significa uma produção de sedimentos em suspensão atribuída à área intermediária às duas estações.
- $\Delta Q_{ss} < 0$ significa depósito ou retenção de sedimentos em suspensão entre as duas estações, em reservatório ou ao longo do leito do rio, sendo que nesse último não é possível indicar sua localização, que provavelmente ocorre onde as condições hidráulicas do estirão

favoreçam essa situação. Nessa área intermediária não se estimou a produção de sedimentos.

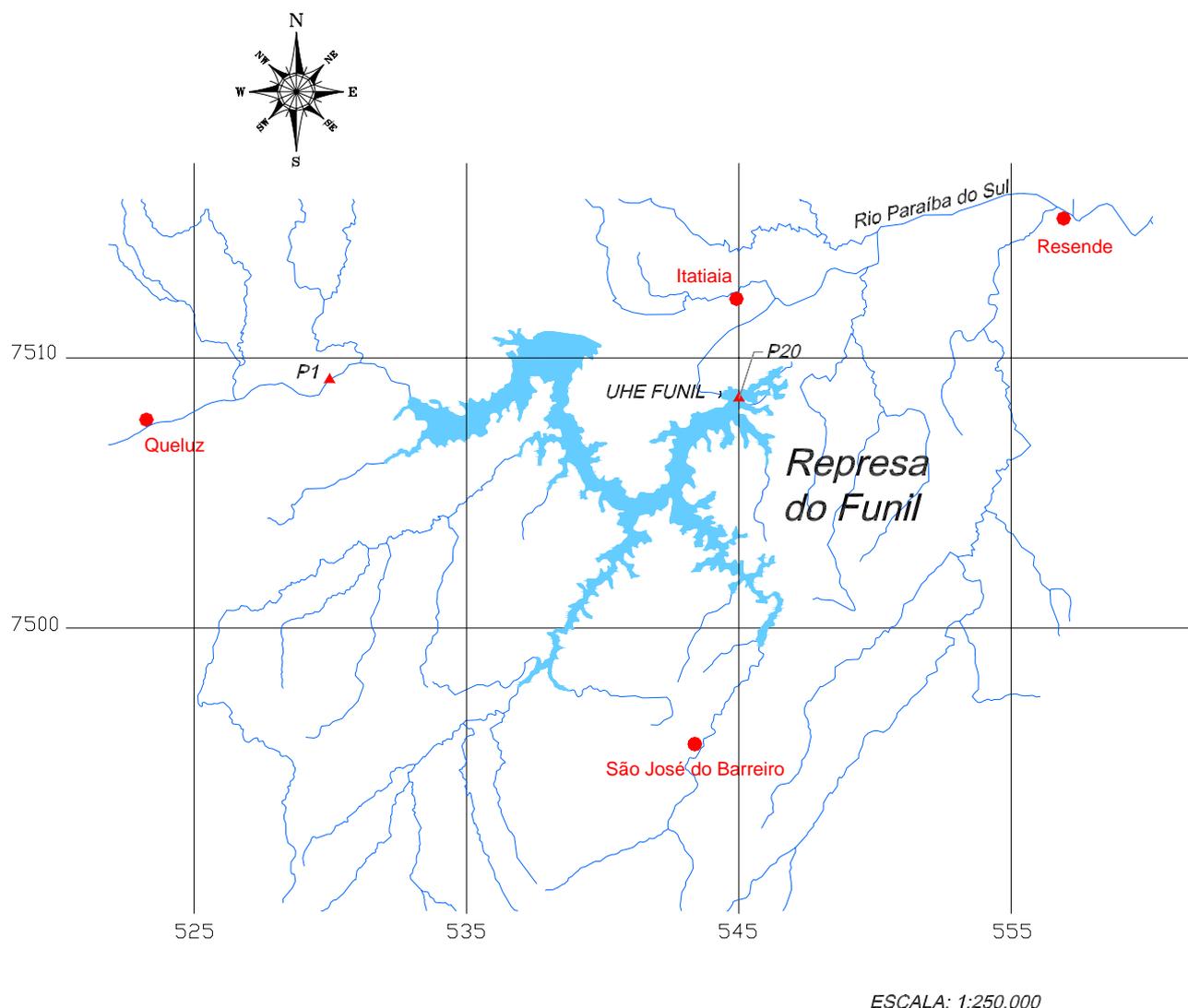


Figura 3.4.4.1
Planta do Reservatório de Funil com a Localização dos Pontos de Coleta P1 e P20

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 3.4.4.3, a seguir:

Tabela 3.4.4.3
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

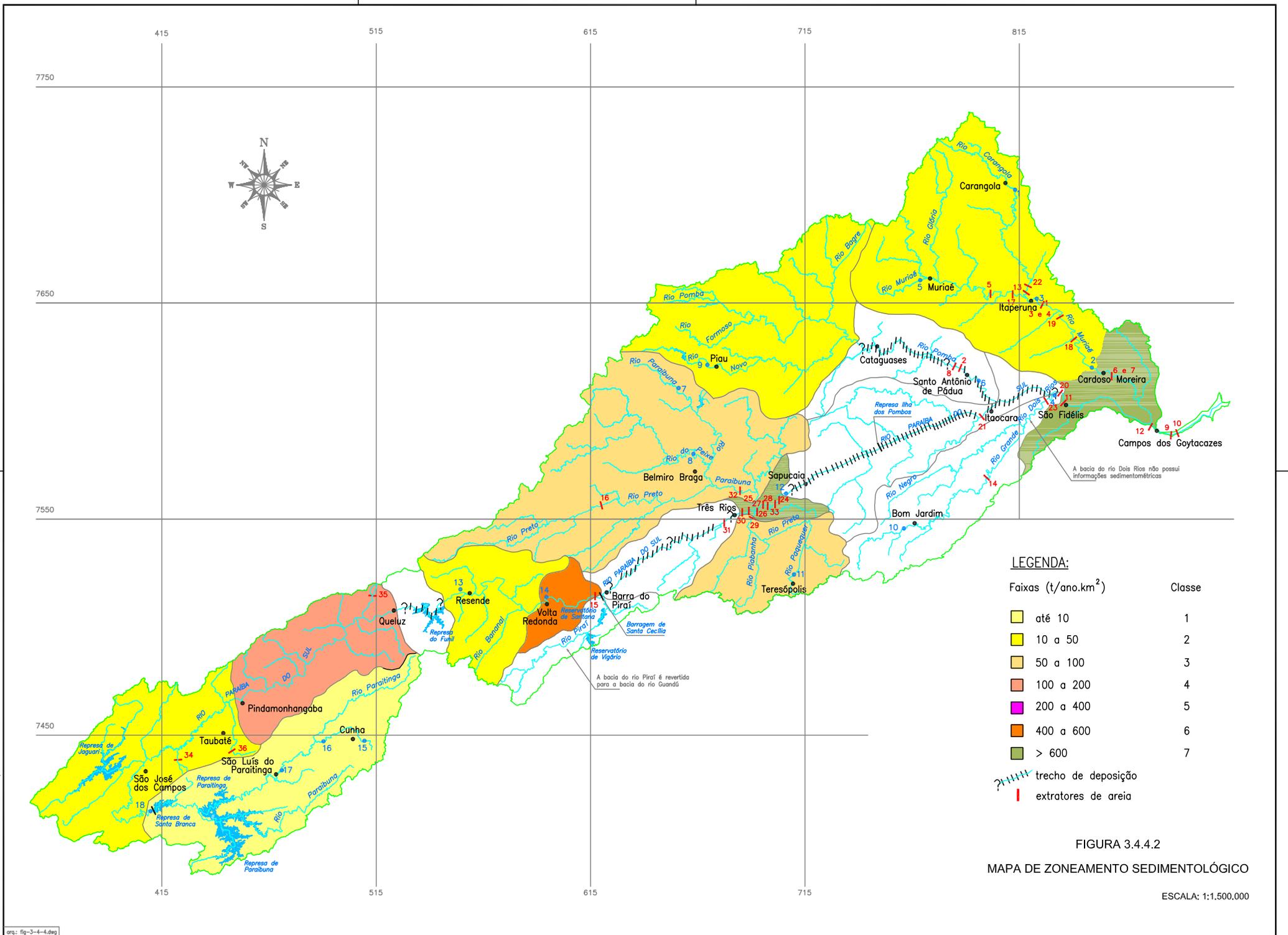
A tabela 3.4.4.4 apresenta o balanço sedimentológico e o agrupamento das produções específicas nas classes definidas na tabela 3.4.4.3, e a figura 3.4.4.2 mostra o zoneamento sedimentológico alcançado para a bacia do rio Paraíba do Sul, bem como os extratores de areia da região fluminense, cadastrados na Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente (FEEMA).

Tabela 3.4.4.4
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
Santo 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.

3.4.5 Diagnóstico Sedimentológico Preliminar

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 3.4.4.2 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.

A estação de Queluz representa a carga afluente 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 3.4.4.2.

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.

3.4.6 Conclusões e Recomendações

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.

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 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. PROJEÇÃO DE CRESCIMENTO DEMOGRÁFICO

Este item apresenta os estudos demográficos referentes às localidades situadas na bacia do rio Paraíba do Sul e tem como objetivo a Integração, homogeneização e atualização, a partir das informações do censo 2000 do IBGE, dos estudos realizados no âmbito do Projeto Qualidade das Águas e Controle da Poluição Hídrica (PQA) e do Projeto Preparatório para o Gerenciamento dos Recursos Hídricos do Paraíba do Sul (PPG), uma vez que os métodos matemáticos utilizados nos estudos anteriores corresponderam ao logístico e aritmético para os trechos fluminense e mineiro da bacia, enquanto no trecho paulista foi utilizado o método dos componentes.

4.1 Metodologia Empregada

A homogeneização, integração e atualização dos estudos anteriores para se projetar o crescimento populacional urbano das cidades pertencentes à bacia do rio Paraíba do Sul, foi procedida utilizando-se os métodos matemáticos logístico e aritmético, tomando como base os dados censitários de 1980, 1991 e 2000. Na homogeneização não foi usado o método dos componentes uma vez que não se dispunha de todas as informações por ele requeridas relativamente à integralidade da bacia.

O primeiro, método matemático logístico, considera o crescimento da população em uma localidade cuja representação gráfica é uma curva em “S”, denominada logística. Essa curva pode ser definida por uma equação diferencial, que mostra ser a taxa percentual de crescimento proporcional à população residual, entendendo-se como população residual a diferença entre a população de saturação e a população variável existente.

Quando este método não pôde ser empregado, utilizou-se o método da progressão aritmética, que considera a variação de crescimento da população por unidade de tempo uma constante. Para tanto, tomou-se como base a razão de crescimento verificada no período 1980/2000. Utilizou-se a seguinte formulação matemática:

Por outro lado, para as comunidades que apresentaram um decréscimo do contingente populacional, no período compreendido entre 1980/1991 e 1991/2000 e, portanto, não se adequando ao emprego de qualquer método de estimativa do crescimento populacional, optou-se pela manutenção do número de habitantes verificado no último censo (2000) para todo alcance deste estudo.

O método da progressão aritmética foi utilizado para as localidades que apresentaram decréscimo do contingente populacional, no período compreendido entre 1980/1991, voltando a crescer no período subsequente (1991/2000). Ele foi empregado, tomando por base o crescimento verificado no último período.

Dessa forma, o estudo relativo à expectativa de crescimento populacional urbano para as cidades compreendidas na bacia do rio Paraíba do Sul foi desenvolvido dentro da mesma metodologia utilizada para o Estado do Rio de Janeiro, mas com a introdução de algumas modificações conceituais em que foi feita a reconstituição territorial de alguns distritos nos anos de 1970, 1980 e 1991, de acordo com a configuração dos mesmos no censo de 2000, conforme apresentado a seguir:

A comparação das populações dos censos de 1970, 1980, 1991 e 2000 exige que se tenha uma base territorial comum, o que foi dificultado pelo grande número de criações de novos municípios e desmembramento e remembramento de distritos ocorridos no período.



Para possibilitar o cálculo foram estudadas todas as transições de distritos entre um censo e o próximo, as quais incidem em uma das seguintes categorias:

1. mudança de nome do distrito, no mesmo município, sem alteração da base territorial;
2. incorporação de um distrito em outro, no mesmo município;
3. desmembramento de um distrito, a partir de porções de um ou mais distritos originais de um mesmo município;
4. criação de distritos de um novo município, a partir de distritos ou porções deles, em um município existente.

A determinação mais precisa das transições havidas e do contingente de população envolvido só pode ser realizada por meio da tabulação dos censos por setor censitário e das tabelas de transições dos setores censitários de um ano para outro, o que demandaria um tempo de execução muito grande.

Optou-se, então, por quantificar as transições de maneira mais simples, tomando por base a legislação municipal pertinente, mapa de distritos em 1991 e as configurações dos distritos nos diversos censos. As transições foram, então, calculadas considerando-se apenas a população urbana, calculando-se em cada caso, um fator representativo da parcela do distrito A, existente no censo i , que é proveniente do distrito B, existente no censo $i-1$ (censo anterior).

Nos casos de simples mudança de nome, de agregação de um distrito em outro ou de transformação integral de um distrito de um município em distrito de um novo município, o fator é igual a 1. Nos casos de um ou mais distritos serem desmembrados de um distrito anterior, foram calculados os fatores de cada um dos distritos do novo censo (incluindo o distrito que originou o desmembramento), em relação ao distrito original no censo anterior, pela proporção da população urbana de cada novo distrito desmembrado, em relação ao conjunto de distritos desmembrados.

4.2 Resultados Obtidos

Os resultados correspondentes à metodologia adotada para a projeção populacional foram incorporados a um banco de dados relacional Access e são, a seguir, apresentados nas tabelas 4.2.1 a 4.2.3 para os anos 2000, 2005, 2010, 2015 e 2020, respectivamente, correspondentes às localidades fluminenses, mineiras e paulistas inseridas na bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul.

Tabela 4.2.1
Estimativa da Evolução Populacional Urbana das Localidades
Pertencentes a Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul
Minas Gerais

Nº	Municípios	Núcleos Urbanos	Anos				
			2000 (Censo IBGE)	2005	2010	2015	2020
1	Além Paraíba	Além Paraíba	29.635	31.290	32.945	34.600	36.255
2	Além Paraíba	Angustura	1.393	1.585	1.776	1.968	2.159
3	Antônio Carlos	Antônio Carlos	-	-	-	-	-
4	Antônio Prado de Minas	Antônio Prado de Minas	977	1.038	1.082	1.114	1.135
5	Aracitaba	Aracitaba	1.454	1.492	1.525	1.554	1.579
6	Argirita	Argirita	2.152	2.272	2.395	2.523	2.653
7	Astolfo Dutra	Astolfo Dutra	8.922	9.419	9.799	10.082	10.288
8	Astolfo Dutra	Santana do Campestre	1.080	1.129	1.164	1.188	1.204
9	Astolfo Dutra	Sobral Pinto	340	340	340	340	340
10	Barão de Monte Alto	Barão de Monte Alto	1.567	1.617	1.655	1.682	1.702
11	Barão de Monte Alto	Cachoeira Alegre	1.849	1.999	2.148	2.298	2.447
12	Barão de Monte Alto	Silveira Carvalho	611	646	681	716	751
13	Barbacena	Barbacena	-	-	-	-	-
14	Barbacena	Correia de Almeida	-	-	-	-	-
15	Barbacena	Padre Brito	-	-	-	-	-
16	Barbacena	Senhora das Dores	-	-	-	-	-
17	Belmiro Braga	Belmiro Braga	559	590	621	651	679
18	Belmiro Braga	Porto das Flores	207	207	207	207	207
19	Belmiro Braga	Três Ilhas	184	195	205	216	226
20	Bias Fortes	Bias Fortes	1.641	1.653	1.660	1.663	1.665
21	Bicas	Bicas	11.498	12.224	12.949	13.675	14.400
22	Bocaina de Minas	Bocaina de Minas	-	-	-	-	-
23	Bocaina de Minas	Mirantão	937	963	975	981	984
24	Bom Jardim de Minas	Bom Jardim de Minas	-	-	-	-	-
25	Bom Jardim de Minas	Taboão	142	142	142	142	142
26	Carangola	Carangola	22.097	22.773	23.227	23.526	23.721
27	Carangola	Alvorada	693	700	703	705	705
28	Carangola	Lacerdinha	1.278	1.418	1.557	1.697	1.836
29	Carangola	Ponte Alta de Minas	672	699	716	727	734
30	Cataguases	Cataguases	57.267	60.044	62.268	64.015	65.366
31	Cataguases	Aracati de Minas	432	443	450	454	457
32	Cataguases	Cataguarino	436	436	436	436	436
33	Cataguases	Glória de Cataguases	56	64	72	80	88
34	Cataguases	Sereno	1.514	1.757	2.000	2.243	2.486
35	Cataguases	Vista Alegre	777	801	825	849	873
36	Chácara	Chácara	1.651	1.651	1.651	1.651	1.651
37	Chiador	Chiador	758	801	838	871	899
38	Chiador	Penha Longa	652	705	758	811	864
39	Coronel Pacheco	Coronel Pacheco	1.802	1.856	1.911	1.965	2.019
40	Descoberto	Descoberto	3.251	3.636	3.971	4.249	4.472
41	Desterro do Melo	Desterro do Melo	-	-	-	-	-
42	Divinésia	Divinésia	-	-	-	-	-
43	Divino	Divino	7.940	9.200	10.490	11.770	12.999
44	Divino	Bom Jesus do Divino	724	843	949	1.040	1.113
45	Dona Euzébia	Dona Euzébia	3.677	3.962	4.133	4.231	4.286
46	Dona Euzébia	São Manoel do Guaiçu	939	946	948	948	948
47	Ervália	Ervália	-	-	-	-	-
48	Estrela Dalva	Estrela Dalva	1.623	1.717	1.811	1.905	199
49	Estrela Dalva	Água Viva	178	178	178	178	178
50	Eugenópolis	Eugenópolis	5.137	5.620	6.102	6.585	7.067
51	Eugenópolis	Gavião	200	200	200	200	200
52	Eugenópolis	Pinhotiba	325	326	327	327	327
53	Ewbank da Câmara	Ewbank da Câmara	3.168	3.516	3.863	4.211	4.558
54	Faria Lemos	Faria Lemos	2.277	2.420	2.564	2.707	2.850
55	Fervedouro	Fervedouro	2.817	3.300	3.788	4.261	4.702
56	Fervedouro	Bom Jesus do Madeira	328	331	332	332	332
57	Fervedouro	São Pedro do Glória	570	639	698	746	784
58	Goianá	Goianá	2.412	2.535	2.617	2.671	2.706
59	Guarani	Guarani	6.205	6.750	7.296	7.841	7.386
60	Guarará	Guarará	3.552	3.719	3.829	3.899	3.944
61	Guidoval	Guidoval	5.304	5.975	6.646	7.316	7.987
62	Guiricema	Guiricema	2.954	3.176	3.349	3.478	3.573
63	Guiricema	Tuiutinga	616	640	658	671	679
64	Guiricema	Vilas Boas	385	395	402	406	408
65	Itamarati de Minas	Itamarati de Minas	2.804	3.126	3.447	3.769	4.090
66	Juiz de Fora	Juiz de Fora	450.142	493.801	539.444	586.760	635.378
67	Juiz de Fora	Rosário de Minas	1.412	1.537	1.665	1.795	1.924
68	Juiz de Fora	Sarandira	770	908	1.046	1.183	1.321
69	Juiz de Fora	Torreões	678	678	678	678	678
70	Laranjal	Laranjal	3.953	4.220	4.488	4.755	5.022
71	Laranjal	São João da Sapucaia	259	280	302	323	344

Nº	Municípios	Núcleos Urbanos	Anos				
			2000 (Censo IBGE)	2005	2010	2015	2020
72	Leopoldina	Leopoldina	40.383	43.560	46.773	49.991	53.186
73	Leopoldina	Abaíba	171	174	177	179	182
74	Leopoldina	Piçatuba	714	740	766	793	820
75	Leopoldina	Providência	447	485	524	562	600
76	Leopoldina	Ribeiro Junqueira	727	797	866	936	1.005
77	Leopoldina	Tebas	1.051	1.084	1.116	1.149	1.181
78	Lima Duarte	Lima Duarte	10.311	11.239	12.167	13.094	14.022
79	Lima Duarte	S. Domingos da Bocaina	288	288	288	288	288
80	Lima Duarte	S. José dos Lopes	298	320	342	365	387
81	Mar de Espanha	Mar de Espanha	8.678	9.180	9.534	9.777	9.938
82	Mar de Espanha	Engenho Novo	203	221	239	257	275
83	Mar de Espanha	Saudade	242	246	251	255	260
84	Maripá de Minas	Maripá de Minas	1.871	2.053	2.235	2.417	2.599
85	Matias Barbosa	Matias Barbosa	11.583	12.428	13.281	14.135	14.982
86	Mercês	Mercês	6.155	6.617	7.080	7.542	8.004
87	Miradouro	Miradouro	4.919	5.248	5.526	5.756	5.941
88	Miraí	Miraí	8.950	9.607	10.263	10.920	11.576
89	Miraí	Dores da Vitória	492	547	606	669	735
90	Muriaé	Muriaé	77.760	84.366	90.565	96.263	101.404
91	Muriaé	Belisário	1.087	1.100	1.105	1.108	1.109
92	Muriaé	Boa Família	848	951	1.054	1.156	1.259
93	Muriaé	Bom Jesus da Cachoeira	1.137	1.364	1.591	1.819	2.046
94	Muriaé	Itamurí	860	864	865	865	865
95	Muriaé	Pirapanema	407	432	448	458	465
96	Muriaé	Vermelho	1.824	2.024	2.225	2.425	2.625
97	Olaria	Olaria	844	900	946	983	1.012
98	Oliveira Fortes	Oliveira Fortes	1.070	1.148	1.227	1.305	1.383
99	Orizânia	Orizânia	1.705	1.966	2.228	2.489	2.750
100	Paiva	Paiva	1.136	1.210	1.285	1.359	1.433
101	Palma	Palma	3.755	4.024	4.293	4.561	4.830
102	Palma	Cisneiros	585	606	626	647	667
103	Palma	Itapiruçu	525	537	547	554	560
104	Passa Vinte	Passa Vinte	1.283	1.332	1.382	1.431	1.481
105	Patrocínio do Muriaé	Patrocínio do Muriaé	3.402	3.759	4.116	4.473	4.830
106	Pedra Dourada	Pedra Dourada	1.121	1.300	1.444	1.550	1.625
107	Pedro Teixeira	Pedro Teixeira	766	840	896	935	961
108	Pequeri	Pequeri	2.627	2.722	2.816	2.911	3.005
109	Piau	Piau	1.672	1.756	1.819	1.864	1.896
110	Pirapetinga	Pirapetinga	7.763	8.745	9.705	10.615	11.454
111	Pirapetinga	Caiapó	255	352	449	547	644
112	Pirapetinga	Valão Quente	395	536	676	817	957
113	Piraúba	Piraúba	8.502	9.456	10.299	11.014	11.601
114	Recreio	Recreio	7.862	8.100	8.320	8.520	8.702
115	Recreio	Angaturama	296	296	296	296	296
116	Recreio	Conceição da Boa Vista	899	899	899	899	899
117	Rio Novo	Rio Novo	7.264	7.780	8.211	8.559	8.836
118	Rio Pomba	Rio Pomba	13.290	14.283	15.277	16.270	17.263
119	Rio Preto	Rio Preto	3.864	4.099	4.333	4.568	4.802
120	Rochedo de Minas	Rochedo de Minas	1.703	1.936	2.170	2.403	2.636
121	Rodeiro	Rodeiro	4.309	5.072	5.836	6.599	7.362
122	Rosário da Limeira	Rosário da Limeira	1.649	1.827	2.005	2.182	2.360
123	Santa Bárb. do M. Verde	Santa Bárb. do M. Verde	1.163	1.391	1.620	1.848	2.076
124	Santa Bárb. do M. Verde	S. Sebastião do Barreado	79	83	87	90	94
125	Santa Bárbara do Tugúrio	Santa Bárbara do Tugúrio	1.630	1.816	2.003	2.189	2.375
126	Santa Bárbara do Tugúrio	Bom Retiro	171	172	172	172	172
127	Santa Rita de Jacutinga	Santa Rita de Jacutinga	3.489	3.604	3.719	3.833	3.948
128	Santa Rita de Jacutinga	Itaboca	113	127	140	153	164
129	Santa Rita do Ibitipoca	Santa Rita do Ibitipoca	-	-	-	-	-
130	Santa Rita do Ibitipoca	Campolide (B.J.Vermelho)	369	394	418	443	467
131	Santana de Cataguases	Santana de Cataguases	2.613	2.791	2.938	3.057	3.151
132	Santana do Deserto	Santana do Deserto	1.225	1.360	1.496	1.631	1.766
133	Santo A. do Aventureiro	Santo A. do Aventureiro	1.470	1.641	1.813	1.984	2.155
134	Santo A. do Aventureiro	São Domingos	567	567	567	567	567
135	Santos Dumont	Santos Dumont	38.451	39.230	39.765	40.128	40.373
136	Santos Dumont	Conceição do Formoso	608	648	688	728	768
137	Santos Dumont	Dores do Paraibuna	601	647	693	739	785
138	Santos Dumont	Mantiqueira	223	223	223	223	223
139	Santos Dumont	São João da Serra	519	519	519	519	519
140	São Francisco do Glória	São Francisco do Glória	3.101	3.348	3.595	3.841	4.088
141	São Geraldo	São Geraldo	4.763	5.156	5.550	5.943	6.336
142	São João Nepomuceno	São João Nepomuceno	20.454	22.197	23.779	25.182	26.398
143	São João Nepomuceno	Carlos Alves	552	562	566	567	568
144	São João Nepomuceno	Ituí	345	347	348	349	349
145	São João Nepomuceno	Roça Grande	544	548	550	551	551
146	São João Nepomuceno	Taruacú	437	437	437	437	437
147	S. S. da Vargem Alegre	S. S. da Vargem Alegre	1.223	1.392	1.561	1.730	1.899
148	Senador Cortes	Senador Cortes	1.091	1.207	1.291	1.348	1.385
149	Silveirânia	Silveirânia	1.021	1.137	1.253	1.369	1.485
150	Simão Pereira	Simão Pereira	1.334	1.469	1.604	1.738	1.873

Nº	Municípios	Núcleos Urbanos	Anos				
			2000 (Censo IBGE)	2005	2010	2015	2020
151	Tabuleiro	Tabuleiro	2.595	2.776	2.957	3.138	3.319
152	Tocantins	Tocantins	11.347	13.069	14.858	16.668	18.451
153	Tombos	Tombos	7.179	7.817	8.455	9.092	9.730
154	Tombos	Água Santa de Minas	282	322	363	403	443
155	Tombos	Catuné	856	987	1.118	1.248	1.379
156	Ubá	Ubá	74.981	83.069	91.157	99.245	107.333
157	Ubá	Diamante de Ubá	947	1.112	1.295	1.495	1.710
158	Ubá	Miragaia	437	512	587	662	737
159	Vieiras	Vieiras	1.349	1.493	1.636	1.780	1.923
160	Vieiras	Santo A. do Glória	436	439	442	444	445
161	Visconde do Rio Branco	Visconde do Rio Branco	25.889	28.044	30.198	32.353	34.507
162	Volta Grande	Volta Grande	3.134	3.365	3.596	3.826	4.057
163	Volta Grande	Trimonte	343	343	343	343	343
Total			1.147.712	1.245.300	1.342.290	1.438.451	1.531.384

Obs.: 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.

Tabela 4.2.2
Estimativa da Evolução Populacional Urbana das Localidades Pertencentes a Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul - São Paulo

Nº	Municípios	Núcleos Urbanos	Anos				
			2000 (Censo IBGE)	2005	2010	2015	2020
1	Aparecida	Aparecida	34.382	35.015	35.435	35.710	35.889
2	Arapeí	Arapeí	1.899	2.076	2.253	2.429	2.606
3	Areias	Areias	2.452	2.689	2.943	3.189	3.434
4	Arujá	Arujá	-	-	-	-	-
5	Bananal	Bananal	7.187	7.763	8.287	8.754	9.161
6	Caçapava	Caçapava	66.741	70.656	73.914	76.567	78.688
7	Cachoeira Paulista	Cachoeira Paulista	21.671	22.948	24.224	25.501	26.777
8	Canas	Canas	3.041	3.409	3.777	4.144	4.512
9	Cruzeiro	Cruzeiro	71.179	73.261	74.811	75.949	76.776
10	Cunha	Cunha	10.146	11.133	12.040	12.850	13.557
11	Cunha	Campos de Cunha	988	1.116	1.245	1.373	1.501
12	Guararema	Guararema	17.710	18.879	19.562	19.944	20.152
13	Guaratinguetá	Guaratinguetá	99.162	106.607	113.360	119.361	124.594
14	Guarulhos	Guarulhos	-	-	-	-	-
15	Igaratá	Igaratá	5.877	6.760	7.494	8.065	8.487
16	Itaquaquetuba	Itaquaquetuba	-	-	-	-	-
17	Jacareí	Jacareí	169.575	179.909	187.437	192.753	196.424
18	Jacareí	Parque Meia Lua	9.103	9.214	9.263	9.286	9.295
19	Jacareí	São Silvestre de Jacareí	4.699	4.999	5.310	5.631	5.960
20	Jambeiro	Jambeiro	1.934	2.164	2.394	2.624	2.854
21	Lagoinha	Lagoinha	2.877	3.322	3.786	4.255	4.717
22	Lavrinhas	Lavrinhas	3.701	4.551	5.481	6.455	7.428
23	Lavrinhas	Pinheiros	1.606	1.750	1.842	1.897	1.928
24	Lorena	Lorena	75.097	77.831	79.714	80.987	81.834
25	Moji das Cruzes	Moji das Cruzes	-	-	-	-	-
26	Monteiro Lobato	Monteiro Lobato	1.515	1.652	1.750	1.717	1.861
27	Natividade da Serra	Natividade da Serra	2.570	2.788	3.005	3.223	3.440
28	Natividade da Serra	Bairro Alto	283	330	376	423	470
29	Paraibuna	Paraibuna	5.295	5.295	5.295	5.295	5.295
30	Pindamonhangaba	Pindamonhangaba	87.454	95.711	103.142	109.637	115.171
31	Pindamonhangaba	Moreira César	31.624	34.450	36.251	37.337	37.969
32	Piquete	Piquete	14.209	14.318	14.365	14.386	14.395
33	Potim	Potim	12.967	14.335	15.703	17.071	18.439
34	Queluz	Queluz	7.846	8.536	9.225	9.915	10.604
35	Redenção da Serra	Redenção da Serra	1.627	1.627	1.627	1.627	1.627
36	Roseira	Roseira	8.013	9.021	10.029	11.036	12.044
37	Salesópolis	Salesópolis	-	-	-	-	-
38	Santa Branca	Santa Branca	11.721	13.417	15.298	17.368	19.624
39	Santa Isabel	Santa Isabel	33.014	34.792	35.987	36.767	37.264
40	São José do Barreiro	São José do Barreiro	2.471	2.647	2.794	2.914	3.010
41	São José dos Campos	São José dos Campos	463.586	498.822	527.069	548.988	565.572
42	São José dos Campos	Eugênio de Melo	68.095	78.418	83.684	86.082	87.119
43	São José dos Campos	São Francisco Xavier	1.036	1.115	1.193	1.272	1.350
44	São Luís do Paraitinga	São Luís do Paraitinga	5.704	6.369	7.079	7.831	8.619
45	São Luís do Paraitinga	Catuçaba	441	447	453	458	464
46	Silveiras	Silveiras	2.451	2.785	3.118	3.452	3.785
47	Taubaté	Taubaté	205.684	214.952	222.869	229.533	235.073
48	Taubaté	Quiririm	24.171	28.705	33.239	37.773	42.307
49	Tremembé	Tremembé	29.866	32.114	33.713	34.806	35.532
Total			1.632.670	1.748.698	1.841.836	1.916.635	1.977.608

Obs.: As sedes municipais de Arujá, Guarulhos, Moji das Cruzes, Itaquaquetuba e Salesópolis encontram-se fora da bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul.

Tabela 4.2.3
Estimativa da Evolução Populacional Urbana das Localidades
Pertencentes a Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul
Rio de Janeiro

Nº	Municípios	Núcleos Urbanos	Anos				
			2000 (Censo IBGE)	2005	2010	2015	2020
1	Aperibé	Aperibé	6.842	7.893	8.945	9.996	11.047
2	Areal	Areal	8.954	9.969	10.984	11.998	13.013
3	Barra do Pirai	Barra do Pirai	66.918	70.784	74.559	78.215	81.726
4	Barra do Pirai	Dorândia	1.665	1.823	1.986	2.151	2.319
5	Barra do Pirai	Ipiabas	2.736	3.231	3.725	4.220	4.714
6	Barra do Pirai	São José do Turvo	10.343	10.523	10.550	10.554	10.554
7	Barra do Pirai	Vargem Alegre	3.154	3.595	4.036	4.477	4.918
8	Barra Mansa	Barra Mansa	162.797	172.007	180.769	189.018	196.709
9	Barra Mansa	Floriano	560	560	560	560	560
10	Barra Mansa	Antônio Rocha	94	146	198	251	303
11	Barra Mansa	Rialto	784	784	784	784	784
12	Barra Mansa	N.S.do Amparo	899	954	1.010	1.065	1.120
13	Bom Jardim	Bom Jardim	9.330	10.012	10.567	11.005	11.342
14	Bom Jardim	Banquete	1.257	1.331	1.381	1.414	1.436
15	Bom Jardim	Barra Alegre	164	165	165	165	165
16	Bom Jardim	S. José do Ribeirão	566	653	739	826	913
17	Cambuci	Cambuci	5.301	5.953	6.604	7.256	7.907
18	Cambuci	Funil	1.130	1.255	1.381	1.506	1.631
19	Cambuci	Monte Verde	512	588	664	739	815
20	Cambuci	São João do Paraíso	2.451	2.486	2.508	2.522	2.531
21	Cambuci	Três Irmãos	552	552	552	552	552
22	Campos dos Goytacazes	Campos dos Goytacazes	311.723	322.254	328.286	331.664	333.530
23	Campos dos Goytacazes	Travessão	12.686	14.724	16.432	17.764	18.748
24	Campos dos Goytacazes	Vila Nova de Campos	1.374	1.374	1.374	1.374	1.374
25	Cantagalo	Cantagalo	10.204	10.637	10.960	11.196	11.367
26	Cantagalo	Boa Sorte	1.081	1.211	1.341	1.471	1.601
27	Cantagalo	Euclidelândia	1.533	1.608	1.664	1.704	1.733
28	Cantagalo	Santa Rita da Floresta	650	797	944	1.092	1.239
29	Cantagalo	S. Sebastião do Paraíba	230	242	254	267	279
30	Cardoso Moreira	Cardoso Moreira	7.374	7.974	8.418	8.733	8.949
31	Cardoso Moreira	São Joaquim	667	-	-	-	-
32	Carmo	Carmo	10.070	10.618	10.963	11.173	11.297
33	Carmo	Córrego da Prata	336	336	336	336	336
34	Carmo	Porto Velho do Cunha	650	691	721	744	759
35	Com. Levy Gasparian	Com. Levy Gasparian	6.161	6.689	7.163	7.577	7.931
36	Com. Levy Gasparian	Afonso Arinos	1.149	1.525	1.901	2.277	2.653
37	Cordeiro	Cordeiro	17.756	18.767	19.471	19.946	20.259
38	Duas Barras	Duas Barras	3.335	3.707	3.990	4.194	4.336
39	Duas Barras	Monerá	2.688	3.016	3.345	3.673	4.001
40	Engº Paulo de Frontin	Engº Paulo de Frontin	-	-	-	-	-
41	Engº Paulo de Frontin	Sacra Família do Tinguá	2.650	3.421	4.050	4.491	4.768
42	Italva	Italva	8.841	10.381	11.950	13.487	14.936
43	Itaocara	Itaocara	11.341	11.946	12.348	12.608	12.772
44	Itaocara	Estrada Nova	122	122	122	122	122
45	Itaocara	Jaguarembé	1.092	1.236	1.359	1.459	1.536
46	Itaocara	Batatal	493	547	594	634	665
47	Itaocara	Laranjais	1.563	1.707	1.846	1.977	2.099
48	Itaocara	Portela	1.317	1.367	1.417	1.466	1.516
49	Itaperuna	Itaperuna	67.305	72.025	75.356	77.619	79.116
50	Itaperuna	Boaventura	1.343	1.452	1.561	1.669	1.778
51	Itaperuna	Comendador Venâncio	2.564	3.030	3.496	3.962	4.428
52	Itaperuna	Itajara	323	323	323	323	323
53	Itaperuna	N. Senhora da Penha	838	922	1.005	1.089	1.172
54	Itaperuna	Raposo	2.598	3.076	3.555	4.033	4.511
55	Itaperuna	Retiro do Muriaé	2.407	2.501	2.553	2.580	2.595
56	Itatiaia	Itatiaia	11.728	12.503	13.277	14.052	14.826
57	Laje de Muriaé	Laje de Muriaé	5.624	6.329	7.033	7.738	8.442
58	Macuco	Macuco	3.925	4.124	4.324	4.523	4.722
59	Mendes	Mendes	17.123	17.283	17.346	17.371	17.380
60	Miguel Pereira	Miguel Pereira	11.810	12.994	14.179	15.363	16.547
61	Miracema	Miracema	22.367	23.934	25.393	26.728	27.932
62	Miracema	Paraíso do Tobias	1.167	1.201	1.222	1.235	1.242
63	Miracema	Venda das Flores	510	514	515	516	516
64	Natividade	Natividade	10.105	10.751	11.252	11.630	11.908
65	Natividade	Bom Jesus do Querendo	807	950	1.093	1.236	1.379
66	Natividade	Ourânia	829	848	857	860	862
67	Nova Friburgo	Nova Friburgo	114.164	114.985	115.365	115.540	115.621
68	Nova Friburgo	Amparo	2.735	2.739	2.739	2.739	2.739
69	Nova Friburgo	Campo do Coelho	1.939	2.624	3.338	3.998	4.541
70	Nova Friburgo	Conselheiro Paulino	29.078	29.991	30.470	30.716	30.841
71	Nova Friburgo	Riograndina	1.946	1.946	1.946	1.946	1.946

Nº	Municípios	Núcleos Urbanos	Anos				
			2000 (Censo IBGE)	2005	2010	2015	2020
72	Paty do Alferes	Paty do Alferes	13.027	13.658	13.910	14.007	14.043
73	Paty do Alferes	Avelar	3.729	3.999	4.121	4.173	4.195
74	Paraíba do Sul	Paraíba do Sul	17.035	17.596	18.049	18.412	18.699
75	Paraíba do Sul	Inconfidência	358	358	358	358	358
76	Paraíba do Sul	Salutaris	12.364	13.766	15.168	16.570	17.972
77	Paraíba do Sul	Werneck	2.931	3.328	3.774	4.274	4.831
78	Petrópolis	Petrópolis	181.638	189.485	197.333	205.180	213.027
79	Petrópolis	Cascatinha	61.939	63.413	64.225	64.664	64.899
80	Petrópolis	Itaipava	12.436	12.489	12.500	12.502	12.503
81	Petrópolis	Posse	6.834	6.938	6.974	6.986	6.990
82	Petrópolis	Pedro do Rio	7.824	7.830	7.831	7.831	7.831
83	Pinheiral	Pinheiral	17.672	20.025	22.377	24.730	27.082
84	Pirai	Pirai	11.616	13.035	14.455	15.874	17.294
85	Pirai	Arrozal	5.055	5.075	5.081	5.083	5.084
86	Pirai	Santanésia	1.092	1.140	1.188	1.235	1.283
87	Porciúncula	Porciúncula	10.479	11.684	12.940	14.231	15.538
88	Porciúncula	Purilândia	643	746	850	953	1.056
89	Porto Real	Porto Real	11.388	13.802	16.216	18.630	21.044
90	Quatis	Quatis	9.039	10.077	11.055	11.949	12.744
91	Quatis	Falcão	139	139	139	139	139
92	Quatis	Ribeirão São Joaquim	234	265	295	326	356
93	Resende	Resende	67.946	77.666	87.918	98.521	109.262
94	Resende	Agulhas Negras	23.239	25.580	29.920	33.261	36.601
95	Resende	Engenheiro Passos	3.236	3.390	3.469	3.509	3.528
96	Resende	Fumaça	299	381	463	546	628
97	Resende	Pedra Selada	1.243	1.490	1.737	1.984	2.231
98	Rio Claro	Rio Claro	4.990	5.554	6.117	6.681	7.244
99	Rio Claro	Getulândia	599	604	605	605	605
100	Rio Claro	Lídice	4.000	4.333	4.666	4.998	5.331
101	Rio Claro	Passa Três	1.906	2.088	2.213	2.294	2.344
102	Rio Claro	São João Marcos	121	146	172	197	222
103	Rio das Flores	Rio das Flores	3.245	3.610	3.974	4.339	4.703
104	Rio das Flores	Abarrancamento	31	38	44	51	57
105	Rio das Flores	Manuel Duarte	535	614	694	773	852
106	Rio das Flores	Taboas	1.553	1.762	1.931	2.059	2.153
107	Santa Maria Madalena	Santa Maria Madalena	4.467	4.912	5.331	5.715	6.058
108	Santa Maria Madalena	Renascença	2	2	2	2	2
109	Santo Antônio de Pádua	Santo Antônio de Pádua	22.035	24.191	26.199	28.020	29.634
110	Santo Antônio de Pádua	Baltazar	220	240	261	281	300
111	Santo Antônio de Pádua	Ibitiguaçu	395	452	510	567	624
112	Santo Antônio de Pádua	Marangatu	740	789	839	888	938
113	Santo Antônio de Pádua	Monte Alegre	1.282	1.408	1.535	1.661	1.787
114	Santo Antônio de Pádua	Paraquena	383	383	383	383	383
115	Santo Antônio de Pádua	São Pedro de Alcantara	3.159	3.856	4.398	4.774	5.013
116	Santo Antônio de Pádua	Santa Cruz	743	801	832	847	854
117	São Fidélis	São Fidélis	19.041	20.618	22.014	23.217	24.231
118	São Fidélis	Cambiasca	611	701	767	811	839
119	São Fidélis	Colônia	978	1.005	1.014	1.017	1.018
120	São Fidélis	Ipuca	4.061	4.370	4.561	4.673	4.737
121	São Fidélis	Pureza	1.822	1.829	1.832	1.833	1.834
122	S. Franc. Do Itabapoana	S. Franc. Do Itabapoana	-	-	-	-	-
123	S. Franc. Do Itabapoana	Barra Seca	8.012	8.639	9.116	9.465	9.713
124	São João da Barra	São João da Barra	16.156	17.998	19.840	21.681	23.523
125	São João da Barra	Barcelos	2.362	2.437	2.513	2.588	2.663
126	São José de Ubá	São José de Ubá	2.326	2.561	2.796	3.030	3.265
127	S.J.do Vale do Rio Preto	S.J. do Vale do Rio Preto	9.007	9.503	9.743	9.854	9.905
128	São Sebastião do Alto	São Sebastião do Alto	1.697	1.904	2.113	2.319	2.519
129	São Sebastião do Alto	Ipituna	577	584	584	585	585
130	São Sebastião do Alto	Valão do Barro	1.403	1.522	1.588	1.623	1.640
131	Sapucaia	Sapucaia	4.686	4.976	5.218	5.414	5.571
132	Sapucaia	Anta	3.121	3.264	3.406	3.549	3.691
133	Sapucaia	Jamaparã	3.567	4.027	4.487	4.946	5.406
134	Sapucaia	Pião	0	0	0	0	0
135	Sapucaia	N. S. da Aparecida	787	847	907	967	1.027
136	Sumidouro	Sumidouro	2.334	2.464	2.559	2.626	2.673
137	Teresópolis	Teresópolis	109.696	116.520	122.793	128.471	133.541
138	Teresópolis	Vale de Bonsucesso	3.998	4.096	4.118	4.123	4.124
139	Teresópolis	Vale do Paquequer	1.504	1.525	1.527	1.527	1.527
140	Trajano de Moraes	Trajano de Moraes	1.804	1.908	2.013	2.117	2.221
141	Trajano de Moraes	Doutor Elias	125	137	149	161	173
142	Trajano de Moraes	Visconde de Imbé	867	903	924	936	943

Nº	Municípios	Núcleos Urbanos	Anos				
			2000 (Censo IBGE)	2005	2010	2015	2020
143	Três Rios	Três Rios	65.957	68.108	69.615	70.653	71.359
144	Três Rios	Bemposta	1.390	1.525	1.660	1.794	1.929
145	Valença	Valença	50.503	52.804	54.522	55.777	56.679
146	Valença	Barão de Juparanã	2.864	3.350	3.835	4.321	4.806
147	Valença	Conservatória	1.713	1.880	2.046	2.213	2.380
148	Valença	Parapeúna	656	701	746	791	836
149	Valença	Pentagna	226	226	226	226	226
150	Valença	Santa Isabel do Rio Preto	1.361	1.497	1.632	1.768	1.903
151	Vassouras	Vassouras	18.478	19.761	21.012	22.219	23.371
152	Vassouras	Andrade Pinto	978	978	978	978	978
153	Vassouras	S. Sebast. dos Ferreiros	375	417	458	500	541
154	Vassouras	Sebastião Lacerda	55	55	55	55	55
155	Varre - Sai	Varre - Sai	4.132	4.727	5.323	5.918	6.513
156	Volta Redonda	Volta Redonda	241.996	251.359	258.697	264.356	268.665
	Total		2.142.397	2.264.070	2.372.553	2.468.334	2.555.164

Obs.: As sedes municipais de Engenheiro Paulo de Frontin e São Francisco do Itabapoana encontram-se fora da bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul

5. ESTUDOS ECONÔMICOS

5.1 Informações Básicas

Com relação ao recorte estritamente geográfico, a bacia do rio Paraíba do Sul abarca 39 municípios no Estado de São Paulo, 53 no Rio de Janeiro e 88 em Minas Gerais, totalizando 180 municípios.

Em São Paulo, os 39 municípios estão distribuídos por cinco regiões, quais sejam, a Região Metropolitana de São Paulo mais quatro Regiões de Governo, a saber, Cruzeiro, Guaratinguetá, São José dos Campos e Taubaté.

Na parte fluminense da bacia, os 53 municípios estão distribuídos em cinco Regiões Administrativas, quais sejam: Norte, Noroeste, Centro-Norte, Serrana e Sul. Já na parte mineira, os 88 municípios com território na bacia integram as Regiões de Planejamento, números 1, 2, 3 e 8. Cabe notar, todavia, que o município de Barbacena possui apenas uma pequena área rural na bacia, o que recomenda sua exclusão nas presentes análises.

Com relação aos recortes estritamente populacionais, cumpre assinalar que foram selecionados, inicialmente, apenas os municípios com mais de 20.000 habitantes, indicados na tabela 5.1.1 seguinte.

Tabela 5.1.1
Relação dos Municípios
com Mais de 20.000 Habitantes e Respectivas Populações

São Paulo		Rio de Janeiro		Minas Gerais	
S. José dos Campos	(538.909)	Campos dos Goytacazes	(406.511)	Juiz de Fora	(456.432)
Taubaté	(244.107)	Petrópolis	(286.348)	Muriaé	(91.525)
Jacareí	(191.358)	Volta Redonda	(242.046)	Ubá	(85.001)
Pindamonhangaba	(125.722)	Nova Friburgo	(173.321)	Cataguases	(63.960)
Guaratinguetá	(104.022)	Barra Mansa	(170.593)	Leopoldina	(50.042)
Lorena	(77.843)	Teresópolis	(138.019)	Santos Dumont	(46.775)
Caçapava	(75.813)	Resende	(104.482)	Além Paraíba	(33.598)
Cruzeiro	(73.469)	Barra do Piraí	(88.475)	Visc. do Rio Branco	(32.576)
Aparecida	(34.834)	Itaperuna	(86.687)	Carangola	(31.920)
Tremembé	(34.807)	Três Rios	(71.962)	S. J. Nepomuceno	(23.783)
Cachoeira Paulista	(27.201)	Valença	(66.290)		
Cunha	(23.062)	S. Franc. de Itabapoana	(41.046)		
		Santo Antônio de Pádua	(38.774)		
		Paraíba do Sul	(37.376)		
		São Fidélis	(36.744)		
		Vassouras	(31.402)		
		São João da Barra	(27.503)		
		Miracema	(27.042)		
		Itatiaia	(24.729)		
		Paty do Alferes	(25.565)		
		Miguel Pereira	(23.889)		
		Itaocara	(22.999)		
		Bom Jardim	(22.634)		
		Pirai	(22.079)		
Total	1.550.697		2.216.516		915.612

Fonte: IBGE/2001

5.2 Diagnóstico Econômico

As informações e análises que se seguem apóiam-se nos cortes/seleção populacional já referidos e têm em vista os dois setores da atividade econômica considerados: o industrial e o agropecuário.

5.2.1 Setores Econômicos

a) Estado de São Paulo

No Estado de São Paulo, no que tange ao setor industrial, observa-se a existência de 2.083 estabelecimentos que obedecem à seguinte distribuição por “região”, excluindo-se, como já comentado, a Região Metropolitana de São Paulo: Regiões de Governo de São José dos Campos (48%), Taubaté (27%), Guaratinguetá (18%) e Cruzeiro (7%).

Considerando-se apenas os municípios com mais de 50.000 habitantes, destacam-se os seguintes subsetores, seguidos do número de estabelecimentos por município:

- *metalurgia (204 estabelecimentos)*: São José dos Campos (98), Taubaté (39), Pindamonhangaba (35) e Jacareí (32);
- *alimentos e bebidas (321 estabelecimentos)*: São José dos Campos (101), Taubaté (81), Jacareí (41), Cruzeiro (36), Pindamonhangaba (32) e Guaratinguetá (30);
- *química (144 estabelecimentos)*: São José dos Campos (66), Lorena (35), Jacareí (24) e Taubaté (19);
- *têxtil (156 estabelecimentos)*: São José dos Campos (50), Jacareí (35), Taubaté (33), Guaratinguetá (23) e Cruzeiro (15);
- *minerais não metálicos (56 estabelecimentos)*: São José dos Campos (33) e Taubaté (23);
- *madeira e mobiliário (68 estabelecimentos)*: São José dos Campos (32), Taubaté (21) e Jacareí (15);
- *borracha, fumo e couro (52 estabelecimentos)*: São José dos Campos (30), Tremembé (12) e Pindamonhangaba (10);
- *extrativa mineral (101 estabelecimentos)*: Jacareí (28), Caçapava (25), Tremembé (21), Taubaté (18) e São José dos Campos (9)

No que se refere ao setor agropecuário, observa-se a existência de 2.109 estabelecimentos distribuídos nas seguintes Regiões de Governo: Guaratinguetá (45%), São José dos Campos (31%), Taubaté (19%) e Cruzeiro (5%).

Considerando-se os municípios com mais de 20.000 habitantes, destacam-se os seguintes subsetores, seguidos do número de estabelecimentos por município:

- *produção mista: lavoura e pecuária (1.244 estabelecimentos)*: São José dos Campos (217), Lorena (189), Jacareí (188), Pindamonhangaba (147), Caçapava (118), Cruzeiro (96), Cunha (93), Cachoeira Paulista (87), Taubaté (67) e Guaratinguetá (42);
- *pecuária (506 estabelecimentos)*: Guaratinguetá (411), Pindamonhangaba (26), Jacareí (22), Tremembé (22), Taubaté (13) e São José dos Campos (12);
- *horticultura e produção de viveiros (61 estabelecimentos)*: Jacareí (50) e Pindamonhangaba (11);



- *produção, lavouras temporais (63 estabelecimentos):* Guaratinguetá (34), Taubaté (11), Tremembé (10) e Cachoeira Paulista (9).

Além dos subsetores acima, cabe mencionar a ocorrência, em menor expressão, dos seguintes: silvicultura, exploração florestal e serviços relacionados, com 16 estabelecimentos, e pesca, aqüicultura e serviços relacionados, com 7 estabelecimentos.

b) Estado do Rio de Janeiro

No que concerne ao setor industrial do trecho fluminense, observa-se a existência de 3.841 estabelecimentos, distribuídos da seguinte forma pelas Regiões Administrativas: Região Serrana (32%), Região Sul (24,60%), Região Centro-Norte (18,40%), Região Norte (quase 15%) e Região Noroeste (10,40%).

Considerando-se apenas os municípios com mais de 50.000 habitantes, destacam-se os seguintes subsetores, seguidos com a indicação do número de estabelecimentos por município:

- *têxtil (713 estabelecimentos):* Petrópolis (405), Nova Friburgo (37), Campos (92), Itaperuna (75), Valença (34), Volta Redonda (32), Três Rios (20) e Barra do Piraí (18);
- *alimentos e bebidas (641 estabelecimentos):* Petrópolis (112), Campos (102), Nova Friburgo (76), Volta Redonda (61), Resende (53), Itaperuna (49), Teresópolis (46), Três Rios (38), Valença (34), São Fidélis (24), Barra do Piraí (18), Itaocara (15) e São João da Barra (13);
- *minerais não metálicos (316 estabelecimentos):* Campos (125), Santo Antônio de Pádua (53), Petrópolis (27), Barra do Piraí (23), Volta Redonda (22), Resende (15), Itaperuna (14), Paraíba do Sul (13), Piraí (13) e Nova Friburgo (11);
- *metalurgia (296 estabelecimentos):* Nova Friburgo (55), Petrópolis (47), Barra Mansa (47), Volta Redonda (45), Campos (22), Teresópolis (18), Resende (17), Barra do Piraí (16), Itaperuna (15) e Três Rios (14);
- *madeira e mobiliário (249 estabelecimentos):* Petrópolis (78), Teresópolis (44), Nova Friburgo (43), Volta Redonda (29), Campos (28), Itaperuna (10), Três Rios (9) e Santo Antônio de Pádua (8);
- *papel e gráfico (193 estabelecimentos):* Petrópolis (40), Nova Friburgo (34), Campos (30), Barra Mansa (23), Volta Redonda (18), Teresópolis (15), Resende (13), Três Rios (10) e Itaperuna (10);
- *extrativa mineral (65 estabelecimentos):* Santo Antônio de Pádua (42), Três Rios (12) e Nova Friburgo (11);
- *borracha, fumo e couro (99 estabelecimentos):* Petrópolis (29), Campos (22), Nova Friburgo (15), Volta Redonda (13), Barra Mansa (12) e Teresópolis (8);
- *material de transporte (40 estabelecimentos):* Nova Friburgo (15), Petrópolis (9), Campos (9) e Itaperuna (7);
- *mecânica (26 estabelecimentos):* Petrópolis (16) e Campos (10).

Como no caso de São Paulo, cabe observar que, além desses subsetores, há registros de outros, como o de serviços de utilidade pública, com 60 estabelecimentos, mecânica, com 52, e elétrico e comunicações, com 24.

No que se refere ao setor agropecuário, observa-se a existência de 2.786 estabelecimentos distribuídos nas seguintes Regiões Administrativas: Norte (31,12%), Sul (30,41%), Noroeste (20,74%), Serrana (12,17%) e Centro-Norte (5,56%).



Considerando os municípios com mais de 20.000 habitantes, destacam-se os seguintes subsetores:

- *produção mista: lavoura e pecuária, (891 estabelecimentos):* Campos (226), Resende (144), Itaperuna (125), Miracema (89), Piraí (65), Santo Antônio de Pádua (61), Barra do Piraí (57), Paraíba do Sul (45), São Fidélis (42) e Itaocara (37);
- *pecuária (799 estabelecimentos):* Itaperuna (180), Campos (177), Valença (91), São Fidélis (65), Paraíba do Sul (54), São João da Barra (53), Resende (48), Santo Antônio de Pádua (47), Bom Jardim (45) e Petrópolis (39);
- *atividades relacionadas à agricultura (331 estabelecimentos):* Campos (91), Bom Jardim (29), Barra do Piraí (25), Barra Mansa (92), Piraí (24), Valença (20), Vassouras (14), Paraíba do Sul (13), São João da Barra (12) e São Fidélis (11);
- *produção, lavouras temporais (147 estabelecimentos):* Campos (126) e São João da Barra (21);
- *horticultura e produção de viveiro (82 estabelecimentos):* Teresópolis (34), Petrópolis (33) e Nova Friburgo (15).

c) Estado de Minas Gerais

Em Minas Gerais há 2.573 estabelecimentos industriais na bacia, distribuídos nas seguintes Regiões de Planejamento: 2 (91,68%); 1 (8,23%); e 8 (0,07%).

Cabe notar que o município de Barbacena, embora incluído na análise, tem participação marginal na produção industrial da bacia, visto que apenas parte de seu território situa-se na bacia.

Considerando-se apenas os municípios com mais de 20.000 habitantes, destacam-se os seguintes subsetores:

- *têxtil (876 estabelecimentos):* Juiz de Fora (543), Muriaé (203), São João Nepomuceno (64), Leopoldina (33) e Visconde do Rio Branco (33);
- *alimentos e bebidas (375 estabelecimentos):* Juiz de Fora (234), Muriaé (46), Visconde do Rio Branco (35), Cataguases (32) e Santos Dumont (28);
- *metalurgia (138 estabelecimentos):* Juiz de Fora (109), Muriaé (17) e Visconde do Rio Branco (12);
- *madeira e mobiliário (144 estabelecimentos):* Juiz de Fora (79), Cataguases (33), Muriaé (19) e Visconde do Rio Branco (13);
- *papel e gráfico (160 estabelecimentos):* Juiz de Fora (148), e Muriaé (12);
- *química (99 estabelecimentos):* Juiz de Fora (70), Cataguases (15) e Muriaé (14);
- *minerais não metálicos (69 estabelecimentos):* Juiz de Fora (47), Visconde do Rio Branco (13) e Cataguases (9);
- *borracha, fumo e couro (43 estabelecimentos):* Juiz de Fora (43);
- *extrativa mineral (30 estabelecimentos):* Juiz de Fora (14), Cataguases (9) e Leopoldina (7);
- *mecânica (26 estabelecimentos):* Juiz de Fora (26);
- *material de transporte (18 estabelecimentos):* Juiz de Fora (18);
- *calçados (36 estabelecimentos):* Juiz de Fora (26) e São João Nepomuceno (10).

Quanto ao setor agropecuário, observa-se a existência de 2.333 estabelecimentos, distribuídos nas seguintes Regiões de Planejamento: 2 (90,23%), 1 (9,55%) e 8 (0,01%).

Considerando-se os municípios com mais de 20.000 habitantes, destacam-se os seguintes subsetores:



- *produção mista: lavoura e pecuária (1.248 estabelecimentos):* Leopoldina (383), Juiz de Fora (257), Muriaé (187), Santos Dumont (120), Cataguases (118), São João Nepomuceno (113) e Carangola (70);
- *pecuária (307 estabelecimentos):* Além Paraíba (130), Muriaé (59), Juiz de Fora (48), Cataguases (40) e Carangola (30);
- *atividades relacionadas à agricultura (280 estabelecimentos):* Muriaé (135), Juiz de Fora (77), Cataguases (41) e Leopoldina (27);
- *produção, lavouras temporais (45 estabelecimentos):* Leopoldina (17), Visconde do Rio Branco (16) e Cataguases (12);
- *horticultura e produção de viveiro (14 estabelecimentos):* Juiz de Fora (14).

5.2.2 Porte dos Estabelecimentos

As sucintas análises incluídas neste relatório encontram-se apoiadas em dados das RAIS referentes à evolução do nível setorial de emprego no período 1995-1999. Essas informações, de modo geral, parecem consistentes, na medida em que não apresentam movimentos que difiram do esperado para o período. Cabe apenas observar, com alguma atenção especial, o ano de 1995, porquanto registra proporção elevada de dados na coluna relativa ao setor “outros/ignorado”, o que pode ter afetado os resultados dos setores terciário (serviços e comércio) e agropecuário.

De forma agregada o número de empregos apresentou certa elevação na passagem de 1995 para 1997 para, em seguida, apresentar alguma queda. O positivo desempenho inicial derivou do fato de a economia brasileira, a partir de 1994, ter propiciado a recuperação do poder de compra das camadas de mais baixa de renda e a retomada do sistema de crédito que, em conjunto, implicaram aumento dos gastos das famílias em bens de consumo duráveis e não-duráveis. Diante desses fatos, muitas empresas, visando atender ao mercado em expansão, ampliaram suas produções e, em alguns casos, como conseqüência, aumentaram o emprego. A partir de 1997, contudo, ante o aumento da produtividade via avanço tecnológico, de um lado, e a elevação das taxas de juros, de outro, foi impossível sustentar as taxas anteriores de expansão da economia e do emprego.

Quanto à queda no período 1995-97, menos pronunciada que a significativa expansão do período 1997-99, ela deriva de determinados investimentos, alguns até de grande porte, terem ocorrido pós-1997, gerando número expressivo de empregos diretos e indiretos em dados municípios (Resende, por exemplo, com a implantação da *Volkswagen* e da *Pegeout-Citröen*, em Porto Real).

Tomando-se como referência a RAIS/1997, tem-se na tabela 5.2.2.1 a distribuição do número de estabelecimentos industriais pelo número de empregados e, na Tabela 5.2.2.2, a relativa aos estabelecimentos agropecuários.

Tabela 5.2.2.1
Porte dos Estabelecimentos Industriais Segundo Número de Empregados

Estado	Município	Número de Empregados				
		De 0 a 49	De 50 a 99	De 100 a 499	De 500 a 999	1.000 ou mais
São Paulo	S. J. dos Campos	540	24	37	10	4
	Taubaté	274	10	13	1	2
	Jacareí	202	16	22	3	1
	Pindamonhangaba	150	8	13	1	2
	Guaratinguetá	127	3	4	2	0
	Lorena	121	5	5	0	0
	Cruzeiro	114	5	5	1	1
	Caçapava	103	9	8	1	1
Rio de Janeiro	Petrópolis	792	22	20	2	1
	Nova Friburgo	649	10	10	2	1
	Campos	454	12	6	2	0
	Volta Redonda	232	12	9	2	1
	Teresópolis	200	5	5	0	0
	Itaperuna	184	3	4	0	0
	Barra Mansa	166	3	7	0	2
	Resende	129	12	9	0	1
	Três Rios	121	3	4	1	1
	Barra do Pirai	100	4	2	1	1
Valença	95	5	5	0	0	
Minas Gerais	Juiz de Fora	1.242	38	23	4	1
	Muriaé	344	5	3	0	0
	Cataguases	158	4	5	3	0
	Visc. do Rio Branco	119	4	1	0	1
	S. J. Nepomuceno	105	6	1	0	0
	Leopoldina	89	4	4	0	0

Fonte: RAIS/1997.

Tabela 5.2.2.2
Porte dos Estabelecimentos Agropecuários Segundo o Número de Empregados

Estado	Município	Número de Empregados				
		De 0 a 49	De 50 a 99	De 100 a 499	De 500 a 999	1.000 ou mais
São Paulo	Guaratinguetá	510	0	0	0	0
	Jacareí	276	0	0	0	0
	S. José dos Campos	265	0	0	0	0
	Pindamonhangaba	217	2	0	0	0
	Lorena	195	0	0	0	0
	Caçapava	124	0	0	0	0
	Cachoeira Paulista	120	0	0	0	0
	Taubaté	115	0	0	0	0
	Cruzeiro	111	0	0	0	0
	Cunha	108	0	0	0	0
Rio de Janeiro	Campos	618	4	2	0	0
	Itaperuna	317	0	0	0	0
	Valença	262	1	0	0	0
	Resende	133	1	1	0	0
	Barra Mansa	124	0	0	0	0
	S. João da Barra	123	0	0	0	0
	São Fidélis	119	0	0	0	0
	Paraíba do Sul	115	0	0	0	0
	Sto. Antônio de Pádua	112	0	0	0	0
	Bom Jardim	102	0	1	0	0
	Miracema	102	0	0	0	0
Barra do Pirai	98	0	0	0	0	
Minas Gerais	Leopoldina	446	0	0	0	0
	Juiz de Fora	408	2	2	0	0
	Muriaé	398	0	0	0	0
	Cataguases	212	0	0	0	0
	Além Paraíba	166	0	0	0	0
	Santos Dumont	141	0	0	0	0
	S. J. Nepomuceno	124	0	0	0	0
Carangola	119	0	0	0	0	



5.3 Perspectivas Econômicas

A economia brasileira, em suas expressões territoriais, não vem apresentando mudanças significativas, tanto que as taxas de crescimento econômico experimentadas nos últimos anos têm variado, em geral, entre 1% e, no máximo, 4%. Não obstante, há investimentos anunciados ou em implantação em alguns municípios anteriormente analisados, conforme informações obtidas na Fundação SEADE, na FIRJAN e na FIEMG. Vale registrar que esses órgãos costumam anunciar apenas os investimentos mais expressivos, o que abre a possibilidade de que outros investimentos de menor porte possam estar ocorrendo nos demais municípios.

Não obstante o conjunto de informações disponibilizadas, o estabelecimento de projeções para o cenário econômico nacional no horizonte temporal deste primeiro Plano de Recursos Hídricos da Bacia do Paraíba do Sul mostra-se extremamente complexo. Ao se buscar avançar na análise de projeções com base em dados sobre emprego, o panorama também é complexo, e os resultados obtidos não são satisfatórios, dado que nem sempre há, necessariamente, correlação entre emprego e produção, ainda mais em vista das transformações em curso nos processos de produção e trabalho, com aumento da produtividade e, inclusive, com o aparecimento de “ilhas de excelência”². Assim, para a produção de projeções confiáveis seria necessário buscar dados sobre produção setorial, em escala municipal - o que foge ao âmbito deste trabalho – os quais, contrastados com os dados de emprego da RAIS, permitiriam delinear cenários mais realistas.

² OHMAE, K. (1993). “The Rise of Regions State”. Foreign Affairs, pp. 78-87, Spring.
PACHECO, C. A. (1998). *Fragmentação da Nação*. Campinas/SP: Instituto de Economia da Unicamp.

6. SAÚDE

6.1 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.

6.2 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.

6.2.1 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 grupados os municípios por sub-bacia, calculou-se a taxa média de mortalidade infantil, por média ponderada, para o ano 1998.

6.2.2 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 6.2.2.1).

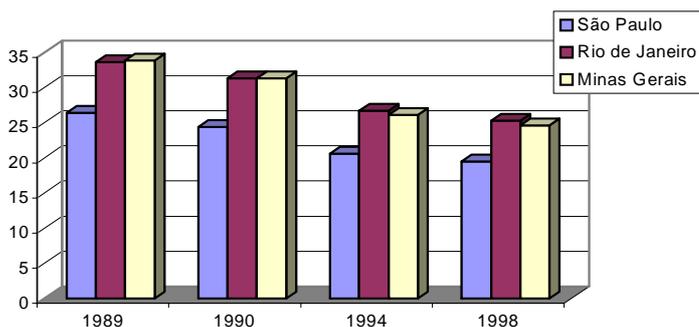


Figura 6.2.2.1

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 6.2.2.2, 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

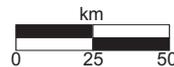
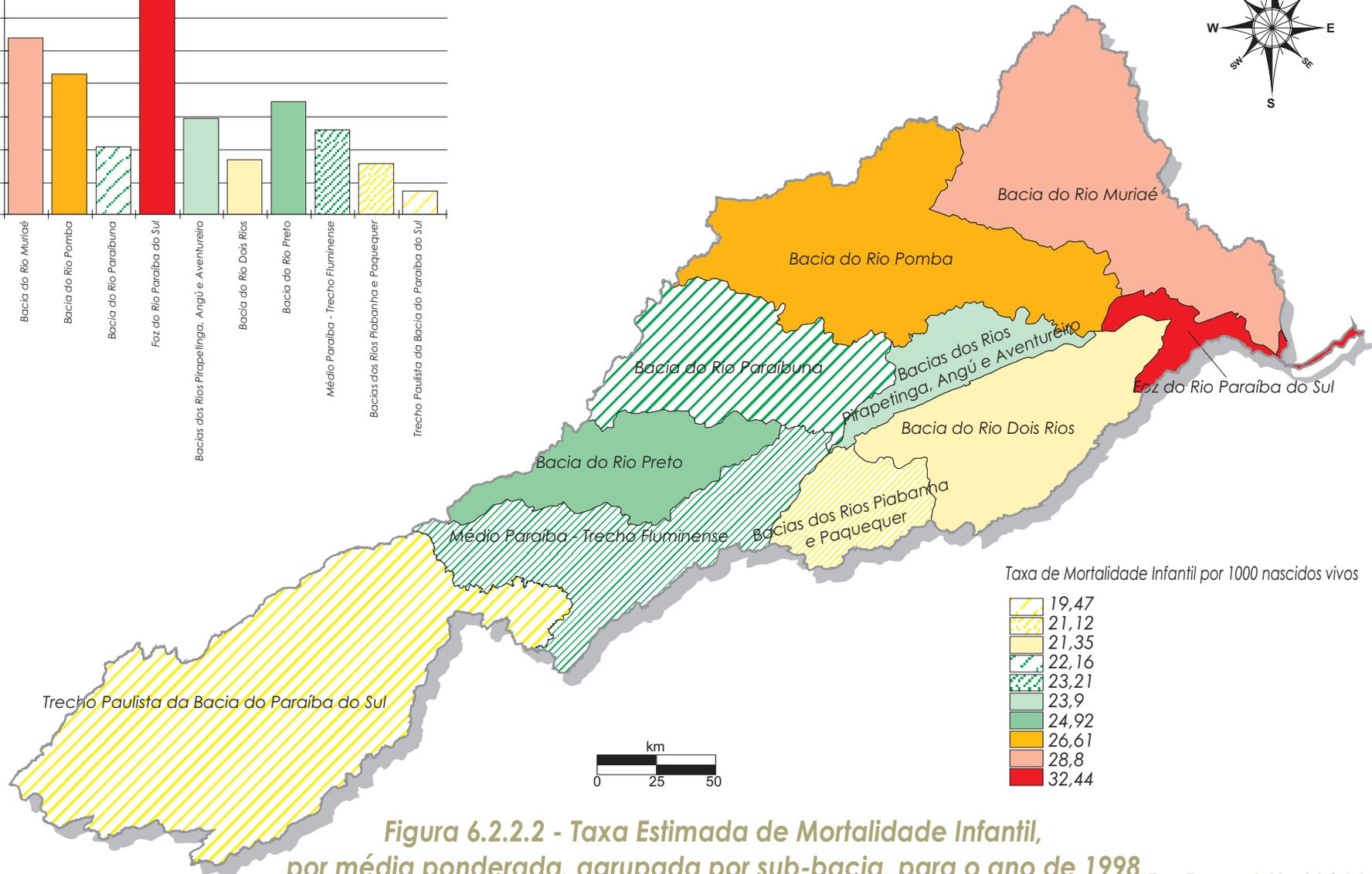
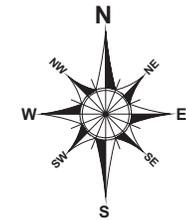
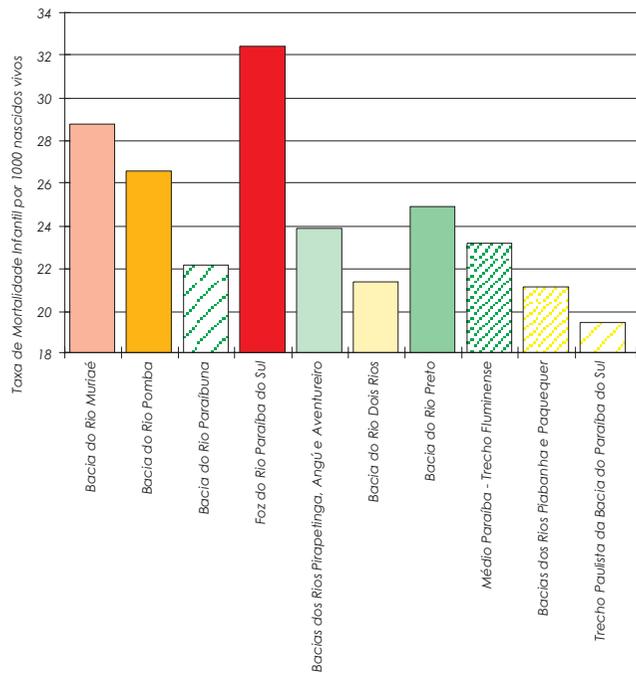


Figura 6.2.2.2 - Taxa Estimada de Mortalidade Infantil, por média ponderada, agrupada por sub-bacia, para o ano de 1998

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



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 Paraibuna 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 Paraibuna, 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.

6.3 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.

6.3.1 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 6.3.1.1:

Tabela 6.3.1.1
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

6.3.2 Resultados obtidos

As tabelas 6.3.2.1 a 6.3.2.6 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 freqüentes, tanto nos municípios mais industrializados como naqueles de base agrícola. O padrão observado é que as doenças relacionadas ao aparelho respiratório são mais freqüentes 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 freqüência de internações nas faixas etárias acima dos 50 anos.

Tabela 6.3.2.1
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									

Fonte: SIH/SUS

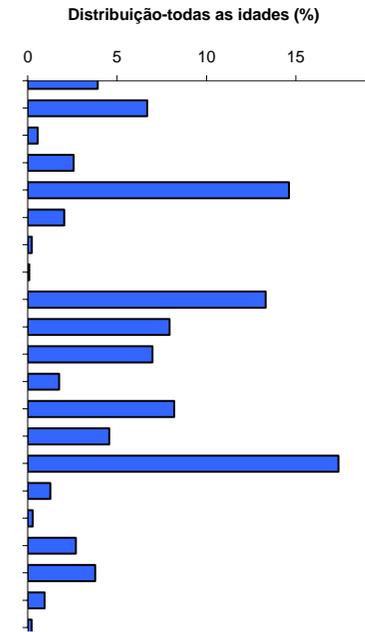


Tabela 6.3.2.2
Município: Mar de Espanha - MG
Distribuição Percentual das Internações por Grupo de Causas e Faixa Etária - CID10
1999

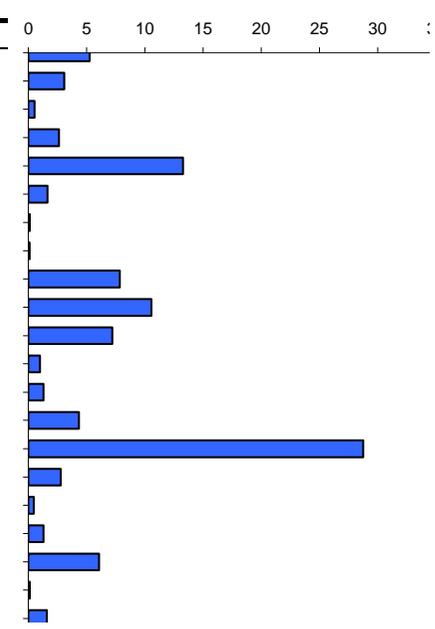
Capítulo CID	Distribuição-todas as idades (%)										Total
	Menor 1	1 a 4	5 a 9	10 a 14	15 a 19	20 a 49	50 a 64	65 e mais	60 e mais	60 e mais	
I. Algumas doenças infecciosas e parasitárias	10,0	19,4	27,3	18,2	13,1	12,9	9,6	8,5	7,6	11,8	11,8
II. Neoplasias (tumores)	-	-	-	9,1	1,6	1,7	0,7	0,5	0,4	1,2	1,2
III. Doenças sangue órgãos hemat e transt imunitár	-	2,8	-	-	-	-	1,5	0,5	0,4	0,5	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	5,7
V. Transtornos mentais e comportamentais	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
VI. Doenças do sistema nervoso	-	-	-	-	-	0,3	-	-	-	0,1	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	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	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	7,8
XII. Doenças da pele e do tecido subcutâneo	-	-	-	-	-	1,1	1,5	0,5	0,4	0,9	0,9
XIII. Doenças sist osteomuscular e tec conjuntivo	-	-	9,1	-	-	1,4	0,7	0,5	0,4	1,0	1,0
XIV. Doenças do aparelho geniturinário	-	5,6	18,2	-	3,3	4,9	4,4	1,0	1,2	3,8	3,8
XV. Gravidez parto e puerpério	-	-	-	27,3	67,2	46,9	-	-	-	25,2	25,2
XVI. Algumas afec originadas no período perinatal	5,0	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	0,1
XVII. Malf cong deformid e anomalias cromossômicas	5,0	-	-	-	-	0,3	0,7	-	-	0,4	0,4
XVIII. Sint sinais e achad anorm ex clín e laborat	-	-	-	-	-	0,9	2,2	1,5	1,6	1,1	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	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	100,0

Fonte: SIH/SUS

Tabela 6.3.2.3
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
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
II. Neoplasias (tumores)	0,3	1,1	1,2	1,1	0,4	2,4	7,8	6,9	7,4	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
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
V. Transtornos mentais e comportamentais	-	-	0,1	0,6	5,3	20,6	17,7	3,6	5,7	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
VII. Doenças do olho e anexos	0,1	0,4	0,4	0,2	-	0,1	0,0	0,3	0,2	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
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
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
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
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
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
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
XV. Gravidez parto e puerpério	0,1	-	-	14,1	74,1	42,8	0,1	-	0,0	28,8
XVI. Algumas afec originadas no período perinatal	37,8	7,7	-	0,2	0,1	0,0	-	-	-	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
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
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
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
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
CID 10ª Revisão não disponível ou não preenchido	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total	100,0									

Distribuição-todas as idades (%)

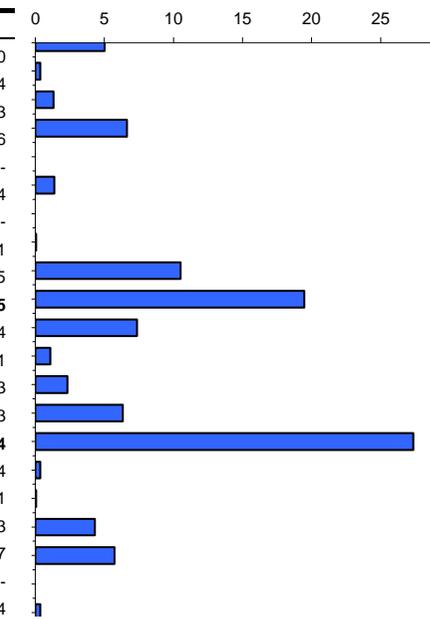


Fonte: SIH/SUS

Tabela 6.3.2.4
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
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
II. Neoplasias (tumores)	-	-	-	-	-	0,6	-	0,6	0,5	0,4
III. Doenças sangue órgãos hemat e transt imunitár	-	-	-	-	0,6	1,0	2,8	2,5	2,8	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
V. Transtornos mentais e comportamentais	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
VI. Doenças do sistema nervoso	-	1,6	4,4	-	-	1,5	1,8	1,6	1,5	1,4
VII. Doenças do olho e anexos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
VIII. Doenças do ouvido e da apófise mastóide	-	0,8	-	-	-	-	-	-	-	0,1
IX. Doenças do aparelho circulatório	-	0,8	-	-	0,6	5,2	20,2	29,6	27,8	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
XI. Doenças do aparelho digestivo	-	7,4	10,9	7,0	4,4	5,8	12,8	10,0	10,0	7,4
XII. Doenças da pele e do tecido subcutâneo	-	-	-	7,0	0,6	1,2	0,5	1,6	1,3	1,1
XIII. Doenças sist osteomuscular e tec conjuntivo	-	0,8	-	-	0,6	3,0	2,8	3,4	3,8	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
XV. Gravidez parto e puerpério	-	-	-	14,0	70,2	50,6	-	-	-	27,4
XVI. Algumas afec originadas no período perinatal	6,5	-	-	-	-	-	-	-	-	0,4
XVII. Malf cong deformid e anomalias cromossômicas	1,1	-	-	-	-	-	-	-	-	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
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
XX. Causas externas de morbidade e mortalidade	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
XXI. Contatos com serviços de saúde	-	-	-	-	-	0,2	0,9	0,9	0,8	0,4
CID 10ª Revisão não disponível ou não preenchido	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total	100,0									

Distribuição - Todas as idades (%)



Fonte: SIH/SUS

Tabela 6.3.2.5
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 6.3.2.6
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		0	5	10	15	20
I. Algumas doenças infecciosas e parasitárias	47,8	17,3	22,2	7,1	-	2,6	9,4	8,0	7,6	7,8						
II. Neoplasias (tumores)	-	-	-	-	-	1,0	-	-	-	0,4						
III. Doenças sangue órgãos hemat e transt imunitár	-	-	-	-	-	-	0,9	0,9	0,6	0,3						
IV. Doenças endócrinas nutricionais e metabólicas	-	9,6	-	14,3	2,7	4,6	18,0	8,0	11,5	7,7						
V. Transtornos mentais e comportamentais	-	-	-	-	-	-	0,9	-	-	0,2						
VI. Doenças do sistema nervoso	-	-	-	-	-	8,9	10,3	4,4	6,4	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						
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						
XI. Doenças do aparelho digestivo	-	-	5,6	7,1	-	5,3	10,3	3,5	5,1	5,0						
XII. Doenças da pele e do tecido subcutâneo	-	-	5,6	14,3	-	1,0	2,6	3,5	3,2	1,9						
XIII. Doenças sist osteomuscular e tec conjuntivo	-	-	-	-	-	2,0	0,9	3,5	2,6	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						
XV. Gravidez parto e puerpério	-	-	-	14,3	78,4	40,3	-	-	-	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						
XVIII. Sint sinais e achad anorm ex clín e laborat	-	-	5,6	-	-	0,3	-	0,9	0,6	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						
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



6.4 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.

7. DISPONIBILIDADE HÍDRICA

A caracterização das disponibilidades hídricas superficiais e subterrâneas na bacia do rio Paraíba do Sul e a determinação de suas relações com as demandas atuais e futuras são fundamentais na definição de regras para a repartição dos recursos hídricos da bacia entre os diversos tipos de usuários.

7.1 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 7.1.1 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 7.1.1
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

7.1.1 Aspectos Quantitativos

7.1.1.1 Climatologia geral e precipitação média na bacia

A Região Sudeste, de maneira geral, é caracterizada por sua diversificação climática e por apresentar um clima predominantemente tropical, quente e úmido, com variações determinadas pelas diferenças de altitude e entradas de ventos marinhos.

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.

Os maiores índices pluviométricos ocorrem no trecho paulista da serra do Mar, nas regiões do maciço do Itatiaia e seus contrafortes e na serra dos Órgãos, trecho da serra do Mar que acompanha a Região Serrana do Estado do Rio de Janeiro, onde a precipitação anual chega a ultrapassar 2.000 mm. Nessa três regiões de altitudes elevadas, a média das temperaturas mínimas chega a menos de 10^oC.

As menores pluviosidades ocorrem em uma estreita faixa do Médio Paraíba (entre Vassouras e Cantagalo, no Estado do Rio de Janeiro) e no curso inferior da bacia (regiões Norte e Noroeste fluminense), com precipitação anual entre 1.000 mm e 1.250 mm.

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 7.1.1.1.1). 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 7.1.1.1.2 (CPRM, 2001).

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

$$\begin{aligned} \text{Região 1: } \hat{i}_{T,d,j} &= 44,888d^{-0,385}P_j^{0,244} \mu_{T,d} \text{ para } T \leq 100 \text{ e } 5\text{min} \leq d < 1\text{h} \\ \hat{i}_{T,d,j} &= 81,432d^{-0,771}P_j^{0,371} \mu_{T,d} \text{ para } T \leq 100 \text{ e } 1\text{h} \leq d \leq 24\text{h} \\ \text{Região 2: } \hat{i}_{T,d,j} &= 39,445d^{-0,339}P_j^{0,234} \mu_{T,d} \text{ para } T \leq 100 \text{ e } 5\text{min} \leq d < 1\text{h} \\ \hat{i}_{T,d,j} &= 16,204d^{-0,761}P_j^{0,564} \mu_{T,d} \text{ para } T \leq 100 \text{ e } 1\text{h} \leq d \leq 24\text{h} \\ \text{Região 3: } \hat{i}_{T,d,j} &= 36,301d^{-0,392}P_j^{0,276} \mu_{T,d} \text{ para } T \leq 100 \text{ e } 5\text{min} \leq d < 1\text{h} \\ \hat{i}_{T,d,j} &= 85,264d^{-0,789}P_j^{0,367} \mu_{T,d} \text{ para } T \leq 100 \text{ e } 1\text{h} \leq d \leq 24\text{h} \\ \text{Região 4: } \hat{i}_{T,d,j} &= 44,888d^{-0,385}P_j^{0,244} \mu_{T,d} \text{ para } T \leq 100 \text{ e } 5\text{min} \leq d < 1\text{h} \\ \hat{i}_{T,d,j} &= 81,432d^{-0,771}P_j^{0,371} \mu_{T,d} \text{ para } T \leq 100 \text{ e } 1\text{h} \leq d \leq 24\text{h} \end{aligned}$$

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

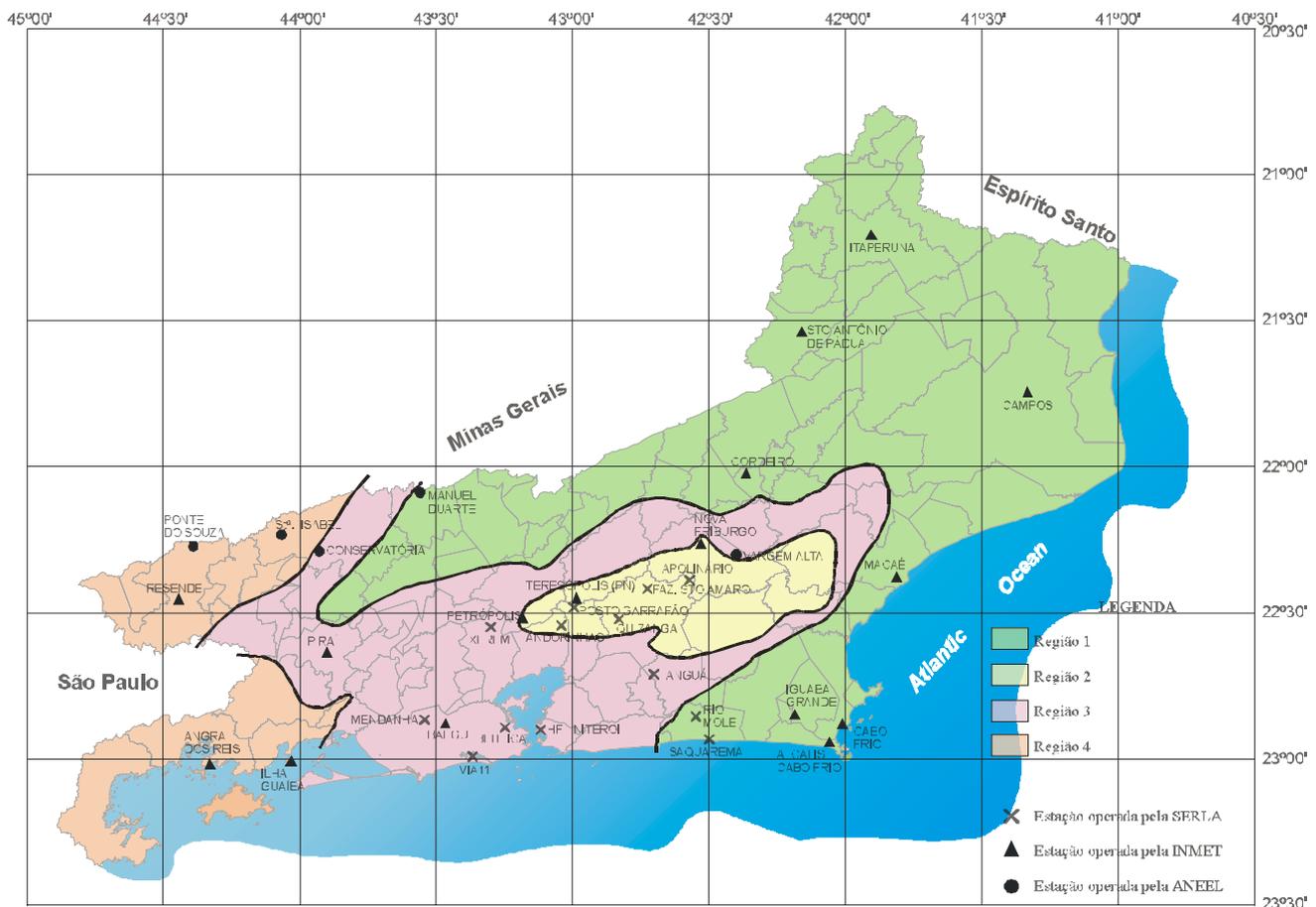


Figura 7.1.1.1.2
Regiões Homogêneas de Chuvas Intensas

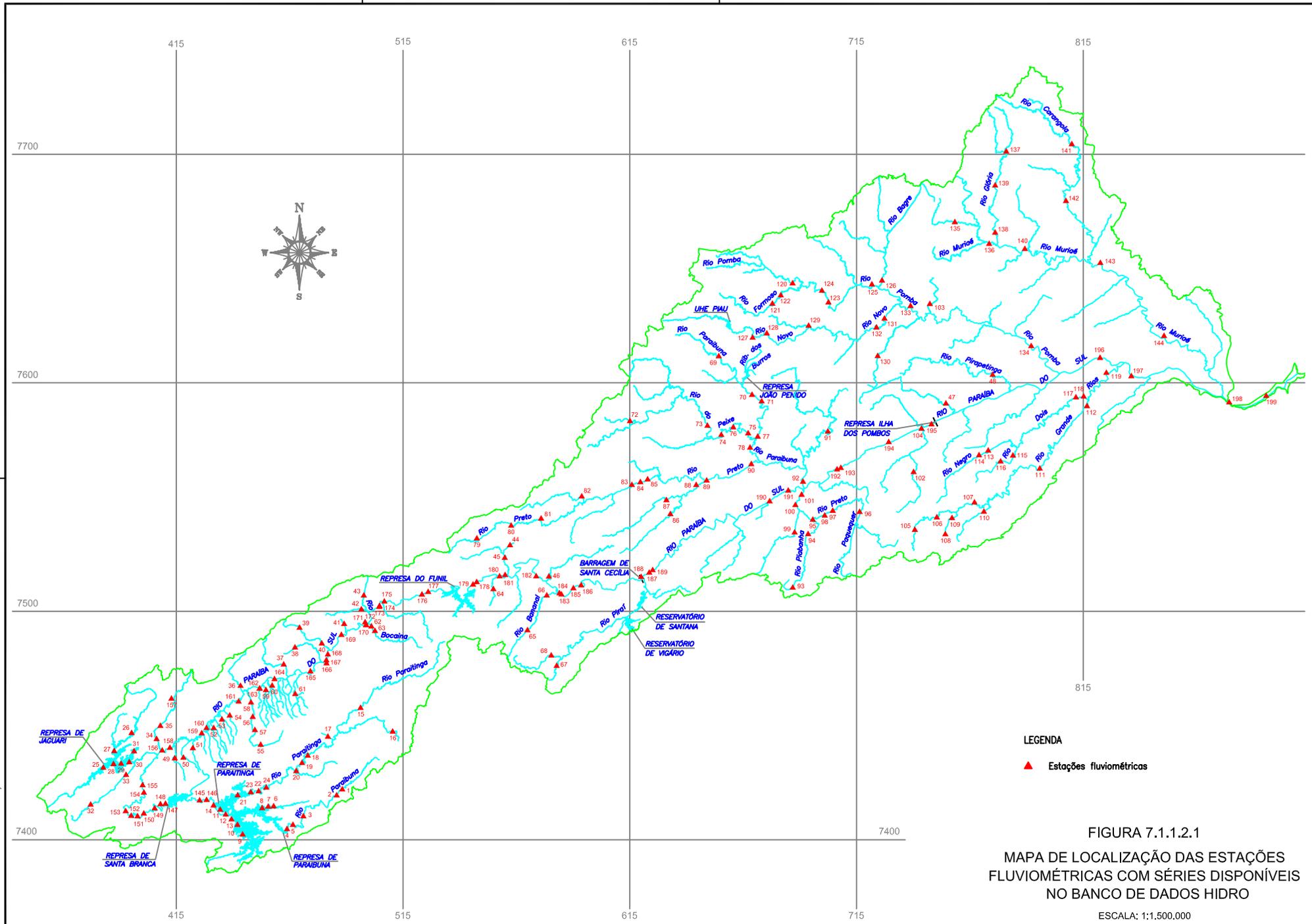
7.1.1.2 Análise das Informações Disponíveis no Banco de Dados Hidro

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 7.1.1.2.1.

7.1.1.3 Regionalização de Vazões

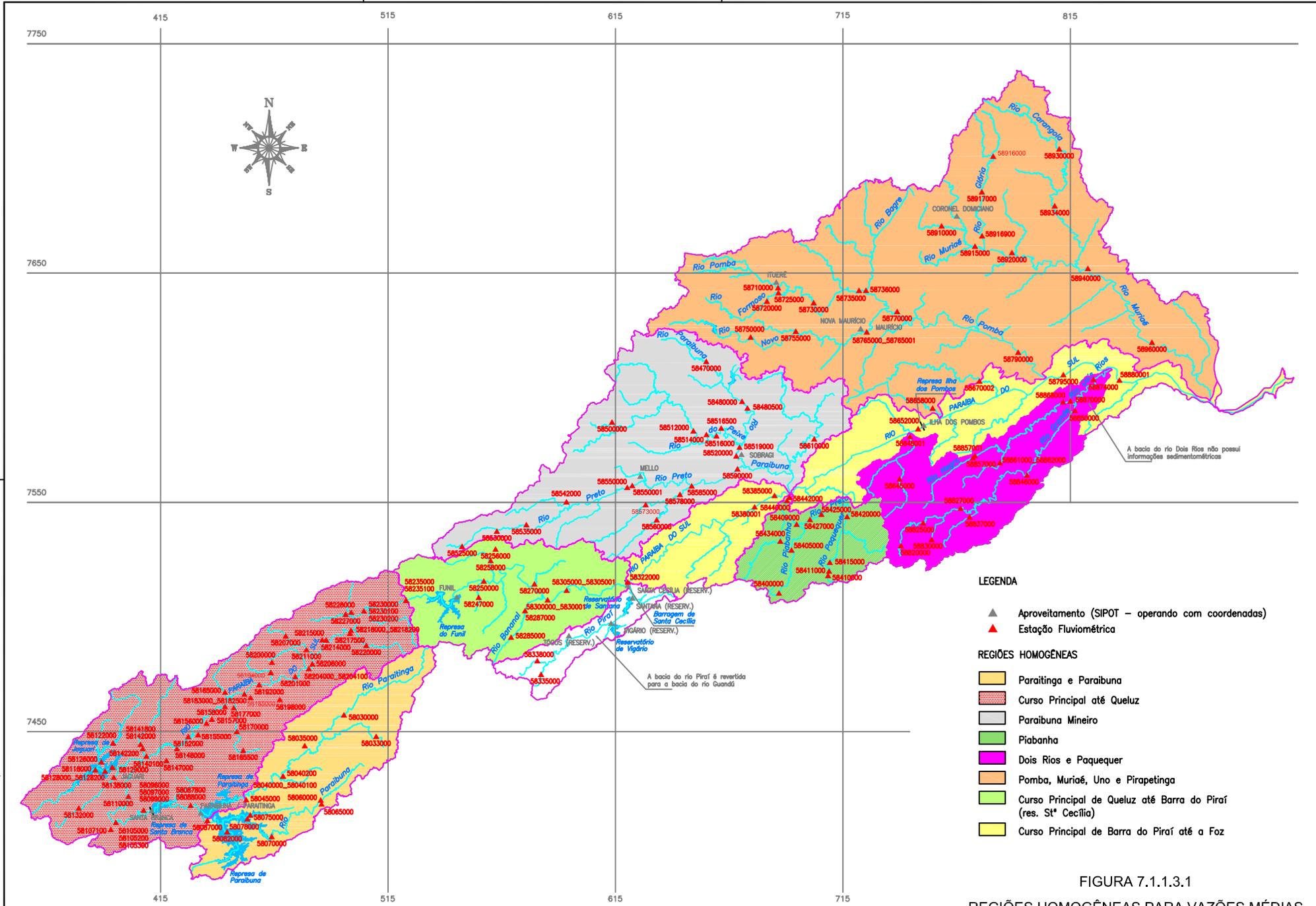
Os estudos de regionalização das vazões médias da bacia do rio Paraíba do Sul foram desenvolvidos pela CPRM e permitiram a definição de 8 regiões consideradas hidrológica e estatisticamente homogêneas, delimitadas na figura 7.1.1.3.1 e descritas a seguir:

- bacias dos rios Paraíba e Paraitinga;
- curso principal até UHE Funil e afluentes das margens esquerda e direita;



LEGENDA
 ▲ Estações fluviométricas

FIGURA 7.1.1.2.1
 MAPA DE LOCALIZAÇÃO DAS ESTAÇÕES
 FLUVIOMÉTRICAS COM SÉRIES DISPONÍVEIS
 NO BANCO DE DADOS HIDRO
 ESCALA: 1:1.500.000



- LEGENDA**
- ▲ Aproveitamento (SIPOT – operando com coordenadas)
 - ▲ Estação Fluviométrica
- REGIÕES HOMOGÊNEAS**
- Paraitinga e Paraíba
 - Curso Principal até Queluz
 - Paraibuna Mineiro
 - Piabanha
 - Dois Rios e Paquetaer
 - 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

A bacia do rio Dois Rios não possui informações sedimentométricas

A bacia do rio Pirai é revertida para a bacia do rio Guandú

FIGURA 7.1.1.3.1
REGIÕES HOMOGÊNEAS PARA VAZÕES MÉDIAS

ESCALA: 1:1.500.000

FONTE:
COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS – CPRM

LABORATÓRIO DE HIDROLOGIA DA COPPE/UFRJ

map-fig-7-1-4.dwg

- 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.

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:

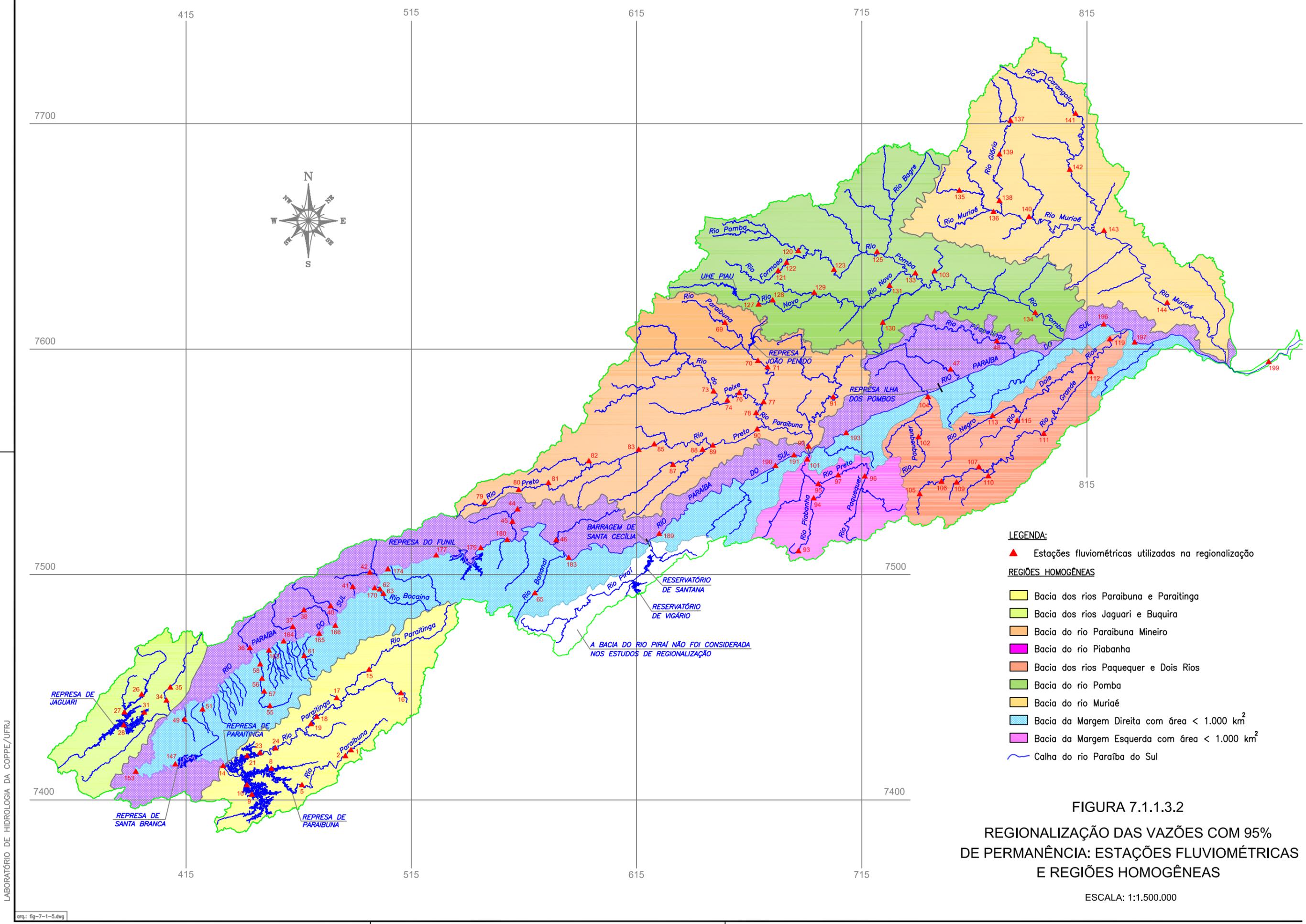
– Região Homogênea I – Paraitinga e Paraibuna	$Q = 0,0629.A^{0,8414}$ $r^2 = 0,8980$	$Q = 0,0082.A^{0,9472}.P^{2,8007}$ $r^2 = 0,9933$
– Região Homogênea II – Curso Principal até UHE Funil e Afluentes das Margens Esquerda e Direita	$Q = 0,01501.A^{1,0171}$ $r^2 = 0,9738$	$Q = 0,0043.A^{0,9959}.P^{3,5660}$ $r^2 = 0,9973$
– 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 hidrologicamente homogêneas, delimitadas na figura 7.1.1.3.2, 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

Os resultados da análise de regressão simples com os coeficientes obtidos são apresentados a seguir:



- LEGENDA:**
- ▲ Estações fluviométricas utilizadas na regionalização
 - REGIÕES HOMOGÊNEAS**
 - Bacia dos rios Paraíba e Paraitinga
 - Bacia dos rios Jaguarí e Buquira
 - 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 7.1.1.3.2
REGIONALIZAÇÃO DAS VAZÕES COM 95% DE PERMANÊNCIA: ESTAÇÕES FLUVIOMÉTRICAS E REGIÕES HOMOGÊNEAS
 ESCALA: 1:1.500.000

LABORATÓRIO DE HIDROLOGIA DA COPPE/UFRJ



- 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.

7.1.2 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.

Para o diagnóstico da qualidade da água na bacia foram avaliadas as condições atuais dos principais cursos d'água, por meio da análise dos parâmetros mais significativos, considerando os usos da água atuais e as principais fontes de poluição na bacia.

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. A figura 7.1.2.1 apresenta a localização das estações de qualidade da água na bacia.

Inicialmente foi realizada uma compatibilização entre os parâmetros de qualidade da água fornecidos pelas diferentes instituições, de forma a padronizar seus nomes e unidades.

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, estão incorporados no sistema de informações, o enquadramento dos rios Federais e Estaduais da bacia e os limites de classe de cada parâmetro, de acordo com a resolução CONAMA 20/86, em vigor na época de elaboração do diagnóstico do Plano de Recursos Hídricos. Encontra-se em fase de atualização no Banco de dados os novos limites de parâmetros estabelecidos pela resolução CONAMA 357/2005.

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.

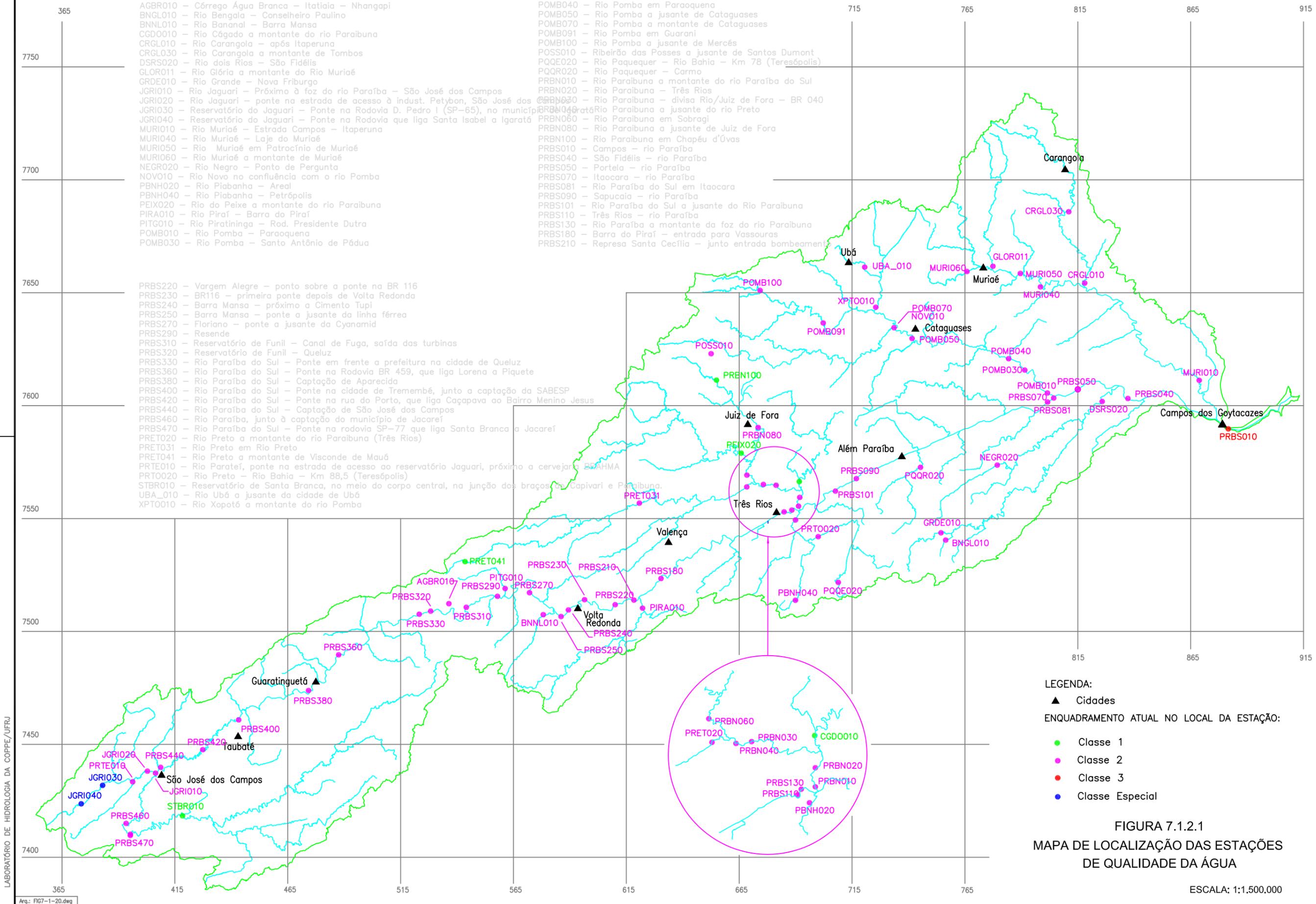
Além disso, o diagnóstico também inclui dados e informações do Plano de Bacia dos afluentes ao rio Paraíba do Sul no trecho paulista, dos Programas Estaduais de Investimentos dos Estados do Rio de Janeiro, São Paulo e Minas Gerais e do Projeto Preparatório para o Gerenciamento dos Recursos Hídricos do 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. Além dessas, 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 estabelecidos pelo CONAMA 20, 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 7.1.2.1 apresenta essa classificação para o período total disponível.



AGBR010 - Córrego Água Branca - Itatiaia - Nhangapi
 BNGL010 - Rio Bengala - Conselheiro Paulino
 BNNL010 - Rio Bananal - Barra Mansa
 CGDO010 - Rio Cágado a montante do rio Paraíba
 CRGL010 - Rio Carangola - após Itaperuna
 CRGL030 - Rio Carangola a montante de Tombos
 DSR020 - Rio dois Rios - São Fidélis
 GLOR011 - Rio Glória a montante do Rio Muriaé
 GRDE010 - Rio Grande - Nova Friburgo
 JGRI010 - Rio Jaguari - Próximo à foz do rio Paraíba - São José dos Campos
 JGRI020 - Rio Jaguari - ponte na estrada de acesso à indust. Petybon, São José dos Campos
 JGRI030 - Reservatório do Jaguari - Ponte na Rodovia D. Pedro I (SP-65), no município de Volta Redonda
 JGRI040 - Reservatório do Jaguari - Ponte na Rodovia que liga Santa Isabel a Igaratá
 MURI010 - Rio Muriaé - Estrada Campos - Itaperuna
 MURI040 - Rio Muriaé - Laje do Muriaé
 MURI050 - Rio Muriaé em Patrocínio de Muriaé
 MURI060 - Rio Muriaé a montante de Muriaé
 NEGR020 - Rio Negro - Ponto de Pergunta
 NOV010 - Rio Novo na confluência com o rio Pomba
 PBNH020 - Rio Piabanha - Areal
 PBNH040 - Rio Piabanha - Petrópolis
 PEIX020 - Rio do Peixe a montante do rio Paraíba
 PIRA010 - Rio Piraí - Barra do Piraí
 PITG010 - Rio Piratininga - Rod. Presidente Dutra
 POMB010 - Rio Pomba - Paraoquena
 POMB030 - Rio Pomba - Santo Antônio de Pádua

POMB040 - Rio Pomba em Paraoquena
 POMB050 - Rio Pomba a jusante de Cataguases
 POMB070 - Rio Pomba a montante de Cataguases
 POMB091 - Rio Pomba em Guarani
 POMB100 - Rio Pomba a jusante de Mercês
 POSS010 - Ribeirão das Posses a jusante de Santos Dumont
 PQQR020 - Rio Paquequer - Rio Bahia - Km 78 (Teresópolis)
 PRBN010 - Rio Paraíba a montante do rio Paraíba do Sul
 PRBN020 - Rio Paraíba - Três Rios
 PRBN030 - Rio Paraíba - divisa Rio/Juiz de Fora - BR 040
 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'Ovas
 PRBS010 - Campos - rio Paraíba
 PRBS040 - São Fidélis - rio Paraíba
 PRBS050 - Portela - rio Paraíba
 PRBS070 - Itaocara - rio Paraíba
 PRBS081 - Rio Paraíba do Sul em Itaocara
 PRBS090 - Sapucaia - rio Paraíba
 PRBS101 - Rio Paraíba do Sul a jusante do Rio Paraíba
 PRBS110 - Três Rios - rio Paraíba
 PRBS130 - Rio Paraíba a montante da foz do rio Paraíba
 PRBS180 - Barra do Piraí - entrada para Vassouras
 PRBS210 - Represa Santa Cecília - junto entrada bombeamento

PRBS220 - Vargem Alegre - ponto sobre a ponte na BR 116
 PRBS230 - BR116 - primeira ponte depois de Volta Redonda
 PRBS240 - Barra Mansa - próximo a Cimento Tupi
 PRBS250 - Barra Mansa - ponte a jusante da linha férrea
 PRBS270 - Floriano - ponte a jusante da Cyanamid
 PRBS290 - Resende
 PRBS310 - Reservatório de Funil - Canal de Fuga, saída das turbinas
 PRBS320 - Reservatório de Funil - Queluz
 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 Caçapava 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)
 PRET031 - Rio Preto em Rio Preto
 PRET041 - Rio Preto a montante de Visconde de Mauá
 PRTE010 - Rio Parateí, ponte na estrada de acesso ao reservatório Jaguari, próximo a cervejaria BRAHMA
 PRTO020 - Rio Preto - Rio Bahia - Km 88,5 (Teresópolis)
 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:
 ▲ Cidades
 ENQUADRAMENTO ATUAL NO LOCAL DA ESTAÇÃO:
 ● Classe 1
 ● Classe 2
 ● Classe 3
 ● Classe Especial

FIGURA 7.1.2.1
 MAPA DE LOCALIZAÇÃO DAS ESTAÇÕES
 DE QUALIDADE DA ÁGUA

ESCALA: 1:1.500.000

LABORATÓRIO DE HIDROLOGIA DA COPPE/UFRJ

Arq.: FIG7-1-20.dwg

Nas figuras 7.1.2.2 a 7.1.2.7 são apresentados os mapas indicando as faixas de violação de classe dos seis parâmetros que apresentam as maiores violações médias na bacia, para todas as estações de qualidade da água que possuem dados no período total disponível.

É importante ressaltar que a classificação dos parâmetros em relação as médias de violação de classe em toda bacia deve sofrer algumas modificações. Isso se deve ao fato de que se encontra em fase de atualização no banco de dados, os limites de classe estabelecidos pela nova resolução CONAMA 357/05.

Tabela 7.1.2.1

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	Mercúrio	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

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. As figuras 7.1.2.8 e 7.1.2.9 apresentam o perfil de qualidade de DBO e de fósforo total 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

Código da Estação - Localização da Estação

CGDO010 - Rio Cágado a montante do rio Paraibuna
 CRGL030 - Rio Carangola a montante de Tombos
 JGRI010 - Rio Jaguarí - Próximo à foz do rio Paraíba - São José dos Campos
 JGRI020 - Rio Jaguarí - ponte na estrada de acesso à indúst. Petybon, São José dos Campos
 JGRI030 - Reservatório do Jaguarí - Ponte na Rodovia D. Pedro I (SP-65), no município de Igaratá
 JGRI040 - Reservatório do Jaguarí - 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 Paraibuna
 POMB040 - Rio Pomba em Paraoquena
 POMB050 - Rio Pomba a jusante de Cataguases
 POMB070 - Rio Pomba a montante de Cataguases
 POMB100 - Rio Pomba a jusante de Mercés
 POSS010 - Ribeirão das Posses a jusante de Santos Dumont
 PRBN010 - Rio Paraibuna a montante do rio Paraíba do Sul
 PRBN040 - Rio Paraibuna a jusante do rio Preto
 PRBN060 - Rio Paraibuna em Sobragi
 PRBN080 - Rio Paraibuna a jusante de Juiz de Fora
 PRBN100 - Rio Paraibuna em Chapéu d'Úvas
 PRBS081 - Rio Paraíba do Sul em Itaocara
 PRBS110 - Três Rios - rio Paraíba
 PRBS130 - Rio Paraíba a montante da foz do rio Paraibuna
 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 Caçapava 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 Paraibuna (Três Rios)
 PRTE010 - Rio Parateí, ponte na estrada de acesso ao reservatório Jaguarí, próximo a cervejaria BRAHMA
 STBR010 - Reservatório de Santa Branca, no meio do corpo central, na junção dos braços do Capivari e Paraibuna.
 UBA_010 - Rio Ubá a jusante da cidade de Ubá
 XPTO010 - Rio Xopotó a montante do rio Pomba

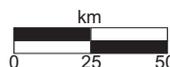
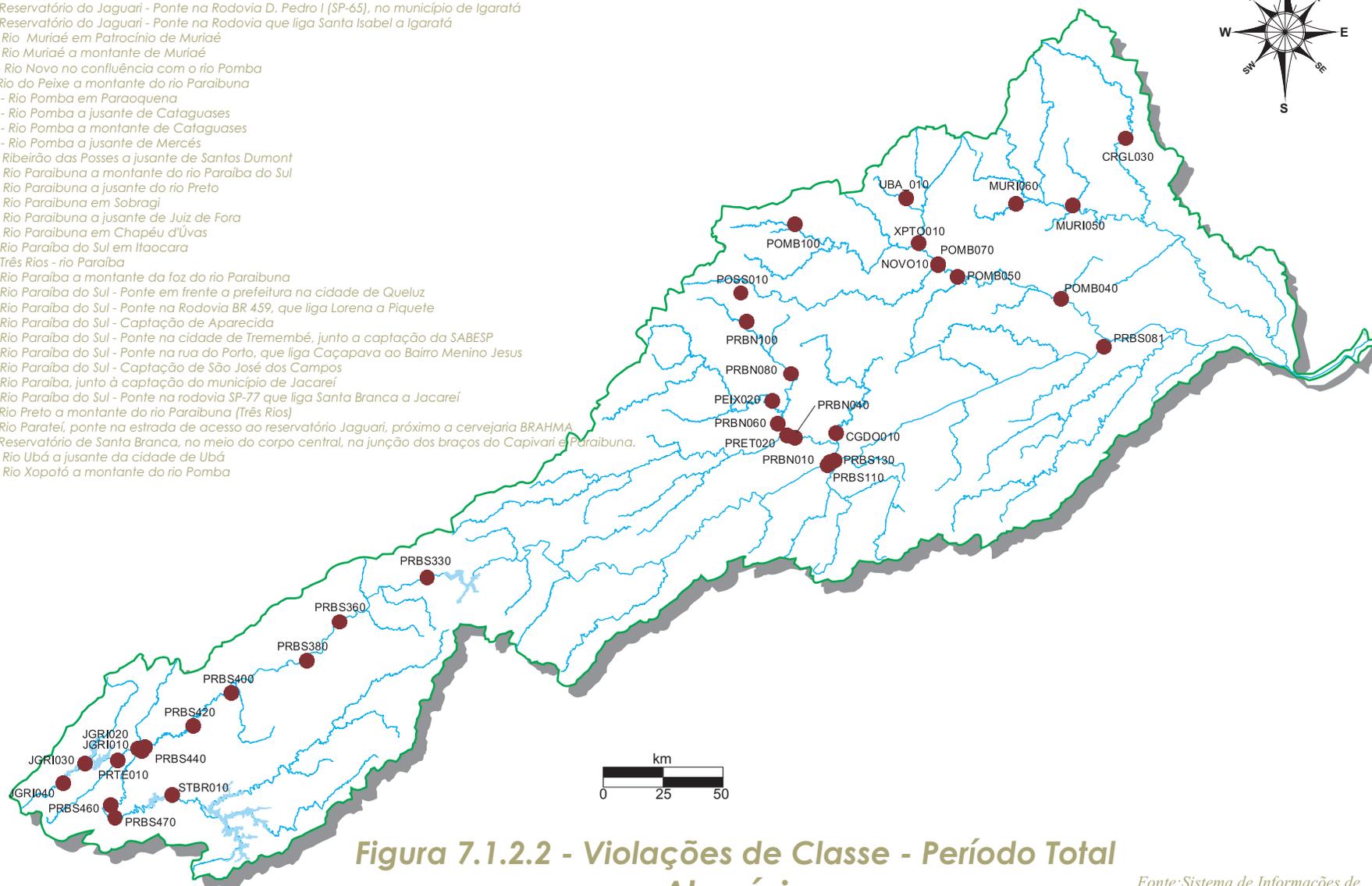
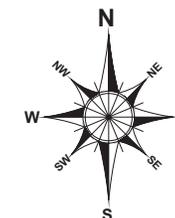


Figura 7.1.2.2 - Violações de Classe - Período Total Alumínio

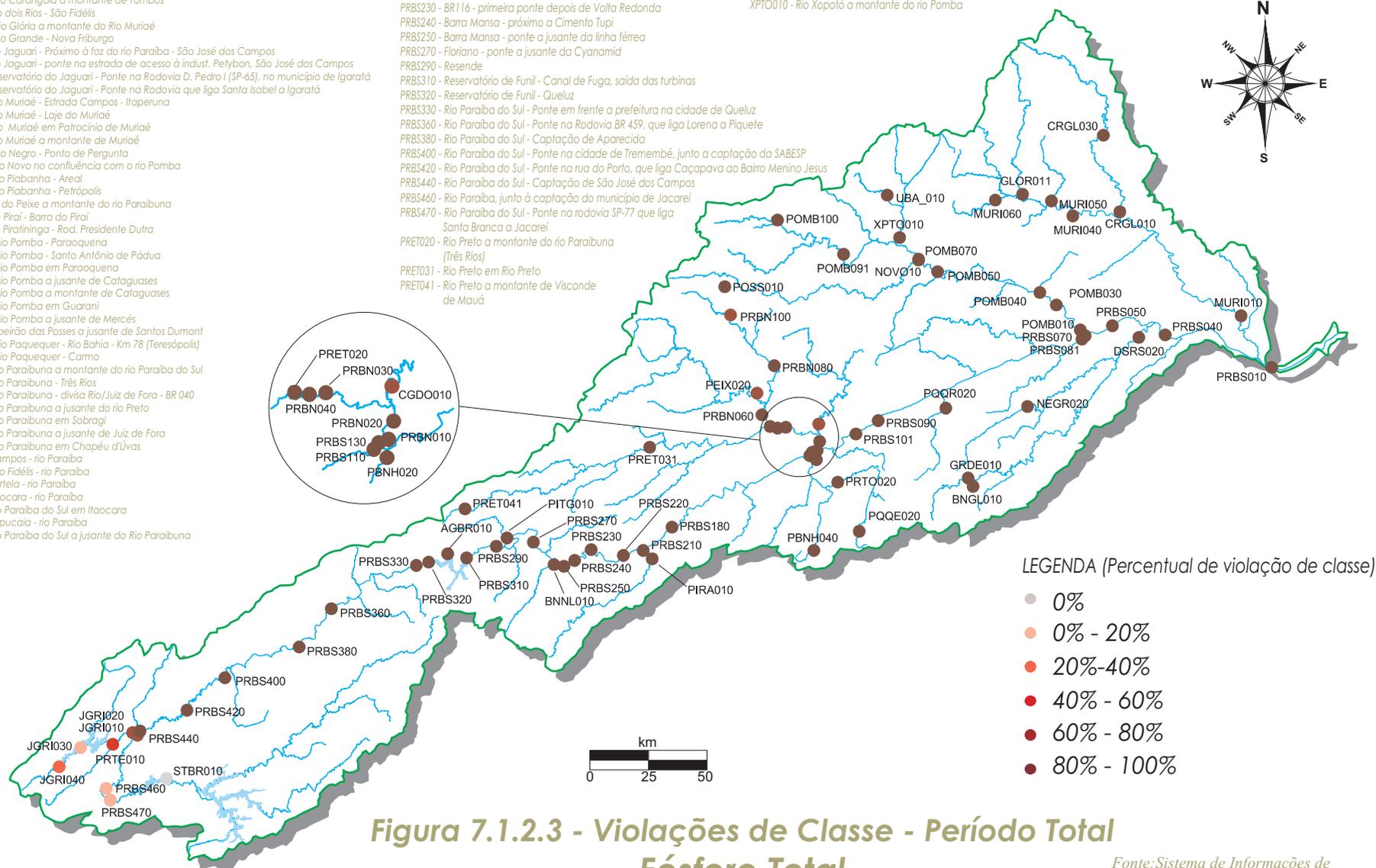
Fonte: Sistema de Informações de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paraíba do Sul

Código da Estação - Localização da Estação

AGBR010 - Córrego Água Branca - Itaitiaia - Nhangapi
 BNGL010 - Rio Bengala - Conselheiro Paulino
 BNNL010 - Rio Bananal - Barra Mansa
 CGDO010 - Rio Cágado a montante do rio Paraíba
 CRGL010 - Rio Carangola - após Itaperuna
 CRGL030 - Rio Carangola a montante de Tombos
 DSR020 - Rio dois Rios - São Fidélis
 GLOR011 - Rio Glória a montante do Rio Muriáé
 GRDE010 - Rio Grande - Nova Friburgo
 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
 MURI010 - Rio Muriáé - Estrada Campos - Itaperuna
 MURI040 - Rio Muriáé - Laje do Muriáé
 MURI050 - Rio Muriáé em Patrocínio de Muriáé
 MURI060 - Rio Muriáé a montante de Muriáé
 NEGR020 - Rio Negro - Ponto de Pergunta
 NOVO010 - Rio Nova na confluência com o rio Pomba
 PBNH020 - Rio Piabanha - Areal
 PBNH040 - Rio Piabanha - Petrópolis
 PEIX020 - Rio do Peixe a montante do rio Paraíba
 PIRA010 - Rio Pirai - Barra do Pirai
 PITG010 - Rio Piratininga - Rod. Presidente Dutra
 POMB010 - Rio Pomba - Paraoquena
 POMB030 - Rio Pomba - Santo Antônio de Pádua
 POMB040 - Rio Pomba em Paraoquena
 POMB050 - Rio Pomba a jusante de Cataguases
 POMB070 - Rio Pomba a montante de Cataguases
 POMB091 - Rio Pomba em Guarani
 POMB100 - Rio Pomba a jusante de Mercés
 POSS010 - Ribeirão das Posses a jusante de Santos Dumont
 PQQE020 - Rio Paqueta - Rio Bahia - Km 78 (Terresópolis)
 PQQR020 - Rio Paqueta - Carmo
 PRBN010 - Rio Paraíba a montante do rio Paraíba do Sul
 PRBN020 - Rio Paraíba - Três Rios
 PRBN030 - Rio Paraíba - divisa Rio/Juiz de Fora - BR 040
 PRBN040 - Rio Paraíba a jusante do rio Preto
 PRBN060 - Rio Paraíba em Sobraji
 PRBN080 - Rio Paraíba a jusante de Juiz de Fora
 PRBN100 - Rio Paraíba em Chapéu d'úvas
 PRBS010 - Campos - rio Paraíba
 PRBS040 - São Fidélis - rio Paraíba
 PRBS050 - Portela - rio Paraíba
 PRBS070 - Itaocara - rio Paraíba
 PRBS081 - Rio Paraíba do Sul em Itaocara
 PRBS090 - Sapucaia - rio Paraíba
 PRBS101 - Rio Paraíba do Sul a jusante do Rio Paraíba

PRBS110 - Três Rios - rio Paraíba
 PRBS130 - Rio Paraíba a montante da foz do rio Paraíba
 PRBS180 - Barra do Pirai - entrada para Vassouras
 PRBS210 - Represa Santa Cecília - junto entrada bombeamento
 PRBS220 - Vargem Alegre - ponto sobre a ponte na BR 116
 PRBS230 - BR116 - primeira ponte depois de Volta Redonda
 PRBS240 - Barra Mansa - próxima a Cimento Tupi
 PRBS250 - Barra Mansa - ponte a jusante da linha férrea
 PRBS270 - Floriano - ponte a jusante da Cyanamid
 PRBS290 - Resende
 PRBS310 - Reservatório de Funil - Canal de Fuga, saída das turbinas
 PRBS320 - Reservatório de Funil - Queluz
 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 Caçapava ao Bairro Menina 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)
 PRET031 - Rio Preto em Rio Preto
 PRET041 - Rio Preto a montante de Visconde de Mauá

PRTE010 - Rio Parateí, ponte na estrada de acesso ao reservatório Jaguari, próximo a cervejaria BRAHMA
 PRTO020 - Rio Preto - Rio Bahia - Km 88,5 (Terresópolis)
 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 Xopotá a montante do rio Pomba



LEGENDA (Percentual de violação de classe)

- 0%
- 0% - 20%
- 20%-40%
- 40% - 60%
- 60% - 80%
- 80% - 100%

Figura 7.1.2.3 - Violações de Classe - Período Total
 Fósforo Total

Fonte: Sistema de Informações de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paraíba do Sul

Código da Estação - Localização da Estação

AGBR010 - Córrego Água Branca - Itatiaia - Nhangapi
 BNGLO10 - Rio Bengala - Conselheiro Paulino
 BNNL010 - Rio Bananal - Barra Mansa
 CGDO010 - Rio Cágado a montante do rio Paraíba
 CRGL010 - Rio Carangola - após Itaperuna
 CRGL030 - Rio Carangola a montante de Tombo
 DSR020 - Rio dois Rios - São Fidélis
 GLOR011 - Rio Glória a montante do Rio Muriaé
 GRDE010 - Rio Grande - Nova Friburgo
 JGRI010 - Rio Jaguari - Próximo à foz do rio Paraíba - São José dos Campos
 JGRI020 - Rio Jaguari - ponte na estrada de acesso à indust. 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
 MURI010 - Rio Muriaé - Estrada Campos - Itaperuna
 MURI040 - Rio Muriaé - Laje do Muriaé
 MURI050 - Rio Muriaé em Patrocínio de Muriaé
 MURI060 - Rio Muriaé a montante de Muriaé
 NEGR020 - Rio Negro - Ponto de Pergunta
 NOVO10 - Rio Novo no confluência com o rio Pomba
 PBNH020 - Rio Piabanha - Areal
 PBNH040 - Rio Piabanha - Petrópolis
 PEIX020 - Rio do Peixe a montante do rio Paraíba
 PIRA010 - Rio Pirai - Barra do Pirai
 PITG010 - Rio Piratininga - Rod. Presidente Dutra
 POMB010 - Rio Pomba - Paraoquena
 POMB030 - Rio Pomba - Santo Antônio de Pádua
 POMB040 - Rio Pomba em Paraoquena
 POMB050 - Rio Pomba a jusante de Cataguases
 POMB070 - Rio Pomba a montante de Cataguases
 POMB091 - Rio Pomba em Guarani
 POMB100 - Rio Pomba a jusante de Mercês
 POSS010 - Ribeirão das Posses a jusante de Santos Dumont
 PQQE020 - Rio Paquequer - Rio Bahia - Km 78 (Teresópolis)
 PQQR020 - Rio Paquequer - Carmo
 PRBN010 - Rio Paraíba a montante do rio Paraíba do Sul
 PRBN020 - Rio Paraíba - Três Rios
 PRBN030 - Rio Paraíba - divisa Rio/Juiz de Fora - BR 040
 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
 PRBS010 - Campos - rio Paraíba
 PRBS040 - São Fidélis - rio Paraíba
 PRBS050 - Portela - rio Paraíba
 PRBS070 - Itaocara - rio Paraíba
 PRBS081 - Rio Paraíba do Sul em Itaocara
 PRBS090 - Sapucaia - rio Paraíba
 PRBS101 - Rio Paraíba do Sul a jusante do Rio Paraíba

PRBS110 - Três Rios - rio Paraíba
 PRBS130 - Rio Paraíba a montante da foz do rio Paraíba
 PRBS180 - Barra do Pirai - entrada para Vassouras
 PRBS210 - Represa Santa Cecília - junto entrada bombeamento
 PRBS220 - Vargem Alegre - ponto sobre a ponte na BR 116
 PRBS230 - BR116 - primeira ponte depois de Volta Redonda
 PRBS240 - Barra Mansa - próximo a Cimento Tupi
 PRBS250 - Barra Mansa - ponte a jusante da linha férrea
 PRBS270 - Floriano - ponte a jusante da Cyanamid
 PRBS290 - Resende
 PRBS310 - Reservatório de Funil - Canal de Fuga, saída das turbinas
 PRBS320 - Reservatório de Funil - Queluz
 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 Caçapava 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)
 PRET031 - Rio Preto em Rio Preto
 PRET041 - Rio Preto a montante de Visconde de Mauá

PRTE010 - Rio Paratei, ponte na estrada de acesso ao reservatório Jaguari, próximo a cervejaria BRAHMA
 PRTO020 - Rio Preto - Rio Bahia - Km 88,5 (Teresópolis)
 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

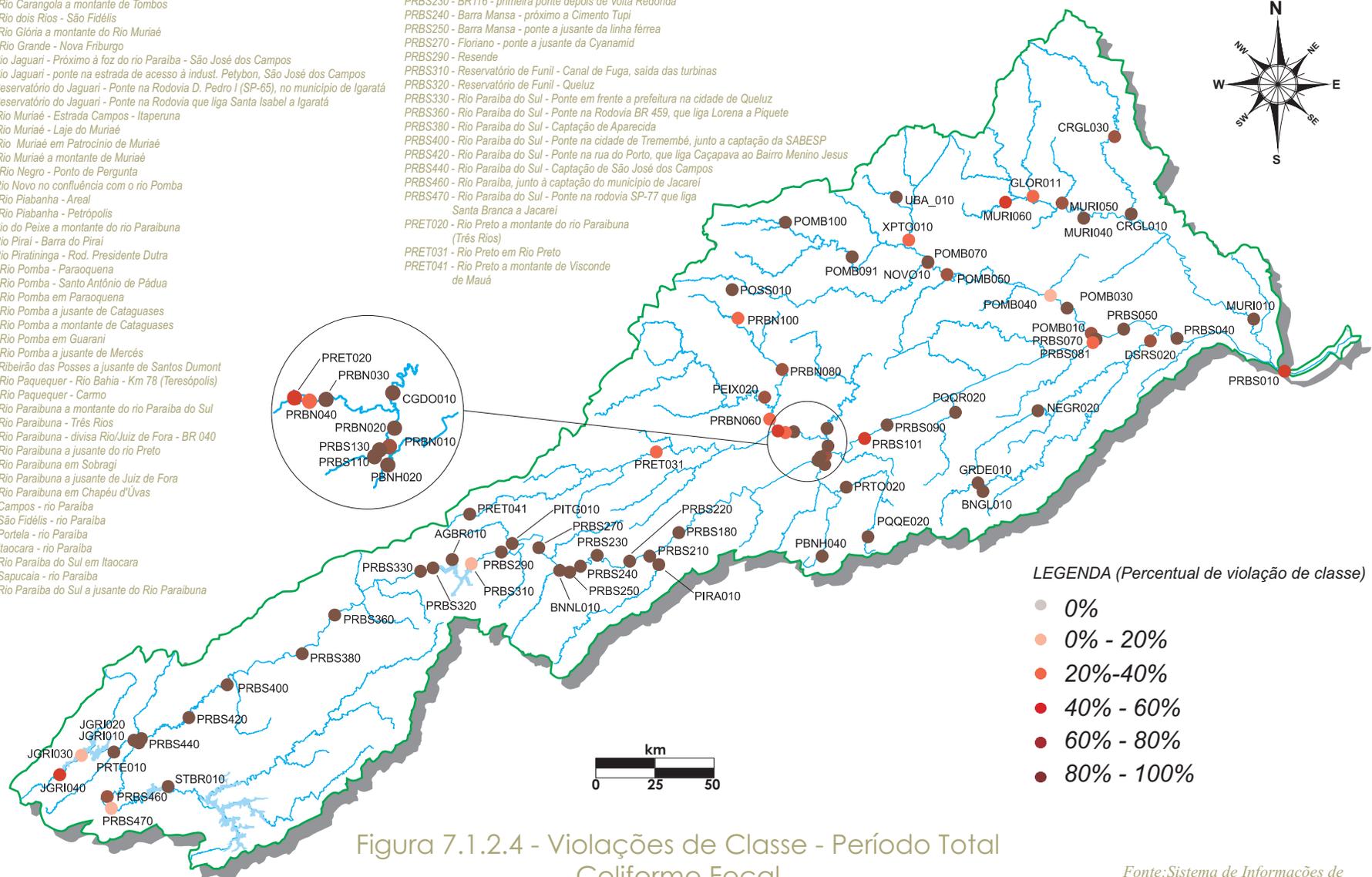


Figura 7.1.2.4 - Violações de Classe - Período Total Coliforme Fecal

Fonte: Sistema de Informações de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paraíba do Sul

Código da Estação - Localização da Estação

- CGDO010 - Rio Cágado a montante do rio Paraíba
 CRGL030 - Rio Carangola a montante de Tombos
 GLOR011 - Rio Glória a montante do Rio Muriaé
 JGRI010 - Rio Jaguari - Próximo à foz do rio Paraíba - São José dos Campos
 JGRI020 - Rio Jaguari - ponte na estrada de acesso à indust. 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 Paraoquena
 POMB050 - Rio Pomba a jusante de Cataguases
 POMB070 - Rio Pomba a montante de Cataguases
 POMB091 - Rio Pomba em Guarani
 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 Juj de Fora
 PRBN100 - Rio Paraíba em Chapéu d'Úvas
 PRBS010 - Campos - rio Paraíba
 PRBS040 - São Fidélis - rio Paraíba
 PRBS050 - Portela - rio Paraíba
 PRBS070 - Itaocara - rio Paraíba
 PRBS081 - Rio Paraíba do Sul em Itaocara
 PRBS101 - Rio Paraíba do Sul a jusante do 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 Caçapava ao Bairro Menino Jesus
 PRBS440 - Rio Paraíba do Sul - Captação de São José dos Campos
 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)
 PRET031 - Rio Preto em Rio Preto
 PRET041 - Rio Preto a montante de Visconde de Mauá
 UBA_010 - Rio Ubá a jusante da cidade de Ubá
 XPTO010 - Rio Xopotó a montante do rio Pomba

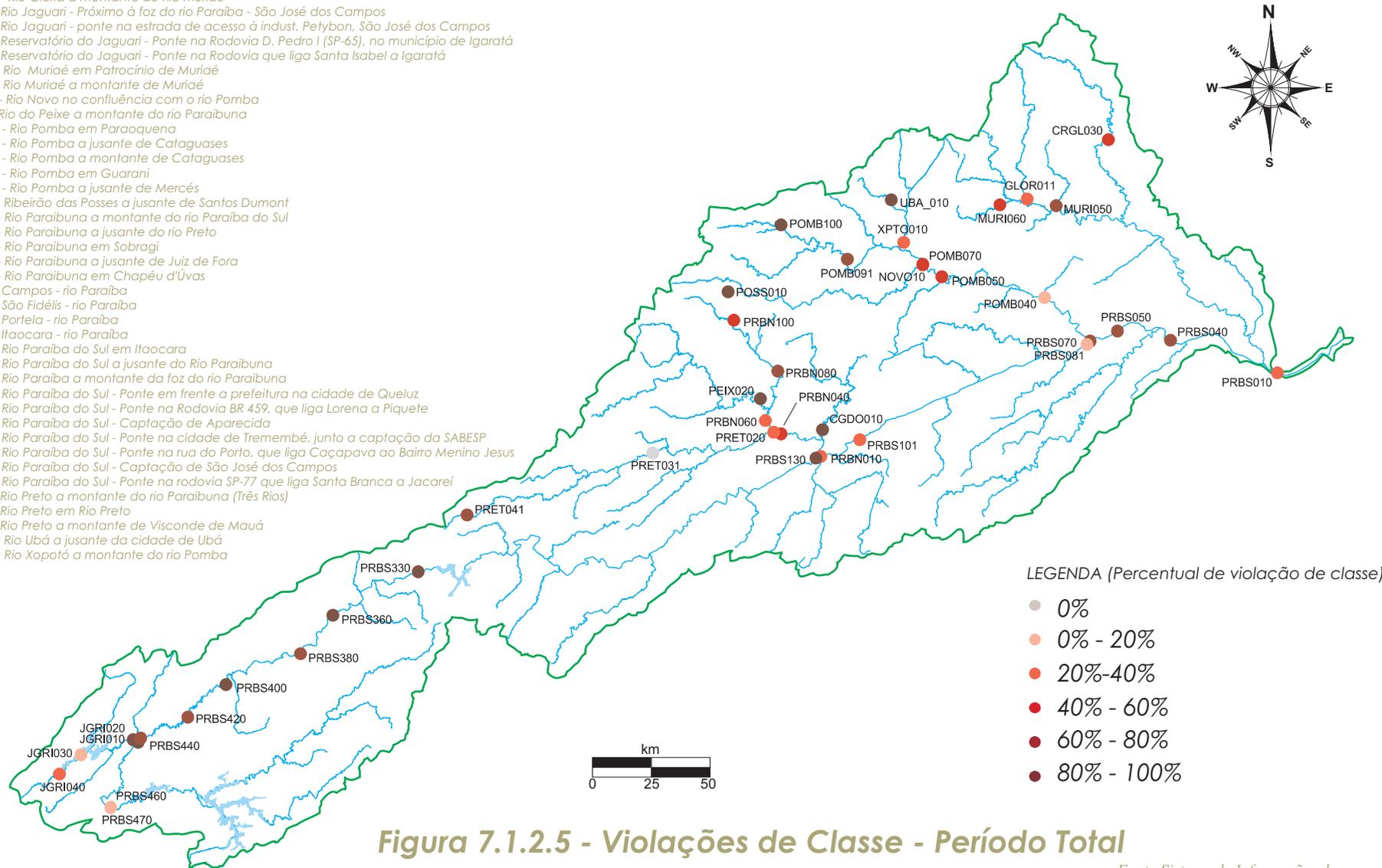


Figura 7.1.2.5 - Violações de Classe - Período Total Coliforme Total

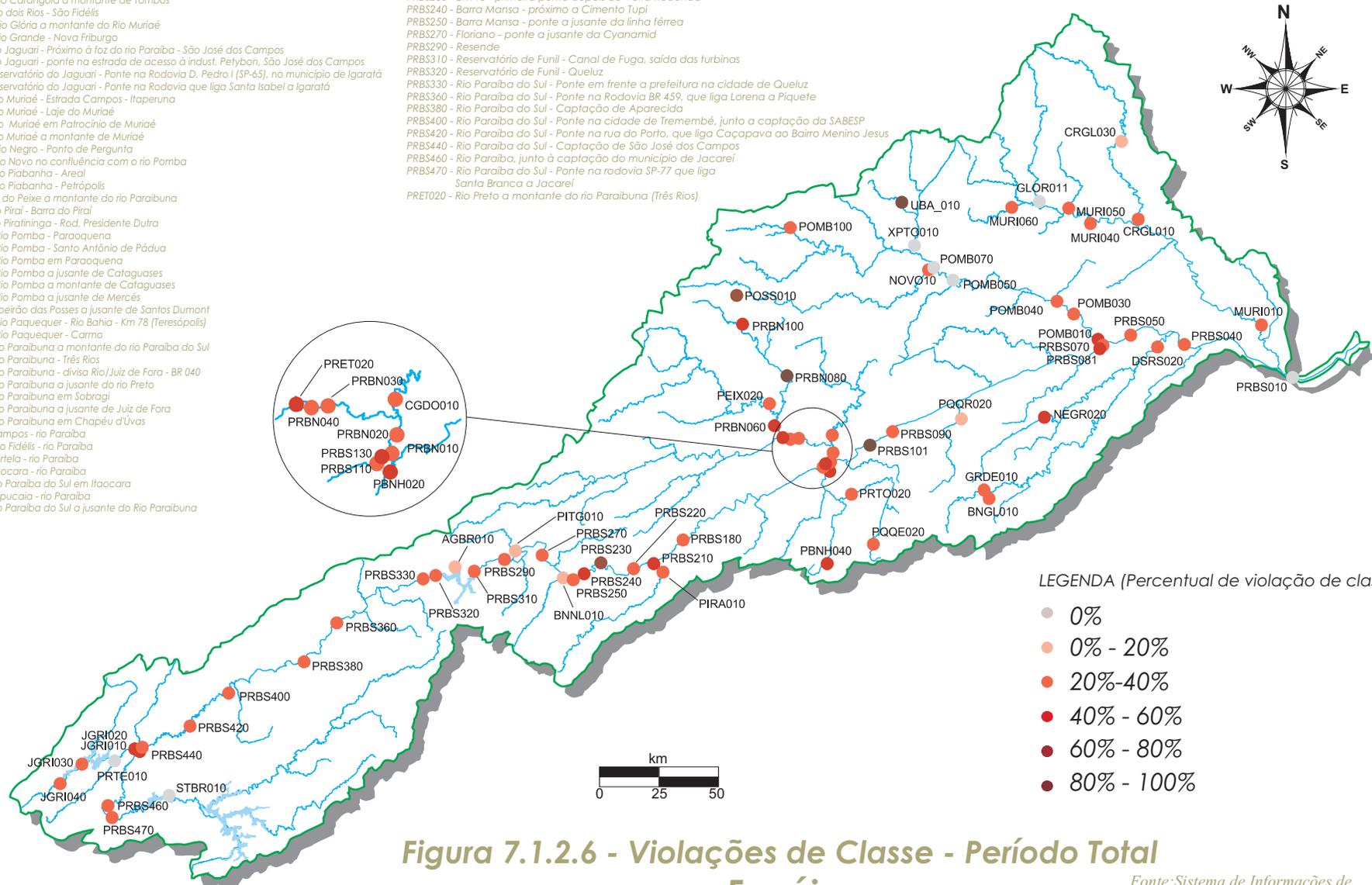
Fonte: Sistema de Informações de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paraíba do Sul

Código da Estação - Localização da Estação

AGBR010 - Córrego Água Branca - Itaipava - Nhangapi
 BNL010 - Rio Bengala - Conselheiro Paulino
 BNNL010 - Rio Bananal - Barra Mansa
 CGDO010 - Rio Cágado a montante do rio Paraíba
 CRGL010 - Rio Carangola - após Itaperuna
 CRGL030 - Rio Carangola a montante de Tombos
 DSRS020 - Rio dos Rios - São Fidélis
 GLOR011 - Rio Glória a montante do Rio Muriaé
 GRDE010 - Rio Grande - Nova Friburgo
 JGRI010 - Rio Jaguari - Próximo à foz do rio Paraíba - São José dos Campos
 JGRI020 - Rio Jaguari - ponte na estrada de acesso à indúst. Pelybon, São José dos Campos
 JGRI030 - Reservatório do Jaguari - Ponte na Rodovia D. Pedro I (SP-45), no município de Igaratá
 JGRI040 - Reservatório do Jaguari - Ponte na Rodovia que liga Santa Isabel a Igaratá
 MURI010 - Rio Muriaé - Estrada Campos - Itaperuna
 MURI040 - Rio Muriaé - Laje do Muriaé
 MURI050 - Rio Muriaé em Patrocínio de Muriaé
 MURI060 - Rio Muriaé a montante de Muriaé
 NEGR020 - Rio Negro - Ponto de Pergunta
 NOVO010 - Rio Novo no confluência com o rio Pomba
 PBNH020 - Rio Piabanha - Areá
 PBNH040 - Rio Piabanha - Petrópolis
 PEIX020 - Rio do Peixe a montante do rio Paraíba
 PIRA010 - Rio Pirai - Barra do Pirai
 PITG010 - Rio Piratininga - Rod. Presidente Dutra
 POMB010 - Rio Pomba - Paraququera
 POMB030 - Rio Pomba - Santo Antônio de Pádua
 POMB040 - Rio Pomba em Paraququera
 POMB050 - Rio Pomba a jusante de Cataguases
 POMB070 - Rio Pomba a montante de Cataguases
 POMB100 - Rio Pomba a jusante de Mercés
 POSS010 - Ribeirão das Posses a jusante de Santos Dumont
 PQQE020 - Rio Paqueta - Rio Bahia - Km 78 (Teresópolis)
 PQQR020 - Rio Paqueta - Carmo
 PRBN010 - Rio Paraíba a montante do rio Paraíba do Sul
 PRBN020 - Rio Paraíba - Três Rios
 PRBN030 - Rio Paraíba - divisa Rio Juiz de Fora - BR 040
 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
 PRBS010 - Campos - rio Paraíba
 PRBS040 - São Fidélis - rio Paraíba
 PRBS050 - Portela - rio Paraíba
 PRBS070 - Itaocara - rio Paraíba
 PRBS081 - Rio Paraíba do Sul em Itaocara
 PRBS090 - Sapucaia - rio Paraíba
 PRBS101 - Rio Paraíba do Sul a jusante do Rio Paraíba

PRBS110 - Três Rios - rio Paraíba
 PRBS130 - Rio Paraíba a montante da foz do rio Paraíba
 PRBS180 - Barra do Pirai - entrada para Vassouras
 PRBS210 - Represa Santa Cecilia - junto entrada bombeamento
 PRBS220 - Vargem Alegre - ponto sobre a ponte na Volta Redonda
 PRBS230 - BR 116 - primeira ponte depois de Volta Redonda
 PRBS240 - Barra Mansa - próximo a Cimento Tupi
 PRBS250 - Barra Mansa - ponte a jusante da linha férrea
 PRBS270 - Floriania - ponte a jusante da Cyanamid
 PRBS290 - Resende
 PRBS310 - Reservatório de Funil - Canal de Fuga, saída das turbinas
 PRBS320 - Reservatório de Funil - Queluz
 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 \$ABESP
 PRBS420 - Rio Paraíba do Sul - Ponte na rua do Porto, que liga Caçapava 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
 PRTO020 - Rio Preto - Rio Bahia - Km 88,5 (Teresópolis)
 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%

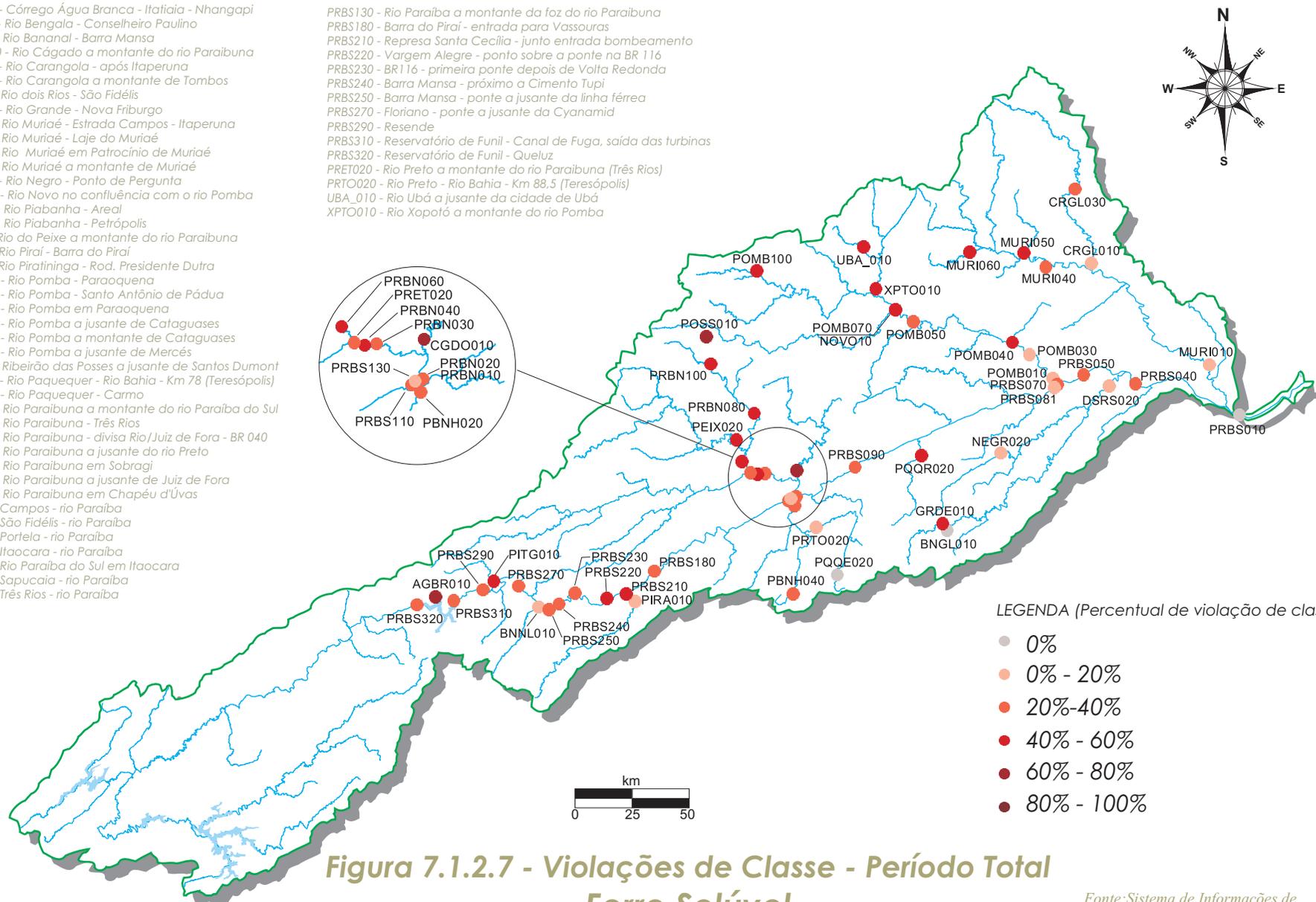
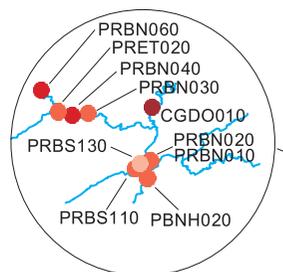
Figura 7.1.2.6 - Violações de Classe - Período Total Fenóis

Fonte: Sistema de Informações de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paraíba do Sul

Código da Estação - Localização da Estação

AGBR010 - Córrego Água Branca - Itatiaia - Nhangapi
 BNGL010 - Rio Bengala - Conselheiro Paulino
 BNNL010 - Rio Bananal - Barra Mansa
 CGDO010 - Rio Cágado a montante do rio Paraíba
 CRGL010 - Rio Carangola - após Itaperuna
 CRGL030 - Rio Carangola a montante de Tombos
 DRSR020 - Rio dois Rios - São Fidélis
 GRDE010 - Rio Grande - Nova Friburgo
 MURI010 - Rio Muriaé - Estrada Campos - Itaperuna
 MURI040 - Rio Muriaé - Laje do Muriaé
 MURI050 - Rio Muriaé em Patrocínio de Muriaé
 MURI060 - Rio Muriaé a montante de Muriaé
 NEGR020 - Rio Negro - Ponto de Pergunta
 NOVO10 - Rio Novo no confluência com o rio Pomba
 PBNH020 - Rio Piabanha - Areal
 PBNH040 - Rio Piabanha - Petrópolis
 PEIX020 - Rio do Peixe a montante do rio Paraíba
 PIRA010 - Rio Pirai - Barra do Pirai
 PITG010 - Rio Piratininga - Rod. Presidente Dutra
 POMB010 - Rio Pomba - Paraoquena
 POMB030 - Rio Pomba - Santo Antônio de Pádua
 POMB040 - Rio Pomba em Paraoquena
 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
 PQQR020 - Rio Paquequer - Rio Bahia - Km 78 (Teresópolis)
 PQQR020 - Rio Paquequer - Carmo
 PRBN010 - Rio Paraíba a montante do rio Paraíba do Sul
 PRBN020 - Rio Paraíba - Três Rios
 PRBN030 - Rio Paraíba - divisa Rio/Juiz de Fora - BR 040
 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
 PRBS010 - Campos - rio Paraíba
 PRBS040 - São Fidélis - rio Paraíba
 PRBS050 - Portela - rio Paraíba
 PRBS070 - Itaocara - rio Paraíba
 PRBS081 - Rio Paraíba do Sul em Itaocara
 PRBS090 - Sapucaia - rio Paraíba
 PRBS110 - Três Rios - rio Paraíba

PRBS130 - Rio Paraíba a montante da foz do rio Paraíba
 PRBS180 - Barra do Pirai - entrada para Vassouras
 PRBS210 - Represa Santa Cecília - junto entrada bombeamento
 PRBS220 - Vargem Alegre - ponto sobre a ponte na BR 116
 PRBS230 - BR116 - primeira ponte depois de Volta Redonda
 PRBS240 - Barra Mansa - próximo a Cimento Tupi
 PRBS250 - Barra Mansa - ponte a jusante da linha férrea
 PRBS270 - Floriano - ponte a jusante da Cyanamid
 PRBS290 - Resende
 PRBS310 - Reservatório de Funil - Canal de Fuga, saída das turbinas
 PRBS320 - Reservatório de Funil - Queluz
 PRET020 - Rio Preto a montante do rio Paraíba (Três Rios)
 PRTO020 - Rio Preto - Rio Bahia - Km 88,5 (Teresópolis)
 UBA_010 - Rio Ubá a jusante da cidade de Ubá
 XPTO010 - Rio Xopotó a montante do rio Pomba

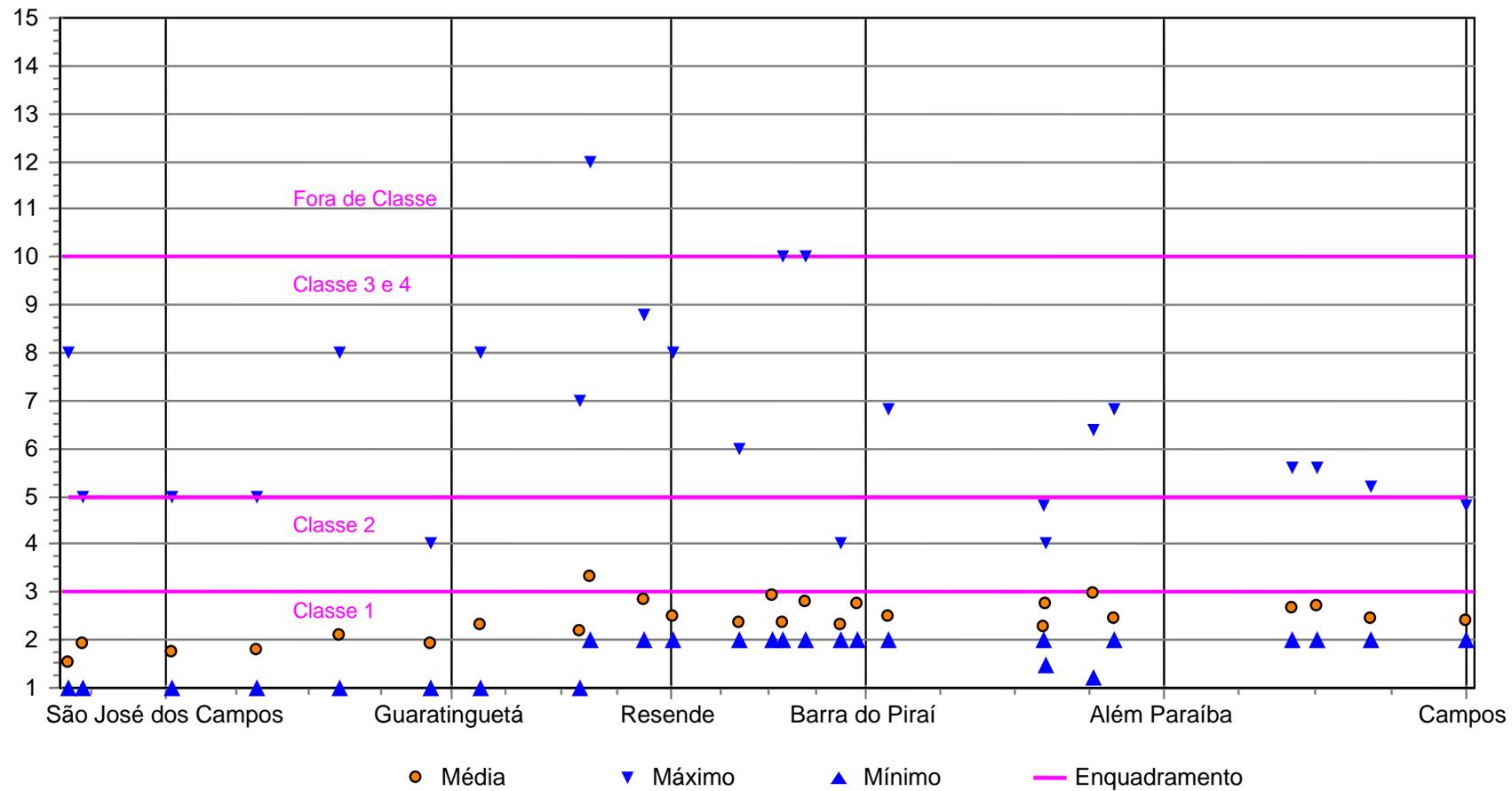


LEGENDA (Percentual de violação de classe)

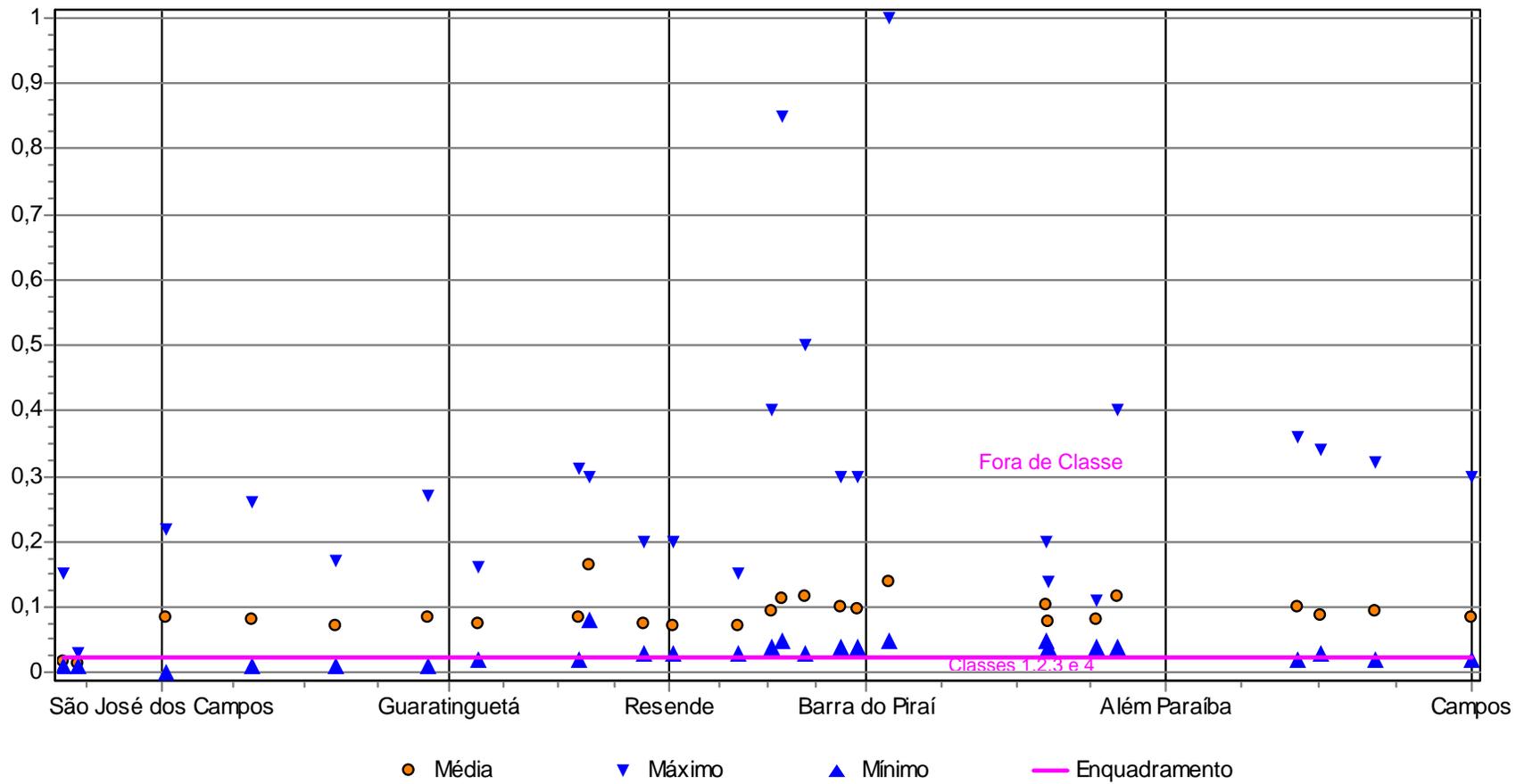
- 0%
- 0% - 20%
- 20%-40%
- 40% - 60%
- 60% - 80%
- 80% - 100%

**Figura 7.1.2.7 - Violações de Classe - Período Total
Ferro Solúvel**

Fonte: Sistema de Informações de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paraíba do Sul



**Figura 7.1.2.8 - Perfil de Qualidade da Água do Rio Paraíba do Sul
DBO (mg/l)**



**Figura 7.1.2.9 - Perfil de Qualidade da Água do Rio Paraíba do Sul
Fósforo Total (mg/l)**



Campos, Juiz de Fora e Volta Redonda. A figura 7.1.2.10 apresenta o gráfico com a evolução temporal de DBO na estação situada a jusante de São José dos Campos, no rio Paraíba do Sul.

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 seus principais afluentes, Paraibuna e Piabanha, a jusante dos centros urbanos de Juiz de Fora e Petrópolis.

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.

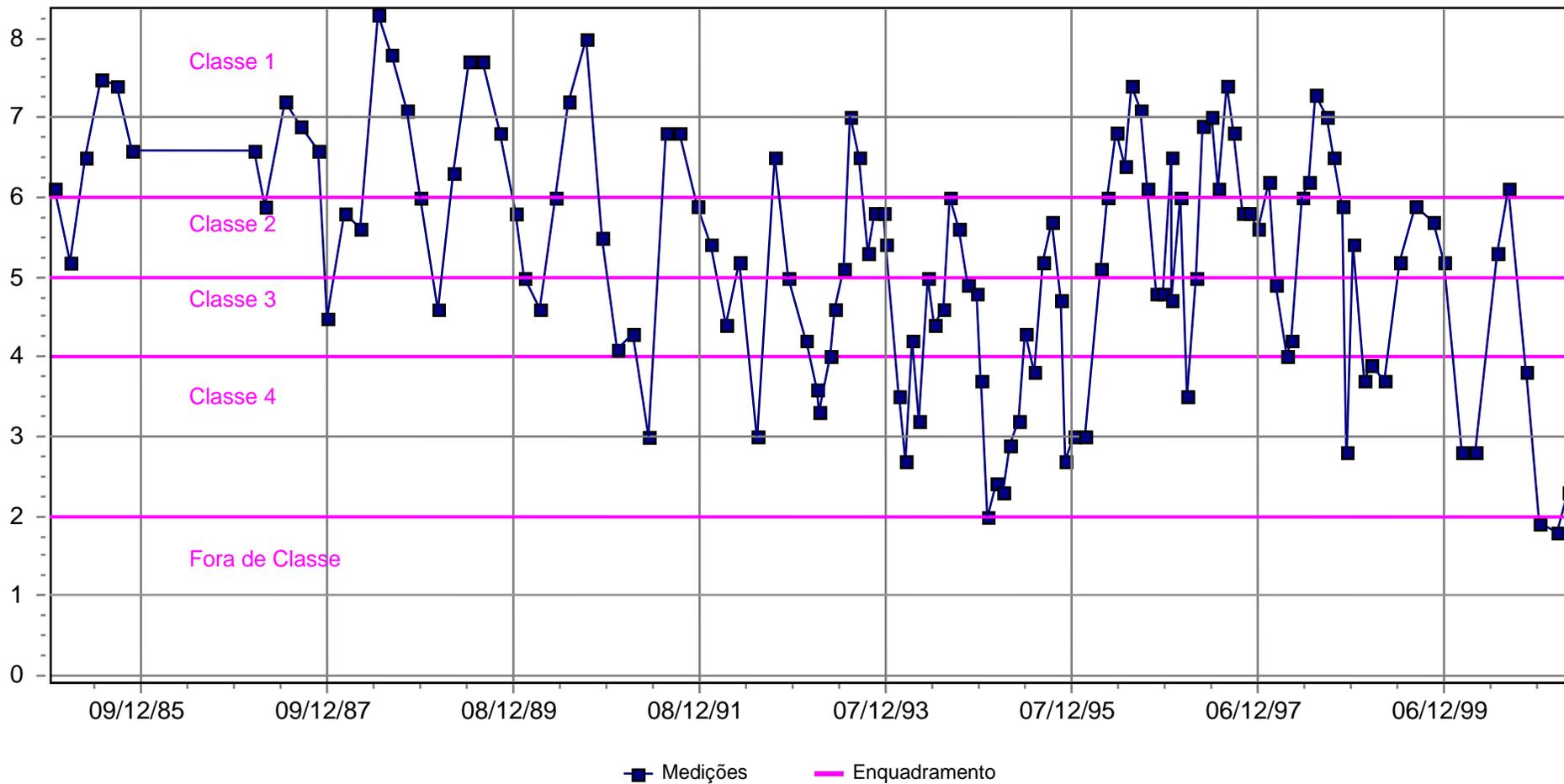
Com relação ao fósforo total, classificado em segundo lugar dentre as maiores violações médias na bacia (tabela 7.1.2.1), várias estações apresentaram níveis médios superiores a 0,1 mg/l, considerados excessivos em relação à classificação do CONAMA. Esses resultados são característicos de um sistema 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 7.1.2.1), comprometem a qualidade da água em praticamente 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.



**Figura 7.1.2.10 - Série Temporal de Medições de OD (mg/l)
Estação PRBS440 – Rio Paraíba do Sul em São José dos Campos**



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 7.1.2.1), 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.

7.2 Águas Subterrâneas

7.2.1 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.

7.2.2 Trecho Paulista da Bacia do Rio Paraíba do Sul

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 7.2.2.1 ilustra as áreas de ocorrência desses aquíferos.

- **Aquíferos em Rochas Cristalinas**

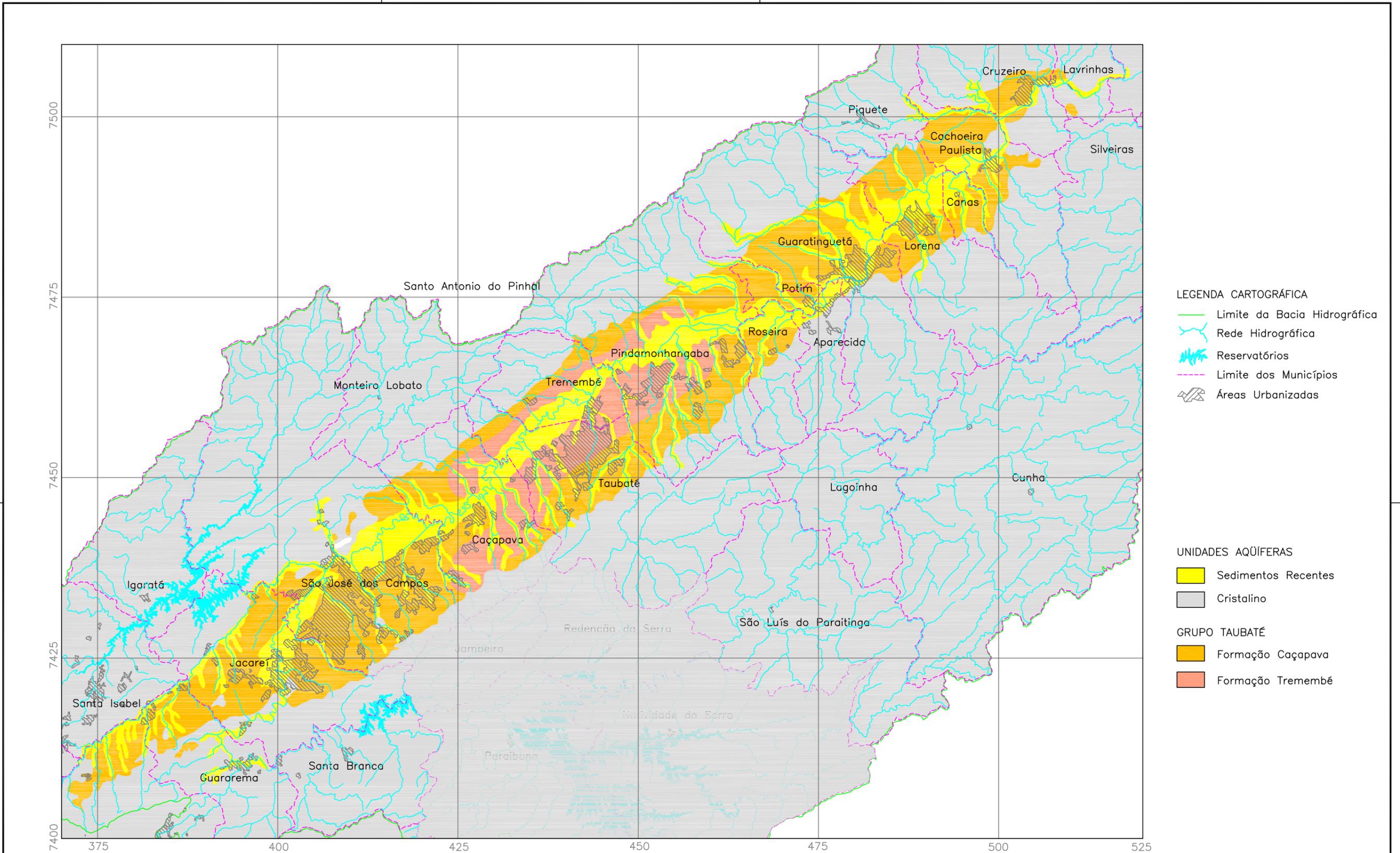
Os terrenos ígneo-metamórficos não compreendem um aquífero regional, mas por apresentarem localmente condições aquíferas, são então explorados por algumas dezenas de poços tubulares. O rendimento dos poços é geralmente pequeno, da ordem de alguns m³/h, com grande rebaixamento de nível. Poços bem localizados, 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 médias³ 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.

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

³ 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.



FONTE:

PROJETO QUALIDADE DAS ÁGUAS E CONTROLE DA POLUIÇÃO HÍDRICA – PQA
PARA A BACIA DO RIO PARAÍBA DO SUL NO ESTADO DE SÃO PAULO.

CONSÓRCIO ICF KAISER – LOGOS

SECRETARIA DE RECURSOS HÍDRICOS, SANEAMENTO E OBRAS – SRHSO

FIGURA 7.2.2.1

MAPA DAS UNIDADES AQUIFERAS

ESCALA: 1/500.000



(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.

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 m³/s e a vazão total extraída foi calculada em 2,8 m³/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.

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 CaCO₃ e dureza total de 0-273mg/l CaCO₃;
- 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).

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”.

7.2.3 Trecho Fluminense da Bacia do Rio Paraíba do Sul

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 aqüífero 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 7.2.3.1 que ilustra os sistemas aquíferos mencionados.

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 carbogaseadas, 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, São José de Ubá, Santo Antônio de Pádua, Miracema, Natividade, Porciúncula, Italva, Itaocara, 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, São Francisco de Itabapoana, São João da 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 (aquíferos cársticos).

No que tange à Região do Médio Paraíba, os aquíferos 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, Comendador. Levy Gasparian, Eng. Paulo de Frontin, Mendes, Paty do Alferes e Sapucaia.



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.

7.2.4 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 aquíferos. As características de cada sistema aquífero 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.

Sistemas Aquíferos

Com relação aos aquíferos, 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 7.2.4.1 ilustra as áreas de ocorrências destes aquíferos.

Disponibilidade de Águas Subterrâneas

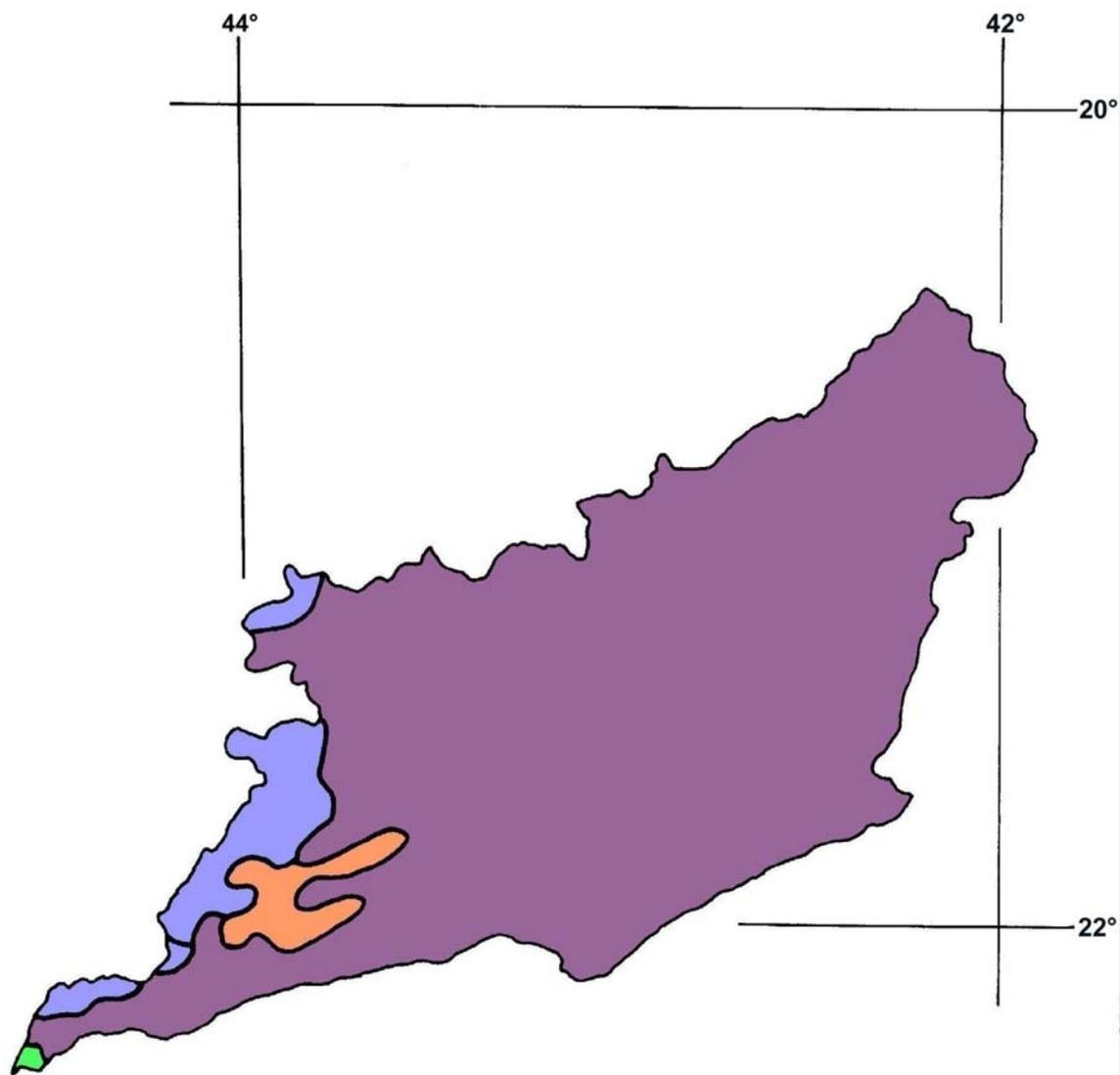
Com referência ao comportamento hidrológico da região, verifica-se que há predominância de áreas com relevo forte ondulado a montanhoso, com baixa capacidade de infiltração e pluviosidade anual compreendida entre 1.000 e 1.500 mm, havendo uma parcela significativa ao sul da bacia caracterizada por áreas 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.

LEGENDA

SISTEMAS AQÜÍFEROS



Principais Sistemas Aquíferos

Figura 7.2.4.1

FONTE:
DISPONIBILIDADES HÍDRICAS SUBTERRÂNEAS NO ESTADO DE MINAS GERAIS.
Sérgio Menin T. de Souza. HIDROSISTEMAS- Engenharia de Recursos Hídricos Ltda.



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.

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.

7.2.5 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.



8. USO E DEMANDA HÍDRICOS

8.1 Doméstico/Urbano

8.1.1 Introdução

Este item tem por objetivo apresentar as estimativas de demandas hídricas referentes ao abastecimento público doméstico urbano, bem como as estimativas dos lançamentos efetuados nos corpos hídricos da bacia do rio Paraíba do Sul, relativamente às vazões de esgoto domésticos.

8.1.2 Generalidades

O consumo médio diário por habitante varia amplamente de cidade para cidade e numa mesma cidade pode variar muito de um setor de distribuição para outro. Essas variações dependem de inúmeros fatores.

Nos lugares em que o verão é quente e seco, muita água é usada para a rega e o uso doméstico é aumentado. Por outro lado, nos tempos de frio esses consumos sofrem sensível redução. Além disso, a experiência demonstra que o consumo é muito influenciado pelo nível econômico das populações.

As características do sistema de abastecimento têm forte influência nos hábitos de consumo da população. A tendência do consumo diminui quando o fornecimento é micromedido e as tarifas são elevadas. Por outro lado, nota-se que o aumento da oferta de água, aliada a altas pressões na rede de distribuição, contribui para a elevação do consumo. Também a eficiência do controle dos sistemas por parte das concessionárias, traduzida, em parte, pelos índices de perdas, incide diretamente sobre o consumo médio *per capita*.

A quantidade dos esgotos domésticos é função direta dos consumos de água observados, acrescida das parcelas provenientes de infiltrações do subsolo que ocorrem ao longo da rede coletora, através das juntas das tubulações, estruturas dos poços de visita e rompimentos da rede.

8.1.3 Demandas domésticas atuais de água e vazões de esgotos produzidas

Para a obtenção dessas estimativas é necessário adotar alguns parâmetros de dimensionamento, tais como consumo *per capita*, coeficiente do dia de maior consumo, índices de atendimento e de perdas dos sistemas, coeficiente de retorno de esgotos e vazão de infiltração.

Tendo em vista que diversos são os fatores que incidem sobre o consumo *per capita* e que este tópico trata de como determinar a demanda para um sem-número de localidades com características fisiosocioeconômicas diversificadas, adotou-se apenas a variação dos consumos *per capita* em função do porte das localidades.

Para tanto, as localidades foram classificadas de acordo com cinco faixas de população urbana, a saber: com menos de 10.000 habitantes; entre 10.000 e 50.000 habitantes; entre 50.000 e 100.000 habitantes; entre 100.000 e 200.000 habitantes; e com mais de 200.000 habitantes.

Para a determinação dos consumos *per capita*, por faixa de população, recorreu-se às informações do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), referentes ao ano 2000 para os Estados do Rio de Janeiro, São Paulo e Minas Gerais. A partir dos dados relativos aos consumos *per capita* pesquisados, extraíram-se os valores considerados muito altos



(superiores a 300 l/hab.dia), equivalentes a 1,6% da amostragem, e aqueles avaliados como muito baixos (inferiores a 150 l/hab.dia). Os valores resultantes foram enquadrados segundo as faixas acima mencionadas, e, nesse caso, extraíram-se as médias aritméticas por faixa.

Dessa forma, e com base nas informações anteriores, consideraram-se os seguintes consumos *per capita* por faixa de população:

Faixa de População Urbana (Habitantes)	Per Capita (l/hab.dia)
0 a 10.000	165
10.000 a 50.000	195
50.000 a 100.000	210
100.000 a 200.000	220
200.000 a 1.000.000	250

Para o coeficiente referente ao dia de maior consumo, adotou-se o valor clássico de 1,2 e como meta para o índice de perdas, adotou-se o valor de 20% da vazão relativa ao dia de maior consumo, apesar de verificarem-se na bacia, mesmo em sistemas bem controlados, valores superiores.

O índice de atendimento dos sistemas de abastecimento público de água foi estimado em 95% da população urbana.

Considerou-se como coeficiente de retorno de esgotos, a relação entre a vazão que retorna à rede de esgotos e a vazão consumida o valor de 80%.

Para a parcela relativa à contribuição de infiltração, que depende do comprimento da rede coletora, seu estado de conservação, material de constituição, profundidade do lençol freático, densidade de ligações prediais e outros fatores, estimou-se em 20% o valor da vazão média de esgotos calculada.

A vazão captada foi calculada pelo produto da população urbana atendida pelo coeficiente do dia de maior consumo e pelo índice de perdas e a vazão de esgotos foi determinada pelo produto da vazão captada, pelo coeficiente de retorno, acrescida da parcela relativa à infiltração.

Para o ano 2000, a demanda estimada para atender às sedes municipais pertencentes à bacia do rio Paraíba do Sul é da ordem de 16,5 m³/s, sendo 6,9 m³/s para a fração fluminense, 5,8 m³/s para a paulista e 3,8 m³/s para a parcela mineira.

A seguir são apresentadas as tabelas 8.1.3.1, 8.1.3.2 e 8.1.3.3, com estimativas das demandas domésticas de água, e as tabelas 8.1.3.4, 8.1.3.5 e 8.1.3.6, com as vazões de esgotos produzidas.

Tabela 8.1.3.1
Estimativa das Demandas de Água das
Sedes Municipais para o ano 2000
Rio de Janeiro

Nº	Cidade	Pop. Urb. 2000	Pop. Ben. 95% de (2000)	Qmédia (l/s)	QmxK ₁ (l/s)	Qmxk ₁ xk ₂ (l/s)	Qmxk ₁ +20% (l/s)
1	Aperibé	6.842	6.500	12,41	14,89	22,34	17,87
2	Areal	8.954	8.506	16,24	19,49	29,23	23,39
3	Barra do Pirai	66.918	63.572	154,52	185,42	278,14	222,51
4	Barra Mansa	162.797	154.657	393,80	472,56	708,84	567,07
5	Bom Jardim	9.330	8.864	16,93	20,32	30,47	24,38
6	Cambuci	5.301	5.036	9,62	11,54	17,32	13,85
7	Campos dos Goytacazes	311.723	296.137	856,88	1.028,26	1.542,38	1.233,91
8	Cantagalo / Cordeiro	27.960	26.562	59,95	71,94	107,91	86,33
9	Cardoso Moreira	7.374	7.005	13,38	16,06	24,08	19,27
10	Carmo	10.070	9.567	21,59	25,91	38,86	31,09
11	Com. Levy Gasparian	6.161	5.853	11,18	13,42	20,12	16,10
12	Duas Barras	3.335	3.168	6,05	7,26	10,89	8,71
13	Engº Paulo de Frontin	-	-	-	-	-	-
14	Italva	8.841	8.399	16,04	19,25	28,87	23,10
15	Itaocara	11.341	10.774	24,32	29,18	43,78	35,02
16	Itaperuna	67.305	63.940	155,41	186,49	279,74	223,79
17	Itatiaia	11.728	11.142	25,15	30,18	45,27	36,22
18	Laje do Muriaé	5.624	5.343	10,20	12,24	18,36	14,69
19	Macuco	3.925	3.729	7,12	8,54	12,82	10,25
20	Mendes	17.123	16.267	36,71	44,05	66,08	52,86
21	Miguel Pereira	11.810	11.220	25,32	30,38	45,58	36,46
22	Miracema	22.367	21.249	47,96	57,55	86,33	69,06
23	Natividade	10.105	9.600	21,67	26,00	39,01	31,20
24	N.Friburgo / Cons. Paulino	143.242	136.080	346,50	415,80	623,70	498,96
25	Paty do Alferes	13.027	12.376	27,93	33,52	50,27	40,22
26	Paraíba do Sul	17.035	16.183	36,52	43,82	65,74	52,59
27	Petrópolis / Cascatinha	243.577	231.398	669,55	803,46	1.205,19	964,15
28	Pinheiral	17.672	16.788	37,89	45,47	68,20	54,56
29	Pirai	11.616	11.035	24,91	29,89	44,84	35,87
30	Porciúncula	10.479	9.955	22,47	26,96	40,45	32,36
31	Porto Real	11.388	10.819	24,42	29,30	43,96	35,16
32	Quatis	9.039	8.587	16,40	19,68	29,52	23,62
33	Resende / Agulhas Negras	91.185	86.626	210,55	252,66	378,99	303,19
34	Rio Claro	4.990	4.741	9,05	10,86	16,29	13,03
35	Rio das Flores	3.245	3.083	5,89	7,07	10,60	8,48
36	Santa Maria Madalena	4.467	4.244	8,10	9,72	14,58	11,66
37	Santo Antônio de Pádua	22.035	20.933	47,25	56,70	85,05	68,04
38	São Fidélis / Ipuca	23.102	21.947	49,53	59,44	89,15	71,32
39	S. Franc. do Itabapoana	-	-	-	-	-	-
40	São João da Barra (*)	16.156	15.348	34,64	41,57	62,35	49,88
41	São José de Ubá	2.326	2.210	4,22	5,06	7,60	6,08
42	S.J. do Vale do Rio Preto	9.007	8.557	16,34	19,61	29,41	23,53
43	São Sebastião do Alto	1.697	1.612	3,08	3,70	5,54	4,44
44	Sapuçaia	4.686	4.452	8,50	10,20	15,30	12,24
45	Sumidouro	2.334	2.217	4,23	5,08	7,61	6,09
46	Teresópolis	109.696	104.211	265,35	318,42	477,63	382,10
47	Trajano de Moraes	1.804	1.714	3,27	3,92	5,89	4,71
48	Três Rios	65.957	62.659	152,30	182,76	274,14	219,31
49	Valença	50.503	47.978	116,61	139,93	209,90	167,92
50	Vassouras	18.478	17.554	39,62	47,54	71,32	57,05
51	Varre - Sai	4.132	3.925	7,50	9,00	13,50	10,80
52	Volta Redonda	241.996	229.896	665,21	798,25	1.197,38	957,90
	Total	1.951.805	1.854.215	4.800,28	5.760,32	8.640,52	6.912,39

- 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 8.1.3.2
Estimativa das Demandas de Água das
Sedes Municipais para o ano 2000
São Paulo

Nº	Cidade	Pop. Urb. 2000	Pop. Ben. 95% de (2000)	Qmédia (l/s)	QmxK ₁ (l/s)	Qmxk ₁ k ₂ (l/s)	Qmxk ₁ +20% (l/s)
1	Aparecida	34.382	32.663	73,72	88,46	132,70	106,16
2	Arapeí	1.899	1.804	3,45	4,14	6,21	4,97
3	Areias	2.452	2.329	4,45	5,34	8,01	6,41
4	Arujá	-	-	-	-	-	-
5	Bananal	7.187	6.828	13,04	15,65	23,47	18,78
6	Caçapava	66.741	63.404	154,11	184,93	277,40	221,92
7	Cachoeira Paulista	21.671	20.587	46,46	55,75	83,63	66,90
8	Canas	3.041	2.889	5,52	6,62	9,94	7,95
9	Cruzeiro	71.179	67.620	164,35	197,22	295,83	236,66
10	Cunha	10.146	9.639	21,75	26,10	39,15	31,32
11	Guararema	17.710	16.825	37,97	45,56	68,35	54,68
12	Guaratinguetá	99.162	94.204	228,97	274,76	412,15	329,72
13	Guarulhos	-	-	-	-	-	-
14	Igaratá	5.877	5.583	10,66	12,79	19,19	15,35
15	Itaquaquetuba	-	-	-	-	-	-
16	Jacareí	169.575	161.096	410,20	492,24	738,36	590,69
17	Jambeiro	1.934	1.837	3,51	4,21	6,32	5,05
18	Lagoinha	2.877	2.733	5,22	6,26	9,40	7,52
19	Lavrinhas	3.701	3.516	6,71	8,05	12,08	9,66
20	Lorena	75.097	71.342	173,40	208,08	312,12	249,70
21	Moji das Cruzes	-	-	-	-	-	-
22	Monteiro Lobato	1.515	1.439	2,75	3,30	4,95	3,96
23	Natividade da Serra	2.570	2.442	4,66	5,59	8,39	6,71
24	Paraibuna	5.295	5.030	9,61	11,53	17,30	13,84
25	Pinda. / Moreira César	119.078	113.124	288,05	345,66	518,49	414,79
26	Piquete	14.209	13.499	30,47	36,56	54,85	43,88
27	Potim	12.967	12.319	27,80	33,36	50,04	40,03
28	Queluz	7.846	7.454	14,23	17,08	25,61	20,49
29	Redenção da Serra	1.627	1.546	2,95	3,54	5,31	4,25
30	Roseira	8.013	7.612	14,54	17,45	26,17	20,94
31	Salesópolis	-	-	-	-	-	-
32	Santa Branca	11.721	11.135	25,13	30,16	45,23	36,19
33	Santa Isabel	33.014	31.363	70,79	84,95	127,42	101,94
34	São José do Barreiro	2.471	2.347	4,48	5,38	8,06	6,45
35	S.J. dos Campos / E. Melo	531.681	505.097	1.461,51	1.753,81	2.630,72	2.104,57
36	São Luís do Paraitinga	5.704	5.419	10,35	12,42	18,63	14,90
37	Silveiras	2.451	2.328	4,45	5,34	8,01	6,41
38	Taubaté / Tremembé / Quiririm	259.721	246.735	713,93	856,72	1.285,07	1.028,06
	Total	1.614.514	1.533.788	4.049,19	4.859,01	7.288,56	5.830,85

- 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, São José dos Campos/ Eugênio de Melo e Taubaté/Tremembé/Quiririm.
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 8.1.3.3
Estimativa das Demandas de Água das
Sedes Municipais para o ano 2000
Minas Gerais

Nº	Cidade	Pop. Urb. 2000	Pop. Ben. 95% de (2000)	Qmédia (l/s)	QmxK ₁ (l/s)	Qmxk ₁ xk ₂ (l/s)	Qmxk ₁ +20% (l/s)
1	Além Paraíba	29.635	28.153	63,54	76,25	114,37	91,50
2	Antônio Carlos	-	-	-	-	-	-
3	Antônio Prado de Minas	977	928	1,77	2,12	3,19	2,55
4	Aracitaba	1.454	1.381	2,64	3,17	4,75	3,80
5	Argirita	2.152	2.044	3,90	4,68	7,02	5,62
6	Astolfo Dutra	8.922	8.476	16,19	19,43	29,14	23,31
7	Barão de Monte Alto	1.567	1.489	2,84	3,41	5,11	4,09
8	Barbacena	-	-	-	-	-	-
9	Belmiro Braga	559	531	1,01	1,21	1,82	1,45
10	Bias Fortes	1.641	1.559	2,98	3,58	5,36	4,29
11	Bicas / Guarará	15.050	14.298	32,27	38,72	58,09	46,47
12	Bocaina de Minas	-	-	-	-	-	-
13	Bom Jardim de Minas	-	-	-	-	-	-
14	Carangola	22.097	20.992	47,38	56,86	85,28	68,23
15	Cataguases	57.267	54.404	132,23	158,68	238,01	190,41
16	Chácara	1.651	1.568	3,00	3,60	5,40	4,32
17	Chiador	758	720	1,38	1,66	2,48	1,99
18	Coronel Pacheco	1.802	1.712	3,27	3,92	5,89	4,71
19	Descoberto	3.251	3.088	5,90	7,08	10,62	8,50
20	Desterro do Melo	-	-	-	-	-	-
21	Divinésia	-	-	-	-	-	-
22	Divino	7.940	7.543	14,41	17,29	25,94	20,75
23	Dona Euzébia	3.677	3.493	6,67	8,00	12,01	9,60
24	Ervália	-	-	-	-	-	-
25	Estrela Dalva	1.623	1.542	2,94	3,53	5,29	4,23
26	Eugenópolis	5.137	4.880	9,32	11,18	16,78	13,42
27	Ewbank da Câmara	3.168	3.010	5,75	6,90	10,35	8,28
28	Faria Lemos	2.277	2.163	4,13	4,96	7,43	5,95
29	Fervedouro	2.817	2.676	5,11	6,13	9,20	7,36
30	Goianá	2.412	2.291	4,38	5,26	7,88	6,31
31	Guarani	6.205	5.895	11,26	13,51	20,27	16,21
32	Guidoval	5.304	5.039	9,62	11,54	17,32	13,85
33	Guiricema	2.954	2.806	5,36	6,43	9,65	7,72
34	Itamarati de Minas	2.804	2.664	5,09	6,11	9,16	7,33
35	Juiz de Fora	450.142	427.635	1.237,37	1.484,84	2.227,27	1.781,81
36	Laranjal	3.953	3.755	7,17	8,60	12,91	10,32
37	Leopoldina	40.383	38.364	86,59	103,91	155,86	124,69
38	Lima Duarte	10.311	9.795	22,11	26,53	39,80	31,84
39	Mar de Espanha	8.678	8.244	15,74	18,89	28,33	22,67
40	Maripá de Minas	1.871	1.777	3,39	4,07	6,10	4,88
41	Matias Barbosa	11.583	11.004	24,84	29,81	44,71	35,77
42	Mercês	6.155	5.847	11,17	13,40	20,11	16,08
43	Miradouro	4.919	4.673	8,92	10,70	16,06	12,84
44	Miraiá	8.950	8.503	16,24	19,49	29,23	23,39
45	Muriae	77.760	73.872	179,55	215,46	323,19	258,55
46	Olaria	844	802	1,53	1,84	2,75	2,20
47	Oliveira Fortes	1.070	1.017	1,94	2,33	3,49	2,79
48	Orizânia	1.705	1.620	3,09	3,71	5,56	4,45
49	Paiva	1.136	1.079	2,06	2,47	3,71	2,97
50	Palma	3.755	3.567	6,81	8,17	12,26	9,81
51	Passa Vinte	1.283	1.219	2,33	2,80	4,19	3,36
52	Patrocínio do Muriae	3.402	3.232	6,17	7,40	11,11	8,88
53	Pedra Dourada	1.121	1.065	2,03	2,44	3,65	2,92
54	Pedro Teixeira	766	728	1,39	1,67	2,50	2,00
55	Pequeri	2.627	2.496	4,77	5,72	8,59	6,87
56	Piau	1.672	1.588	3,03	3,64	5,45	4,36
57	Pirapetinga	7.763	7.375	14,08	16,90	25,34	20,28
58	Piraúba	8.502	8.077	15,42	18,50	27,76	22,20
59	Recreio	7.862	7.469	14,26	17,11	25,67	20,53
60	Rio Novo	7.264	6.901	13,18	15,82	23,72	18,98
61	Rio Pomba	13.290	12.626	28,50	34,20	51,30	41,04
62	Rio Preto	3.864	3.671	7,01	8,41	12,62	10,09
63	Rochedo de Minas	1.703	1.618	3,09	3,71	5,56	4,45
64	Rodeiro	4.309	4.094	7,82	9,38	14,08	11,26
65	Rosário da Limeira	1.649	1.567	2,99	3,59	5,38	4,31
66	Santa Bárb. do M. Verde	1.163	1.105	2,11	2,53	3,80	3,04
67	Santa Bárbara do Tugúrio	1.630	1.549	2,96	3,55	5,33	4,26
68	Santa Rita de Jacutinga	3.489	3.315	6,33	7,60	11,39	9,12
69	Santa Rita do Ibitipoca	-	-	-	-	-	-
70	Santana de Cataguases	2.613	2.482	4,74	5,69	8,53	6,83
71	Santana do Deserto	1.225	1.164	2,22	2,66	4,00	3,20



Nº	Cidade	Pop. Urb. 2000	Pop. Ben. 95% de (2000)	Qmédia (l/s)	QmxK ₁ (l/s)	Qmxk ₁ k ₂ (l/s)	Qmxk ₁ +20% (l/s)
72	Santo A. do Aventureiro	1.470	1.397	2,67	3,20	4,81	3,84
73	Santos Dumont	38.451	36.528	82,44	98,93	148,39	118,71
74	São Francisco do Glória	3.101	2.946	5,63	6,76	10,13	8,11
75	São Geraldo	4.763	4.525	8,64	10,37	15,55	12,44
76	São João Nepomuceno	20.454	19.431	43,86	52,63	78,95	63,16
77	S. S. da Vargem Alegre	1.223	1.162	2,22	2,66	4,00	3,20
78	Senador Cortes	1.091	1.036	1,98	2,38	3,56	2,85
79	Silveirânia	1.021	970	1,85	2,22	3,33	2,66
80	Simão Pereira	1.334	1.267	2,42	2,90	4,36	3,48
81	Tabuleiro	2.595	2.465	4,71	5,65	8,48	6,78
82	Tocantins	11.347	10.780	24,33	29,20	43,79	35,04
83	Tombos	7.179	6.820	13,02	15,62	23,44	18,75
84	Ubá	74.981	71.232	173,13	207,76	311,63	249,31
85	Vieiras	1.349	1.282	2,45	2,94	4,41	3,53
86	Visconde do Rio Branco	25.889	24.595	55,51	66,61	99,92	79,93
87	Volta Grande	3.134	2.977	5,69	6,83	10,24	8,19
	Total	1.104.895	1.049.650	2.607,84	3.129,41	4.694,11	3.755,27

- 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 8.1.3.4
Estimativa das Vazões de Esgotos Sanitários
das Sedes Municipais para o ano 2000
Rio de Janeiro

Nº	Cidade	Pop. Urb. 2000	Pop. Ben. 90% de (2000)	Qmédia (l/s)	Qmxk ₁ xk ₂ (l/s)	Q infiltr. (l/s)	Qmxk ₁ xk ₂ +inf. (l/s)
1	Aperibé	6.842	6.158	9,41	16,94	1,88	18,82
2	Areal	8.954	8.059	12,31	22,16	2,46	24,62
3	Barra do Pirai	66.918	60.226	117,11	210,80	23,42	234,22
4	Barra Mansa	162.797	146.517	298,46	537,23	59,69	596,92
5	Bom Jardim	9.330	8.397	12,83	23,09	2,57	25,66
6	Cambuci	5.301	4.771	7,29	13,12	1,46	14,58
7	Campos dos Goytacazes	311.723	280.551	649,42	1.168,96	129,88	1.298,84
8	Cantagalo	10.204	9.184	16,58	29,84	3,32	33,16
9	Cardoso Moreira	7.374	6.637	10,14	18,25	2,03	20,28
10	Carmo	10.070	9.063	16,36	29,45	3,27	32,72
11	Com. Levy Gasparian	6.161	5.545	8,47	15,25	1,69	16,94
12	Cordeiro	17.756	15.980	28,85	51,93	5,77	57,70
13	Duas Barras	3.335	3.002	4,59	8,26	0,92	9,18
14	Engº Paulo de Frontin	-	-	-	-	-	-
15	Italva	8.841	7.957	12,16	21,89	2,43	24,32
16	Itaocara	11.341	10.207	18,43	33,17	3,69	36,86
17	Itaperuna	67.305	60.575	117,78	212,00	23,56	235,56
18	Itatiaia	11.728	10.555	19,06	34,31	3,81	38,12
19	Laje do Muriaé	5.624	5.062	7,73	13,91	1,55	15,46
20	Macuco	3.925	3.533	5,40	9,72	1,08	10,80
21	Mendes	17.123	15.411	27,82	50,08	5,56	55,64
22	Miguel Pereira	11.810	10.629	19,19	34,54	3,84	38,38
23	Miracema	22.367	20.130	36,35	65,43	7,27	72,70
24	Natividade	10.105	9.095	16,42	29,56	3,28	32,84
25	Nova Friburgo	114.164	102.748	209,30	376,74	41,86	418,60
26	Conselheiro Paulino	29.078	26.170	47,25	85,05	9,45	94,50
27	Paty do Alferes	13.027	11.724	21,17	38,11	4,23	42,34
28	Paraíba do Sul	17.035	15.332	27,68	49,82	5,54	55,36
29	Petrópolis	181.638	163.474	333,00	599,40	66,60	666,00
30	Cascatinha	61.939	55.745	108,39	195,10	21,68	216,78
31	Pinheiral	17.672	15.905	28,72	51,70	5,74	57,44
32	Pirai	11.616	10.454	18,88	33,98	3,78	37,76
33	Porciúncula	10.479	9.431	17,03	30,65	3,41	34,06
34	Porto Real	11.388	10.249	18,51	33,32	3,70	37,02
35	Quatis	9.039	8.135	12,43	22,37	2,49	24,86
36	Resende	67.946	61.151	118,91	214,04	23,78	237,82
37	Agulhas Negras	23.239	20.915	37,76	67,97	7,55	75,52
38	Rio Claro	4.990	4.491	6,86	12,35	1,37	13,72
39	Rio das Flores	3.245	2.921	4,46	8,03	0,89	8,92
40	Santa Maria Madalena	4.467	4.020	6,14	11,05	1,23	12,28
41	Santo Antônio de Pádua	22.035	19.832	35,81	64,46	7,16	71,62
42	São Fidélis	19.041	17.137	30,94	55,69	6,19	61,88
43	Ipuca	4.061	3.655	5,58	10,04	1,12	11,16
44	S. Franc. do Itabapoana	-	-	-	-	-	-
45	São João da Barra (*)	16.156	14.540	26,25	47,25	5,25	52,50
46	São José de Ubá	2.326	2.093	3,20	5,76	0,64	6,40
47	S.J. do Vale do Rio Preto	9.007	8.106	12,38	22,28	2,48	24,76
48	São Sebastião do Alto	1.697	1.527	2,33	4,19	0,47	4,66
49	Sapucaia	4.686	4.217	6,44	11,59	1,29	12,88
50	Sumidouro	2.334	2.101	3,21	5,78	0,64	6,42
51	Teresópolis	109.696	98.726	201,11	362,00	40,22	402,22
52	Trajano de Moraes	1.804	1.624	2,48	4,46	0,50	4,96
53	Três Rios	65.957	59.361	115,42	207,76	23,08	230,84
54	Valença	50.503	45.453	88,38	159,08	17,68	176,76
55	Vassouras	18.478	16.630	30,03	54,05	6,01	60,06
56	Varre - Sai	4.132	3.719	5,68	10,22	1,14	11,36
57	Volta Redonda	241.996	217.796	504,16	907,49	100,83	1.008,32
	Total	1.951.805	1.756.625	3.562,05	6.411,67	712,43	7.124,10

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 8.1.3.5 - Estimativa das Vazões de Esgotos Sanitários das Sedes Municipais para o ano 2000
São Paulo

Nº	Cidade	Pop. Urb. 2000	Pop. Ben. 90% de (2000)	Qmédia (l/s)	Qmxk ₁ xk ₂ (l/s)	Q infiltr. (l/s)	Qmxk ₁ xk ₂ +inf. (l/s)
1	Aparecida	34.382	30.944	55,87	100,57	11,17	111,74
2	Arapeí	1.899	1.709	2,61	4,70	0,52	5,22
3	Areias	2.452	2.207	3,37	6,07	0,67	6,74
4	Arujá	-	-	-	-	-	-
5	Bananal	7.187	6.468	9,88	17,78	1,98	19,76
6	Caçapava	66.741	60.067	116,80	210,24	23,36	233,60
7	Cachoeira Paulista	21.671	19.504	35,22	63,40	7,04	70,44
8	Canas	3.041	2.737	4,18	7,52	0,84	8,36
9	Cruzeiro	71.179	64.061	124,56	224,21	24,91	249,12
10	Cunha	10.146	9.131	16,49	29,68	3,30	32,98
11	Guararema	17.710	15.939	28,78	51,80	5,76	57,56
12	Guaratinguetá	99.162	89.246	173,53	312,35	34,71	347,06
13	Guarulhos	-	-	-	-	-	-
14	Igaratá	5.877	5.289	8,08	14,54	1,62	16,16
15	Itaquaquecetuba	-	-	-	-	-	-
16	Jacareí	169.575	152.618	310,89	559,60	62,18	621,78
17	Jambeiro	1.934	1.741	2,66	4,79	0,53	5,32
18	Lagoinha	2.877	2.589	3,96	7,13	0,79	7,92
19	Lavrinhas	3.701	3.331	5,09	9,16	1,02	10,18
20	Lorena	75.097	67.587	131,42	236,56	26,28	262,84
21	Moji das Cruzes	-	-	-	-	-	-
22	Monteiro Lobato	1.515	1.364	2,08	3,74	0,42	4,16
23	Natividade da Serra	2.570	2.313	3,53	6,35	0,71	7,06
24	Paraibuna	5.295	4.766	7,28	13,10	1,46	14,56
25	Pindamonhangaba	87.454	78.709	153,04	275,47	30,61	306,08
26	Moreira César	31.624	28.462	51,39	92,50	10,28	102,78
27	Piquete	14.209	12.788	23,09	41,56	4,62	46,18
28	Potim	12.967	11.670	21,07	37,93	4,21	42,14
29	Queluz	7.846	7.061	10,79	19,42	2,16	21,58
30	Redenção da Serra	1.627	1.464	2,24	4,03	0,45	4,48
31	Roseira	8.013	7.212	11,02	19,84	2,20	22,04
32	Salesópolis	-	-	-	-	-	-
33	Santa Branca	11.721	10.549	19,05	34,29	3,81	38,10
34	Santa Isabel	33.014	29.713	53,65	96,57	10,73	107,30
35	São José do Barreiro	2.471	2.224	3,40	6,12	0,68	6,80
36	São José dos Campos	463.586	417.227	965,80	1.738,44	193,16	1.931,60
37	Eugênio de Melo	68.095	61.286	119,17	214,51	23,83	238,34
38	São Luís do Paraitinga	5.704	5.134	7,84	14,11	1,57	15,68
39	Silveiras	2.451	2.206	3,37	6,07	0,67	6,74
40	Taubaté	205.684	185.116	428,51	771,32	85,70	857,02
41	Quiririm	24.171	21.754	39,28	70,70	7,86	78,56
42	Tremembé	29.866	26.879	48,53	87,35	9,71	97,06
	Total	1.614.514	1.453.063	3.007,52	5.413,52	601,52	6.015,04

- 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 8.1.3.6
Estimativa das Vazões de Esgotos Sanitários
das Sedes Municipais para o ano 2000
Minas Gerais

Nº	Cidade	Pop. Urb. 2000	Pop. Ben. 90% de (2000)	Qmédia (l/s)	Qmxk ₁ xk ₂ (l/s)	Q infiltr. (l/s)	Qmxk ₁ xk ₂ +inf. (l/s)
1	Além Paraíba	29.635	26.672	48,16	86,69	9,63	96,32
2	Antônio Carlos	-	-	-	-	-	-
3	Antônio Prado de Minas	977	879	1,34	2,41	0,27	2,68
4	Aracitaba	1.454	1.309	2,00	3,60	0,40	4,00
5	Argirita	2.152	1.937	2,96	5,33	0,59	5,92
6	Astolfo Dutra	8.922	8.030	12,27	22,09	2,45	24,54
7	Barão de Monte Alto	1.567	1.410	2,15	3,87	0,43	4,30
8	Barbacena	-	-	-	-	-	-
9	Belmiro Braga	559	503	0,77	1,39	0,15	1,54
10	Bias Fortes	1.641	1.477	2,26	4,07	0,45	4,52
11	Bicas	11.498	10.348	18,68	33,62	3,74	37,36
12	Bocaina de Minas	-	-	-	-	-	-
13	Bom Jardim de Minas	-	-	-	-	-	-
14	Carangola	22.097	19.887	35,91	64,64	7,18	71,82
15	Cataguases	57.267	51.540	100,22	180,40	20,04	200,44
16	Chácara	1.651	1.486	2,27	4,09	0,45	4,54
17	Chiador	758	682	1,04	1,87	0,21	2,08
18	Coronel Pacheco	1.802	1.622	2,48	4,46	0,50	4,96
19	Descoberto	3.251	2.926	4,47	8,05	0,89	8,94
20	Desterro do Melo	-	-	-	-	-	-
21	Divinésia	-	-	-	-	-	-
22	Divino	7.940	7.146	10,92	19,66	2,18	21,84
23	Dona Euzébia	3.677	3.309	5,06	9,11	1,01	10,12
24	Ervália	-	-	-	-	-	-
25	Estrela Dalva	1.623	1.461	2,23	4,01	0,45	4,46
26	Eugenópolis	5.137	4.623	7,06	12,71	1,41	14,12
27	Ewbank da Câmara	3.168	2.851	4,36	7,85	0,87	8,72
28	Faria Lemos	2.277	2.049	3,13	5,63	0,63	6,26
29	Fervedouro	2.817	2.535	3,87	6,97	0,77	7,74
30	Goianá	2.412	2.171	3,32	5,98	0,66	6,64
31	Guarani	6.205	5.585	8,53	15,35	1,71	17,06
32	Guarará	3.552	3.197	4,88	8,78	0,98	9,76
33	Guidoval	5.304	4.774	7,29	13,12	1,46	14,58
34	Guiricema	2.954	2.659	4,06	7,31	0,81	8,12
35	Itamarati de Minas	2.804	2.524	3,86	6,95	0,77	7,72
36	Juiz de Fora	450.142	405.128	937,80	1.688,04	187,56	1.875,60
37	Laranjal	3.953	3.558	5,44	9,79	1,09	10,88
38	Leopoldina	40.383	36.345	65,62	118,12	13,12	131,24
39	Lima Duarte	10.311	9.280	16,76	30,17	3,35	33,52
40	Mar de Espanha	8.678	7.810	11,93	21,47	2,39	23,86
41	Maripá de Minas	1.871	1.684	2,57	4,63	0,51	5,14
42	Matias Barbosa	11.583	10.425	18,82	33,88	3,76	37,64
43	Mercês	6.155	5.540	8,46	15,23	1,69	16,92
44	Miradouro	4.919	4.427	6,76	12,17	1,35	13,52
45	Mirai	8.950	8.055	12,31	22,16	2,46	24,62
46	Muriáe	77.760	69.984	136,08	244,94	27,22	272,16
47	Olaría	844	760	1,16	2,09	0,23	2,32
48	Oliveira Fortes	1.070	963	1,47	2,65	0,29	2,94
49	Orizânia	1.705	1.535	2,34	4,21	0,47	4,68
50	Paiva	1.136	1.022	1,56	2,81	0,31	3,12
51	Palma	3.755	3.380	5,16	9,29	1,03	10,32
52	Passa Vinte	1.283	1.155	1,76	3,17	0,35	3,52
53	Patrocínio do Muriaé	3.402	3.062	4,68	8,42	0,94	9,36
54	Pedra Dourada	1.121	1.009	1,54	2,77	0,31	3,08
55	Pedro Teixeira	766	689	1,05	1,89	0,21	2,10
56	Pequeri	2.627	2.364	3,61	6,50	0,72	7,22
57	Piau	1.672	1.505	2,30	4,14	0,46	4,60
58	Pirapetinga	7.763	6.987	10,67	19,21	2,13	21,34
59	Piraúba	8.502	7.652	11,69	21,04	2,34	23,38
60	Recreio	7.862	7.076	10,81	19,46	2,16	21,62
61	Rio Novo	7.264	6.538	9,99	17,98	2,00	19,98
62	Rio Pomba	13.290	11.961	21,60	38,88	4,32	43,20
63	Rio Preto	3.864	3.478	5,31	9,56	1,06	10,62
64	Rochedo de Minas	1.703	1.533	2,34	4,21	0,47	4,68
65	Rodeiro	4.309	3.878	5,92	10,66	1,18	11,84
66	Rosário da Limeira	1.649	1.484	2,27	4,09	0,45	4,54
67	Santa Bárb. do M. Verde	1.163	1.047	1,60	2,88	0,32	3,20
68	Santa Bárbara do Tugúrio	1.630	1.467	2,24	4,03	0,45	4,48
69	Santa Rita de Jacutinga	3.489	3.140	4,80	8,64	0,96	9,60
70	Santa Rita do Ibitipoca	-	-	-	-	-	-
71	Santana de Cataguases	2.613	2.352	3,59	6,46	0,72	7,18
72	Santana do Deserto	1.225	1.103	1,68	3,02	0,34	3,36
73	Santo A. do Aventureiro	1.470	1.323	2,02	3,64	0,40	4,04

Nº	Cidade	Pop. Urb. 2000	Pop. Ben. 90% de (2000)	Qmédia (l/s)	Qmxk ₁ k ₂ (l/s)	Q infiltr. (l/s)	Qmxk ₁ k ₂ +inf. (l/s)
74	Santos Dumont	38.451	34.606	62,48	112,46	12,50	124,96
75	São Francisco do Glória	3.101	2.791	4,26	7,67	0,85	8,52
76	São Geraldo	4.763	4.287	6,55	11,79	1,31	13,10
77	São João Nepomuceno	20.454	18.409	33,24	59,83	6,65	66,48
78	S. S. da Vargem Alegre	1.223	1.101	1,68	3,02	0,34	3,36
79	Senador Cortes	1.091	982	1,50	2,70	0,30	3,00
80	Silveirânia	1.021	919	1,40	2,52	0,28	2,80
81	Simão Pereira	1.334	1.201	1,83	3,29	0,37	3,66
82	Tabuleiro	2.595	2.336	3,57	6,43	0,71	7,14
83	Tocantins	11.347	10.212	18,44	33,19	3,69	36,88
84	Tombos	7.179	6.461	9,87	17,77	1,97	19,74
85	Ubá	74.981	67.483	131,22	236,20	26,24	262,44
86	Vieiras	1.349	1.214	1,85	3,33	0,37	3,70
87	Visconde do Rio Branco	25.889	23.300	42,07	75,73	8,41	84,14
88	Volta Grande	3.134	2.821	4,31	7,76	0,86	8,62
	Total	1.104.895	994.406	1.975,53	3.556,00	395,06	3.951,06

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.

8.1.4 Cargas poluidoras remanescentes

As cargas poluidoras (exclusivamente DBO) foram estimadas a partir da adoção da contribuição *per capita* de 54 g/hab.dia. Levou-se em consideração a redução proporcionada pelas estações de tratamento de esgotos existentes, o índice de coberturas atual das mesmas e estimou-se para estas a eficiência de 90% na redução de DBO, com exceção apenas para as unidades (tanques sépticos+filtros anaeróbios) da localidade de São João Nepomuceno - MG, para as estas adotou-se a eficiência de 70%.

Juntas, as unidades de tratamento existentes proporcionam uma redução na carga diária lançada à bacia da ordem de 23,4 toneladas, que equivale a 8,9% da carga potencial que é estimada em 264,36 t/d. Este dado evidencia de maneira inequívoca a necessidade de investimentos em empreendimentos que visem ao tratamento dos efluentes sanitários domésticos.

A tabela 8.1.4.1, apresentada a seguir, sintetiza o quadro atual no tocante as vazões captadas e consumidas e ao grau de exposição da população através das cargas remanescentes lançadas diariamente na bacia. Ressalta-se que os valores constantes da referida tabela não são cumulativos, mesmo naquelas sub-bacias que venham a incorporar outras.

Tabela 8.1.4.1 - Vazões Captadas, Consumidas e Cargas Remanescentes de DBO

TRECHOS CONSIDERADOS / SUB-BACIAS	Ano 2000			
	Pop. Ben. 95% de (2000)	Q capt. (m ³ /s)	Q cons. (m ³ /s)	C. Reman. (t/d)
SUB-BACIA 1 - RIO PARAÍBA DO SUL A JUSANTE DOS RIOS PARAIBUNA E PARAITINGA	28.436	0,08	0,02	1,62
SUB-BACIA 2 - RIO JAGUARI	37.930	0,12	0,02	2,16
SUB-BACIA 3 - PARAÍBA DO SUL A MONTANTE DE FUNIL	1.476.039	5,53	1,11	64,49
SUB-BACIA 4 - PARAÍBA DO SUL A MONTANTE DE SANTA CECÍLIA	555.996	2,08	0,42	30,34
SUB-BACIA 5 - PARAÍBA DO SUL A MONT. DA CONFL. DOS RIOS PARAIBUNA E PIABANHA	246.933	0,82	0,16	14,04
SUB-BACIA 6 - RIO PIABANHA	383.978	1,36	0,27	19,62
SUB-BACIA 7 - RIO PARAIBUNA	566.806	2,22	0,44	31,78
SUB-BACIA 8 - PARAÍBA DO SUL A MONTANTE DA CONFLUÊNCIA DO RIO POMBA	89.532	0,27	0,05	5,09
SUB-BACIA 9 - RIO POMBA	434.369	1,38	0,28	24,65
SUB-BACIA 10 - RIO DOIS RIOS	203.646	0,69	0,14	11,58
SUB-BACIA 11 - RIO MURIAÉ	285.060	0,91	0,18	16,13
SUB-BACIA 12 - FOZ DO PARAÍBA DO SUL	341.974	1,38	0,28	19,44
TOTAL	4.650.699	16,84	3,37	240,93

- Obs.: 1 - Para os coeficientes K_1 foi utilizado o valor de 1,2.
 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 - Foi adotada a carga padrão de 54 g/hab.xd, expressa em DBO_5 .
 5 - Nas localidades que possuem tratamentos dos esgotos, considerou-se 90% de eficiência na remoção de DBO, com exceção de São João Nepomuceno e o distrito de Vermelho cujas eficiências adotadas foram de 70%.

8.2 Demanda Industrial

Não tendo sido viável a utilização dos dados cadastrais integrantes do Banco de Dados GESTIN, da ANA pelas razões expostas no Item 10 deste relatório, avaliação das demandas hídricas industriais e das respectivas cargas poluentes lançadas nos corpos receptores - neste caso, exclusivamente as de natureza orgânica (DBO) - não se constituiu em uma tarefa simples. Para se atingir os objetivos pretendidos foi definida uma metodologia constituída dos seguintes passos:

- construção de um cadastro preliminar consolidado das indústrias instaladas na bacia, por Estado, a partir de informações obtidas na Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB), de São Paulo, na Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro (FIRJAN) e na Federação das Indústrias do Estado de Minas Gerais (FIEMG);
- definição do universo das principais indústrias da bacia, sob a ótica do uso dos recursos hídricos, a partir do cadastro consolidado;
- definição da localização espacial das indústrias potencialmente produtoras de maior carga de DBO e, ainda, daquelas com mais de 50 empregados;
- cálculo das demandas hídricas e cargas poluidoras.

A aplicação dessa metodologia foi realizada na forma a seguir descrita.



8.2.1 Cadastro Preliminar

a) *Estado do Rio de Janeiro*

Inicialmente solicitou-se à FIRJAN a relação de todos os seus associados cujas instalações industriais estivessem localizadas no âmbito da bacia. A relação recebida foi incorporada ao banco de dados do sistema de informações da bacia; nela estão indicados qualificação do associado (razão social, endereço e CNPJ), o nome do principal executivo da empresa, o número de empregados e o código da pertinente atividade econômica, em quatro algarismos, de acordo com o Código Nacional de Atividades Econômicas (CNAC), do IBGE.

Essa relação, que necessariamente não abrange todas as indústrias fluminenses instaladas na bacia, foi confrontada com os dados cadastrais previamente existentes no banco de dados do sistema de informações da bacia, oriundas dos levantamentos do PQA e da Cooperação França-Brasil. Essa confrontação expôs profundas alterações ocorridas no cadastro, decorrentes, na maioria das vezes, de fusões, alterações da razão social, criações, fechamentos e mudança de endereço de inúmeras empresas fatos esses, aliás, observados no mundo inteiro, principalmente na última década.

A relação resultante consta de 1.206 empresas industriais. A despeito do elevado número de empresas encontrado, cabe notar que muitas delas são de pequeno porte, localizam-se em áreas urbanas (sendo, portanto, supridas de água pela rede pública) e têm sua atividade econômica voltada para o apoio direto à população (padarias, confeitarias, pequenas confecções, etc).

b) *Estado de Minas Gerais*

A partir da relação de indústrias fornecida pela FIEMG adotou-se o mesmo procedimento empregado para o Estado do Rio de Janeiro. A relação resultante apresenta 1.312 empresas industriais, valendo a mesma observação feita para as indústrias fluminenses quanto ao porte das empresas.

c) *Estado de São Paulo*

Em São Paulo, para a obtenção da relação dos maiores usuários industriais dos recursos hídricos, o procedimento usado foi distinto daquele empregado para o Rio de Janeiro e Minas Gerais. A CETESB forneceu uma relação com dados sobre as 1.042 indústrias mais expressivas situadas na bacia.

8.2.2 Definição do universo das principais indústrias:

A partir das relações das indústrias usuárias resultantes das operações anteriores, foi definido, para cada Estado, o universo das principais indústrias relativamente ao uso dos recursos hídricos, utilizando-se, como critério de escolha, as maiores geradoras de DBO e as de maior porte.

Para definir as maiores geradoras de DBO foi empregada, para as indústrias fluminenses e mineiras, a metodologia proposta pelo *The Industrial Pollution Projection System (IPPS)*, do Banco Mundial, que, em função da tipologia e do número de empregados, permite a avaliação da carga de DBO produzida. Foram selecionadas as maiores indústrias responsáveis pela geração de 95% da carga potencial total calculada.

Para a escolha das indústrias paulistas maiores geradoras de DBO foram usadas as informações recebidas da CETESB, selecionando-se aquelas que respondem pela geração de 95% da carga remanescente total produzida.



Na escolha das indústrias de maior porte foram selecionadas, em cada um dos Estados, todas aquelas com 50 ou mais empregados, independentemente de sua tipologia.

Sob esses critérios foram selecionadas 233 indústrias no Estado do Rio de Janeiro, 175 em Minas Gerais, das quais, 159 foram consideradas na bacia e 200 em São Paulo.

8.2.3 Localização espacial das principais indústrias

Diante da necessidade de calcularem-se as demandas hídricas e as cargas poluidoras por sub-bacias afluentes do Paraíba do Sul ou por trechos desse rio, definiu-se que a sub-bacia de localização de cada indústria seria a mesma da localização da sede do município onde a empresa estivesse instalada ou, no caso de municípios banhados pelo Paraíba do Sul, o trecho em que o município estivesse inserido.

Com base no critério acima assinalado e do ponto de vista meramente quantitativo, as indústrias foram distribuídas nas sub-bacias e trechos do rio Paraíba do Sul indicadas na tabela 8.2.3.1.

Tabela 8.2.3.1
Quantidade de Indústrias por Sub-Bacia

Estado	Sub-Bacia/Trecho	Quantidade de Indústrias
São Paulo	Paraibuna - Paraitinga	1
	Sub-bacia do rio Jaguari	2
	Paraíba do Sul - montante de Funil	196
	Paraíba do Sul - entre Funil e Barra do Pirai	1
Rio de Janeiro	Paraíba do Sul - entre Funil e Barra do Pirai	52
	Paraíba do Sul - entre Barra do Pirai e Três Rios	36
	Sub-bacia do rio Paraibuna (mineiro)	4
	Sub-bacia do rio Piabanha	57
	Paraíba do Sul - entre Três Rios e a foz do Pomba	4
	Paraíba do Sul - a jusante da foz do Pomba	23
	Sub-bacia do rio Dois Rios	36
	Sub-bacia do rio Pomba	11
	Sub-bacia do rio Muriaé	10
Minas Gerais	Sub-bacia do rio Paraibuna (mineiro)	70
	Paraíba do Sul - entre Três Rios e a foz do Pomba	5
	Sub-bacia do rio Pomba	72
	Sub-bacia do rio Muriaé	12

8.2.4 Avaliação das Demandas Hídricas e Cargas Poluidoras

a) Demandas Hídricas

Na avaliação das demandas hídricas de cada indústria do Estado de São Paulo foram empregados critérios distintos das situadas em Minas Gerais e Rio de Janeiro.

Por não se dispor nas relações enviadas pela FIRJAN e pela FIEMG de informações sobre as vazões captadas pelas indústrias, essa avaliação foi feita com o emprego de duas metodologias distintas.



A primeira foi a utilizada quando da elaboração do PQA/RJ, complementada pela metodologia usada no PROSAM⁴ para as tipologias não consideradas no PQA/RJ; a segunda é a proposta pelo *US Army Corps of Engineers*.

A metodologia PQA/PROSAM permite calcular a vazão efluente, por tipologia - considerando-se o código de atividades econômicas com dois dígitos - por meio de curvas de regressão que a relacionam ao número de empregados. Para o cálculo da vazão de captação foi considerado, para todo o universo de indústrias, - a menos onde indicado em contrário - o uso consuntivo de 30%, relativamente à vazão captada.

A metodologia do *US Army Corps of Engineers*, também a partir da tipologia com dois dígitos e do número de empregados, fornece o provável intervalo de variação da vazão consumida. No caso presente, como cautela para o posterior cálculo das disponibilidades hídricas, optou-se por considerar o maior valor. Da mesma forma que no caso da metodologia PQA/PROSAM, a vazão de captação foi considerada a partir do uso consuntivo de 30%, relativamente à vazão captada.

Cumprido ressaltar que a aplicação de tais metodologias, como não poderia deixar de ser, conduzem a resultados que pretendem apenas definir, em grandes níveis, por tipologia, a ordem de grandeza do volume de água necessário à operação da indústria. Essa observação torna-se ainda mais evidente pelo fato de a classificação da tipologia ser feita com apenas dois dígitos o que não permite uma apreciação precisa da atividade de cada indústria mas tão somente do setor de sua atuação.

Cabe, também, observar que, por não constarem, nas relações enviadas pela FIRJAN e pela FIEMG, informações sobre a origem da água utilizada pelas indústrias, se superficial ou subterrânea ou mesmo da rede pública, optou-se, também, como cautela para o posterior cálculo das disponibilidades hídricas, que todas elas seriam captadas superficialmente.

Os resultados obtidos para as vazões de captação, por sub-bacia ou trecho do Paraíba do Sul, constam da tabela 8.2.4.1, seguinte. Cabe, todavia, notar que, no caso das indústrias fluminenses e mineiras, diante das imprecisões decorrentes do processo de cálculo, a vazão final considerada, por indústria, foi aquela de maior valor encontrado, quer pelo emprego das metodologias acima, quer pela Cooperação França-Brasil. No caso particular da Cia. Siderúrgica Nacional (CSN), a maior usuária industrial da bacia, a vazão considerada (8,7m³/s) não resultou de estimativas, mas, sim, de informações recebidas da própria CSN. Dessa vazão, cerca de 4,0m³/s são restituídos ao rio.

Para as indústrias paulistas foram consideradas apenas as vazões fornecidas pela CETESB.

Os resultados da tabela 8.2.4.1, embora não apresentando grandes dispersões entre os valores encontrados pelas metodologias PQA/PROSAM e *US Army Corps of Engineers*, devem ser considerados com muita prudência e servem apenas para permitir uma visão, bastante preliminar, do uso industrial da água na bacia. Avaliações mais precisas poderão ser feitas, posteriormente, a partir das informações cadastrais dos usuários de recursos hídricos que serão levantadas pela ANA em parceria com os três Estados. De fato é de fundamental importância que, quando do término do cadastramento, as demandas sejam novamente avaliadas.

⁴ Estudo sobre o Controle da Poluição Industrial – Subcomponente A3/PROSAM - Governo do Estado de Minas Gerais, 1996.

Tabela 8.2.4.1
Vazões de Captação Calculadas (m³/s)

Estado	Metodologia "PQA/PROSAM"	Metodologia "Corps of Engineers"	Vazões CETESB	Vazão Considerada
Rio de Janeiro	8,94	8,85	-	11,14
Minas Gerais	0,20	0,10	-	0,27
São Paulo	-	-	2,24	2,24
TOTAL				13,65

b) *Cargas Poluidoras*

Para as indústrias fluminenses e mineiras, exceto para a Cia. Siderúrgica Nacional (CSN), as cargas poluidoras (exclusivamente DBO) foram calculadas pela metodologia proposta pelo *The Industrial Pollution Projection System (IPPS)*, do Banco Mundial. Para a CSN foi adotada a carga indicada pela FEEMA/PROCON no PQA/RJ. A metodologia *IPPS*, como no caso do cálculo das demandas hídricas, permite avaliar a carga de DBO potencial, por tipologia industrial, a partir do número de empregados. A avaliação limitou-se ao DBO uma vez que as informações cadastrais atualmente disponíveis não permitem a estimativa de outros parâmetros poluentes.

Para as indústrias paulistas foram consideradas as cargas de DBO remanescentes, no caso, as indicadas pela CETESB, valendo as mesmas observações com relação às indústrias mineiras e fluminenses no que se refere a outras cargas poluentes.

A tabela 8.2.4.2, a seguir sintetiza os resultados obtidos.

Tabela 8.2.4.2
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/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



8.3 Agropecuária

8.3.1 Introdução

A avaliação da demanda hídrica do setor agropecuário na bacia foi elaborado em três etapas distintas.

A primeira consistiu na busca das informações disponíveis sobre o tema nos estudos prévios anteriores e nos organismos governamentais relacionados com o tema, como a EMBRAPA, EMATER e IBGE.

A segunda etapa consistiu na pesquisa das metodologias de estimativa de demanda de água na agricultura e, em função das informações colhidas na primeira etapa, na escolha e aplicação da metodologia mais adequada. A metodologia selecionada baseou-se nas áreas irrigadas fornecidas pelo Censo Agropecuário do IBGE de 1996 e nos consumos específicos de água calculados por Estado, no Brasil, no estudo “Água e irrigação no Brasil”, de CHRISTOFIDIS (1997). Para o cálculo da demanda na pecuária, a metodologia escolhida foi a sugerida pela ENGECORPS (1998) no manual de outorga da Secretária de Recursos Hídricos do Ministério do Meio Ambiente.

A terceira e última etapa constou da transformação dos dados para o formato do sistema de informações da bacia. Esse formato é o de banco de dados relacional a fim de poder ser acessado pelo Sistema de Informações Geográficas (SIG) e calculadas as demandas em função do recortes de sub-bacias definidos para o cálculo de balanço hídrico.

8.3.2 Caracterização do setor agropecuário na bacia

O setor agropecuário apresenta pouca expressão econômica em relação aos demais setores. Isso pode ser explicado por uma mudança no foco dos investimentos públicos nas décadas de 1960 e 1970 em direção ao desenvolvimento industrial, e mais recentemente, pelo declínio da atividade sucro-alcooleira. Ainda assim, o setor agropecuário pode ser considerado um consumidor relevante de água na bacia.

No trecho paulista, as principais áreas irrigadas localizam-se nas regiões de várzea do rio Paraíba do Sul, tendo como principais culturas o arroz, o milho e os hortigranjeiros. A área ocupada por essas culturas tem diminuído nos últimos anos e vem sendo substituída por pastagens e portos de extração de areia. Cabe destacar o crescimento das áreas de plantação de eucalipto para produção de celulose.

No trecho mineiro, as principais áreas encontram-se às margens dos rios Pomba e Muriaé, e a principal cultura é o milho, seguido do café, das forrageiras, do feijão, da cana-de-açúcar e do arroz. No trecho fluminense, as principais áreas irrigadas estão no Noroeste, Norte e na Região Serrana do Estado. Nas duas primeiras, onde se localiza a Baixada Campista, as culturas mais expressivas são cana-de-açúcar, arroz, café e tomate. Na Região Serrana do Estado, destaca-se a olericultura.

Trecho Fluminense

A agropecuária é o setor de menor expressão na economia do Estado do Rio de Janeiro, representando menos de 2% do seu PIB. A distribuição dos principais produtos agrícolas no valor da produção da agropecuária no Estado do Rio de Janeiro pode ser observada na tabela 8.3.2.1.

Tabela 8.3.2.1

Participação Percentual dos Principais Produtos no Valor da Produção da Agropecuária no Estado do Rio de Janeiro - 1980, 1985 e 1993

Produto		1980		1985		1993	Varição
Arroz	9	2,94	9	2,79	11	1,72	-
Aves para corte	5	9,00	5	6,82	2	19,60	+
Bovinos para corte	4	13,28	3	14,30	4	11,87	=
Banana	7	3,34	7	4,87	7	4,16	=
Café	11	1,27	8	3,58	9	3,26	+
Cana-de-açúcar	3	16,55	2	15,72	5	9,14	-
Laranja	6	4,35	6	6,46	8	3,72	-
Leite	2	18,40	4	13,91	3	12,88	-
Ovos de galinha	8	2,96	11	2,49	10	1,89	-
Tomate	10	2,61	10	2,72	6	5,44	+
Outros	1	25,30	1	26,33	1	26,33	=
Total		100,00		100,00		100,00	

Fontes: IBGE - Censos Agropecuários (1980 e 1985), PAM (1993), PPM (1993) e CIDE.

Excluindo as pastagens, a agricultura fluminense ocupou em 1995 cerca de 220 mil ha na bacia, correspondendo a aproximadamente dois terços da área agrícola total do Estado (tabela 8.3.2.2).

Tabela 8.3.2.2

Área Plantada por Grupos de Produtos (1995) no Estado do Rio de Janeiro e na Bacia do Rio Paraíba do Sul

Grupo de Produtos	Estado do Rio de Janeiro (ha)	Participação (%)	Bacia do Paraíba do Sul (ha)	Participação na Bacia (%)	Participação em Relação ao Estado (%)
Grãos	50.266,70	15,4	37.747,20	17,1	75,10
Olerícolas	31.097,30	9,6	16.446,90	7,5	52,90
Fruticultura	53.783,70	16,5	8.781,20	4,0	16,30
Outros	190.219,50	58,5	157.504,50	71,4	82,80
Total	325.536,70	100	220.479,80	100	67,70

Fonte: Emater-Rio.

Trecho Mineiro

O produto mais expressivo da lavoura temporária no trecho mineiro da bacia é o milho, representando 33% da área ocupada. Em segundo lugar estão as forrageiras (24%), em terceiro o feijão (20%), em quarto a cana-de-açúcar (10%), em quinto o arroz (8%) e, por último, a mandioca e o tomate (1% cada um). Os municípios que apresentaram as maiores extensões em área colhida de milho em 1995/6 foram Divino, Muriaé, Lima Duarte e Mirai. Lima Duarte aparece com a maior área colhida em lavouras temporárias, das quais as forrageiras ocupam cerca de 80% dos 13.757 ha da área colhida no município. Divino é o segundo maior produtor (em área colhida) de lavouras temporárias, ocupando os primeiros lugares em produção de milho e feijão, apesar de ter sofrido uma redução de 62%, no período 1985-1995/96, na área total ocupada com lavouras temporárias.

Divino também foi o município que apresentou a maior extensão em área colhida de lavouras permanentes. O café é a principal cultura da lavoura permanente nos municípios mineiros da bacia do Paraíba do Sul, respondendo por 79% da área colhida em 1995/96. Em seguida, aparecem a banana (9%) e a laranja (4%). Em 1985, a área colhida de café foi pouco maior do que em 1995/96, notando-se que os 10 maiores produtores de café (acima de 1.000 ha de área colhida) se mantêm os mesmos em 1985 e 1995/96, com o município de Divino já na liderança da produção.



Trecho Paulista

A agricultura é praticada neste trecho em pequena escala e é muito pouco expressiva em termos comerciais e de território ocupado, sendo também, praticamente de caráter temporário.

Na região das várzeas, após o declínio da produção do café, o Governo decidiu incentivar o desenvolvimento da agricultura irrigada do arroz. No entanto, as metas estabelecidas não foram atingidas. Dos 34.000 ha irrigados previstos inicialmente, apenas cerca de 13.000 ha chegaram a ser efetivamente ocupados. Com o passar do tempo, esvaziaram-se as estruturas, e minguiaram os investimentos para conclusão dos projetos. Como os projetos não foram concluídos, muitas áreas não puderam ser exploradas.

Mais recentemente, em face da desvalorização do dólar, a situação se agravou, pois alguns agricultores deixaram de plantar, alegando que a cultura do arroz se tornou inviável economicamente devido à alta nos custos dos insumos importados (herbicidas e pesticidas). Esses agricultores estão substituindo suas lavouras por pastagens e por portos de extração de areia.

A utilização da várzea para extração de areia é ecologicamente inadequada pois dificilmente poderão ser utilizadas novamente para agricultura. Os extratores, após retirarem as camadas de areia, abandonam a área, deixando seu ecossistema comprometido. A extração de areia dos pôlderes, bem como do leito do Paraíba do Sul e de suas várzeas, tornou-se muito vultosa nos últimos dez anos. Segundo estimativa dos técnicos do DAEE, cerca de 80% da areia utilizada na construção civil em São Paulo provém do Vale do Paraíba.

Nas encostas são praticadas basicamente as culturas anuais/temporárias, que estão associadas a áreas pequenas ou de subsistência e, muitas vezes, associadas à reforma de pastagens. Não são preparadas anualmente, uma vez que revezam com pastagem, portanto, não constituem fator de degradação constante. São itinerantes, em função de doenças e pragas nas lavouras, e também pela degradação, principalmente, em função de irrigação mal conduzida, em especial nas lavouras de tomate (irrigação por sulcos).

Nestas regiões também tem crescido, nos últimos anos, a exploração de plantações de eucalipto para extração de celulose. Quanto aos pastos, nas encostas eles são de baixa qualidade, em função dos solos haverem perdido a fertilidade, e de baixa capacidade produtiva, implicando a exposição dos solos aos processos erosivos. O quadro é agravado na concentração do pisoteio do gado e nas trilhas dos animais, formando, inclusive, terraços nas encostas.

8.3.3 Usos e Demandas Hídricas

8.3.3.1 Demandas Hídricas de Captação e Consumo

- **Agricultura**

A bacia do rio Paraíba do Sul possui uma área irrigada de 123.734 ha, segundo o Censo Agropecuário do IBGE de 1995/96. O censo fornece a área irrigada por município e, para se obter o valor total da bacia, foram somadas as áreas irrigadas de todos os municípios que a compõem. Nos casos dos municípios que se localizam na fronteira da bacia, para fins de estimativa da demanda hídrica foi considerado que toda a área irrigada está localizada dentro da bacia. Agregando-se essas áreas irrigadas por trecho estadual dentro da bacia, têm-se os valores mostrados na tabela 8.3.3.1.1.

Tabela 8.3.3.1.1
Área Irrigada na Bacia do Rio Paraíba do Sul por Trechos Estaduais

Trecho	Área Irrigada Total (ha)
Mineiro	21.191
Fluminense	66.397
Paulista	36.146
Total	123.734

Fonte: Censo Agropecuário do IBGE 1995/1996.

Para se obter as demandas hídricas as áreas irrigadas foram multiplicadas pelas vazões específicas de captação e consumo dos respectivos Estados (CHRISTOFIDIS, 1997), conforme pode ser observado na tabela 8.3.3.1.2.

Tabela 8.3.3.1.2
Demandas Hídricas Estimadas na Bacia do Rio Paraíba do Sul por Trechos

Trecho	Captação Específica (l/s/ha irrigado)	Consumo Específico (l/s/ha irrigado)	Captação (m ³ /s)	Consumo (m ³ /s)
Mineiro	0,37066	0,22216	7,85	4,71
Fluminense	0,46287	0,26424	30,73	17,54
Paulista	0,30825	0,2221	11,14	8,03
Total			49,73	30,28

Observa-se na tabela que o setor agrícola na bacia capta uma vazão de cerca de 50 m³/s e consome aproximadamente 30m³/s. Com isso, cerca de 20m³/s ou 40% da vazão captada são devolvidos aos corpos hídricos.

É oportuno salientar que, se ponderarmos as demandas específicas (l/s/ha irrigado) para cada Estado (tabela 8.3.3.1.2), em relação às suas respectivas áreas irrigadas (tabela 8.3.3.1.1), obteremos as demandas específicas médias para a bacia do rio Paraíba do Sul de 0,4019 l/s/ha irrigado para a captação e 0,2447 l/s/ha irrigado para consumo. Comparando-se essas vazões com as demandas específicas médias brasileiras, percebe-se que os valores são praticamente semelhantes, como indica a tabela 8.3.3.1.3.

Tabela 8.3.3.1.3
Demandas Hídricas Específicas Estimadas para Bacia do Rio Paraíba do Sul e Brasil

	Captação (l/s/ha)	Consumo (l/s/ha)
Bacia do rio Paraíba do Sul	0,4019	0,2447
Brasil	0,3728	0,2324

Fonte: CHRISTOFIDIS (1997)

Para efeito do cálculo do balanço hídrico, a bacia do Paraíba do Sul foi dividida em 12 sub-bacias. Dividindo-se a demanda total da bacia pelas 12 sub-bacias, encontram-se os valores expressos na tabela 8.3.3.1.4.

Tabela 8.3.3.1.4
Demandas Hídricas do Setor Agrícola nas
Sub-Bacias da Bacia do Rio Paraíba do Sul

Trecho / Sub-Bacia	Por trechos		Acumulados	
	Captação (m ³ /s)	Consumo (m ³ /s)	Captação (m ³ /s)	Consumo (m ³ /s)
1 - Rios Paraíba/Paraitinga	0,20	0,14	0,20	0,14
2 - Rio Jaguari	1,14	0,82	1,14	0,82
3 - Paraíba do Sul – trecho entre Funil e a foz dos rios Paraíba, Paraitinga e Jaguari	9,66	6,96	11,00	7,92
4 - Paraíba do Sul – trecho entre Funil e Santa Cecília	0,46	0,28	11,46	8,21
5 - Paraíba do Sul – trecho entre Santa Cecília e a foz dos Rios Paraíba e Piabanha	1,15	0,66	12,61	8,87
6 - Rio Piabanha	3,42	1,95	3,42	1,95
7 - Rio Paraíba	0,72	0,42	0,72	0,42
8 - Paraíba do Sul – trecho entre a foz do Rio Paraíba e Piabanha e a foz do rio Pomba	4,85	2,79	21,60	14,03
9 - Rio Pomba	6,23	3,70	6,23	3,70
10 - Rio Dois Rios	3,27	1,87	3,27	1,87
11 - Rio Muriaé	6,40	3,70	6,40	3,70
12 - Paraíba do Sul – trecho a jusante da foz do rio Pomba	12,20	6,97	49,70 ⁵	30,26

- Pecuária**

Para o cálculo da demanda hídrica da pecuária foi utilizada a metodologia sugerida pela ENGEORPS (1998). Essa metodologia baseia-se em um conceito de PLIRHINE, em que o BEDA é definido como:

$$\text{BEDA} = \text{bovinos} + \text{equinos} + \text{asininos} + (\text{caprinos} + \text{ovinos})/5 + \text{suínos}/4$$

Para o cálculo do efetivo dos rebanhos em BEDAS foi utilizada a Pesquisa Pecuária Municipal do IBGE de 2000, que fornece o número de cabeças por tipo de rebanho e por município.

Para o cálculo da demanda multiplicou-se o efetivo em BEDAS por 50 l/dia, que é o consumo de 1 BEDA, segundo a metodologia do PLIRHINE⁶. No cálculo da captação, estimou-se que são retirados do rio 100 l/dia para cada 50 l/dia consumidos e obtiveram-se os valores apresentados na tabela 8.3.3.1.5.

Tabela 8.3.3.1.5
Demandas Hídricas da Pecuária

Trecho	Efetivo	BEDAS	Captação Específica (l/dia/BEDA)	Consumo Específico (l/dia/BEDA)	Captação (m ³ /s)	Consumo (m ³ /s)
Mineiro	1.217.698	1.054.663,8	100	50	1,22	0,61
Fluminense	1.529.822	1.402.604,4	100	50	1,62	0,81
Paulista	569.157	525.388,4	100	50	0,61	0,30
Total	3.316.677	2.982.656,6			3,45	1,73

Para efeito do cálculo do balanço hídrico, a bacia do Paraíba do Sul foi dividida em 12 sub-bacias. Dividindo-se a demanda total da bacia pelas 12 sub-bacias, encontram-se os valores expressos na tabela 8.3.3.1.6.

⁵ O valor total acumulado nas sub-bacias (49,70 m³/s) difere ligeiramente do valor total na bacia (49,73 m³/s) devido a erros de precisão cartográfica no procedimento de definição computacional das sub-bacias, que, todavia, podem ser considerados insignificantes.

⁶ PLIRHINE – Plano de Aproveitamento Integrado dos Recursos Hídricos do Nordeste do Brasil



Tabela 8.3.3.1.6
Demandas Hídricas da Pecuária nas Sub-Bacias
da Bacia do Rio Paraíba do Sul

Trechos / Sub-Bacia	Por trechos		Acumulados	
	Captação (m ³ /s)	Consumo (m ³ /s)	Captação (m ³ /s)	Consumo (m ³ /s)
1 - Rios Paraibuna/Paraitinga	0,15	0,07	0,15	0,07
2 - Rio Jaguari	0,06	0,03	0,06	0,03
3 - Paraíba do Sul – trecho entre Funil e a foz dos rios Paraibuna, Paraitinga e Jaguari	0,38	0,19	0,59	0,29
4 - Paraíba do Sul – trecho entre Funil e Santa Cecília	0,15	0,07	0,74	0,37
5 - Paraíba do Sul – trecho entre Santa Cecília e a foz dos Rios Paraibuna e Piabanha	0,17	0,08	0,90	0,45
6 - Rio Piabanha	0,05	0,03	0,05	0,03
7 - Rio Paraibuna	0,41	0,20	0,41	0,20
8 - Paraíba do Sul – trecho entre a foz do Rio Paraibuna e Piabanha e a foz do rio Pomba	0,29	0,15	1,66	0,83
9 - Rio Pomba	0,61	0,31	0,61	0,31
10 - Rio Dois Rios	0,23	0,11	0,23	0,11
11 - Rio Muriaé	0,61	0,30	0,61	0,30
12 - Paraíba do Sul – trecho a jusante da foz do rio Pomba	0,35	0,18	3,45	1,73

8.4 Geração de Energia Elétrica

8.4.1 Considerações Gerais

A energia elétrica no Brasil é o serviço público de mais amplo alcance social, atendendo a mais de 90% dos domicílios em toda a extensão do território nacional. Esse serviço é prestado por várias empresas concessionárias, com características e tamanhos bastante diferenciados.

O parque gerador brasileiro, inventariado em 260.000 MW, contava no Sistema Interligado Nacional (SIN), ao final de 2005, com a capacidade instalada de 90.829 MW, sendo 82% correspondentes às usinas hidrelétricas. A parcela térmica é constituída por usinas nucleares localizadas na Região Sudeste e usinas térmicas (a carvão, gás natural, óleo combustível, diesel e biomassa) distribuídas em diversas regiões do país. Ressalta-se que há algumas usinas eólicas, localizadas principalmente no Nordeste.

Esse parque gerador está atualmente dividido em Sistema Interligado e Sistemas Isolados. O Sistema Interligado pode ser dividido, em face da distribuição geográfica dos grandes centros de carga, em dois grandes sistemas: Sistema Interligado Sul/Sudeste/Centro-Oeste e Sistema Interligado Norte/Nordeste; os Sistemas Isolados, divididos em Capitais e Interior, considerados para efeito de planejamento da expansão e responsáveis pelo atendimento aos mercados consumidores da região da Amazônia Ocidental, representam o conjunto de mais de 330 sistemas eletricamente isolados, que correspondem a cerca de 3,5% de toda a potência instalada no país.

É oportuno destacar que os Sistemas Interligados S/SE/CO e N/NE estão atualmente interconectados através da Interligação Norte/Sul, o que aumenta a confiabilidade da operação do Sistema Interligado. Vale ressaltar, ainda, que essa interligação, associada à ligação com o sistema Rondônia-Acre e às interligações complementares entre os diversos sistemas, aumentará ainda mais a confiabilidade e abrangerá todo o território nacional até a margem direita do rio Amazonas.

As diretrizes gerais de planejamento e formulação do Plano Decenal de Expansão de Energia Elétrica para o Período 2006/2015 (EPE/MME, 2006) apontam a expansão da capacidade instalada, de 90.829 MW para 129.886 MW, o que corresponde a um aumento de cerca de 40%, ao custo de aproximadamente R\$ 74 bilhões, com participação da iniciativa privada, utilizando o potencial hidrelétrico concomitantemente com a construção de novas usinas térmicas. Isto deverá



estar apoiado, principalmente, no aproveitamento do gás natural e do carvão mineral no Sistema Interligado e, no caso dos Sistemas Isolados das capitais, no gás natural.

Em relação à capacidade instalada por tipo de geração, a expectativa é que a geração hidrelétrica seja responsável por cerca de 80% da capacidade instalada total no país, passando de 74.237 MW em 2005 para 104.282 MW em 2015. A geração termelétrica baseada, principalmente, no gás natural, incluindo as usinas nucleares, deverá ter um incremento, de 9.012 MW, passando de 16.592 MW em 2005 para 25.604 MW em 2015, sendo, assim, responsável por cerca de 20% da capacidade instalada, conforme mostra a tabela 8.4.1.1.

Acrescenta-se ainda à capacidade instalada atual a parcela de Itaipu da Administración Nacional de Eletricidad do Paraguai (ANDE) (5.600MW) e a interligação elétrica com a Argentina (2.178MW). Registra-se também a potência de 1493 MW de energia eólica contratada com 54 empreendimentos, assegurando a compra de toda energia produzida no período de 20 anos, no âmbito da primeira etapa do Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (PROINFA).

Tabela 8.4.1.1
Capacidade Instalada por tipo de Geração
Plano Decenal de Expansão 2006/2015

Ano	Hidrelétrica		Termelétrica		Total
	Potência Instalada (MW)	%	Potência Instalada (MW)	%	
2005	74.237	82	16.592	18	90.829
2015	104.282	80	25.604	20	129.886

Convém ressaltar que o Plano Decenal de Expansão de Energia Elétrica para o período 2006-2015 (PDEE 2006-2015), documento oficial que trata da expansão do setor elétrico, dividido em geração, transmissão e distribuição, divulgado recentemente pelo Ministério de Minas e Energia (MME), apresenta como principal característica a retomada do planejamento do setor elétrico brasileiro, como função de governo.

Cabe à Empresa de Pesquisa Energética (EPE), empresa pública vinculada ao MME, a responsabilidade para elaborar estudos necessários para o desenvolvimento dos planos de expansão da geração e transmissão de energia elétrica. Assim, com a criação da EPE, os estudos associados ao PDEE, anteriormente conduzidos no âmbito do Comitê Coordenador do Planejamento dos Sistemas Elétricos (CCPSE), passaram a se constituir em serviços contratados pelo MME à EPE.

8.4.2 Interface com a Política Nacional de Recursos Hídricos

Levando em conta o panorama apresentado sobre o setor elétrico, cabe assinalar alguns aspectos relacionados ao planejamento da expansão e da operação dos empreendimentos hidrelétricos e termelétricos para a próxima década e sua interface com a Política Nacional de Recursos Hídricos.

O aproveitamento dos potenciais hidrelétricos é classificado na Lei das Águas (9.433/97) como uso dos recursos hídricos, bem como outros, por exemplo: usos que alterem o regime, a quantidade ou a qualidade da água existente em um corpo hídrico ou usos que necessitem de derivação ou captação de parcela da água existente em um manancial para consumo final, inclusive abastecimento público, ou insumo de processo produtivo. Esses usos, para efeito de concessão de outorga, não são mutuamente excludentes.



É oportuno registrar que, na concepção da Constituição Federal, tais recursos têm dupla denominação; quando trata de bens da União, há “os rios e quaisquer correntes de água” (art. 20, III) e “os potenciais de energia hidráulica” (art. 20, VIII).

Sendo assim, acentua MACHADO (2000), têm-se, pelo menos, dois tipos de outorga para o uso dos potenciais hídricos ligados à produção de energia elétrica.

O primeiro é a outorga quanto ao uso dos recursos hídricos, que serão colocados em reservatórios para posterior e/ou imediata utilização, sendo que a autoridade responsável pela efetivação dessa outorga, nos recursos hídricos de domínio da União, será a ANA, conforme a Lei 9.984/00 e o Decreto nº 3.692/00, e, nos de domínio estadual, a autoridade designada pelo Poder Executivo do respectivo Estado. Em segundo lugar, a utilização do recurso hídrico como potencial hidráulico dependerá de outorga da ANEEL, obedecido o Plano Nacional de Recursos Hídricos, conforme dispõem as leis 9.433/97, 9.427/96 e 9.984/00 e o Decreto nº 2.335/97. Depreende-se, então, considerando que serão cobrados os usos sujeitos à outorga, de acordo com o disposto na Lei 9.433/97, que a cobrança pelo uso da água para fins de geração de energia elétrica, por meio de usinas hidrelétricas, comporta, pelo menos, duas parcelas correspondentes aos dois tipos de outorga citados.

A Lei das Águas dispõe, ainda, que a outorga e a utilização de recursos hídricos para fins de geração de energia elétrica estarão subordinadas ao Plano Nacional de Recursos Hídricos aprovado pelo CNRH, obedecida a legislação setorial específica, e que, enquanto o Plano não estiver aprovado e regulamentado, a utilização dos potenciais hidráulicos para fins de geração de energia elétrica continuará subordinada à legislação setorial específica.

Já o Decreto Federal n.º 2.335/97, que dispõe sobre a constituição da ANEEL, estabelece que compete à Agência promover a articulação com os Estados e o Distrito Federal para o aproveitamento energético dos cursos de água e a compatibilização com a Política Nacional de Recursos Hídricos, além de expedir outorgas de direito de uso da água e regular o uso dos potenciais de energia hidráulica e dos reservatórios de usinas hidrelétricas com o propósito de estimular seu aproveitamento racional e em harmonia com essa política. O decreto prevê, ainda, que caberá ao Operador Nacional do Sistema (ONS) a coordenação e controle da geração de energia elétrica.

Pela Lei 9.984/00, compete à ANA a outorga de direito de uso da água em corpos de água de domínio da União, e, no caso de licitação para a concessão ou autorização do uso de potencial de energia hidráulica, a ANEEL deverá obter da ANA, ou em articulação com a respectiva entidade gestora, dependendo do domínio do corpo hídrico, prévia declaração de reserva de disponibilidade hídrica. Essa declaração será transformada automaticamente, pelo respectivo órgão outorgante, em outorga de direito de uso da água à instituição ou empresa que receber da ANEEL a concessão ou autorização de uso do potencial de energia elétrica.

A definição da declaração de reserva de disponibilidade hídrica e das informações relevantes para a outorga de direito de uso da água a aproveitamentos hidrelétricos é o principal ponto ainda polêmico para os demais usuários de recursos hídricos de bacias hidrográficas, bem como para as administrações estaduais e municipais situadas nas bacias, em face, principalmente, do “conflito do horizonte de planejamento”. O setor elétrico sempre trabalhou de forma competente, mediante o planejamento de longo prazo, a definição e a hierarquização da implantação de aproveitamentos hidrelétricos em horizontes de planejamento de, pelo menos, 10 anos, enquanto os demais setores, assim como as administrações municipais e estaduais, atuam no curto prazo, muitas vezes sem planejamento e ao sabor de conveniências políticas. Com certeza, o funcionamento eficiente das entidades integrantes do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos e, em particular, dos comitês de bacia, com a participação daqueles realmente interessados no planejamento integrado e de longo prazo de uma bacia hidrográfica, pode ser a forma para solucionar os conflitos.

Em relação à cobrança pelo uso da água, deve ser ressaltado que atualmente as usinas hidrelétricas com potência superior a 30 MW já estão pagando a utilização dos recursos hídricos por meio da parcela da compensação financeira definida na Lei 9.984/00, que criou a ANA. Entretanto, a cobrança pelo uso da água nas pequenas centrais elétricas com potência inferior a 30 MW e nas transposições de bacias, envolvendo o setor elétrico, ainda está em discussão.

Já o uso da água por usinas termelétricas é considerado uso industrial, e sua cobrança, assim como a outorga pelo direito em uso será efetuada pelo volume de água captado e consumido, assim como pelas alterações na qualidade do efluente restituído ao corpo hídrico.

Como grande número de usinas termelétricas deverá entrar em operação nos próximos anos, torna-se importante avaliar, mesmo de forma simplificada, o consumo e a captação de água relativamente a essas usinas, em função do ciclo termodinâmico (a gás, a vapor ou combinado) e do sistema de refrigeração (aberto ou fechado) utilizado⁷ (CARVALHO, 2000), conforme é apresentado na tabela 8.4.2.1

Tabela 8.4.2.1
Usinas Termelétricas –
Estimativas de uso consuntivo e não consuntivo de água (CARVALHO, 2000)

Ciclo	Sistema de Refrigeração	Uso Consuntivo (m ³ /MWh)	Uso Não Consuntivo (m ³ /MWh)
Combinado	Circuito aberto	0,03	43,46
	Circuito fechado – torre úmida	1,25	0,40
Vapor	Circuito aberto	0,08	114,33
	Circuito fechado – torre úmida	3,28	1,01
Gás	Circuito fechado – radiadores	0,20	0,09

Registra-se que SUGAI (2000), utilizando a relação entre o volume de água captado e a energia produzida em algumas usinas termelétricas localizadas no Sul do país, calculou valores médios de acréscimos no custo de geração para cada centavo cobrado por m³ de água captada e/ou consumida, em caráter preliminar, com a finalidade de estimar a ordem de grandeza dos impactos, o que resultou em:

- térmicas a gás - ciclo combinado, circuito fechado de refrigeração = cada centavo cobrado por m³ de água representa um acréscimo de 1 (um) centavo de real por MWh;
- térmicas a carvão - ciclo a vapor, circuito aberto de refrigeração = cada centavo cobrado por m³ de água representa um acréscimo de 300 (trezentos) centavos de real por MWh;
- térmicas a carvão - ciclo a vapor, circuito fechado de refrigeração = cada centavo cobrado por m³ de água representa um acréscimo de 3 (três) centavos de real por MWh.

Nas termelétricas a gás (ciclo combinado, circuito fechado de refrigeração) e nas termelétricas a carvão (circuito fechado de refrigeração), em torno de 70% do volume captado são consumidos ao longo do processo de geração de energia. Nas termelétricas a carvão (circuito aberto de refrigeração), o consumo é desprezível, por isso só foi considerada a cobrança pela captação. No último caso, o volume captado é bem maior do que nas termelétricas a gás (ciclo combinado, circuito fechado de refrigeração) e nas termelétricas a carvão (ciclo a vapor, circuito fechado de refrigeração).

⁷ É oportuno registrar, conforme apresenta CARVALHO (2000), que, segundo o tipo de ciclo termodinâmico da usina termelétrica (ciclo a gás, a vapor ou combinado), pode-se estimar a quantidade de calor rejeitado mediante sistemas de refrigeração a água e, conseqüentemente, a quantidade de água envolvida no processo. Os sistemas de refrigeração a água podem ser abertos ou fechados. No primeiro caso, depende de um manancial de água (rio, lago, etc.) em determinada temperatura, sendo a água devolvida a uma temperatura mais alta. Esses sistemas devolvem ao manancial praticamente toda a água captada, mas, em função das restrições ambientais, quanto à temperatura da água restituída ao manancial, necessitam operar com maiores vazões de água. Em sistema fechado a rejeição ao calor pode ser efetuada diretamente com o ar atmosférico por meio de radiadores com ventilação forçada ou torres secas de resfriamento, ou, ainda, por meio da evaporação de parte da água de circulação (ou proveniente de um circuito independente), através de torres úmidas de refrigeração. Existe, ainda, a possibilidade de uma situação híbrida de sistema aberto em que a água de circulação é resfriada através de torre úmida antes de ser restituída ao manancial.

Os resultados das simulações preliminares dos acréscimos no custo de geração nas usinas termelétricas (UTE), em função da cobrança pelo uso da água, são apresentados na tabela 8.4.2.2.

Tabela 8.4.2 2
Usinas Termelétricas - Acréscimo no Custo de Geração em Função de Valores da Cobrança pelo Uso da Água (SUGAI, 2000)

Tipo de Usina Termoelétrica	Captação R\$/m ³	Consumo R\$/m ³	Acréscimo no Custo de Geração R\$/MWh
Termoelétrica a gás - ciclo combinado - circuito fechado de refrigeração	0,15	0,20	0,29
	0,01	0,20	0,15
Termoelétrica a carvão, ciclo a vapor - circuito aberto de refrigeração	0,15	-	45,00
	0,01	-	3,00
Termoelétrica a carvão, ciclo a vapor - circuito fechado de refrigeração	0,15	0,20	0,87
	0,01	0,20	0,45

8.4.3 Geração de Energia Elétrica na Bacia

8.4.3.1 Informações Básicas

A bacia do rio Paraíba do Sul, por sua estratégica localização geográfica e importância socioeconômica, ao envolver três significativos Estados brasileiros - Rio de Janeiro, São Paulo e Minas Gerais - e apresentar desempenho econômico que representa 10% do PIB de todo o país, tem sido palco para a implantação, pelo setor elétrico, de uma série de reservatórios e usinas hidrelétricas, desde o início do século passado, visando, além da geração de energia elétrica, à regularização de vazões, ao controle de cheias, ao abastecimento de água, à navegação, ao turismo, ao lazer, bem como ao suprimento de Água para a Região Metropolitana do Rio de Janeiro (RMRJ).

O potencial hidráulico inventariado na bacia é de aproximadamente 3.000 MW, dos quais cerca de 800 MW já estão instalados em cerca de 33 usinas hidrelétricas. De acordo com o PDEE 2006-2015, deverão ser implantadas, entre 2007 e 2010, a UHE de Simplício (333,7 MW), UHE de Barra do Pomba (80 MW) e UHE de Cambuci (50 MW), no rio Paraíba do Sul, assim como a UHE de Barra do Braúna (39 MW) localizada no rio Pomba e a UHE de Picada (50 MW) no rio do Peixe.

Na bacia do rio Guandu, beneficiária das águas transpostas da bacia do rio Paraíba do Sul, a potência instalada em hidreletricidade corresponde a 612 MW, distribuídos em três usinas hidrelétricas: Fontes (132MW), Nilo Peçanha (380MW) e Pereira Passos (100MW). Além dessas usinas há a previsão de construção da PCH de Paracambi (30 MW). A ampliação do Complexo Hidrelétrico de Lajes, com a implantação UHE de Lajes (60 MW) também é planejada pela Light, mas, ainda não consta na configuração de referência do PDEE 2006-2015.

Na tabela 8.4.3.1.1 são apresentadas as principais usinas hidrelétricas da bacia do rio Paraíba do Sul, em operação e as inventariadas, assim como as integrantes do Complexo Hidrelétrico de Lajes, na bacia do rio Guandu.

Tabela 8.4.3.1.1
Relação das Principais Usinas Hidrelétricas na
Bacia do Paraíba do Sul e no Complexo Hidrelétrico de Lajes

Nº	Aproveitamento / ou Usina	Potência (MW)	Localização		Estágio	Concessionário
			Rio	Bacia		
1	Paraitinga	11	Paraitinga	Paraíba do Sul	Remanescente	CESP
2	Paraibuna	22	Paraibuna	"	"	"
3	Paraibuna/Paraitinga ¹	86	Paraibuna	"	Operação	"
4	Santa Branca ¹	58	Paraíba do Sul	"	"	Light
5	Jaguari ¹	28	Jaguari	"	"	CESP
6	Rio Jaguari	5	"	"	Remanescente	"
7	Paraíba do Sul	272	Paraíba do Sul	"	"	"
8	Una	5	Una	"	"	"
9	Isabel	3,2	Saca Trapo	"	Operação	Eletropaulo
10	Sodré	0,6	Piagui	"	"	"
11	Bocaina	0,9	Bravo	"	"	"
12	Funil	222	Paraíba do Sul	"	"	Furnas
13	Cedro	14,5	Piabanha	Paraíba do Sul	Inventário	"FURNAS
14	Providência	29,7	Preto 2	Piabanha/P.Sul	"	"
15	Santa Fé	30	Paraibuna	Paraíba do Sul	"	"
16	Morro Grande (Areal)	20	Preto 2	Piabanha/P.Sul	Operação	CERJ
17	Piabanha	8,6	Piabanha	Paraíba do Sul	"	"
18	Ponte Fagundes	7,7	Fagundes	Piabanha/P.Sul	Inventário	Furnas
19	Coronel Fagundes	4,8	"	"	Operação	CERJ
20	Moura Brasil	19,8	Piabanha	Paraíba do Sul	Inventário	Furnas
21	São Firmino	10,3	Paraibuna	"	"	"
22	Ferreira Guimarães	4,41	S. Pedro	Paraibuna/P.Sul	Operação	"
23	Marmelos 1-2	4	Paraibuna	Paraíba do Sul	"	CEMIG
24	Joasal	8	"	"	"	"
25	Paciência	4	"	"	"	"
26	Tabuão	3	Do Peixe	Paraibuna/P.Sul	Inventário	Furnas
27	Vista Alegre	3,5	"	"	"	"
28	Poço da Pedra	11,54	"	"	"	"
29	Picada ²	50	"	"	Projeto Básico	Cia.Paraibuna de Metais
30	Privilégio	7,43	Sta. Bárbara	Do Peixe/ Paraibuna/P.Sul	Inventário	Furnas
31	Cotegipe	40	Do Peixe	Paraibuna/P.Sul	"	"
32	Sobragi	60	Paraibuna	Paraíba do Sul	Operação	Cia.Paraibuna de Metais
33	Cabuí	18	Paraibuna	"	Inventário	ELETOBRAS
34	Fumaça	10	"Preto	Paraibuna/P.Sul	Viabilidade	Furnas
35	Zelinda	16,39	Preto	Paraíba do Sul	Inventário	Furnas
36	Barbosa	34,37	"	"	"	"
37	Mato Limpo	8	Santana	Preto/Paraibuna/P.Sul	"	CFLCL
38	Ponte	2,40	"	"	"	SIIF do Brasil LtdaLtda.
39	Capela	2	"	"	"	"
40	Mello	10	"	"	Operação	Valesul Alumínio S.A.
41	Resende	3	"	"	Projeto Básico	SIIF do Brasil Ltda.
42	Santa Rosa 1	47,30	Preto	Paraibuna/P.Sul	Inventário	Furnas
43	Monte Serrat	25	Paraibuna	Paraíba do Sul	Projeto Básico	Valesul Alumínio S.A.
44	Bonfante	19	"	"	"	"
45	Sarandira	7,51	Cágado	Paraibuna/P.Sul	Inventário	Furnas
46	Mar de Espanha	14,82	"	"	"	"
47	São Jerônimo	26,98	"	"	"	"
48	Caldeirão	25	Paraibuna	Paraíba do Sul	"	ELETOBRAS
49	Santa Fé	67	"	"	"	"
50	Anta	13	Paraíba do Sul	"	Projeto Básico	Furnas
51	Simplício	324,8	"	"	"	"
52	Ilha dos Pombos	188	"	"	Operação	Light
53	Itaocara	195	"	"	Viabilidade	"
54	Ituerê	12	Pomba	"	Inventário	CFLCL
55	Ituerê	4,04	"	"	Operação	Furnas
56	Bom Sucesso	10	"	"	Inventário	CFLCL
57	Ponte I	24	"	"	Projeto Básico	"
58	Palestina II	13	"	"	Projeto Básico	"
59	Barra dos Carrapatos	8	"	"	Inventário	"



Nº	Aproveitamento ou Usina	Potência (MW)	Localização		Estágio	Concessionário
			Rio	Bacia		
60	Barra dos Carrapatos	8	"	"	Inventário	CFLCL
61	Triunfo I	23	"	"	Projeto Básico	"
62	Xopotó	15	Xopotó	Pomba/P.Sul	Inventário	Furnas
63	Monte Cristo	33	Pomba	Paraíba do Sul	"	CFLCL
64	Piau	18	Piau	Novo/Pomba/ P.Sul	Operação	CEMIG
65	Ana Maria	1,2	Pinho	"	"	"
66	Guary	4,8	"	"	"	"
67	Laje	17,8	Novo	Pomba/P.Sul	Inventário	Hidrelétrica São Pedro Ltda.
68	Araci	18	"Novo	"Pomba/P.Sul	"Inventário	"ELETROBRÁS
69	Maurício	2,2	"Novo	Pomba/P.Sul"	Operação	CFLCL
70	Nova Maurício	32,1	"	"	"	Furnas
71	Cataguases	27	Pomba	Paraíba do Sul	Inventário	CFLCL
72	Barra do Braúna	39	"	"	Viabilidade	"
73	Paraoquena	13,7	"	"	Inventário	Furnas
74	Aperibé	7,2	"	"	"	"
75	Rio Tanque	68	Tanque	"	Remanescente	CEMIG
76	Novo Xavier	3	Grande/Dois Rios	"	Inventário	ELETROBRAS
77	Xavier	3,14	"	"	Operação	Furnas
78	Catete	1,62	Bengala	Grande/Dois Rios/P.Sul	"	CFLCL
79	Riograndina	6,8	Grande/Dois Rios	Paraíba do Sul	Inventário	Valesul Alumínio S.A.
80	Hans	0,11	Santo Antônio	Grande/Dois Rios	Operação	CFLCL
81	Santo Antônio	7,2	Grande/Dois Rios	Paraíba do Sul	Inventário	ELETROBRAS
82	Santa Rosa II	30	"	"	Viabilidade	Furnas
83	Sossego	11,3	"	"	Inventário	ELETROBRAS
84	Fazenda Barra	13,1	"	"	"	Furnas
85	Faz Cachoeira	13,5	"	"	"	"
86	Saudade	11,7	"	"	"	ELETROBRAS
87	Pimentel	7,4	"	"	"	"
88	Chave do Vaz	0,70	Negro	Grande/Dois Rios/P.Sul	Operação	CERJ
89	Euclidelândia	1,20	"	"	"	"
90	São Fidélis	123	Paraíba do Sul	Paraíba do Sul	Inventário	Furnas
91	Santa Cecília	0,42	Rib. Bom Sucesso	Muriaé/P.Sul	Operação	CFLCL
92	Miguel Ferreira	0,70	Muriaé	Paraíba do Sul	"	CFLCL
93	Preto 4	1,2	Preto	Muriaé/P.Sul	"	CFLCL
94	Preto 3	0,5	"	"	"	"
95	Preto 2	1	"	"	"	"
96	Coronel Domiciano	1,84	Fumaça	Preto/Muriaé/ P.Sul	Operação	"FURNAS
97	Preto 1	9	Preto	Muriaé/P.Sul	Inventário	"CFLCL
98	Cachoeira Esaú	7	Glória	Muriaé/P.Ssul	"	"
99	Bicuiba	2,5	"	"	"	"
100	S. Francisco do Glória	9,5	"	"	"	"
101	Santa Cruz	9,8	"	"	"	"
102	Glória	14,50	"	"	Operação	Valesul Alumínio S.A
103	Cachoeira Encoberta	24	"	"	Projeto Básico	CFLCL
104	Patrocínio do Muriaé	11	Muriaé	Paraíba do Sul	Inventário	Furnas
105	Comendador Venâncio	5	"Muriaé	"Paraíba do Sul	"Inventário	"FURNAS
106	Carangola	15	Carangola	Muriaé/P.Sul	Projeto Básico	ELETRO RIVER
107	São Lourenço	5,9	"	"	Inventário	"
108	Tombos	12	"	"	Projeto Básico	CERJ
109	Tombos	2,8	"	"	Operação	"
110	Itaperuna	8,4	Muriaé	ParaibaParaíba do Sul	Inventário	Furnas
111	Paraíso	7,2	"	"	"	"
112	Chalé	19	Paraíba do Sul	"	"	ANEEL
113	Lavrinhas	29	"	"	"	"
114	Queluz	28,8	"	"	"	"
115	Pouso Alegre	4,6	Areias	"	"	"
116	Providência	5	Preto	"	"	"
117	Poço Fundo	12	"	"	"	"
118	Secretário	3,7	Fagundes	"	"	"
119	Água Fria	3,0	Peixe	"	"	"
120	Calo	1,6	Calo	Paraíba do Sul	Inventário	ANEEL
121	Monte Verde	4,6	Santa Bárbara	"	"	"
122	Santa Bárbara	4,6	"	"	"	"
123	Conde D'Eu	9,6	Paquequer	"	"	"
124	Batatal	3,3	"	"	"	"
125	Aventureiro	3,0	Aventureiro	"	"	"
126	Boa Vista	2,8	Angu	"	"	"
127	Barrilha	2,3	"	"	"	"
128	Foz do Angu	6,0	"	"	"	"
129	Bela Vista	10	Pomba	"	"	"

Nº	Aproveitamento ou Usina	Potência (MW)	Localização		Estágio	Concessionário
			Rio	Bacia		
130	Estiva	8	"	"	"	"
131	Cachoeira Alegre	11,6	"	"	"	"
132	Baltazar	17,6	"	"	"	"
133	Barra do Pombo	70	Paraíba do Sul	"	"	"
134	Cambuci	50	"	"	"	"
135	Malta	26,4	"	"	"	"
136	São Pedro	5,8	Glória	"	"	"
137	Mariano	5,1	"	"	"	"
138	Aré	13	Muriaé	"	"	"
139	São Joaquim	11	"	"	"	"
140	Italva	8,8	"	"	"	"
141	Lídice	3,5	Do Braço	Pirai	"	"
142	Braço	13,7	"	"	"	"
143	Fazenda Santana	12	"	"	"	"
144	Nilo Peçanha	380	Rib. das Lajes	Guandu	Operação	Light
145	Fontes Nova	132	"	"	Operação	"
146	Lajes	60	"	"	Viabilidade	"
147	Pereira Passos	100	"	"	Operação	"
148	Paracambi	30	"	"	Projeto Básico	"

Fontes: Sistema de Informações do Potencial Hidrelétrico (SIPO/ELTROBRAS), Banco de dados da ANEEL, PDEE (2000-2009) e PDEE (2006-2015).

Nas tabelas 8.4.3.1.2 e 8.4.3.1.3 adaptadas de LABHID/COPPE/UFRJ (1999), são apresentadas as características básicas dos reservatórios e principais usinas do Complexo Hidrelétrico de Lajes/Paraíba do Sul atualmente em operação.

Tabela 8.4.3.1.2
Reservatórios do Complexo Hidrelétrico de Lajes/Paraíba do Sul

Reservatório	Área de Drenagem (km ²)	Área Inundada (km ²)	Volume (hm ³)			Cotas (m)		
			Mín.	Máx.	Útil	Mín.	Máx.	Desnível
Paraibuna	4.150	188,97	2.096,00	4.732,00	2.636,00	694,60	714,00	19,40
Santa Branca	5.030	31,00	130,0	438,00	308,00	605,00	622,00	17,00
Jaguari	1.300	60,92	443,00	1.236,00	793,00	603,00	623,00	20,00
Funil	13.530	40,16	120,00	726,00	606,00	444,00	466,50	22,50
Santa Cecília	16.694	2,66	3,39	5,56	2,17	352,00	352,95	0,95
Ilha dos Pombos	32.516	4,21	2,00	6,85	4,85	137,50	139,94	2,44
Tocos	386	1,20	0,00	5,29	5,29	441,00	452,00	11,00
Santana	902	5,95	12,17	19,90	7,73	361,5	363,6	2,10
Vigário	30	3,85	27,35	34,00	6,65	396,00	398,00	2,00
Lajes	305	30,73	5,10	450,4	445,3	386,5	415	28,50
Ponte Coberta	322	1,21	12,86	16,93	4,07	82,50	86,59	4,00

Obs.: A área inundada é aquela correspondente ao nível máximo *maximorum*.

Tabela 8.4.3.1.3
Usinas do Complexo Hidrelétrico de Lajes/Paraíba do Sul

Usina	Potência Efetiva (MW)	Canal de Fuga Médio (m)	Fator de Capacidade Máxima	Rendimento Gerador	Rendimento Turbina	Início da Operação
Paraibuna	86	626,40	0,56	0,960	0,907	1978
Santa Branca	58	576,00	0,63	0,900	0,900	1959/1999*
Jaguari	28	557,90	0,53	0,960	0,897	1972
Funil	222	394,30	0,56	0,980	0,839	1969
Ilha dos Pombos	188	106,70	0,53	0,977	0,797	1924
Fontes Nova	132	94,50	0,87	0,984	0,826	1940
Nilo Peçanha	380	86,50	0,90	0,984	0,874	1953
Pereira Passos	100	49,00	0,53	0,975	0,863	1962

* Ano de início de motorização da usina.

A denominação de Complexo Hidrelétrico de Lajes caracteriza os aproveitamentos hidrelétricos do ribeirão das Lajes e o conjunto de estruturas hidráulicas destinadas à transposição das águas da bacia do rio Paraíba do Sul para a vertente atlântica da serra do Mar com a finalidade de aproveitar o potencial hidrelétrico propiciado por uma queda de 300 m. Cabe destacar que o Complexo de Lajes é o maior conjunto de estruturas hidráulicas do Estado do Rio de Janeiro. A denominação de Complexo Hidrelétrico de Lajes/Paraíba do Sul é empregada quando há consideração do conjunto de reservatórios reguladores da bacia do rio Paraíba do Sul.

Em relação à termelétricidade na bacia do Paraíba do Sul, destaca-se que as três usinas termelétricas previstas, anteriormente, no Plano Decenal de Expansão de Energia Elétrica (2000-2009) - UTE Santa Branca (1.067 MW) situada no município de Santa Branca (SP), a UTE Vale do Paraíba (500 480MW) localizada no município de São José dos Campos (SP), e a UTE Cachoeira Paulista (500 180MW) a localizada no município de Cachoeira Paulista (SP) - não foram implantadas e atualmente não constam da configuração de referência do PDEE 2006-2015., perfazendo o total de 1805MW de potência instalada.

Assim, ressalta-se que atualmente as usinas termelétricas implantadas na bacia do Paraíba do Sul que merecem destaque são a UTE Roberto Silveira (80 MW), a óleo combustível, em Campos dos Goytacazes (RJ), pertencente a Furnas, que será transformada para geração a gás natural, a UTE da CSN (238 MW), a gás, em Volta Redonda (RJ), que gera 170 MW, aproveitando os gases da coqueria, dos altos-fornos e da aciaria, e 68 MW a partir de gás natural, e a UTE Juiz de Fora (103 78MW), a gás natural, a localizada no município de Juiz de Fora (MG), cuja concessão pertence à Companhia Força e Luz Cataguazes Leopoldina (CFLCL).

Em relação à termelétricidade, na bacia do rio Guandu, atualmente estão instaladas a UTE de Santa Cruz (766 MW), pertencente a Furnas, a óleo diesel, no bairro de Santa Cruz, município do Rio de Janeiro, a qual está sendo transformada para geração a gás natural em ciclo combinado e ampliação para 950 MW e a UTE Eletrobolt (360 MW), no município de Seropédica (RJ).

Nessa bacia há interesse de instalação de outras usinas termelétricas: UTE Riogen, no município de Seropédica (RJ), cuja concessão pertence a Enron, e outras pertencentes a Duke Energy 3 Brasil, El Paso e EDF, que apresentaram solicitação de outorga de direito de uso da água à Superintendência Estadual de Rios e Lagoas (SERLA). Ressalta-se, no entanto, que nenhuma delas consta ainda do PDEE 2006-2015. Destaca-se, entre estas, a UTE de Paracambi (525 MW) pertencente à Electricité de France (EDF), que aguarda a solução de problemas relacionados ao fornecimento de gás natural para sua implantação.

Além dessas termelétricas, o PDEE 2006-2015 cita que a Empresa Itaguai Energia está realizando estudos de viabilidade econômica para instalação da UTE Sepetiba (1.370 MW) no

município de Itaguaí (RJ), utilizando como combustível carvão mineral, ciclo a vapor e sistema de refrigeração fechado. Nesse sentido, a Inepar Energia, parceira desse empreendimento, já solicitou à SERLA a concessão de outorga de direito de uso da água para captar 1,4 m³/s do canal de São Francisco para essa usina.

Sendo assim, no âmbito do PDEE 2006-2015, a capacidade instalada atual na bacia do rio Guandu poderá passar de 1.738 MW, sendo 612 MW em hidreletricidade e 1.126 MW em termelétricidade, para 3.138 MW, dos quais 642 MW correspondem às usinas hidrelétricas existentes e à PCH de Paracambi, e 2.496 MW provenientes de geração termelétrica.

Nas tabelas 8.4.3.1.4 e 8.4.3.1.5 são apresentados, resumidamente, os potenciais hidrelétricos e termelétricos existentes e planejados nas bacias dos rios Paraíba do Sul e Guandu.

Tabela 8.4.3.1.4
Potencial Hidrelétrico nas Bacias dos Rios Paraíba do Sul e Guandu

Nível de Planejamento	Potencial Hidrelétrico (MW)	
	Paraíba do Sul	Guandu
Instalado	800	612
Previsto no Período 2006-2015	552	30
Capacidade instalada até 2015	1.352	642

Tabela 8.4.3.1.5
Capacidade Instalada e Planejada em Termelétricidade nas Bacias dos Rios Paraíba do Sul e Guandu

Nível de Planejamento	Paraíba do Sul	Guandu
Instalada	421	1.126
Prevista no Período 2006-2015	-	1.554 ¹
Capacidade instalada até 2015	421	2.620

¹Incluindo a UTE Sepetiba, a ser instalada em Itaguaí.

8.4.3.2 O Complexo Hidrelétrico de Lajes/Paraíba do Sul

O Complexo Hidrelétrico de Lajes/Paraíba do Sul tem importante papel no desempenho do Sistema Sudeste/Centro-Oeste de produção de energia elétrica, não pelo total de energia gerada, mas, principalmente, em face de sua localização, próximo a centro de carga, e das questões de uso múltiplo das águas numa das regiões mais industrializadas do país. A importância desse sistema está no fato de o abastecimento de água de aproximadamente 85% da RMRJ ser totalmente dependente da manutenção desse arranjo, correspondendo a uma população de mais de 8 milhões de habitantes.

As figuras 8.4.3.2.1, 8.4.3.2.2, 8.4.3.2.3 e 8.4.3.2.4 mostram, respectivamente, localização da bacia e do Complexo Hidrelétrico de Lajes, um diagrama e um esquema com a topologia atual dos principais componentes desse complexo sistema de recursos hídricos. Observam-se nessas figuras as estruturas responsáveis pelas transposições das águas da bacia do rio Paraíba do Sul para a vertente atlântica da serra do Mar, onde se insere o rio Guandu, formado a partir da confluência do ribeirão das Lajes com o rio Santana. Convém esclarecer que, a partir da Estação de Tratamento de Água do Guandu (ETA Guandu) até a foz na baía de Sepetiba, esse rio recebe a denominação de Canal de São Francisco, em função das obras de retificação realizadas pelo Departamento Nacional de Obras e Saneamento (DNOS), no século passado. Cabe lembrar que nessas figuras há uma brutal distorção de escala, pois a bacia do rio Paraíba do Sul tem uma área de drenagem de aproximadamente 57.000 km², enquanto a do rio Guandu é da ordem de 1.400 km².

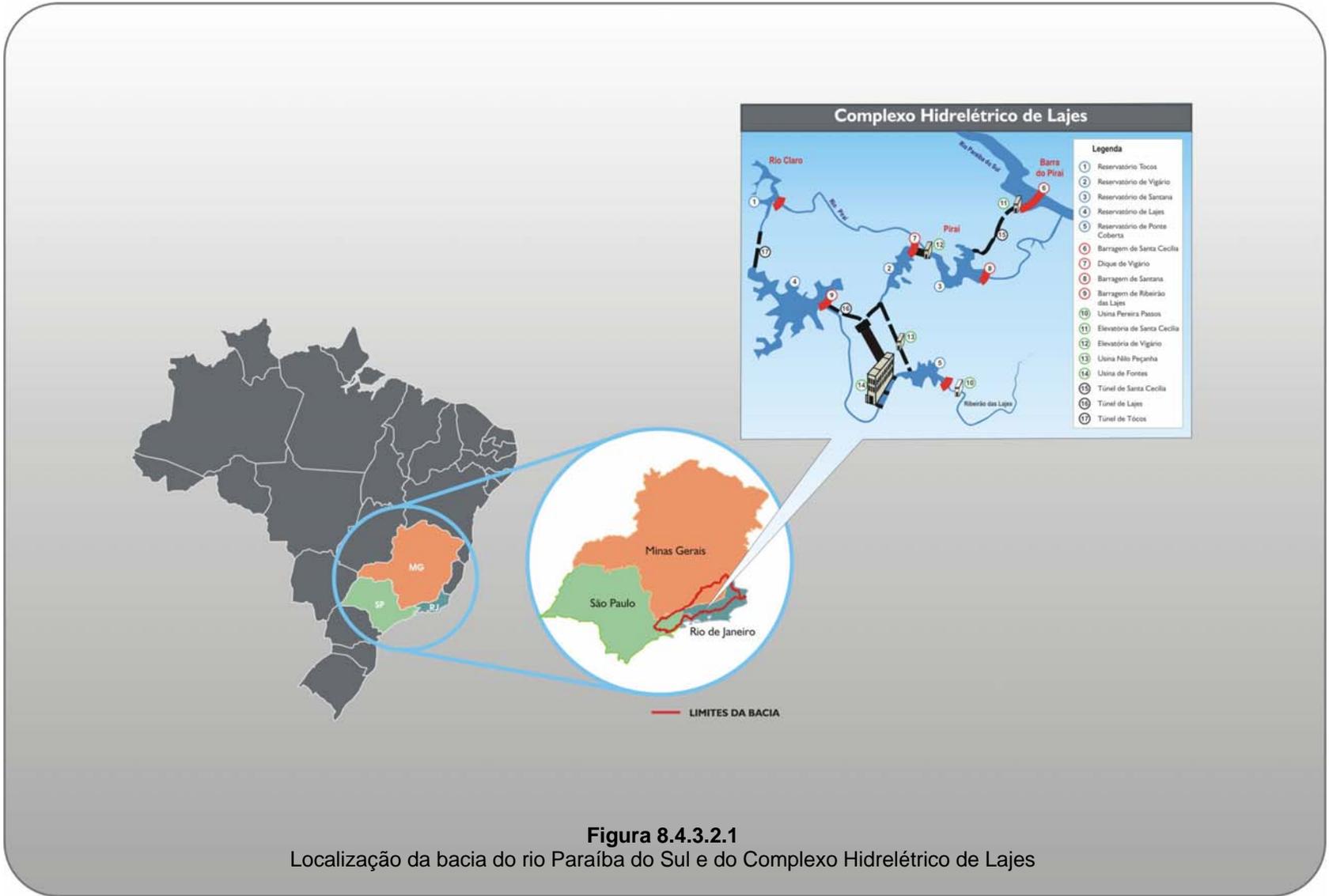


Figura 8.4.3.2.1
 Localização da bacia do rio Paraíba do Sul e do Complexo Hidrelétrico de Lajes

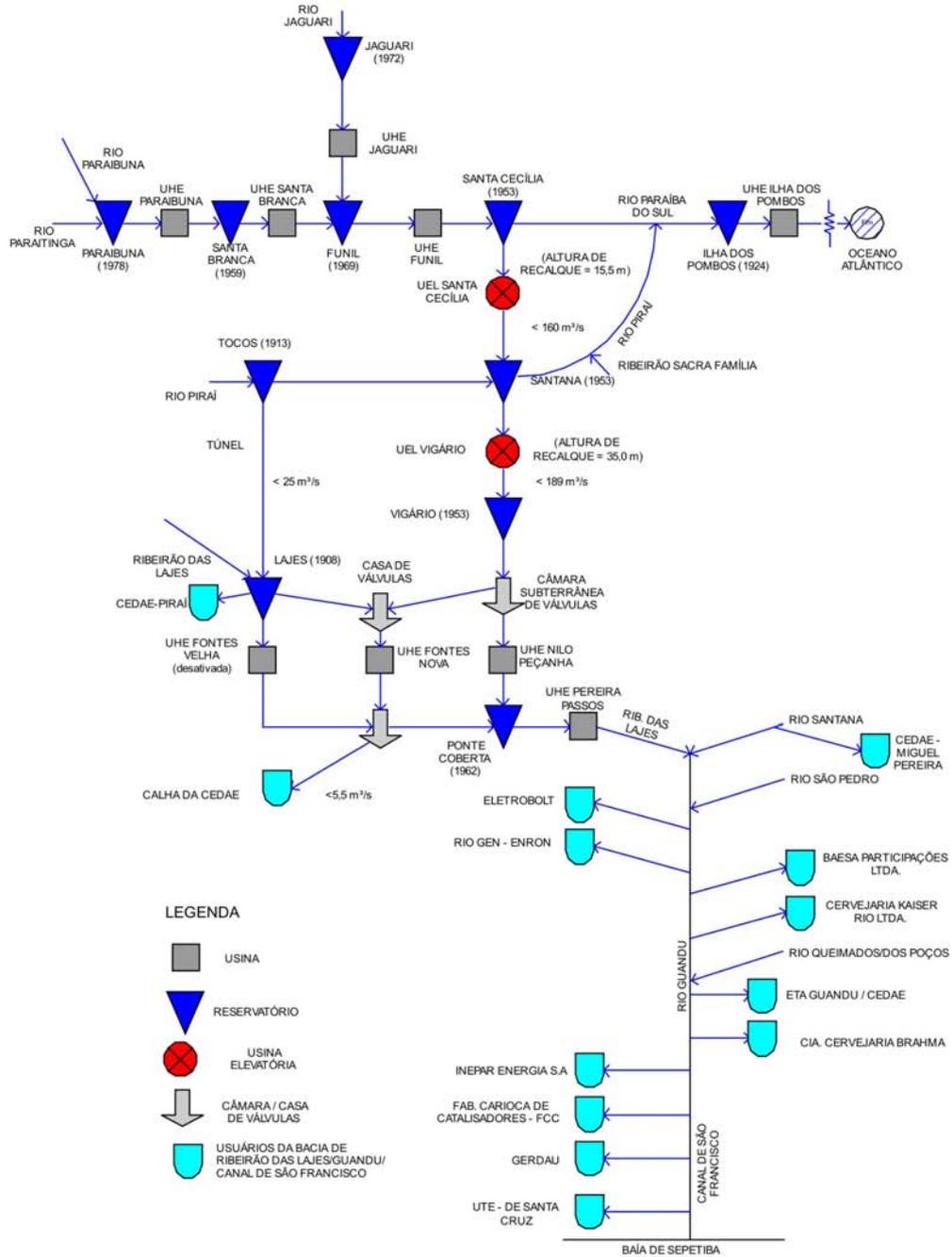
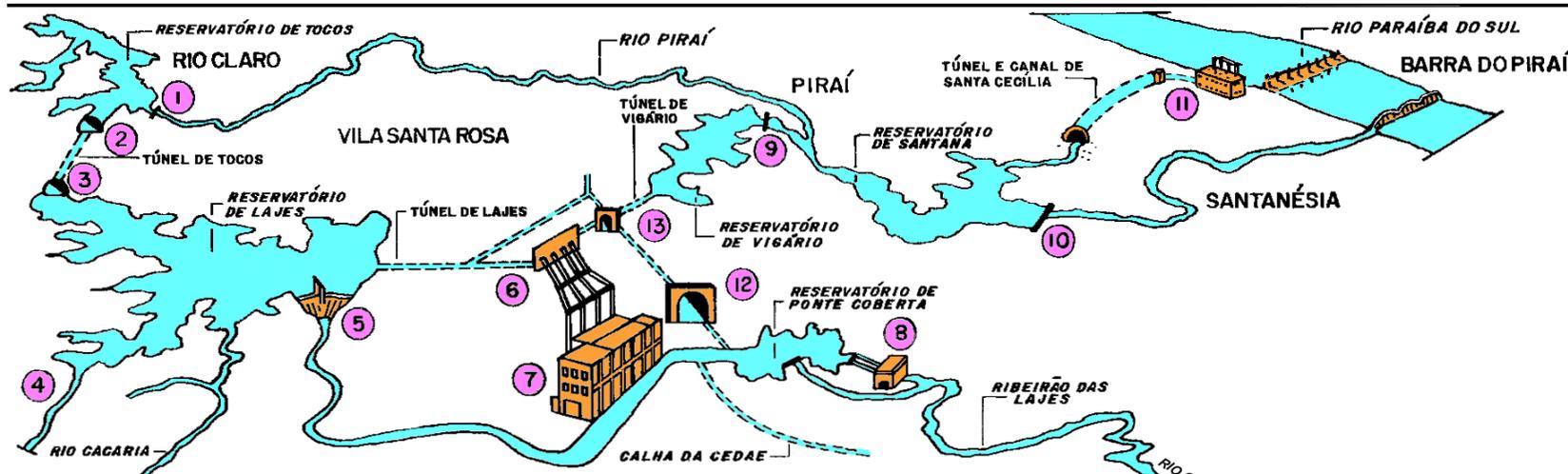
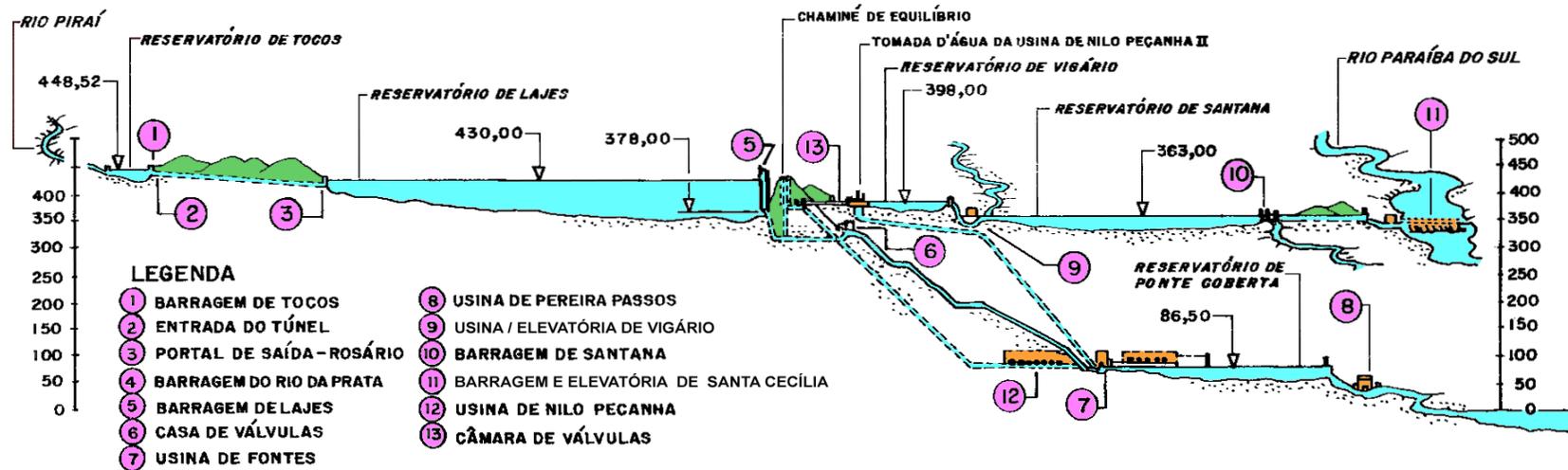


Figura 8.4.3.2.2
Diagrama Topológico do Complexo Hidrelétrico de Lajes/Paraíba do Sul



Fonte: LABHID da COPPE, adaptado de Light

Figura 8.4.3.2.3
Esquema geral do Complexo Hidrelétrico de Lajes

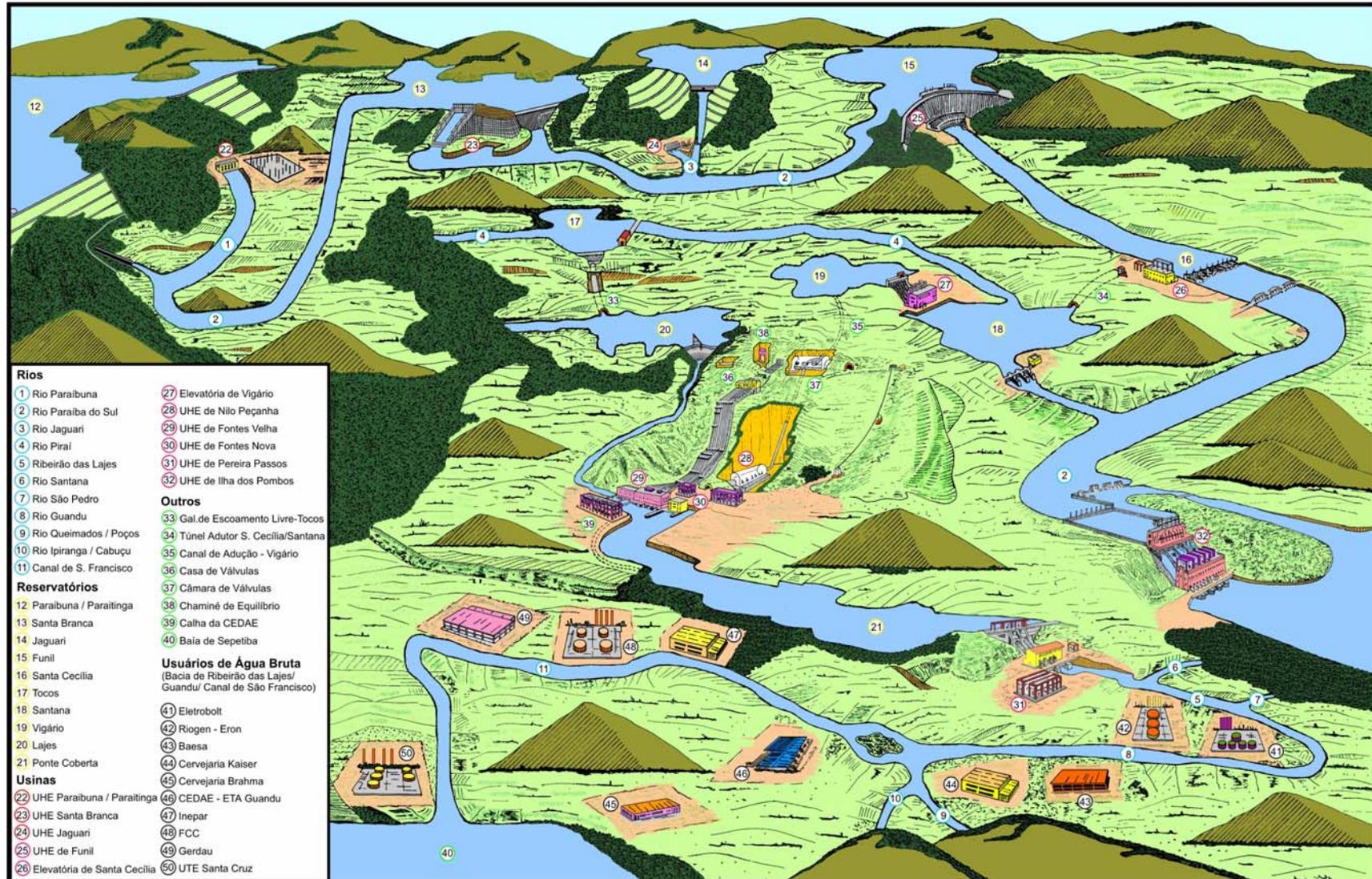


Figura 8.4.3.2.4

Representação Esquemática do Complexo Hidrelétrico de Lajes/Paraíba do Sul



8.4.3.3 Instrumentos Legais da Operação do Complexo de Lajes/Paraíba do Sul

A autorização para aproveitamento das águas transpostas da bacia do rio Paraíba do Sul na geração de energia elétrica foi concedida à Light por meio de vários instrumentos legais que autorizam a derivação das águas do ribeirão Vigário, do rio Piraí e do rio Paraíba do Sul para utilizá-las na ampliação das usinas localizadas no ribeirão das Lajes (LIGHT, 2001), entre os quais merecem destaque o Decreto-Lei nº 7.542, de 11/05/1945, e o Decreto nº 18.588, de 11/05/45, modificado pelo Decreto nº 20.657, de 26/02/46, e confirmado pelo Decreto nº 68.324, de 9/03/71.

O rio Paraíba do Sul tem longo histórico de intervenções governamentais, cuja objetivo sempre foi a utilização racional dos recursos hídricos. As primeiras ações voltadas para a gestão da bacia hidrográfica desse rio começaram no Estado de São Paulo. O Serviço de Melhoramentos do Vale do Paraíba constituiu uma iniciativa pioneira que, já em 1939, pretendia integrar vários usos da água no trecho paulista do rio. Por motivos diversos, contudo, a iniciativa não prosperou. Uma segunda ação ocorreu com o Serviço do Vale do Paraíba, órgão criado em 1950, subordinado ao Departamento de Águas e Energia Elétrica de São Paulo (DAEE). Ao contrário da primeira, essa segunda experiência foi bem-sucedida, e dela resultaram, por exemplo, os estudos para a construção de barragens reguladoras do Alto Paraíba (VIEIRA, 1997).

A institucionalização do sistema de planejamento integrado de recursos hídricos por parte da União foi tentada inicialmente, em 1939, com a criação do Conselho Nacional de Águas e Energia Elétrica (CNAEE). Este conselho não conseguiu, porém, estabelecer uma estrutura de gestão das bacias hidrográficas e foi extinto em 1969. Novo esforço foi envidado pela União mediante o Decreto nº 63.794/68 que criou a Comissão do Vale do Paraíba (COVAP), pouco antes da extinção do CNAEE. Essa segunda tentativa também fracassou, em face dos entraves institucionais surgidos entre órgãos e entidades do Estado de São Paulo e da União.

A União, em decorrência dessas dificuldades, criou a Comissão do Plano de Regularização do Rio Paraíba do Sul, por meio do Decreto nº 68.324/71, estabelecendo um plano de obras para esse fim e fixando a derivação máxima na usina elevatória de Santa Cecília em $160\text{m}^3/\text{s}$, sujeita à manutenção de uma vazão mínima para jusante de $90\text{m}^3/\text{s}$. Esse valor foi calculado empiricamente e assim arbitrado em razão da não-aprovação do projeto da usina de Caraguatuba, no Estado de São Paulo, que previa uma transposição de $50\text{m}^3/\text{s}$ da bacia do rio Paraíba para a vertente atlântica. Na ocasião, o bombeamento em Santa Cecília observava uma limitação de vazão mínima para jusante de apenas $40\text{m}^3/\text{s}$. Assim, os $50\text{m}^3/\text{s}$ foram “transferidos” para jusante de Santa Cecília, dando origem à restrição de $90\text{m}^3/\text{s}$.

Esse decreto atribuiu ao DNAEE a incumbência de propor as normas de operação dos reservatórios integrantes do plano de regularização, ouvidos os governos dos Estados de São Paulo e Rio de Janeiro. Como resultado dessa ação, foi editada a Portaria DNAEE nº 022, em 24/02/77, estabelecendo as regras de operação da cascata de reservatórios da bacia do rio Paraíba do Sul até o reservatório de Santa Cecília. Essas regras visam assegurar uma afluência ao reservatório de Santa Cecília que atenda à derivação para o Complexo Hidrelétrico de Lajes e à restrição de defluência mínima para jusante de $90\text{m}^3/\text{s}$. É oportuno salientar que essa portaria prevê que, em períodos hidrológicamente desfavoráveis, a afluência a Santa Cecília pode ser reduzida de $250\text{m}^3/\text{s}$ para $190\text{m}^3/\text{s}$, mantida a restrição mínima para jusante, de $90\text{m}^3/\text{s}$.

Essa operação, ao longo do tempo, foi agregando novas regras sobre condições hidrológicas extremas, bem como de ordem ambiental, originando o Decreto nº 81.436/78, que estabelece que, sob condições hidrológicas de afluências críticas, o DNAEE poderá, a seu critério, arbitrar uma defluência mínima em Santa Cecília de até $71\text{m}^3/\text{s}$. Assim, nessas condições, o bombeamento de águas do rio Paraíba do Sul fica limitado a somente $119\text{m}^3/\text{s}$.

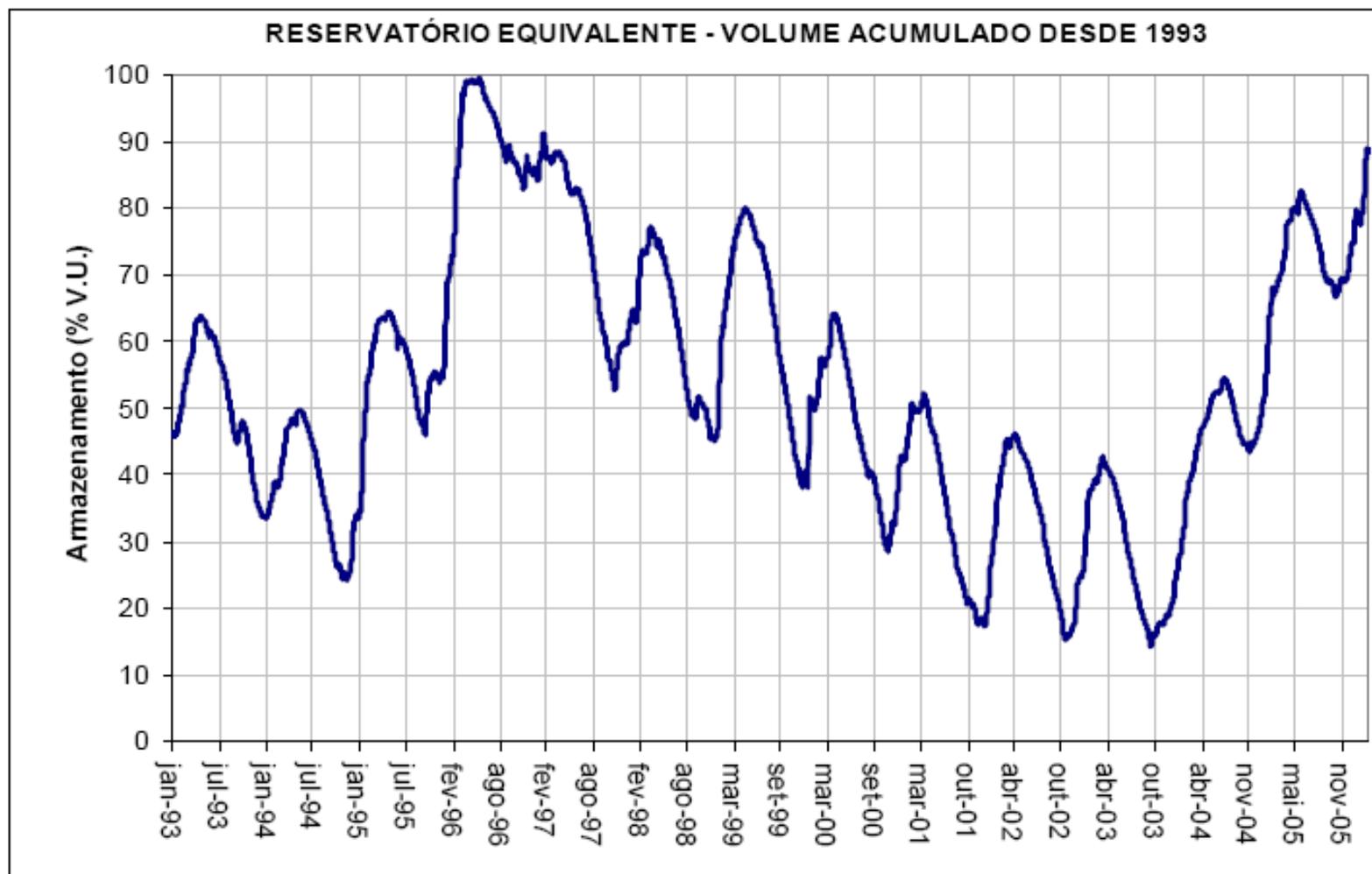


A operação normal do Complexo Hidrelétrico de Lajes para o atendimento da ponta de energia do sistema elétrico, em termos horários, é concentrada em três horas, no período entre às 18 horas e às 22 horas, liberando um hidrograma de vazões defluentes, que varia em função da solicitação de carga, cujo planejamento é de competência do Operador Nacional do Sistema Interligado Nacional (ONS). É oportuno registrar que as vazões desse hidrograma variam do mínimo de 120 m³/s, em 21 horas do dia, até o máximo de cerca de 324 m³/s, nas três horas de solicitação de ponta de energia para o sistema elétrico.

A ANA, durante a estiagem crítica de 2003, como novo órgão gestor dos recursos hídricos, desde 2000, em substituição ao DNAEE, estabeleceu as Resoluções nº 211, de 26/05/2003, Resoluções nº 282, de 04/08/2003 e Resoluções nº 408, de 18/11/2003, que modificaram a Portaria DNAEE nº 022.

Assim, devido a essas resoluções, inicialmente, a vazão afluente à barragem de Santa Cecília, no rio Paraíba do Sul, foi reduzida de forma gradativa de 190 m³/s para 160 m³/s. As reduções de vazão correspondente ao trecho a jusante de Santa Cecília, no Paraíba do Sul, e à captação para o Complexo de Lajes, na Usina Elevatória de Santa Cecília, foram respectivamente 20 m³/s e 10 m³/s, resultando em 51 m³/s como defluência mínima em Santa Cecília para o trecho de jusante do Paraíba do Sul e 109 m³/s como a vazão de bombeamento para o Complexo de Lajes. Aos 109 m³/s foram acrescidos mais 6 m³/s do reservatório de Lajes, resultando em 115 m³/s, como a disponibilidade hídrica na calha do Guandu para atender os usuários situados a jusante da UHE Pereira Passos. Ressalta-se que durante 2003, em função da escassez hídrica, o hidrograma defluente da UHE Pereira Passos apresentava vazões que variavam durante as 24 horas do dia entre 110 m³/s e 115 m³/s, dependendo da ocorrência de maré de sizígia na baía de Sepetiba. Essas medidas foram legalmente necessárias tendo em vista a inviabilidade de aplicação neste período da Portaria DNAEE nº 022.

A redução dessas vazões, posteriormente associada ao aumento dos índices pluviométricos, permitiu a recuperação gradativa do armazenamento dos reservatórios da cabeceira do Paraíba do Sul. Com a recuperação dos níveis dos reservatórios foi emitida pela ANA a Resolução 465, de 20 de setembro de 2004, que revogou as Resoluções anteriores, remetendo as normas operacionais novamente para a Resolução 211/2003. Cumpre registrar que esta Resolução estabelece, entre outras disposições, a descarga mínima instantânea defluente da UHE Pereira Passos igual a 120 m³/s e o limite mínimo para a vazão média de bombeamento em Santa Cecília igual a 119 m³/s. Como conseqüência, em 31/03/2006, o volume acumulado do reservatório equivalente atingiu 92% do volume total, valor equivalente ao armazenamento registrado em 1996, como mostra a figura 8.4.3.3.1.



Fonte: ANA

Figura 8.4.3.3.1
 Evolução do Armazenamento do Reservatório Equivalente da Bacia do Rio Paraíba do Sul



Essas ações foram decididas com a participação da ANA, do Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS), da SERLA, do DAEE, das empresas responsáveis pelos reservatórios (LIGHT, FURNAS e CESP), dos membros do Comitê para Integração da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul (CEIVAP) e do Comitê do Guandu, de representantes de prefeituras municipais e da COPPE/UFRJ, bem como do Comitê CBH - Paraíba do Sul/Serra da Mantiqueira, conhecido como comitê paulista.

A ANA atualmente, em substituição ao DNAEE, tem atribuição de definir e fiscalizar as condições de operação de reservatórios por agentes públicos e privados, visando a garantir o uso múltiplo dos recursos hídricos, conforme estabelecido nos planos de recursos hídricos das respectivas bacias hidrográficas e, no caso de reservatórios de aproveitamentos hidrelétricos, tais definições serão efetuadas em articulação com o Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS), conforme Lei 9.984/2000.

A tabela 8.4.3.3.1 apresenta o detalhamento das principais regulamentações e resoluções referentes à operação do sistema hidráulico Paraíba do Sul/Guandu.

Uma questão relacionada à competência técnico-institucional para definição de regras de operação do sistema de reservatórios da bacia do Paraíba Sul que merece destaque foi a aprovação da Deliberação CEIVAP N^o 53, de 16/09/2005. Essa deliberação instituiu o Grupo de Trabalho permanente para acompanhamento da operação hidráulica da bacia do rio Paraíba do Sul, para atuação conjunta com o Comitê do Guandu. O que motivou a criação desse grupo de trabalho foi a experiência bem sucedida no gerenciamento da operação hidráulica nos anos hidrológicamente desfavoráveis de 2003 e 2004, que contou com a participação do CEIVAP, Comitê do Guandu, ANA, ONS, empresas de geração de energia elétrica e usuários da água do rio Paraíba do Sul e rio Guandu.

Os objetivos deste Grupo de Trabalho, preservadas as competências específicas dos diversos agentes envolvidos na gestão dos recursos hídricos das bacias do Rio Paraíba do Sul e do Rio Guandu, são: (i) Antecipar e analisar situações de conflito, envolvendo a operação hidráulica dos reservatórios e os usos múltiplos da água e propor soluções alternativas; (ii) Analisar e propor soluções alternativas para os critérios de operação hidráulica dos reservatórios do Rio Paraíba do Sul e da transposição de água para o Rio Guandu, visando o atendimento dos requisitos quantitativos de água nas bacias; (iii) Atuar no sentido de propor formas de garantir o atendimento dos requisitos dos usos múltiplos das águas; (iv) Divulgar informações correntes sobre aspectos quantitativos dos recursos hídricos nas bacias.

A atuação deste Grupo de Trabalho será predominantemente operacional, voltada para os aspectos quantitativos dos recursos hídricos dentro da sua gestão integrada nas bacias. Sua composição compreenderá aqueles agentes com atuação ou competência diretamente ligada à operação quantitativa dos recursos hídricos nessas bacias.

Tabela 8.4.3.3.1
Regulamentações de Resoluções Referentes à Operação do Sistema Hidráulico Paraíba do Sul/Gaundu

Regulamentação referente às condições de operação do sistema hidráulico da bacia do rio Paraíba do Sul anterior à criação da ANA								
Instrumento	Data	Descargas (m ³ /s)						Pereira Passos
		Paraibuna	Santa Branca	Jaguari	Funil	Santa Cecília		
						Bombeamento	Jusante	
Decreto nº 68.324	09/03/1971	-	-	-	-	160 (máx)	90 (min)	-
Portaria DNAEE nº 22	14/02/1977	30 (min)	40 (min)	10 (min)	80 (min)	100 (min)	90 (min)	-
Decreto nº 81.436	09/03/1978	-	-	-	-	-	71 ¹ (min)	-

Resoluções ANA referentes às condições de operação do sistema hidráulico da bacia do rio Paraíba do Sul								
Resolução	Data	Descargas mínimas (m ³ /s)						Pereira Passos
		Paraibuna	Santa Branca	Jaguari	Funil	Santa Cecília		
						Bombeamento	Jusante	
211	26/05/2003	30	40	10	80	119	71 ¹ (instantânea)	120 (instantânea)
282	04/08/2003	-	-	-	-	Suspensão temp. ²	Suspensão temp. ²	Suspensão temp. ²
408	18/11/2003	-	-	-	-	³	³	-
98	02/03/2004	-	34 (temp)	7 (temp)	-	-	-	-
465 ⁴	20/09/2004	30	40	10	80	119	71 (instantânea)	120 (instantânea)

Fonte: ANA

Observações:

- O Decreto nº 81.436/78 reduziu a vazão mínima a jusante de Santa Cecília para 71 m³/s quando em decorrência de condições hidrológicas adversas. Esta configuração foi mantida com a resolução 211/2003.
- A resolução 282/2003 reduziu a vazão mínima em Santa Cecília de 190 (119+71) para 160 m³/s, suspendendo temporariamente os valores para bombeamento, jusante e em Pereira Passos.
- A resolução 408/2003 permitiu a redução do valor de 160 m³/s em Santa Cecília, sempre que se usar o reservatório de Lajes para complementar a necessidade da ETA do Guandu.
- A resolução 645/2004 revogou as resoluções 282/2003, 408/2003 e 98/2004, restabelecendo as condições preconizadas na resolução 211/2003.

A composição será assim distribuída: três operadores de reservatório de regularização: LIGHT, CESP e FURNAS; os gestores estaduais da água: DAEE, SERLA e IGAM; três representantes dos usuários da água do CEIVAP, sendo um de cada estado, preferencialmente dos setores de saneamento ou industrial; dois representantes dos usuários da água do Comitê Guandu, sendo um do setor de saneamento e outro do setor industrial; três representantes dos municípios da bacia do rio Paraíba do Sul, sendo dois do Estado de São Paulo e um do Rio de Janeiro; um representante dos municípios da bacia do rio Guandu. Serão convidados permanentes, ANA, ANEEL, ONS e os órgãos estaduais de controle ambiental.

Depreende-se que a atuação desse grupo dará maior segurança e confiança aos usuários das águas dos rios Paraíba do Sul e Guandu, induzindo a atração de novos empreendimentos para essas duas bacias, aumentando o desenvolvimento regional, com geração de emprego e renda para a população residente na área de influência dessas bacias hidrográficas.

A atuação deste Grupo de Trabalho será predominantemente operacional, voltada para os aspectos quantitativos dos recursos hídricos dentro da sua gestão integrada nas bacias. Sua composição compreenderá aqueles agentes com atuação ou competência diretamente ligada à operação quantitativa dos recursos hídricos nessas bacias.

A composição será assim distribuída: três operadores de reservatório de regularização: LIGHT, CESP e FURNAS; os gestores estaduais da água: DAEE, SERLA e IGAM; três representantes dos usuários da água do CEIVAP, sendo um de cada estado, preferencialmente dos setores de saneamento ou industrial; dois representantes dos usuários da água do Comitê Guandu, sendo um do setor de saneamento e outro do setor industrial; três representantes dos municípios da



bacia do rio Paraíba do Sul, sendo dois do Estado de São Paulo e um do Rio de Janeiro; um representante dos municípios da bacia do rio Guandu. Serão convidados permanentes, ANA, ANEEL, ONS e os órgãos estaduais de controle ambiental.

Assim sendo, a atuação desse grupo dará maior segurança e confiança aos usuários das águas dos rios Paraíba do Sul e Guandu, induzindo a atração de novos empreendimentos para essas duas bacias, aumentando o desenvolvimento regional, com geração de emprego e renda para a população residente na área de influência dessas bacias hidrográficas.

8.4.3.4 Operação Normal do Complexo Hidrelétrico de Lajes

A operação normal do Complexo Hidrelétrico de Lajes pode ser resumida nos seguintes passos (VIEIRA, 1997):

- A capacidade máxima do conjunto de quatro bombas da estação elevatória situada nas proximidades da barragem de Santa Cecília, no rio Paraíba do Sul, é de $160\text{m}^3/\text{s}$ (UEL Santa Cecília) e a altura de recalque até o reservatório de Santana é de 15,5m;
- A defluência mínima em Santa Cecília para o rio Paraíba do Sul é de $90\text{m}^3/\text{s}$;
- Em condições hidrológicas e operacionais adversas, o bombeamento varia de $119\text{m}^3/\text{s}$ a $130\text{m}^3/\text{s}$ e a defluência mínima em Santa Cecília pode ser reduzida para $71\text{m}^3/\text{s}$;
- O reservatório de Tocos no rio Piraí opera transferindo a vazão afluente através de um túnel para o reservatório de Lajes, até o limite de $25\text{m}^3/\text{s}$, vertendo o excedente;
- A água acumulada no reservatório de Santana é bombeada para o reservatório de Vigário. O bombeamento nominal, por meio de um conjunto de quatro bombas, é de $178\text{m}^3/\text{s}$. A altura de recalque é de 35,0m e a capacidade máxima do conjunto de bombas é de $190\text{m}^3/\text{s}$;
- O engolimento máximo da UHE Nilo Peçanha, para geração nos seis grupos geradores, é de $144\text{m}^3/\text{s}$. Na junção a montante de Nilo Peçanha, o excesso é desviado para a UHE Fontes Nova para valorização em dois dos três grupos geradores existentes. O engolimento máximo de cada grupo gerador é de $17\text{m}^3/\text{s}$. O bombeamento em Vigário é constituído pelo somatório das parcelas de $34\text{m}^3/\text{s}$ e $144\text{m}^3/\text{s}$, resultando em $178\text{m}^3/\text{s}$;
- O reservatório de Lajes é operado normalmente para atender um grupo gerador da UHE Fontes Nova e uma derivação para abastecimento de água da RMRJ (Calha da CEDAE). Assim, visando esses objetivos sua defluência máxima é $17\text{m}^3/\text{s}$, a vazão regularizada é de $16,5\text{m}^3/\text{s}$ e a capacidade da calha da CEDAE é de cerca de $5,5\text{m}^3/\text{s}$. Entretanto, ressalta-se que este reservatório possui uma reserva estratégia de 18% de seu volume útil para atender ao abastecimento da RMRJ, em caso de paralisação do bombeamento de Santa Cecília, que garante, durante 7 dias, os $5,5\text{m}^3/\text{s}$ para atender a calha da CEDAE e mais $120\text{m}^3/\text{s}$ defluídos via turbinas da UHE Nilo Peçanha.
- O reservatório de Ponte Coberta da UHE Pereira Passos permite uma regularização horária para o atendimento de parte da ponta de demanda de energia no período das 18h00 às 22h00. Em condições normais, sua operação consiste em repassar a afluência para a UHE Pereira Passos, observando a curva diária de geração capaz de garantir a continuidade da captação para a ETA Guandu. Em condições normais essa afluência é de $189,5\text{m}^3/\text{s}$ ($144\text{m}^3/\text{s} + 51\text{m}^3/\text{s} - 5,5\text{m}^3/\text{s}$).

A exceção do reservatório de Lajes, com volume útil de $445,3\text{hm}^3$, os demais reservatórios do Complexo Hidrelétrico de Lajes são muito pequenos, com limitada capacidade de regularização. Com efeito, os volumes úteis de Tocos, Santana, Vigário e Ponte Coberta são, respectivamente, $5,29\text{hm}^3$, $7,73\text{hm}^3$, $6,65\text{hm}^3$ e $4,07\text{hm}^3$.



8.4.3.5 Operação para controle de cheias a jusante da barragem de Santana

A transposição de águas do rio Paraíba do Sul trouxe dois benefícios significativos para o Estado do Rio de Janeiro: suprimento de energia elétrica e fonte de água abundante para consumo humano, próximos à RMRJ. Hoje, o abastecimento de água da capital do Estado e da Baixada Fluminense é quase totalmente dependente da manutenção desse arranjo.

A operação continuada desse sistema desde 1953, portanto, há mais de 40 anos, criou um grave problema ambiental para as populações do distrito de Santanésia e da cidade de Barra do Piraí, residentes a jusante da barragem de Santana, como é relatado em LABHID/COPPE/UFRJ (1999). A operação dessa barragem com o objetivo único de armazenar água para valorização nas UHE de Nilo Peçanha, Fontes Nova e Pereira Passos praticamente anulou a vazão do rio Piraí, a jusante do reservatório de Santana. Em consequência, tornou possível, com a ausência de fiscalização do Poder Público, a ocupação antrópica do leito maior, tão intensa que hoje representa 35% da população de Barra do Piraí (CALDAS et al., 1995).

Verificou-se, ainda, forte processo de assoreamento da calha nesse trecho de jusante. Uma interpretação para o fenômeno é a falta de vazão líquida que permita carrear os sedimentos para o rio Paraíba do Sul. Assim, o afluente a jusante da barragem de Santana, ribeirão Sacra Família, deposita os sedimentos na calha do rio Piraí, em vista da pequena velocidade das águas no trecho.

A gravidade do problema é realçada pelos valores das vazões, tanto em situação de cheias como em condições normais. A discrepância entre a capacidade de vertimento da barragem de Santana e a capacidade de escoamento da atual calha do rio Piraí a jusante da barragem é bastante esclarecedora. A primeira é da ordem de $1.160 \text{ m}^3/\text{s}$, e a segunda, de cerca de $15 \text{ m}^3/\text{s}$, ou seja, 1,3% da capacidade de vertimento. Já a vazão média de longo termo (MLT) em Santana é de $20 \text{ m}^3/\text{s}$, e na incremental Tocos-Santana, de $6 \text{ m}^3/\text{s}$. Cabe, ainda, registrar que a vazão de cheia do ribeirão Sacra Família para a recorrência de 20 anos é estimada em $228,2 \text{ m}^3/\text{s}$ (COMISSÃO ESTADUAL SOBRE O COMPLEXO LAJES, 1998).

Em condições normais a Light, visando à melhoria das condições sanitárias, libera $32 \text{ m}^3/\text{s}$, durante 15 minutos, em dias alternados, para cumprimento de acordo com a Prefeitura Municipal de Barra do Piraí, os quais, amortecidos e propagados pela calha do Piraí, atingem valores inferiores a $15 \text{ m}^3/\text{s}$, correspondentes à capacidade máxima atual da calha (LIGHT, 1996). A operação, sob condições de cheias, tem por estratégia o desligamento seqüencial das máquinas da UEL Santa Cecília e a transferência dos volumes residentes em Santana para Vigário e daí para o ribeirão das Lajes. Já o reservatório de Tocos procura acumular os excedentes ao desvio de $25 \text{ m}^3/\text{s}$ no túnel para o ribeirão das Lajes. O circuito hidráulico do canal adutor Santa Cecília-Santana, ante o total desligamento da UEL Santa Cecília, pode contribuir por meio do extravasamento para o rio Paraíba do Sul de uma vazão de até $25 \text{ m}^3/\text{s}$.

Esses procedimentos são satisfatórios para cheias de pequenas recorrências que não sejam concentradas sobre o reservatório de Santana. Precipitações intensas sobre a bacia contribuinte ao reservatório podem provocar o vertimento na barragem, como é registrado no histórico recente (tabela 8.4.3.5.1), com efeitos desastrosos para o trecho de jusante.



Tabela 8.4.3.5.1

Eventos recentes de cheias afluentes ao reservatório de Santana

Evento (ano)	Vazão Média Diária (m ³ /s)	Vazão de Pico (m ³ /s)	Vertimento Máximo (m ³ /s)
1985	287	473	300
1987	185	373	120
1988	202	346	60
1990	250	322	20
1992	376	691	240
1994	157	449	100
1996	262	409	160
2000/1992	283	324691	78,5250

Ao longo do tempo, tem-se buscado a solução desse problema, de forma integrada, envolvendo os principais atores interessados, ou seja, o Estado do Rio de Janeiro, por intermédio da Fundação Superintendência Estadual de Rios e Lagoas (SERLA), a Prefeitura de Barra do Piraí e a Light. Entretanto, essas iniciativas têm fracassado, indicando o quanto é importante a existência de um comitê de bacia hidrográfica, como o CEIVAP, com atribuições legais que permitam a solução compartilhada dos problemas existentes entre os vários usuários da bacia, cujos objetivos são diferenciados.

8.4.3.6 Integração com o Sistema de Abastecimento de Água

A partir das intervenções realizadas pelo setor elétrico no ribeirão das Lajes e no rio Paraíba do Sul, que foram planejadas e construídas com o objetivo de gerar energia elétrica, o setor de abastecimento de água, assim como os demais usuários da RMRJ, beneficiaram-se enormemente, dado que não participaram dos investimentos.

O sistema de abastecimento de água da CEDAE na bacia do rio Guandu é constituído, hoje, por duas captações distintas. A primeira é uma derivação do ribeirão das Lajes a jusante do reservatório de Lajes. Entre os anos 1937 e 1949 foram construídas duas adutoras que captam água imediatamente a jusante da usina hidrelétrica de Fontes Velha ou de Fontes Nova, por meio da calha da CEDAE. As duas adutoras percorrem um trajeto de aproximadamente 70 km até o reservatório do Pedregulho, no bairro de São Cristóvão-Cristóvão, cidade do Rio de Janeiro. Nesse percurso existem derivações para atender aos municípios de Itaguaí e Paracambi. Essas águas, que têm origem no reservatório de Lajes, são de muito boa qualidade, embora não passem por uma estação de tratamento de água convencional. Recebem, apenas, tratamento de desinfecção por meio de lançamento de cloro e flúor a montante da saída para Paracambi. Essas adutoras têm capacidade máxima de 5,5 m³/s e geralmente são referidas como Adutoras de Lajes. Vale lembrar que a demanda futura desse manancial, prevista no Plano Diretor de Abastecimento de Água da Região Metropolitana do Rio de Janeiro, é de 18 m³/s (CEDAE, 1985).

A segunda captação ocorre no rio Guandu (denominação dada ao ribeirão das Lajes a partir da junção com o rio Santana), na ETA Guandu, localizada na antiga estrada Rio-São Paulo, no município de Nova Iguaçu. Sua implantação teve início em 1958, a partir da oferta de água doce propiciada pela restituição ao rio Guandu das águas desviadas dos rios Piraí e Paraíba do Sul para geração de energia elétrica nas usinas do Complexo de Lajes. A forma atual do que é conhecido como ETA Guandu ganhou seus contornos finais em 1967. Em 1994 houve uma expansão significativa dessa ETA. Hoje, a produção da ETA Guandu é de 44 m³/s, com capacidade para tratar até 47 m³/s, havendo previsão de expansão futura para 80 m³/s.



A diferença entre as duas captações é que a primeira constitui uma fonte privilegiada em termos de qualidade e, conseqüentemente, com baixo custo de tratamento. Já a ETA Guandu capta uma vazão resultante da mistura das defluências do ribeirão das Lajes e de alguns afluentes do rio Guandu com as águas desviadas da bacia do rio Paraíba do Sul. As águas desse rio e de alguns afluentes do Guandu são sabidamente de má qualidade, o que implica tratamento oneroso na ETA Guandu, da ordem de R\$ 20 milhões/ano.

Ainda que sejam conhecidos os problemas de qualidade da água do Paraíba do Sul, o problema da quantidade tem passado despercebido para a maioria da população da RMRJ. Ao contrário de algumas metrópoles brasileiras, é muito raro no Rio de Janeiro o racionamento de água. Em condições normais, a vazão média anual do rio Guandu é de 163 m³/s. Uma vez que todos os anos, durante um período de dois meses, as bombas das usinas elevatórias de Santa Cecília e Vigário passam por serviços rotineiros de manutenção, o bombeamento em Santa Cecília é reduzido para 130 m³/s. Enquanto que a vazão média desviada da bacia do rio Paraíba do Sul para a bacia do rio Guandu, em intervalo anual, é de 155 m³/s.

Considerando as resoluções da ANA em vigência, atualmente, a disponibilidade hídrica mínima garantida pela operação do Complexo Hidrelétrico de Lajes, para efeito de concessão de outorga aos usuários localizados no ribeirão das Lajes, no rio Guandu e no canal de São Francisco, a jusante da usina hidrelétrica Pereira Passos, é de 120 m³/s.

Cumprе salientar que se beneficiam desse esquema engenhoso de geração de energia elétrica, além da Light e da CEDAE, diversos usuários localizados na bacia do rio Guandu, tais como indústrias de bebidas, siderúrgicas e usinas termelétricas, entre outros.

8.5 Outros Usos

8.5.1 Introdução

Este tópico trata dos outros usos da água, tais como a aqüicultura e os não consuntivos da recreação, da navegação e da preservação.

8.5.2 Usos e Demandas Hídricos

Usos consuntivos

Apesar de devolver quase toda a água retirada dos mananciais, a aqüicultura foi classificada como consuntiva devido ao consumo de pequena parcela de água na evaporação e infiltração. Essa atividade vem crescendo a passos largos ao longo da bacia. Exemplo disso é a criação de trutas, que teve início na serra da Bocaina e atualmente se encontra difundida em várias regiões próximas às nascentes dos rios.

O Censo Agropecuário do IBGE 1995/96 fornece as áreas totais dos estabelecimentos de pesca e aqüicultura. Na tabela 8.5.2.1 essas áreas são apresentadas por trecho estadual da bacia.



Tabela 8.5.2.1
Áreas dos Estabelecimentos de Pesca e Aqüicultura por Trecho Estadual na
Bacia do Rio Paraíba do Sul

Trecho	Área (ha)
Mineiro	2963
Fluminense	2532
Paulista	1176
Total	6671

Fonte: Censo Agropecuário do IBGE de 1995/96.

Usos não-consuntivos

O uso da água para recreação ocorre principalmente nas regiões serranas, nas nascentes de diversos cursos de água, onde se localizam cachoeiras e a prática de canoagem é bastante difundida. Além disso, uma nova modalidade de esporte, o *rafting*, vem sendo praticada no rio Paraibuna, entre o município de Levy Gasparian e a confluência com o rio Paraíba do Sul no município de Três Rios.

O uso da água para recreação é bastante disseminado na bacia do rio Paraibuna, constituindo-se para alguns municípios, como aqueles situados na sub-bacia do rio Preto, no principal atrativo turístico, com visitantes vindo até mesmo de outros Estados. Foram identificados em toda a bacia do rio Paraibuna 83 pontos de recreação, sendo a maioria localizada na bacia do rio Preto.

Poder-se-ia pensar em uma reserva hídrica para garantir vazões mínimas necessárias à realização das atividades de recreação. Porém, em geral, esses usos ocorrem apenas em pontos específicos da bacia e em pequena quantidade, de modo que essas vazões seriam tão baixas que não iriam influenciar o balanço hídrico. Essa atividade, por isso, não foi objeto de estimativa de demandas hídricas.

Com relação à navegação, a bacia do rio Paraíba do Sul não apresenta boas condições de navegabilidade nem registra tradição no transporte fluvial. Na segunda metade do século passado foi criada uma linha de vapores que percorria o trecho entre Caçapava e Cachoeira Paulista. No entanto, diante da construção da ferrovia e, posteriormente, da Rodovia Presidente Dutra, que corre paralela ao rio, a navegação tornou-se desnecessária e praticamente desapareceu.

Dentre os estudos realizados sobre navegação na bacia destacam-se o boletim geográfico do IBGE (1965), os estudos da Portobras (1978) e (1980) e o trabalho desenvolvido por COSTA (1994).

No boletim do IBGE (1965) foram identificados trechos navegáveis no rio Paraíba do Sul entre a foz e São Fidélis, entre Barra do Piraí e Resende e entre Cachoeira Paulista e Jacareí.

No trabalho desenvolvido por COSTA (1994), há referência às obras de regularização realizadas no período de 1943 a 1958 e destinadas a melhorar a navegabilidade do Paraíba. Ressalta o trabalho que o rio sofreu acentuado processo de assoreamento e formação de ilhas, em curto período de tempo, após a construção das obras de auxílio à navegação (18 espigões e 4 guia-correntes).

Cessada a navegação de cabotagem ao final da década de 1970, a embocadura do Paraíba ficou obstruída devido à interrupção dos serviços de dragagem.



Em relação à pesca, há prática dessa atividade em toda a bacia, porém, a pesca comercial, é mais desenvolvida no baixo curso do rio Paraíba do Sul, onde se estende uma vasta planície com vários ambientes lacustres, restingas e manguezais, apresentando maior biodiversidade, baixo endemismo e grande proporção de espécies que possuem valor comercial. Nessa região são registradas 169 espécies de peixes. Existe uma presença expressiva de “pesque-pague”, sendo baixa a diversidade de espécies criadas, constando especialmente do pacu, tilápia, carpa, tambaqui, tambacu, bagre-africano e tucunaré. Com relação à extinção de espécies, ocorre em cinco setores: rio Paraíba do Sul, entre Resende e Volta Redonda; rio Paraibuna, a jusante de Juiz de Fora; rio Piabanha, até a confluência com o rio Preto; rio Muriaé, na cidade de Muriaé; e rio Grande, entre Conselheiro Paulino e Bom Jardim. O processo de extinção ocorre devido aos lançamentos de esgotos domésticos e industriais.

A bacia como um todo apresentava alta piscosidade no passado, sendo as pescas profissional, de subsistência e amadora bastante exploradas. No entanto, a degradação ambiental motivada pela poluição tóxica e orgânica e, principalmente, por materiais suspensos, reduziu significativamente a atividade. Além disso, as barragens construídas na bacia não apresentam escadas para peixes, o que impede as várias espécies de subirem os rios para a desova, facilitando, também, a atuação de pescadores profissionais a jusante das represas na época da piracema. Peixes como o surubim e a piabanha que, há pouco mais de vinte anos, ocorriam em abundância, hoje praticamente não existem mais. O dourado e a traíra estão sendo reduzidos cada vez mais.

Na sub-bacia do rio Paraibuna, mesmo com a deterioração da qualidade das águas, a pesca é ainda bastante utilizada como recreação e alimentação pelas populações ribeirinhas e visitantes, em vários pontos dispersos. A prática foi identificada nos seguintes cursos de água:

- sub-bacia do rio do Peixe: rio Rosa Gomes, córrego Sossego, rio Grão-Mogol e rio Vermelho;
- sub-bacia do rio Preto: rio Bananal, ribeirão da Jacutinga e ribeirão Pirapetinga;
- sub-bacia do rio Cágado: córrego Três Morros/São Manuel, ribeirão São João e ribeirão Caguincho;
- rio do Peixe em sua confluência com o rio Paraibuna, no povoado de Cotejipe;
- rio Preto, a jusante da Cachoeira do Espriado, no local denominado Espriado;
- rio Preto, na confluência com o rio Paraibuna;
- rio Cágado, próximo à confluência com o rio Paraibuna, perto do povoado de Ericeira;
- rio Paraibuna, próximo à confluência com o rio Paraíba do Sul.

9. SANEAMENTO AMBIENTAL

9.1 Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário

9.1.1 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 do Sistema Nacional de Informações de Saneamento Básico (SNIS) e 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.

9.1.2 Generalidades

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 69,3% das populações urbanas são atendidas com rede coletora de esgotos (figura 9.1.2.1) e apenas 12,3% contam com o tratamento de seus efluentes domésticos (figura 9.1.2.2). Cabe, ainda, ressaltar que essa região concentra cerca de 7% a 8% do PIB nacional.

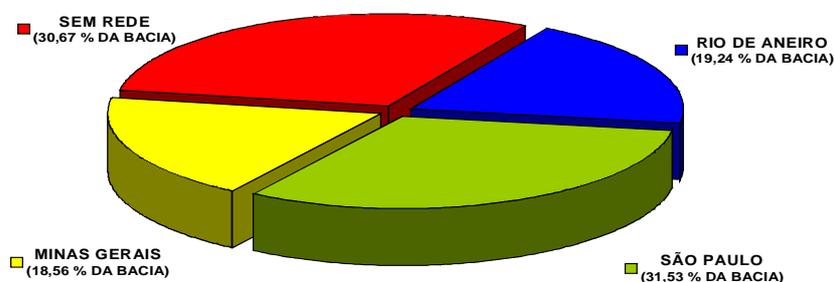


Figura 9.1.2.1
Populações urbanas servidas por rede coletora na bacia do Rio Paraíba do Sul

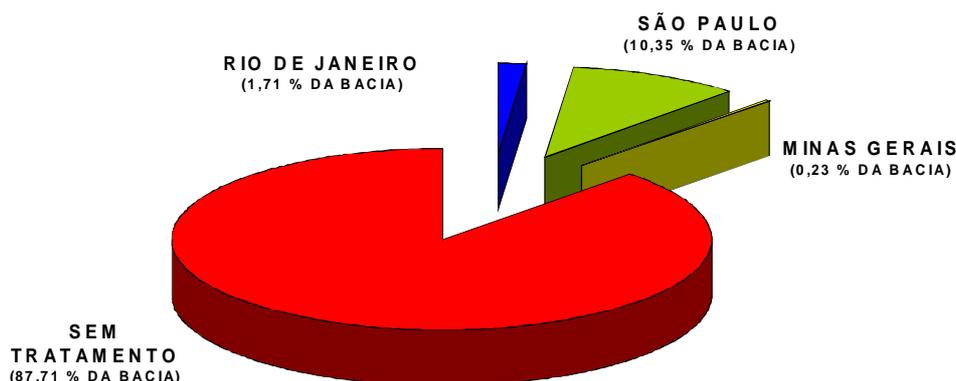


Figura 9.1.2.2
Populações Urbanas Atendidas com Estações de Tratamento de Esgotos na Bacia do Rio Paraíba do Sul

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.

9.1.3 Saneamento Básico

9.1.3.1 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.

Em esgotamento sanitário os índices de atendimento podem ser assim considerados: 45,0% das populações urbanas são atendidas por rede coletora, e, dessas, apenas 4,0% 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.

9.1.3.2. 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.

Em esgotamento sanitário os índices de atendimento podem ser assim considerados: 89,8% 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.

9.1.3.3. 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%.



Em esgotamento sanitário os índices de atendimento podem ser assim considerados: 86,2% das populações urbanas são atendidas por rede coletora, das quais 28,3% 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.

9.1.4. Características dos Sistemas de Abastecimento de Água e de Esgotamento Sanitário

9.1.4.1 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 9.1.4.1.1, 9.1.4.1.2 e 9.1.4.1.3 e figuras 9.1.4.1.1, 9.1.4.1.2 e 9.1.4.1.3)
- 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 9.1.4.1.4, 9.1.4.1.5 e 9.1.4.1.6).

Tabela 9.1.4.1.1
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.	85	0,87
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.	85	-
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.	80	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%	4,0%

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

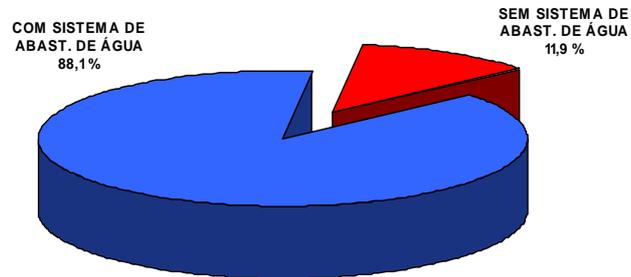
Relação entre a População Urbana das 25 Localidades Visitadas e a População Total = 80,8%

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.

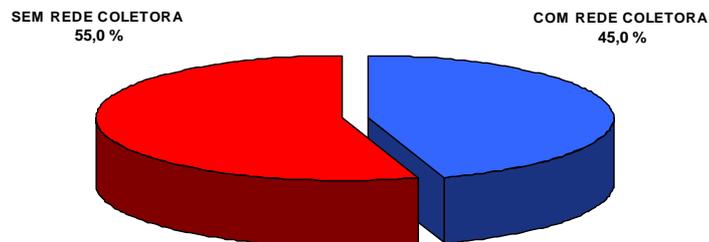
(2) - As localidades de Conselheiro Paulino, Cascatinha, Agulhas Negras e Ipuca embora não sendo sedes municipais foram consideradas face a sua importância e/ou posição estratégica.

(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

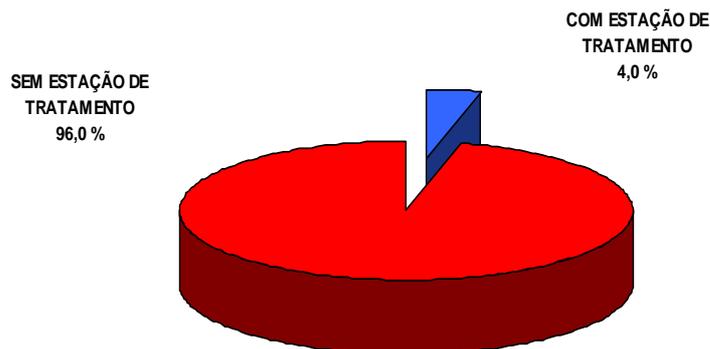


Figura 9.1.4.1.1
Situação Atual dos Sistemas de Abastecimento de Água e de Esgotamento Sanitário
Estado do Rio de Janeiro

Tabela 9.1.4.1.2
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	
			Água	Esgoto	Índ. Atend. (%)	Tratamento	Índ. de Atendimento (%)	
							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	7
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	3,28
7	Lorena	75.097	SABESP		90 - 95	Desinfec.	80 - 85	85
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%	28,3%

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

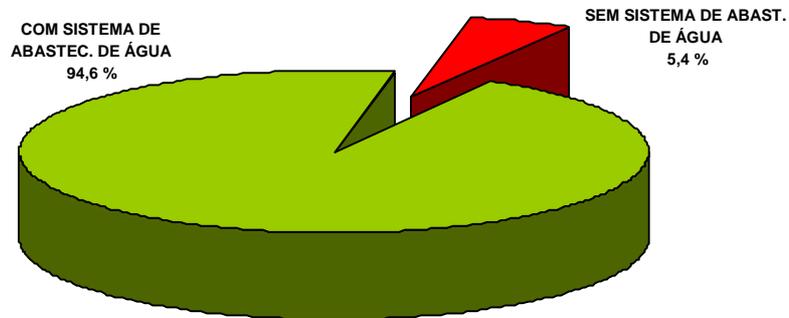
Relação entre a População Urbana das 15 Localidades Visitadas e a População Total = 90,7%

Obs.: (1) - As localidades de Moreira César e Quiririm, embora não sendo sedes municipais foram consideradas face as suas importâncias.

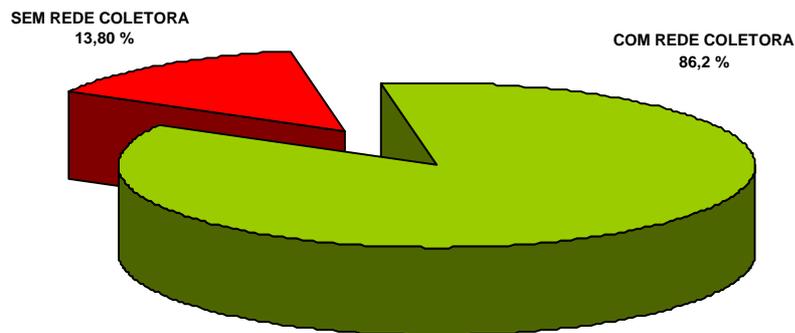
(2) - São sistemas integrados de abastecimento de água: Pindamonhangaba/Moreira César e Taubaté/Tremembé/Quiririm.

(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

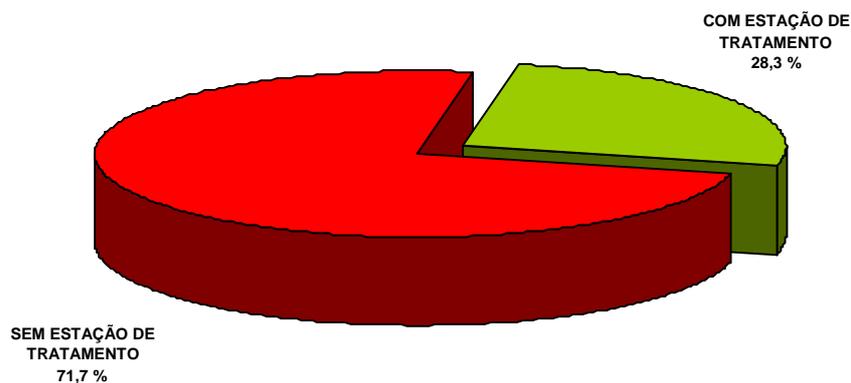


Figura 9.1.4.1 2
 Situação Atual dos Sistemas de Abastecimento de Água e de Esgotamento Sanitário
 Estado de São Paulo



Tabela 9.1.4.1.3

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	
			Água	Esgoto	Índ. Atend. (%)	Tratamento	Índ. de Atendimento (%)	
							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.	80	10,9
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%	-	89,8%	1,1%

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

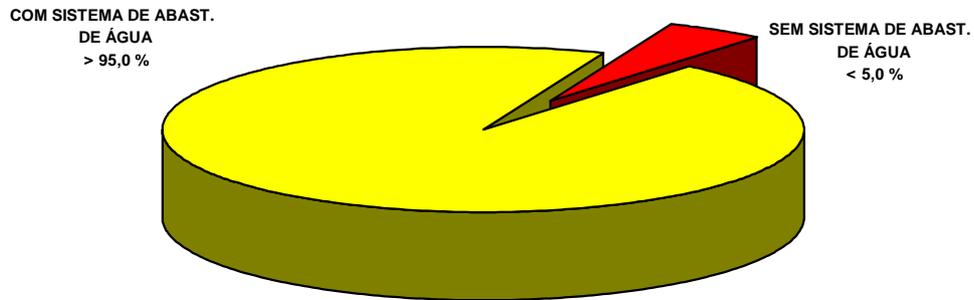
Relação entre a População Urbana das 10 Localidades Visitadas e a População Total = 72,9%

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%.

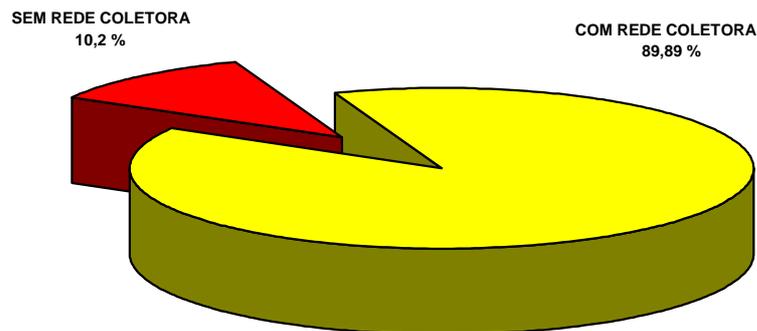
Resultado Considerando os Três Estados

- 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: 69,3%
- Índice de tratamento do esgotamento sanitário: 12,3%

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

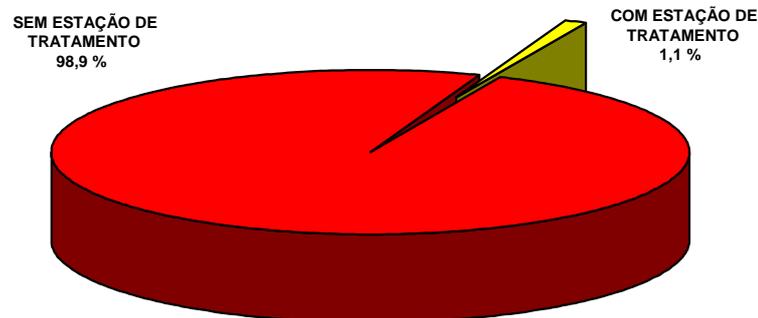


Figura 9.1.4.1.3
Situação Atual dos Sistemas de Abastecimento de Água e de Esgotamento Sanitário
Estado de Minas Gerais

Tabela 9.1.4.1.4
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 9.1.4.1.5
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 9.1.4.1.6
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	Miraiá	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	Pequeni	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

Nº	Localidades	Pop. Urb. (Censo 2000)	Número		Tipo de Manancial	Vazão Produz.(l/s)	Regime de Abastec.
			Ligações	Economias			
75	São Geraldo	4.763	nd	nd	nd	nd	nd
76	São João Nepomuceno	20.454	6.507	8.002	Superf./Subter.	70,00	Permanente
77	S. S. da Vargem Alegre	1.223	371	406	Superficial	2,50	Intermitente
78	Senador Cortes	1.091	nd	nd	nd	nd	nd
79	Silveirânia	1.021	331	355	Superficial	2,50	Intermitente
80	Simão Pereira	1.334	nd	nd	nd	nd	nd
81	Tabuleiro	2.595	nd	nd	nd	nd	nd
82	Tocantins	11.347	nd	nd	Superf./Subter.	33,00	Intermitente
83	Tombos	7.179	nd	nd	nd	nd	nd
84	Ubá	74.981	18.513	22.585	Superficial	230,00	Intermitente
85	Vieiras	1.349	305	328	nd	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

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

As tabelas 9.1.4.2.1 a 9.1.4.2.2 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 9.1.4.2.1
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 xk 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	Sapucaia	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 9.1.4.2.2
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 xk ₂ (l/s)	Q infiltr. (l/s)	Qmxk ₁ xk 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 9.1.4.2.3
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 xk 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	Itaquaquecetuba	-	-	-	-	-	-
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 9.1.4.2.4
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	Itaquaquecetuba	-	-	-	-	-	-
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 9.1.4.2.5
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	Muriaé	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 Muriaé	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 Bárb. 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

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)
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
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 9.1.4.2.6
 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 xk ₂ (l/s)	Q infiltr. (l/s)	Qmxk ₁ xk 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
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

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)
46	Muriae	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 Muriae	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 Bárb. 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.

9.1.4.3. Capacidades Atuais e Futuras dos Sistemas de Abastecimento de Água

Este grupo de tabelas, numeradas de 9.1.4.1.3 a 9.1.4.1.5, 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.

9.1.5. Conclusões

9.1.5.1. Abastecimento de Água

As tabelas apresentadas no item 9.1.4.3 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.

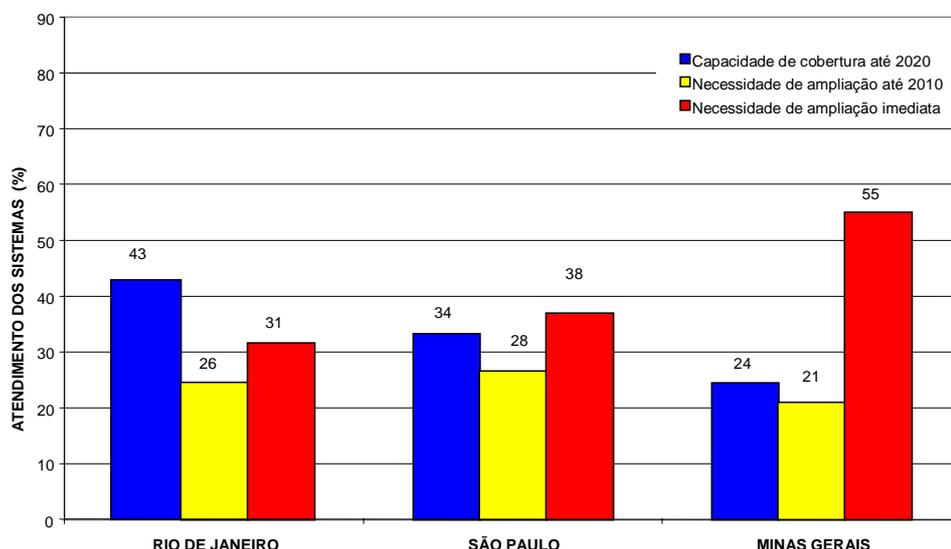


Figura 9.1.5.1.1
Capacidade de Atendimento dos Sistemas de Abastecimento de Água

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.

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%.

9.1.5.2. 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, 69,3% são servidos por rede coletora e somente 12,3% 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%.

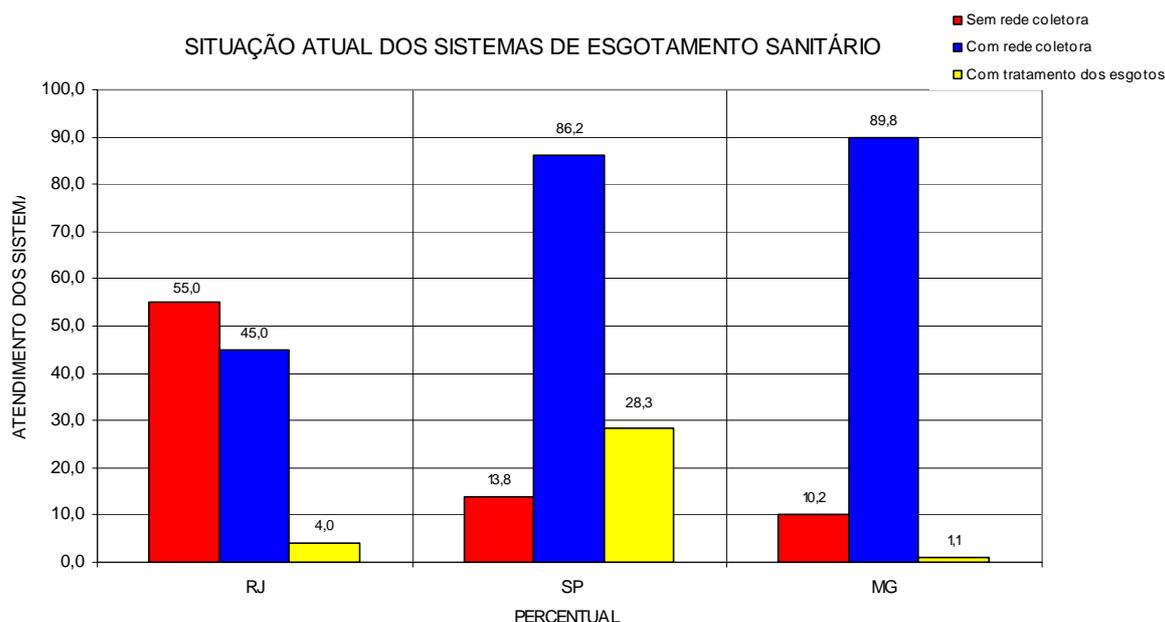


Figura 9.1.5.2.1
Situação Atual dos Sistemas de Esgotamento Sanitário

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.

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 9.1.5.2.1 apresenta as obras contratadas.

Tabela 9.1.5.2.1
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

9.2 Resíduos Sólidos

9.2.1 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.

9.2.2 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.

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 infra-estrutura 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

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. O grande problema 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.

Entre os municípios mineiros, um 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.

A tabela 9.2.2.1, 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.

Tabela 9.2.2.1
Produção Diária de Lixo nos Municípios Mineiros

Município	População Urbana	Produção Diária de Lixo Estimada (t)	IQR	Condições da Disposição Final
Além Paraíba	31.028	15,5	2,7	Inadequadas
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
Muriaé	83.923	41,7	6,1	Controladas
Santos Dumont	43.503	20,2	2,8	Inadequadas
S. João Nepomuceno	22.332	11,2	2,8	Inadequadas
Ubá	76.365	38,3	3,8	Inadequadas
Visc. do Rio Branco	25.889	0,9	3,5	Inadequadas

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. Pirai, que antes utilizava-se de um “lixão”, passou a operar um aterro verdadeiramente sanitário com atendimento aos requisitos exigidos para tal. 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.

No que se refere às URC a situação é semelhante à observada em Minas Gerais. 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, em março de 1999 e está terceirizada.

A tabela 9.2.2.2, 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.

Tabela 9.2.2.2
Produção Diária de Lixo nos Municípios Fluminense

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

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

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.

A tabela 9.2.2.3 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 2005. É também apresentada a classificação das instalações de disposição final segundo o índice IQR.

Tabela 9.2.2.3
Produção Diária de Lixo nos Municípios Paulistas

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

d) Situação consolidada dos três Estados e prognósticos

A análise das tabelas anteriores e da figura 9.2.2.1 mostra que são geradas na bacia, diariamente, cerca de 2.670 toneladas de resíduos sólidos de origem doméstica e que desse total apenas 23% têm destinação adequada e 22% destinação controlada, sendo a maioria (55%) destinada a lixões ou outras formas inadequadas de disposição.

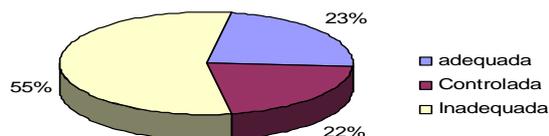


Figura 9.2.2.1
Disposição Final dos Resíduos Urbanos Sólidos na Bacia do Rio Paraíba do Sul



9.2.3 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.

Nos municípios do Estado do Rio de Janeiro, com exceção de Pirai, 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 beneficente.

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.

9.2.4 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, 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 à poluição industrial.



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. 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 Paraibuna, com 83% das indústrias potencialmente poluidoras localizadas em Juiz de Fora, onde se concentram as metalúrgicas, químicas, têxteis, papelarias e alimentícias. Ressaltam-se, ainda, que os municípios de Cataguases e Ubá também desenvolvem atividades industriais significativas no contexto da bacia.

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 e são alvo de intensa fiscalização pela FEAM.

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, a FEAM não tem conseguido exercer fiscalização eficiente.

Também a indústria alimentícia, em número considerável na região destina quase sempre seus resíduos inertes e não-inertes para os lixões municipais. 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.

A indústria química e de explosivos, também presente na bacia, é responsável pela geração de resíduos perigosos. As médias e pequenas empresas os dispõem quase sempre em lixões urbanos.

A indústria papelaria, 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.

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.

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.

Por força da atuação da CETESB, o grave problema de disposição, na bacia, de resíduos classes I e II encontra-se praticamente equacionado, muito embora a bacia receba 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.

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

c) Resíduos Industriais no Estado do Rio de Janeiro

No trecho fluminense 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. 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 dos controles existentes, as grandes indústrias os vêm tratando de forma prioritária.

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.

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.

d) Situação consolidada dos três Estados e prognósticos

A análise das tabelas 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 9.2.4.1, a seguir, sintetiza as informações acima.

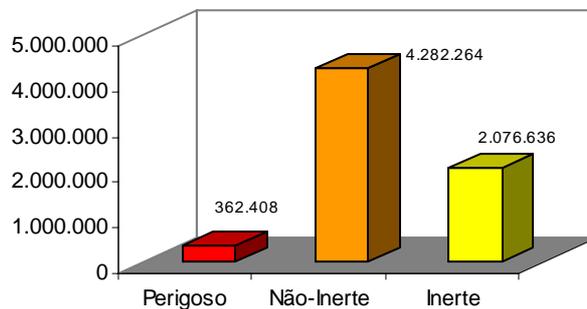


Figura 9.2.4.1
Geração de Resíduos Sólidos Industriais na Bacia do Rio Paraíba do Sul (t/ano)

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.

9.3 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).



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 menor 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 ONS (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/ELETOBRÁS, 1992) constam das tabelas 9.3.1 e 9.3.2.

Tabela 9.3.1
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.

Os volumes de espera no reservatório de Funil para diferentes tempos de recorrência, consideram 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 9.3.2
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



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. Alguns aspectos merecem destaque relativamente à essa cheia extraordinária do Paraíba do Sul, quais sejam:

- fator determinante para livrar o trecho fluminense do rio Paraíba de uma grande catástrofe o fato do reservatório de Funil haver estar deplecionado na ocasião do evento, dispondo de um volume bem superior ao de espera, para armazenar a cheia oriunda do trecho paulista.
- 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.

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. Um dos casos mais graves de ocupação densa e irregular acontece na cidade de Barra Mansa, na região da foz do rio Bananal.

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.

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.

9.3.1. As Cheias dos rios Pomba e Muriaé

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.

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.

9.3.2.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 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.

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, desaguardo 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.

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.

9.3.3 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, Cataguazes 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.

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.

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 Cataguazes. 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.

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 frequentemente 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. 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.

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.

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.



9.3.4 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.

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.

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 frequentemente envolvidas com problemas de inundações.

O ribeirão Brandão e seu afluente, o rio 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.

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 detenção das cheias nas proximidades da zona urbana.

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

Para a compreensão do comportamento atual do rio Piraí 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 Piraí e Barra do Piraí, 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 Piraí, 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 Piraí 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 Piraí.

Os recursos utilizados pela Light para o controle das cheias do rio Piraí 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 Piraí, a partir de um monitoramento das condições hidrológicas a montante.

Os núcleos urbanos pertencentes à Região Serrana apresentam, invariavelmente, deficiências graves no que diz respeito ao desempenho atual da drenagem 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 e que apresentam graves problemas com inundações em suas bacias.



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.

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.

Dois fatores são fundamentais para justificar o aumento da frequência 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 frequência das inundações que, gradativamente, vêm se agravando ao longo dos anos.

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.

9.3.5 Conclusões do diagnóstico de drenagem urbana

Os textos anteriores permitem a estruturação da figura 9.3.5.1 onde 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.

Além disso, 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 efetuam 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 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 a ocupação das margens e invasões de leitos por construções promovendo estrangulamentos. 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 dos 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.



10. CADASTRO DE USUÁRIOS E OUTORGA

O cadastramento de usuários da bacia foi iniciado em setembro de 2002 pela ANA com o Sistema de Gestão Integrada da Bacia do Rio Paraíba do Sul (GESTIN), que foi inicialmente empregado como base para a concessão da outorga e emissão dos boletos de cobrança pelo uso da água.

O GESTIN possui cerca de quatro mil usuários cadastrados, cujos dados encontram-se em processo de consistência. Posteriormente, foi criado o Cadastro Nacional de Usuários de Recursos Hídricos (CNARH), sistema oficial de cadastro de usuários da ANA para todo o território nacional. O CNARH é mais completo, corrige algumas inconsistências do GESTIN e tem previsão de ser a base de emissão dos boletos de cobrança da bacia do Paraíba do Sul já em 2007. O processo de migração entre os dois sistemas encontra-se atualmente em curso e em fase final de conclusão.

Dado que o processo de consolidação dos dados do GESTIN e sua migração para o CNARH estão em fase de finalização, não foi possível efetuar uma análise de sua estrutura, nem mesmo a extração de dados consistidos. Portanto este item será complementado quando da emissão do *Relatório 7 - Diagnóstico dos Recursos Hídricos – Relatório Final*, desde que a ANA já tenha concluído o processo de consistência/migração antes referido



11. ENQUADRAMENTO DAS ÁGUAS EM CLASSES DE USO

Oriundo da legislação ambiental, o enquadramento visa à determinação de níveis de qualidade ao longo do tempo nos diversos trechos da malha hidrográfica, em função dos usos desejados e dos programas e metas para a consecução destes objetivos. A legislação que rege o enquadramento é a Resolução CONAMA 20/1986, substituída pela Resolução CONAMA 357/2005, que distingue as águas doces, salinas e salobras em nove classes diferentes.

Ao incluir o enquadramento como um dos instrumentos da política de recursos hídricos, a lei federal 9.433/97 — ou 'lei das águas' — obriga a compatibilização desta meta de qualidade, que tanto pode ser de proteção, no caso de corpos hídricos não degradados, como de recuperação, no caso de corpos hídricos degradados, com o plano da bacia, a outorga e a cobrança pelo uso da água. As definições nele previstas afetam diretamente a outorga, que se dará pelas vazões de diluição, as quais são, por sua vez, função dos níveis de qualidade estabelecidos. Por outro lado, o enquadramento se insere entre as metas de racionalização do uso, previstas no plano de bacia, dele demandando definições de usos previstos para a água, em função dos usos presentes, planos de intervenção e das disponibilidades quantitativas.

Portanto, a integração da gestão de quantidade e qualidade da água verifica-se na definição do enquadramento dos corpos de água em classes, segundo seus usos preponderantes, como um dos instrumentos da política de gestão de recursos hídricos.

11.1. Legislação Federal

Baseado em estudos realizados pelo antigo CEEIVAP e na legislação disponível sobre o assunto (Portaria GM 013/76), o então Ministério do Interior estabeleceu o enquadramento das águas da bacia do rio Paraíba do Sul (Portaria GM 086/81). Esse enquadramento nas diversas classes de uso, representado na figura 11.1.1, permanecerá válido até que seja feito o reenquadramento com base na legislação federal em vigor (Resolução CONAMA n.º 357/2005).

A Lei 9.433/97, que criou o Sistema Nacional de Recursos Hídricos e instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos, define, em seu artigo 5, o enquadramento dos corpos de água como um importante instrumento de gestão dos recursos hídricos para 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. Segundo o artigo 9 desta lei, o objetivo do enquadramento é assegurar às águas qualidade compatível com os usos mais exigentes a que forem destinadas, e reduzir os custos de combate à poluição das águas, mediante ações preventivas permanentes.

A Lei 9.433 estabelece, ainda, que as classes de corpos de água serão definidas pela legislação ambiental e que toda outorga de direito de uso da água deve respeitar a classe em que o corpo de água estiver enquadrado (art. 13). Dispõe, também, que as classes de corpos de água serão estabelecidas pela legislação ambiental (Art. 10) 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 posterior encaminhamento ao respectivo Conselho Nacional ou Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos, de acordo com o domínio destes (Art. 44).

Mapa de localização

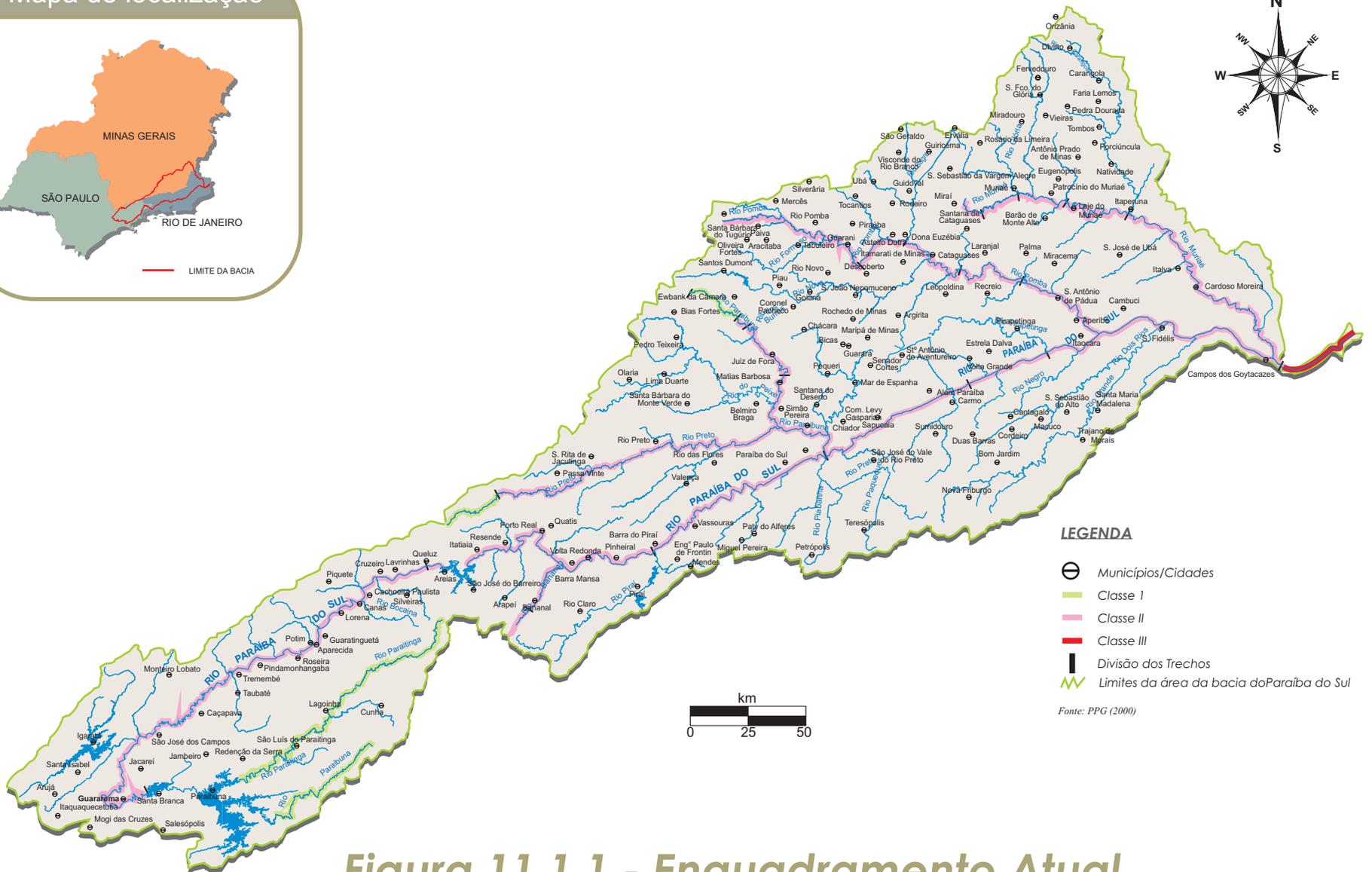
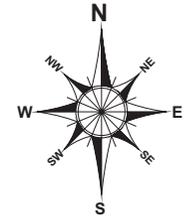


Figura 11.1.1 - Enquadramento Atual



11.2. 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 estabelece a divisão dos estudos em três fases distintas, quais sejam: 1) Classificação e enquadramento; 2) Avaliação da condição atual; e 3) Efetivação do enquadramento.

A primeira fase desses estudos teve por objeto o rio Paraibuna, afluente do rio Paraíba do Sul, e constituiu a base das propostas de deliberação encaminhadas ao COPAM, que enquadraram as águas estaduais deste rio (Deliberação Normativa-DN COPAM n.º 16/96), com base na resolução CONAMA n.º 20/86 e a DN COPAM n.º 10/86, que estabelece a classificação das águas do Estado de Minas Gerais. A referida deliberação instituiu, ainda, uma comissão de enquadramento do rio Paraibuna, o qual 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.

Portanto, continua valendo o artigo 20 da Resolução CONAMA n.º 20/86 (substituída pela resolução CONAMA n.º 357/2005) que estabelece como Classe 2 todas as águas doces do país enquanto não forem feitos os enquadramentos pelos órgãos competentes.

11.3. Legislação do Estado do Rio de Janeiro

Por não possuir legislação específica de classificação das águas e enquadramento dos seus corpos hídricos, o Estado do Rio de Janeiro utilizou-se do sistema de classificação e as recomendações da resolução CONAMA 20, em particular o artigo 20 dessa resolução que estabelece o seguinte: enquanto não forem feitos os enquadramentos, as águas doces serão consideradas Classe 2.

Dessa forma, como ainda não foi realizado o enquadramento dos rios fluminenses da Bacia do rio Paraíba do Sul — dentre eles os rios Piabanha, Paquequer, Dois Rios e Rio Grande —, permanece válida a Classe 2 para toda a extensão destes rios e seus afluentes.

11.4. Legislação do Estado de São Paulo

A legislação do Estado de São Paulo que dispõe sobre o enquadramento dos cursos de água é anterior à Resolução CONAMA (Decreto n.º 8.468/76). Comparando-as, 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 enquadramento efetuado por São Paulo, baseado na sua legislação, para a parte paulista da bacia (Decreto n.º 10.755/77), continua em vigor. Recentemente, outro decreto paulista alterou a legislação básica sobre o assunto (Decreto n.º 43.594/98), ao permitir o lançamento de efluentes, devidamente tratados, em cursos de água enquadrados na Classe 1 que já recebem despejos de origem doméstica. Ou seja, esse decreto legaliza o lançamento dos efluentes domésticos em rios enquadrados em Classe 1 estadual (ou Classe Especial CONAMA), antes proibido, mesmo com tratamento avançado.



11.5. Proposta para Estudos de Enquadramento na Bacia

A legislação relativa ao enquadramento dos corpos de água na bacia do Paraíba do Sul data das décadas de 1970 e 1980. De lá para cá, o grande desenvolvimento econômico e industrial registrado na bacia e o surgimento de grandes concentrações humanas - que utilizam as águas do Paraíba do Sul sem planejamento integrado - contribuiu para reduzir a disponibilidade hídrica e degradar a qualidade das águas. Dessa forma, é fundamental desenvolver estudos de (re)enquadramento dos corpos de água, tendo por base um diagnóstico atualizado dos usos preponderantes dos recursos hídricos e aplicando uma metodologia que permita estabelecer planos de ações e de investimentos para atender às metas de qualidade definidas.

A Lei federal 9.433 instituiu o enquadramento como instrumento da Política Nacional de Recursos Hídricos. Desta forma, o Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) estabeleceu diretrizes para o enquadramento através da resolução CNRH nº 12/2000. Esta resolução versa sobre como fazer o (re)enquadramento de corpos d'água, a saber:

- As agências de água, proporão aos respectivos comitês o enquadramento de corpos de água, com base nas legislações de recursos hídricos e ambiental e segundo os procedimentos dispostos na referida resolução. Elas adotarão, ainda, providências visando à efetivação do enquadramento aprovado.
- Cabem aos órgãos gestores de recursos hídricos e aos órgãos de controle ambiental competentes monitorar, controlar e fiscalizar os corpos de água para avaliar se as metas do enquadramento estão sendo cumpridas. A cada dois anos, os órgãos gestores de recursos hídricos e os órgãos de controle ambiental competentes encaminharão relatório ao respectivo Comitê de Bacia Hidrográfica e ao CNRH (Conselho nacional de recursos hídricos) ou ao CERH (Conselho estadual de recursos hídricos), identificando os corpos de água que não atingiram as metas estabelecidas e as respectivas causas pelas quais não foram alcançadas.
- O CNRH ou o CERH, em consonância com as Resoluções do CONAMA, avaliará e determinará as providências e intervenções, necessárias para atingir as metas estabelecidas, com base nos relatórios referidos no artigo anterior e nas sugestões encaminhadas pelo respectivo Comitê.
- O enquadramento deve ser desenvolvido em conformidade com o Plano de Recursos Hídricos da bacia e os Planos de Recursos Hídricos Estadual ou Distrital, Regional e Nacional e que deve apresentar as seguintes etapas de desenvolvimento:
 - Diagnóstico do uso do solo e dos recursos hídricos na bacia;
 - Prognóstico do uso do solo e dos recursos hídricos na bacia;
 - Elaboração da proposta de enquadramento;
 - Aprovação da proposta de enquadramento e respectivos atos jurídicos.
- Determina que o CNRH ou o respectivo Conselho Estadual de Recursos Hídricos, em consonância com as Resoluções do CONAMA, aprovará o enquadramento dos corpos de água, de acordo com a alternativa selecionada pelo Comitê de Bacia Hidrográfica, por meio de Resolução.

Nesse processo, um aspecto importante que deve ser ressaltado é que a CONAMA 357 introduziu uma flexibilização do enquadramento ao permitir o estabelecimento de metas progressivas para sua efetivação.



12. DINÂMICA SOCIAL DA BACIA

12.1. Panorama Sócio-Institucional de Gestão

Em termos político-institucionais, existem dois tipos principais de bacia hidrográfica no Brasil. Quando o rio principal da bacia percorre somente um estado da federação (“rio estadual”), a gestão dessa bacia é competência de órgãos gestores estaduais; o comitê de bacia, nesse caso, segue a legislação e regulamentação do estado em questão. Quando se trata de “bacias nacionais”⁸, ou seja, bacias cujo rio principal percorre mais de um estado ou atravessa outros países, como é o caso da bacia do rio Paraíba do Sul, o sistema de gestão é de jurisdição federal.

A gestão de bacias nacionais é particularmente complexa por compreender sistemas distintos de gestão (federal e estaduais), que são independentes em termos de dinâmica jurídico-institucional, mas profundamente interdependentes no seu conteúdo e aplicação. Isso significa que, no interior da bacia hidrográfica, podem co-existir vários comitês (sob jurisdição federal e dos estados), além dos órgãos gestores federais e estaduais que devem compartilhar as suas competências de forma integrada. Nesse contexto, o comitê atuante em toda a extensão da bacia é a instância privilegiada de integração das ações de todos os organismos e instituições em nível de bacia hidrográfica.

Esse é exatamente o caso da bacia do rio Paraíba do Sul, considerada a bacia piloto pela Agência Nacional de Águas (ANA) para a implementação do novo sistema de gestão em bacias nacionais. Para operacionalizar novas práticas de gestão das águas nessa bacia, faz-se necessário a atuação, de um lado, do poder público federal (ANA) e estadual (órgãos gestores de recursos hídricos: Departamento de Águas e Energia Elétrica do Estado de São Paulo - DAEE-SP; Instituto Mineiro de Gestão de Águas - IGAM-MG; e Fundação Superintendência Estadual de Rios e Lagoas - SERLA-RJ) e, de outro, do CEIVAP e dos comitês e organismos de sub-bacia já existentes.

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 sistema de gestão envolvido (tabela 12.1.1).

Podem-se identificar, pelo menos, **dois níveis principais da integração que se faz necessária entre os diferentes sistemas de gestão.**

O primeiro abrange o nível federal e estadual e concerne principalmente aos instrumentos de gestão, em particular 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, capitaneado pela ANA em ação conjunta com os três Estados em 2002-2003, foi uma oportunidade de aproximação e de busca de integração/harmonização entre os sistemas de outorgas. Com a concepção e implementação em curso do Cadastro Nacional de Usuários de Recursos Hídricos (CNARH), a ANA está dando um passo adiante nesse processo de integração; o melhor exemplo disso é o estado do Rio de Janeiro que decidiu aderir ao CNARH, o qual passará a ser o sistema de cadastramento do Estado já em 2006, substituindo, portanto, o sistema de cadastro existente, o CEUA (Cadastro Estadual de Usuários de Águas). Aproveitando o ensejo da elaboração do Plano do rio Guandu, a Bacia do rio Guandu está sendo o pioneiro desse processo de conversão de sistemas e de recadastramento dos usuários de águas fluminenses do Estado.

Da mesma forma, a harmonização dos sistemas de cobrança estaduais e federal, em nível da bacia hidrográfica, é um dos maiores desafios a ser enfrentado. A cobrança CEIVAP-ANA é de

⁸ Adotamos o termo que vem sendo utilizado pela Agência Nacional de Águas (ANA): uma “bacia nacional” é aquela cujo rio principal é de domínio da União (ou “rio federal”) ANA (2003 e 2004).



caráter transitório e concerne somente às águas de domínio da União; o Rio de Janeiro iniciou a cobrança pelo uso das águas fluminenses da Bacia em janeiro de 2004, adotando a mesma metodologia e critérios de cobrança do CEIVAP. O estado de São Paulo aprovou, em dezembro de 2005, a lei de cobrança pelo uso da água, já regulamentada por um decreto e em fase preparatória de implementação. Minas Gerais, embora tenha aprovado seu decreto de cobrança em 2005 (Decreto nº 44.046), ainda não tem previsão para a sua implementação. Isso significa que existe ainda hoje, três anos após a implementação da cobrança pelo uso de águas federais, uma grande distorção entre usuários de águas federais e fluminenses, que são pagadores, e os usuários de águas paulistas e mineiras da Bacia do Paraíba do Sul.

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** (figura 12.1.1). Vários são os organismos de bacia que compõem hoje o arranjo institucional interno da bacia: o Comitê de Integração (CEIVAP) e sua agência de bacia (AGEVAP), 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 bacia⁹;
- 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 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. 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. São eles: Consórcio Intermunicipal para Recuperação Ambiental da Bacia do Rio Pomba (MG/RJ), Associação dos Usuários das Águas do Médio Paraíba do Sul – AMPAS (RJ), Consórcio Intermunicipal para Recuperação das Bacias dos Rios Bengala, Negro, Grande e Dois Rios (RJ), Consórcio Interestadual para Recuperação e Preservação da Bacia do Rio Carangola (MG/RJ), Consórcio Intermunicipal para Gestão e Desenvolvimento Sustentável da Bacia do Rio Paraibuna (MG/RJ), Consórcio Intermunicipal para Recuperação da Bacia do Rio Cágado (MG), Consórcio de Municípios e de Usuários da Bacia do Rio Paraíba do Sul para Gestão Ambiental da Unidade Foz (RJ), Consórcio Intermunicipal para Recuperação Ambiental da Bacia do Baixo Muriaé, Pomba e Carangola -CIRAB (MG/RJ).

A figura 12.1.1 ilustra o mosaico institucional da bacia do rio Paraíba do Sul e localiza cada um dos organismos envolvidos.

⁹ A área de abrangência do Comitê paulista compreendia também o Litoral Norte e a Serra da Mantiqueira, desmembrados em 1997 e 2001 respectivamente.



Tabela 12.1.1
Bacia do Rio Paraíba do Sul: Implementação dos diferentes sistemas de gestão (maio de 2006)

	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 (lei e decretos aprovados) 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), exceto cobrança pelo uso da água e agências de bacia (decretos aprovados).	Lei 3.239 /99 Processo de implementação bastante avançado: Conselho Estadual (CERHI) instalado em 2001; 5 comitês de bacia instalados; outorgas mais intensamente concedidas; cobrança operacionalizada em março de 2004.
Comitês de Bacia	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)	Dois comitês estaduais foram criados em 2006: Comitê da bacia hidrográfica dos afluentes mineiros dos rios Preto e Paraíbauna ; e Comitê da bacia hidrográfica dos afluentes mineiros dos rios Pomba e Muriaé.	Instalado em 2005 o Comitê da bacia hidrográfica do rio Piabanha e sub-bacias hidrográficas dos rios Paquequer e Preto; Criada em 2001 a Comissão Pró-Comitê da Bacia Rio Grande/Dois Rios. Todas as águas das bacias estão inteiramente sob domínio estadual.
Agências de Bacia	A Agência de Bacia do CEIVAP (Associação Pró-Gestão das Águas da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul – AGEVAP) foi criada em 2002 e instalada em setembro de 2004.	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 explicitada, analisada e negociada. Em Minas Gerais, está sendo proposto (junho de 2006) que os comitês mineiros façam um contrato de gestão com a AGEVAP, ao invés de criar agências de bacia próprias.		
Cobrança pelo uso da água	CEIVAP/ANA iniciaram a cobrança de águas federais em março de 2003 (saneamento, indústria, agropecuária, aquicultura e PCHs), mais tarde estendida ao setor de mineração (2004) e transposição (2005).	A cobrança de usuários de águas paulistas vem sendo intensamente discutida desde 1995. Mas somente em dezembro de 2005, a lei de cobrança foi aprovada; o decreto de regulamentação foi aprovado em 2006.	A cobrança pelo uso de águas fluminenses da Bacia do Paraíba do Sul foi iniciada em janeiro de 2004 e estendida para todo o estado em março de 2004.	A discussão sobre cobrança em nível estadual está por ser iniciada.
Planos de bacia	Plano da Bacia 2003-2007 concluído para as fases diagnóstico e prognóstico. Plano de bacia para a fase inicial de cobrança ("Plano zero") concluído em 2002.	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 POA e Projeto Preparatório, nenhum plano de bacia foi elaborado.
Outorgas de direito de uso	<ul style="list-style-type: none"> À luz da nova legislação, a outorga está sendo emitida para todos os tipos de uso da água — captação/derivação/extração e consumo— pelos órgãos gestores federal e estaduais (ANA-federal, DAEE-SP, IGAM-MG, SERLA-RJ). A outorga de diluição de efluentes ainda está sendo operacionalizada. Ainda não está claro como a outorga de diluição (órgãos gestores) e o licenciamento ambiental/controlar de poluição das águas (agências ambientais) irão interagir. 			



De fato, várias são as questões que estão sendo analisadas, refletidas e negociadas, tais como o papel e as competências dos organismos de sub-bacia (comitês, agências de bacia ou estrutura executiva) em relação ao CEIVAP e sua agência de bacia (AGEVAP). Tais definições exigem criatividade e flexibilidade na construção de compromissos ou de um pacto interno da bacia que busquem satisfazer, pelo menos em parte, os interesses em jogo, o que impõe, necessariamente, concessões por parte dos diferentes atores institucionais.

12.2 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 política¹⁰. A longa e difícil negociação em torno da cobrança pelo uso da água na bacia do Paraíba do Sul no âmbito do CEIVAP, ao longo dos anos 2001 e 2002, permitiu identificar os atores sociais mais atuantes na bacia. A mesma atuação observada nesse processo persiste nas dinâmicas atuais do CEIVAP e sua agência de bacia, a AGEVAP.

São os agentes privados usuários das águas, em particular os usuários industriais e as empresas do setor elétrico, que demonstraram e continuam a ter maior capacidade organizativa para a discussão sobre o processo de cobrança e de gestão da bacia. As empresas de água e saneamento básico, outro setor usuário bem-organizado da bacia, participam menos intensamente dos processos de discussão e negociação no âmbito do sistema CEIVAP-AGEVAP. O setor agrícola da bacia, apesar de sua importância em termos de utilização da água, é ainda pouco organizado e tem estado pouco presente das novas instâncias de negociação. Outras categorias de usuários (areeiros, aquícultores, etc.) — de pouca expressão na bacia, mas de eventual impacto local — encontram-se em situação semelhante à dos irrigantes: não estão organizados nem muito 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, associações de usuários — do tipo federação de indústrias — comportam interesses corporativos, apesar de seu estatuto de organização civil. Ao contrário de ONG ambientalistas e outras organizações de interesse difuso, esse tipo de organização civil 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 ter atuação pontual e isolada, pois, via de regra, carecem de recursos humanos, técnicos e financeiros para sua capacitação e atuação sistemática.

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 outros organismos da bacia, nos moldes dos programas desenvolvidos anteriormente, dentre os quais merece destaque o Programa de Mobilização Participativa e o Programa Curso d'Água de educação ambiental¹¹¹². Para subsidiar essa integração, a AGEVAP contratou dois estudos específicos, sendo um no escopo do contrato da COPPE (Fortalecimento do arcabouço institucional na Bacia do rio Paraíba do Sul) e outro desenvolvido em consultoria específica, em fase de conclusão (Apoio ao fortalecimento de Comitês, Consórcios e Associação de usuários da Bacia do rio Paraíba do Sul).

¹⁰ 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).

¹¹ 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).

¹² 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).



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.

12.3 Conflitos pelo uso da água

Embora a bacia do rio Paraíba do Sul seja uma das regiões mais estudadas do País, pouco se conhece sobre os conflitos relacionados ao uso de suas águas. As dimensões da bacia (57.000 km²), a existência de 180 municípios com acentuadas diferenças socioeconômicas e o grande número e diversidade de atividades produtivas fazem dessa bacia uma região de grande complexidade espacial, apresentando uma multiplicidade de problemas relacionados ao uso inadequado dos recursos hídricos.

De modo geral, a solução dos conflitos requer a organização da gestão do sistema hídrico sob um enfoque coletivo, inibindo soluções individuais que impliquem danos a outros usuários. Nessa perspectiva, o CEIVAP deverá municiar-se de informações detalhadas sobre os conflitos existentes no exercício do seu papel de arena política, contribuindo, assim, para a redução das atuais externalidades provocadas pelo uso inadequado dos recursos hídricos.

A seguir são brevemente descritos alguns conflitos que necessitam maior atenção do Poder Público e dos organismos de bacia responsáveis pela gestão dos recursos hídricos.

- **Conflitos entre usuários dos canais de Campos dos Goytacazes**

O Departamento Nacional de Obras e Saneamento (DNOS), com o objetivo de drenar as áreas da baixada, construiu um sistema de canais interligados, de aproximadamente 1.300 km de extensão, com o objetivo de conduzir as águas acumuladas pelas chuvas para o oceano. A partir do final da década de 1970 intensificaram-se os usos dos canais para a irrigação das lavouras de cana-de-açúcar. Ao extinguir-se o DNOS em 1990, o controle e a manutenção desse complexo sistema hídrico ficaram comprometidos, o que resultou em soluções individuais pautados por interesses imediatos, comprometendo a eficiência dos canais e agravando os conflitos pela água, que tenderão a se agravar, se não houver uma gestão eficiente e democrática do sistema como um todo.

- **Conflitos decorrentes da transposição da bacia do rio Paraíba do Sul**

No início da década de 1950, período onde, via de regra, as questões ambientais eram absolutamente irrelevantes no contexto das decisões que determinavam sobre a viabilidade da implantação de grandes obras da engenharia, foi realizado um conjunto de intervenções para transferir parcela expressiva das águas do rio Paraíba do Sul e a quase totalidade do rio Piraí para o Complexo Hidrelétrico de Lages (Light). Ao longo dos anos seguintes, alguns focos de conflitos relacionados ao uso das águas começaram a ganhar importância ante o crescimento populacional dos centros urbanos, dentre os quais riscos de saúde e de graves inundações nas bacias dos rios Piraí e Paraíba do Sul.

- **Conflitos decorrentes da contaminação de mananciais de abastecimento por defensivos agrícolas**

Conflito entre irrigantes e a Prefeitura de Guaratinguetá decorrente do uso intensivo de defensivos agrícolas a montante da tomada de água, prejudicando seriamente o abastecimento de água do município.



- **Conflitos entre irrigantes devido à ausência de gerenciamento dos recursos hídricos**

Conflitos entre irrigantes nos rios Piagui e Pirapitingui, ambos afluentes pela margem esquerda do rio Paraíba do Sul, no trecho paulista.

- **Conflitos entre irrigantes e outros usuários da água**

Conflitos no ribeirão da Serragem, afluente na margem esquerda do rio Paraíba do Sul, a jusante da cidade de Tremembé, envolvendo a indústria Malteria do Vale e irrigantes.

13. CENÁRIOS DE DEMANDAS HÍDRICAS

13.1 Introdução

O objetivo deste capítulo é criar cenários com relação ao uso dos recursos hídricos na bacia do rio Paraíba do Sul de modo a identificar possíveis desequilíbrios entre a disponibilidade e a demanda de suas águas.

Os cenários aqui apresentados são os mesmos cenários integrantes do relatório PGRH-RE-09-R1 “*Diagnóstico e Prognóstico do Plano de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paraíba do Sul*”, elaborado em 2001 para a ANA, uma vez que não foi possível a utilização dos dados cadastrais do GESTIN que estão atualmente (agosto/2006) sendo consistidos e migrados para o CNARH. Posteriormente, quando da emissão da versão final deste relatório (*Relatório 7 - Diagnóstico dos Recursos Hídricos – Relatório Final*) caso a ANA já tenha disponibilizado as informações necessárias os cenários serão revisados com os dados atualizados pertinentes.

Os cenários apresentados são prospectivos e consideram a evolução nos níveis atuais de demanda hídrica - em termos de captação, consumo e diluição –, admitindo-se que nenhuma intervenção será feita além das já contratadas e daquelas em fase de operacionalização. Deve-se ressaltar que a demanda hídrica para a diluição de poluentes será considerada nesses cenários apenas indiretamente, com base nas cargas poluidoras e nas possíveis violações de enquadramento dos principais poluentes, associadas aos usuários de saneamento básico, industrial e agropecuário.

Foram, então, considerados cenários conservadores, que somente ocorrerão se houver retrocessos no processo de implementação do novo sistema de gestão da bacia. É com base nesses cenários que serão construídas as alternativas de intervenções que possam reverter as tendências de agravamento da situação dos recursos hídricos aqui apresentadas.

13.2 Bases Conceituais

Projetar mudanças no tempo para padrões de utilização de água, tanto no aspecto quantitativo como qualitativo, não é tarefa elementar. Se, por um lado, é possível estimar com alguma segurança o crescimento da demanda do setor de saneamento, uma vez que ela cresce na razão direta do aumento da população ou da ampliação dos níveis de atendimento, o mesmo não pode ser dito, com tanta certeza, quanto aos outros setores.

O maior uso de água na bacia é a transposição de 180 m³/s no Complexo de Lajes, cuja demanda reflete um misto de setores usuários, incluindo a usina hidrelétrica e o conjunto de usos no rio Guandu. A transposição, no entanto, pelo conflito que representa, está regulamentada por decreto e foi considerada fixa neste cenário.

No que tange ao setor industrial — que vem crescendo na bacia desde a instalação da Companhia Siderúrgica Nacional (CSN) na década de 1940 —, a expansão de sua base produtiva não implica, necessariamente, aumento na utilização de água. Mesmo admitindo que a economia do País crescerá a uma determinada taxa, esse dado, por si só, não basta para que se construa uma curva de demanda, porquanto não há relação direta entre crescimento econômico e aumento da demanda de água. Na verdade, o que vem se observando na bacia do Paraíba do Sul é, ao contrário, a tendência de redução do consumo em face da utilização de processos industriais mais conservativos.

Quanto ao setor agrícola, excetuando-se a região polarizada pelo município de Campos dos Goytacazes, onde o Governo do Estado do Rio de Janeiro criou um programa de incentivo à



fruticultura irrigada, as práticas de irrigação não têm apresentado movimento de expansão. Ao contrário, as áreas irrigadas têm diminuído, como é o caso da orizicultura no vale paulista, que vem cedendo espaço para a extração de areia, atividade mais lucrativa e sem os riscos econômicos associados à agricultura.

Em relação às usinas termelétricas, não há dúvida sobre a expansão do setor. A implementação do Programa Prioritário de Termelétricidade prevê a instalação na bacia do Paraíba do Sul, no horizonte de planejamento deste Plano de Recursos Hídricos, de usinas termelétricas, a gás natural, em ciclo termodinâmico combinado e circuito de refrigeração fechado.

Dessa forma, como os principais setores usuários (saneamento, indústria, agricultura e usinas termelétricas) apresentam comportamento distinto em relação aos recursos hídricos, é preciso levar em conta algumas premissas na análise da demanda de uso da água, a saber:

- **Saneamento**

Na projeção de crescimento populacional, utilizaram-se os métodos logístico e aritmético com base nos três últimos censos demográficos (1980, 1991 e 2000). Caso ocorram expansões demográficas em taxas superiores às calculadas, em decorrência, por exemplo, do incremento da atividade industrial — sobretudo dos segmentos com grande capacidade multiplicativa de empregos, como é o caso da indústria automotiva — essa situação estaria circunscrita a pequenos trechos da bacia, e seus efeitos, em relação ao aumento da demanda de água, não seriam significativos para o conjunto da bacia.

- **Indústria**

Como foi comentado antes, não é previsto crescimento na demanda de água para o setor industrial no período de vigência deste PRH. No entanto, como os valores de utilização de água pela indústria foram obtidos a partir de métodos estimativos, com base em cadastros incompletos e desatualizados (conforme expõe o item 8.2, “Uso e demanda hídrica – setor industrial”) optou-se pela prudência e adotou-se um cenário com a demanda atual acrescida em 10%. Como o parque industrial na bacia segue o padrão de concentração do setor, esse aumento percentual torna-se mais significativo no caso das bacias onde a atividade já é expressiva.

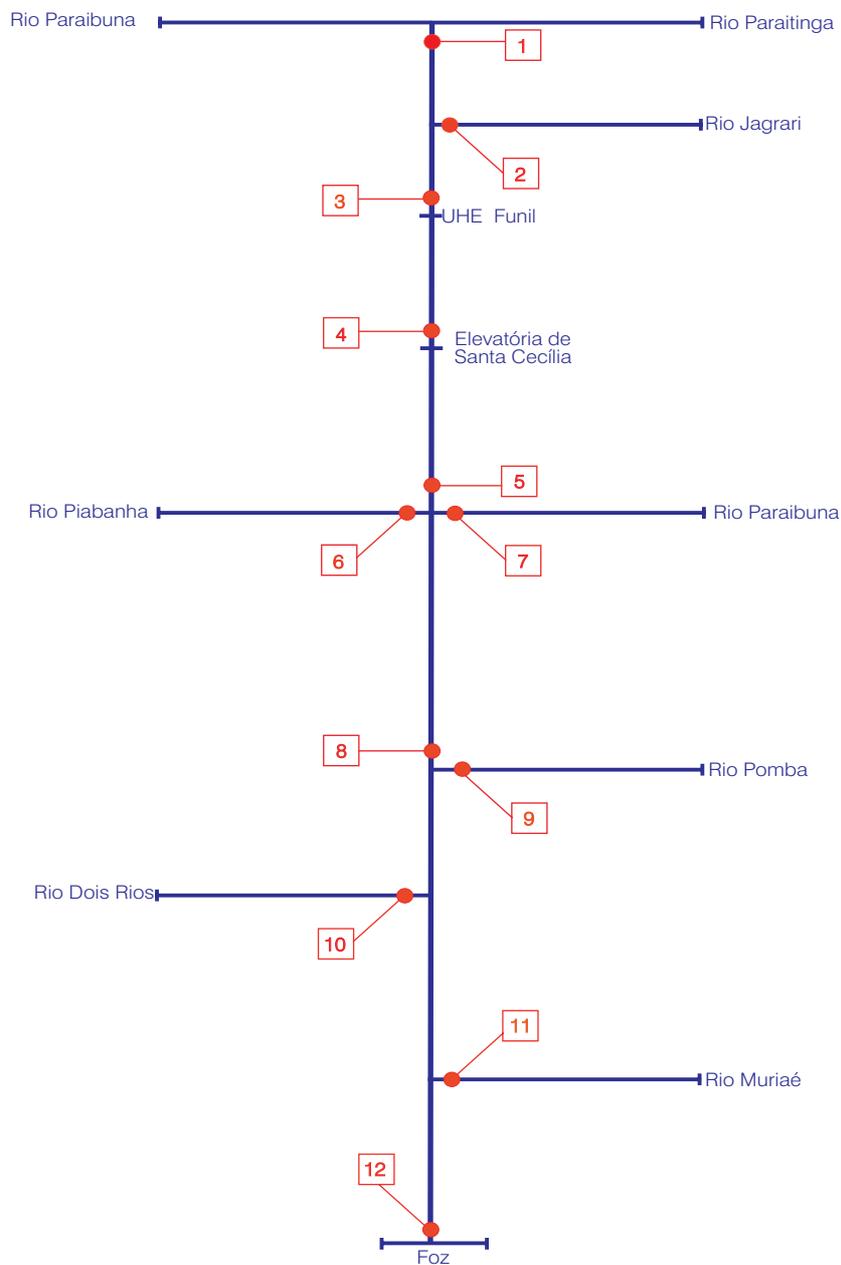
- **Agricultura**

Ao contrário da indústria, não há expectativas de economia de água pela irrigação mediante técnicas menos consumidoras de água. Tais investimentos só se viabilizam em agricultura de uso intensivo de capital e este não é o caso da atividade agrícola praticada na bacia. Constatou-se, entretanto, redução das áreas irrigadas, notadamente no Vale do Paraíba paulista. A principal exceção concerne ao Projeto Frutificar, na região de Campos dos Goytacazes, que financia culturas irrigadas de abacaxi, maracujá, goiaba e, em breve, coco. Para as bacias situadas na área de influência desse projeto, estimou-se o crescimento da demanda de água em função da expectativa de expansão da área irrigada por parte da Secretaria de Agricultura, Abastecimento e Pesca do Estado do Rio de Janeiro.

- **Usinas Termelétricas**

Como foi mencionado neste diagnóstico, este segmento de usuário, ao instalarem-se as usinas previstas, necessitará de água em seu processo industrial para geração de energia elétrica, aumentando a demanda na bacia do Paraíba do Sul. É oportuno ressaltar, contudo, que essas usinas modernas, dotadas de ciclo termodinâmico combinado e circuito de refrigeração fechado, consomem vazões pouco expressivas em face da disponibilidade hídrica da bacia do rio Paraíba do Sul.

Figura : 13.3.1
Localização das Seções de Cálculo das Disponibilidades e Demandas Hídricas das Sub-bacias



- 1 - Rio Paraíba do Sul a Jusante dos rios Paraibuna/Paratinga
- 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



13.3 Metodologia Utilizada

Como o objetivo almejado é prever situações onde a alteração no uso dos recursos hídricos possa comprometer o equilíbrio entre disponibilidade e demanda, optou-se pela elaboração de dois cenários, cujas análises foram realizadas no nível de sub-bacias e, no caso do rio Paraíba do Sul, de trechos de rio, definidos em função de suas características hidrológicas e usos da água. Dessa forma, foi possível examinar eventuais impactos nos níveis de análise mencionados, que poderiam aparecer mascarados numa consideração global sobre a totalidade da bacia do rio Paraíba do Sul.

Consideraram-se, ao todo, doze unidades hidrográficas para a elaboração dos dois cenários, conforme mostra a figura 13.3.1.

Cumprе ressaltar que as demandas para captação e consumo, nas seções do rio Paraíba do Sul, são acumulativas, por exemplo, no trecho a montante de Funil (Seção 3), as demandas consideram o somatório das demandas da sub-bacia 1 (Paraibuna/Paraitinga), da sub-bacia 2 (Jaguari) e da área incremental.

As cargas de DBO, ao contrário, consideram apenas as cargas produzidas no trecho em questão. Por exemplo, a carga do trecho do rio Paraíba do Sul a montante de Santa Cecília (Seção 4) corresponde à carga lançada entre esse ponto e o trecho anterior (Trecho 3, montante de Funil). Esse critério foi utilizado porque as cargas sofrem decaimento ao longo do rio, não sendo correto acumulá-los ao longo dos trechos.

A estimativa de lançamento de poluentes considerou apenas DBO por não serem disponíveis dados sobre outros parâmetros. Essa estimativa, no entanto, não foi diretamente relacionada à expectativa de evolução da qualidade das águas nos rios, mas constituiu apenas um indicador de provável deterioração da água.

Avaliou-se o impacto da poluição na bacia pela mensuração direta da qualidade de água nos rios, tendo por base os dados fornecidos pelas agências ambientais estaduais (CETESB/SP, FEAM/MG e FEEMA/RJ). Esses dados foram incorporados ao Sistema de Informações de Recursos Hídricos da Bacia do Paraíba do Sul, do Laboratório de Hidrologia da COPPE, que possibilitou o cálculo dos percentuais de violação de classe e de perfis de qualidade nos rios para cada parâmetro, fornecendo uma imagem nítida dos pontos de maior estresse na bacia.

Cada cenário reflete uma determinada expectativa de modificação dos níveis atuais de uso da água dos setores em questão e seu impacto no aumento da demanda. Como cada setor usuário reúne características próprias, que influenciam o padrão de utilização de água, adotaram-se metodologias de projeção específicas para cada setor.

Os métodos de estimativa utilizadas para cada setor usuário, em termos de captação, consumo e carga poluidora de DBO, são assim resumidos:

- **Saneamento Básico**

Para estimar a 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 em 2001. Adotou-se a eficiência de 90% na redução de DBO para os sistemas existentes ou previstos.

- **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 FIEMG e FIRJAN, respectivamente, sobre os quais se aplicaram os dois métodos de avaliação indicados no item 8.2. A vazão final de consumo considerada foi a correspondente ao valor máximo encontrado sendo adotado, no cálculo da vazão de captação, o uso consuntivo de 30%.

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.

- **Agropecuária**

Para obter as demandas hídricas do setor agropecuário foram utilizadas as metodologias expostas no item 8.3 – Usos e Demandas Hídricas. Quanto à carga poluidora, sua estimativa é complexa por tratar-se de cargas difusas para as quais não existem dados disponíveis.

- **Usinas Termelétricas**

A metodologia para a estimativa das vazões captadas e consumidas pelas usinas termelétricas do Programa Prioritário de Termelétricidade corresponde à recomendada por CARVALHO (2000), apresentada no Item 8. 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.

13.4 Cenários de Demanda de Uso da Água

Com base nos conceitos e metodologia acima expostos, definiram-se os dois cenários de demandas hídricas para o período de vigência do PRH (2003-2007):

Cenário	Saneamento	Indústria	Agropecuária	Termelétrica
Cenário 1	Crescimento da demanda segundo aumento da população urbana. Consideraram-se executados os sistemas de esgotamento contratados ou em início de construção.	Manutenção da demanda atual	Manutenção da demanda atual	Aumento da demanda atual
Cenário 2	Crescimento da demanda, segundo aumento da população urbana. Consideraram-se executados os sistemas de esgotamento contratados ou em início de construção.	Aumento da demanda atual em toda a bacia	Aumento da demanda nas bacias onde é esperada expansão da área irrigada.	Aumento da demanda atual



Todos os dois cenários são conservadores, pois não consideram intervenções que possam influenciar, de forma significativa, os padrões atuais de captação e consumo ou a redução da carga poluidora.

A análise dos cenários, do ponto de vista quantitativo, é feita com base no balanço hídrico entre disponibilidades e demandas. No que se refere à poluição, a análise incorpora o diagnóstico das concentrações e violações de classe e sua evolução temporal no período de exame.

O Cenário 1 não prevê mudanças em relação ao atual patamar de uso de água na bacia, exceto para as usinas termelétricas planejadas e para o setor de saneamento, pois o aumento populacional implica expansão proporcional da demanda de água.

O Cenário 2 difere do anterior por considerar, ainda, o aumento na demanda, para os setores industrial e agrícola, nos locais da bacia onde essas atividades são expressivas. Esse aumento foi estimado com base em dois fatores, o grande potencial de expansão da agricultura irrigada na região da foz do rio Paraíba do Sul e a pouca confiabilidade dos dados disponíveis para o setor industrial, o que demanda prudência no uso das estimativas atuais.

Na elaboração da projeção de demanda de água, nos dois cenários, foi considerado apenas o ano 2007, correspondente ao último ano de vigência do PRH. Tal escolha deve-se ao fato de que o horizonte de planejamento utilizado é curto para ensejar mudanças significativas nos níveis de demanda de água. Ademais, para o primeiro ano do PRH (2003), a projeção de demanda já se equivale às demandas atuais calculadas no capítulo 8 (Uso e demanda hídrica).

13.4.1. Construção de cenários por setor

A seguir são apresentados os critérios utilizados para a construção dos cenários em cada setor.

Saneamento

Os cenários 1 e 2, no que concerne ao setor de saneamento básico, contempla, até 2007, várias obras de sistemas de esgotamento sanitário que integram as ações do Programa Nacional de Despoluição de Bacias Hidrográficas (PNDBH), instituído pela Agência Nacional de Águas (ANA). Essas obras incluem redes, coletores troncos e estações de tratamento, algumas já iniciadas e outras em fase de contratação, com previsões de término até 2004.

Indústria

Como foi assinalado anteriormente, não são esperadas mudanças significativas na demanda de água para o setor industrial no horizonte deste Plano. Isso porque, além de não se conhecerem novos projetos industriais de grande porte que demandem vazões significativas de água, esse eventual aumento da demanda industrial viria provavelmente a ser “compensado” pela otimização do uso da água que vem sendo promovido pelos grandes usuários de hoje.

Dessa forma, considerou-se, para o Cenário 1, que a demanda industrial em 2007 será a mesma dos níveis atuais.

De outro lado, tendo em vista as naturais imprecisões decorrentes do processo utilizado para a avaliação das atuais demandas industriais, julgou-se prudente adotar, para o Cenário 2, essas demandas acrescidas em 10 % em 2007.



Agricultura

Tal como para a indústria, o Cenário 1 adota, para 2007, as demandas atuais de água para fins de irrigação.

No Cenário 2 considerou-se o crescimento da demanda apenas na Sub-Bacia 12 – Rio Paraíba do Sul, na área de influência do município de Campos do Goytacazes, abrangida pelo Projeto Frutificar, de expansão da fruticultura irrigada. Com relação à bacia paulista foram mantidos os atuais níveis de uso, já que não existem previsões de aumento das áreas irrigadas. Em Minas Gerais, os incentivos à fruticultura irrigada estão concentrados nos vales do rio São Francisco e do Jequitinhonha, fora, portanto, da bacia do Paraíba do Sul.

A maior parte do Projeto Frutificar, que já compreende uma área de 1.300 ha (considerada no Cenário 1), está situada fora da bacia do rio Paraíba do Sul. No entanto, a água é principalmente captada no rio Paraíba do Sul e levada até as plantações através de uma densa malha de canais que drenam para o mar. Os Governos do Estado e da União estão se articulando para viabilizar a revitalização dos canais com o objetivo de atender o aumento da demanda hídrica decorrente desse projeto, estimada em até 4.000 ha irrigados. Multiplicando-se essa área pela demanda específica do Estado do Rio de Janeiro, obtêm-se então as previsões do aumento considerado no Cenário 2.

Como a água captada para o Projeto Frutificar não retorna para o rio Paraíba do Sul, foi considerado, no cálculo do balanço hídrico, que a vazão de consumo é igual à vazão captada, de 1,85 m³/s.

Usinas Termelétricas

Os cenários 1 e 2 correspondentes às usinas termelétricas deverão contemplar, até 2007, a implantação das cinco usinas previstas pelo Programa Prioritário de Termelétricidade, uma vez que, conforme o cronograma atual, o início planejado de operação dar-se-á dentro horizonte deste Plano de Recursos Hídricos.

13.4.2. Resultados

Para os dois cenários considerados foram construídas tabelas consolidando a demanda de água em 2007 para cada setor e por sub-bacia ou trecho de rio, relativas à captação e ao consumo, assim como as cargas de DBO (tabelas 13.4.2.1 e 13.4.2.2). As demandas dos diferentes setores são comparadas com a disponibilidade hídrica da bacia (Q_{95} ¹³) nessas tabelas.

Com base nos dados consolidados nas tabelas, pode-se concluir que, até 2007, não há perspectivas de estresse hídrico nas diferentes sub-bacias e no rio Paraíba do Sul. Isso não significa, entretanto, que exista grande volume excedente de água na bacia.

A disponibilidade hídrica a montante da elevatória de Santa Cecília, por exemplo, é proveniente de um conjunto de reservatórios de hidrelétricas cuja operação visa regularizar o rio Paraíba do Sul e viabilizar a transposição de até 180 m³/s para a geração de energia no Complexo Hidrelétrico de

¹³ A série de vazões médias diárias de um determinado posto fluviométrico, utilizado na definição da vazão Q_{95} , já incorpora as vazões consumidas pelos diversos usuários instalados na bacia, ao longo dos anos, a montante desse posto. Sendo assim, seria recomendável acrescentar essas vazões consumidas à série de vazões, reconstituindo as vazões naturais no posto em análise.

Como não se dispõe de um cadastro confiável dos diversos usos consuntivos na bacia do rio Paraíba do Sul e, muito menos, do histórico de cada um deles ao longo do período de observação de cada posto, torna-se impraticável a reconstituição, a partir dos dados de um posto fluviométrico, da série de vazões naturais.

Tendo em mente que o objeto principal da avaliação através de cenários é verificar a possibilidade futura de estresse hídrico em algumas sub-bacias, adotou-se a hipótese conservadora de que a vazão Q_{95} , calculada sem a introdução das correções referentes aos usos passados e presentes, corresponde à vazão natural. Mesmo com esse procedimento, ou seja, considerando como vazão natural um valor menor do que o real, observa-se na Tabela 5.1.1 a inexistência de estresse hídrico para os cenários adotados, o que vem justificar a adoção da hipótese conservadora.

Tabela 13.4.2.1 - Cenário 1: Valores de captação, consumo e cargas de DBO calculados para as doze sub-bacias, para o ano de 2007.

SUB-BACIAS	CENÁRIO 1 (2007)												Disponibilidade Hídrica (Q95%) (m³/s)
	Saneamento			Indústria ²			Agropecuária			Total			
	Vazão Captada (m³/s)	Vazão Cons. (m³/s)	Carga de DBO ¹ (kg/dia)	Vazão Captada (m³/s)	Vazão Cons. (m³/s)	Carga de DBO ¹ (kg/dia)	Vazão Captada (m³/s)	Vazão Cons. (m³/s)	Carga de DBO (kg/dia)	Vazão Captada (m³/s)	Vazão Consumida (m³/s)	Carga de DBO ¹ (kg/dia)	
1 Rio Paraíba do Sul a montante da foz dos rios Paraíba/Paraitinga (1)	0,09	0,02	1.490	0	0,00	0	0,35	0,22	-	0,44	0,24	1.490	29,74
2 Foz do rio Jaguarí (2)	0,13	0,03	2.350	0,25	0,08	1.350	1,21	0,85	-	1,59	0,96	3.700	15,56
3 Rio Paraíba do Sul a montante de Funil (1 a 3)	6,30	1,26	59.710	3,17	0,67	9.785	11,59	8,22	-	21,05	10,15	69.495	131,13
4 Rio Paraíba do Sul a montante de Santa Cecília (1 a 4)	8,57	1,71	25.250	11,58	5,57	5.486	12,20	8,58	-	32,35	15,86	30.736	195,19
5 Rio Paraíba do Sul a montante da confluência dos rios Paraíba e Piabanha (1 a 5)	9,46	1,89	15.170	11,63	5,59	3.481	13,51	9,32	-	34,61	16,80	18.651	79,40
6 Foz do rio Piabanha (6)	1,45	0,29	20.810	0,12	0,04	1.355	1,13	0,63	-	2,70	0,95	22.165	11,10
7 Foz do rio Paraíba (7)	2,50	0,50	30.660	0,19	0,04	2.808	3,48	1,98	-	6,17	2,52	33.468	77,02
8 Rio Paraíba do Sul a montante da confluência com o rio Pomba (1 a 8)	13,71	2,74	5.640	12,90	5,67	1.017	23,26	14,86	-	49,86	23,27	6.657	198,77
9 Foz do rio Pomba (9)	1,53	0,31	27.290	0,19	0,06	4.805	6,84	4,00	-	8,56	4,37	32.095	50,22
10 Foz do rio Dois Rios (10)	0,72	0,14	12.080	0,10	0,03	2.842	3,50	1,98	-	4,32	2,15	14.922	16,75
11 Foz do rio Muriaé (11)	1,02	0,20	18.000	0,02	0,01	3.603	7,00	4,01	-	8,04	4,22	21.603	28,79
12 Foz do Rio Paraíba do Sul (1 a 12)	18,42	3,68	20.480	14,65	6,96	3.310	53,15	31,99	-	86,22	42,63	23.790	311,85

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

Tabela 13.4.2.2 - Cenário 2: Valores de captação, consumo e cargas de DBO calculados para as doze sub-bacias, para o ano de 2007.

SUB-BACIAS	CENÁRIO 2 (2007)												Disponibilidade Hídrica (Q95%) (m³/s)
	Saneamento			Indústria ²			Agropecuária			Total			
	Vazão Captada (m³/s)	Vazão Cons. (m³/s)	Carga de DBO ¹ (kg/dia)	Vazão Captada (m³/s)	Vazão Cons. (m³/s)	Carga de DBO ¹ (kg/dia)	Vazão Captada (m³/s)	Vazão Cons. (m³/s)	Carga de DBO (kg/dia)	Vazão Captada (m³/s)	Vazão Consumida (m³/s)	Carga de DBO ¹ (kg/dia)	
1 Rio Paraíba do Sul a montante da foz dos rios Paraíba/Paraitinga (1)	0,09	0,02	1.490	0,00	0,00	-	0,35	0,22	-	0,44	0,24	1.490	29,74
2 Foz do rio Jaguarí (2)	0,13	0,03	2.350	0,28	0,08	1.485	1,21	0,85	-	1,61	0,96	3.835	15,56
3 Rio Paraíba do Sul a montante de Funil (1 a 3)	6,30	1,26	59.710	3,39	1,45	10.764	11,59	8,22	-	21,27	10,92	70.474	131,13
4 Rio Paraíba do Sul a montante de Santa Cecília (1 a 4)	8,57	1,71	25.250	13,67	6,84	6.035	12,20	8,58	-	34,44	17,13	31.285	195,19
5 Rio Paraíba do Sul a montante da confluência dos rios Paraíba e Piabanha (1 a 5)	9,46	1,89	15.170	13,73	6,86	3.829	13,51	9,32	-	36,70	18,07	18.999	79,40
6 Foz do rio Piabanha (6)	1,45	0,29	20.810	0,13	0,04	1.491	1,13	0,63	-	2,71	0,96	22.301	11,10
7 Foz do rio Paraíba (7)	2,50	0,50	30.660	0,21	0,09	3.088	3,48	1,98	-	6,18	2,57	33.748	77,02
8 Rio Paraíba do Sul a montante da confluência com o rio Pomba (1 a 8)	13,71	2,74	5.640	13,16	6,28	1.118	23,26	14,86	-	50,12	23,88	6.758	198,77
9 Foz do rio Pomba (9)	1,53	0,31	27.290	0,21	0,06	5.285	6,84	4,00	-	8,58	4,37	32.575	50,22
10 Foz do rio Dois Rios (10)	0,72	0,14	12.080	0,11	0,03	3.127	3,50	1,98	-	4,32	2,16	15.207	16,75
11 Foz do rio Muriaé (11)	1,02	0,20	18.000	0,02	0,01	3.963	7,00	4,01	-	8,04	4,22	21.963	28,79
12 Foz do Rio Paraíba do Sul (1 a 12)	18,42	3,68	20.480	16,01	7,58	3.641	55,00	33,84	-	89,44	45,10	24.121	311,85

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



Lajes. Essa disponibilidade deverá, em tese, ser utilizada pelo setor elétrico, desde que sejam mantidas as condições legais atuais de vazão mínima para jusante de Santa Cecília, quais sejam, 90m³/s em condições hidrológicas normais ou 71m³/s em condições críticas de estiagem. A utilização da água nesse trecho da bacia por outro uso consuntivo, portanto, dependerá de decisões dos organismos competentes.

O mesmo deverá ocorrer com a implantação de novas UHE previstas para o trecho situado a jusante de Santa Cecília, o que imporá restrições a outros usos consuntivos.

Por outro lado, embora não apareçam nas análises no nível das sub-bacias consideradas, podem ocorrer situações de escassez em alguns cursos de água de menor porte, gerando situações de conflito pelo uso da água.

Outro aspecto que requer atenção são os volumes de captação e consumo estimados para o setor agropecuário. As estimativas realizadas foram baseadas no Censo Agropecuário do IBGE 95/96, que informa somente as áreas irrigadas por município. As localizações das áreas cultivadas e os tipos de cultura, bem como os planos de cultivo, não são, por exemplo, informados. Além do mais, as demandas da agricultura irrigada foram obtidas por métodos que consideram vazões específicas médias estaduais. Tudo isso pode levar a valores superestimados em regiões onde haja culturas de baixo consumo de água, tais como a Região Serrana fluminense, ou, ao contrário, subestimadas para regiões onde a cultura seja de alto consumo, como as plantações de arroz no trecho paulista.

A análise dos aspectos quantitativos (captação e consumo), quando conduzida de forma isolada, não permite uma compreensão mais ampla sobre o gerenciamento dos recursos hídricos. A própria Lei 9.433/97, em seu artigo 3º, relativo às diretrizes gerais de ação para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos, considera a gestão sistemática dos recursos hídricos sem dissociação dos aspectos de quantidade e qualidade.

Levando-se em conta essa indissociabilidade, analisaram-se dados de qualidade de água relativos a parâmetros selecionados, considerados mais críticos, segundo consta na tabela 13.4.2.3. Conforme evidenciam esses parâmetros, a situação atual de qualidade da água na bacia é bastante crítica e poderá se agravar, caso não sejam implementadas as ações necessárias para a reversão desse quadro.

A identificação dos parâmetros mais críticos baseou-se nos estudos de qualidade da água que possibilitaram a obtenção de índices médios de violação de classe para os trechos do rio Paraíba do Sul e seus principais afluentes.

A análise da tabela permite reunir os parâmetros em três grupos, em função dos percentuais de violação de classe por sub-bacia.

O primeiro grupo trata dos seguintes parâmetros: alumínio, coliformes fecais e fósforo total. Nele se observa que os parâmetros apresentam índices de violação superiores a 60% em praticamente todos os rios, à exceção do rio Jaguari, que registra violação para o fósforo total de 40%.

Para esse grupo de parâmetros cabe destacar o elevadíssimo índice de violação apresentado pelo alumínio, que em todas as doze bacias situou-se acima de 90 %. Esse parâmetro requer atenção especial dos órgãos envolvidos com as áreas de meio ambiente, recursos hídricos e saúde, tendo em vista sua importância para a saúde humana.

Os coliformes fecais apresentam violações de classe acima de 50 % em todas as sub-bacias, demonstrando, assim, o alto grau de comprometimento dos rios por matéria fecal, em face do baixo índice de tratamento dos esgotos domésticos.

Tabela 13.4.2.3 - Índices de Violação de Classe (%) nos trechos de rio da bacia do rio Paraíba do Sul

TRECHOS DE RIO		Alumínio	Coliforme Fecal	Coliforme Total	DBO	Fenóis	Ferro Solúvel	Fósforo Total	Manganês
1	Rio Paraíba do Sul a montante da confluência dos rios Paraibuna e Paraitinga ⁽¹⁾	-	-	-	-	-	-	-	-
2	Rio Jaguari	91,7	60,3	56,6	3,0	44,5		40,1	32,8
3	Rio Paraíba do Sul entre a confluência dos rios Paraibuna/Paraitinga e Funil	99,4	82,1	74,5	2,2	25,9	36,8	70,2	22,9
4	Rio Paraíba do Sul entre Funil e Santa Cecília		87,6		4,6	37,3	35,5	100,0	6,0
5	Paraibuna	100,0	99,0	100,0	1,4	40,9	21,4	100,0	13,0
6	Rio Piabanha		100,0		48,6	52,9	30,8	100,0	32,2
7	Rio Paraibuna	100,0	58,4	50,4	19,6	47,4	41,8	94,7	39,8
8	confluência do rio Pomba	100,0	65,5	35,9	5,4	55,4	27,5	99,5	11,8
9	Rio Pomba	100,0	74,8	53,5	1,9	23,9	32,6	98,4	1,6
10	Rio Dois Rios		81,4		0,0	33,3	28,9	95,8	19,4
11	Rio Muriaé	100,0	73,5	67,9	3,8	30,4	38,9	94,7	9,5
12	Rio Paraíba do Sul entre a confluência do rio Pomba e a Foz		81,1	61,3	1,1	17,2	23,1	98,1	8,2

(1) Neste trecho não há estações de de monitoramento de qualidade da água.



Por sua vez, o fósforo total apresenta índices de violação da mesma ordem do alumínio. Esse elemento é o principal responsável pela eutrofização do reservatório de Funil e poderá, futuramente, comprometer outros reservatórios da bacia, em especial os dos novos aproveitamentos hidrelétricos a serem instalados no curso médio inferior do rio Paraíba do Sul.

Um segundo grupo de parâmetros, formado por coliformes totais, fenóis, ferro solúvel e manganês, apresenta percentuais de violação pouco abaixo do grupo anterior, indicando igual necessidade de atenção.

Desse grupo, merecem destaque, por sua criticidade, os compostos fenólicos, que estão relacionados aos efluentes de origem industrial, à degradação microbiológica e à fotoquímica dos pesticidas. No que se refere à toxidez, são conhecidos seus efeitos nocivos em peixes e na biota aquática em geral. No abastecimento urbano, sua presença, em grandes quantidades, provoca odor e gosto desagradáveis no processo de cloração.

O último grupo é composto de um único parâmetro, que é a Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO). Os índices de violação situam-se, em geral, abaixo de 20%, à exceção do rio Piabanha, onde esse valor está em torno de 50%. Esse aspecto demonstra a elevada capacidade de recuperação dos principais rios da bacia. O alto percentual de violação de classe do rio Piabanha decorre das pequenas vazões que impedem ou dificultam a diluição da carga de esgoto lançada.



14. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AIRES, J.R., 1996, *Estudo Hidrogeológico Preliminar da Área do Auto-Posto Boldrim em Resende, RJ*. Relatório interno, PETROBRÁS.
- ANA (2002), *Evolução da organização e implementação da gestão de bacias no Brasil*. Brasília, outubro.
- ANA (2003). *Relatório de gestão 2002*. Brasília: ANA.
- 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.
- 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", in: CEIVAP. *Projeto Qualidade das Águas e Controle da Poluição Hídrica – PQA: Bacia do rio Paraíba do Sul*. Brasília, Relatório Executivo: SEPURB/SEDU, PROAGUA/SRH/MA, ANEEL et alii, julho de 1999.
- 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.
- CEIVAP, Programa Curso D'Água/CEIVAP. Relatório final. Resende, setembro de 2001.
- 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.
- ENGENCORPS, 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 do Meio Ambiente), 1996, *Bacia do Rio Paraíba – 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 Xeque*. 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-R0*. 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.
- LABHID (Laboratório de Hidrologia e Estudos de Meio Ambiente/COPPE/UFRJ) (2000). Programa de Mobilização Participativa e Estratégias de Aplicação (PPG Estratégias de Aplicação (PPG-RE-023-R0). Rio de Janeiro: Projeto Preparatório para o Gerenciamento dos Recursos Hídricos do Paraíba do Sul para SRH/MMA, CEIVAP, UNESCO, Banco Mundial/Governo do Japão. Fevereiro.
- LABHID (Laboratório de Hidrologia e Estudos de Meio Ambiente/COPPE/UFRJ) (2000). Implementação do Programa de Mobilização Participativa na Bacia do Rio Paraíba do Sul (PPG-RE-049-R0). Rio de Janeiro: Projeto Preparatório para o Gerenciamento dos Recursos Hídricos do Paraíba do Sul para SRH/MMA, CEIVAP, UNESCO, Banco Mundial/Governo do Japão. Agosto.
- 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.