



PARANÁ



CADERNO DA REGIÃO HIDROGRÁFICA

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE
SECRETARIA DE RECURSOS HÍDRICOS

**CADERNO DA REGIÃO
HIDROGRÁFICA DO
PARANÁ**

BRASÍLIA – DF

CADERNO DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO PARANÁ

NOVEMBRO | 2006

Secretaria de Recursos Hídricos do Ministério do Meio Ambiente
SGAN 601 – Lote 1 – Edifício Sede da Codevasf – 4º andar
70830-901 – Brasília-DF
Telefones (61) 4009-1291/1292 – Fax (61) 4009-1820
www.mma.gov.br – srh@mma.gov.br
<http://pnrh.cnrh-srh.gov.br> – pnrh@mma.gov.br

Catálogo na Fonte

Instituto do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis

C122 Caderno da Região Hidrográfica do Paraná / Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Recursos Hídricos. – Brasília: MMA, 2006.
240 p. : il.color. ; 27cm

Bibliografia

ISBN 85-7738-063-7

1. Brasil - Recursos hídricos. 2. Hidrografia. 3. Região hidrográfica do Paraná. I. Ministério do Meio Ambiente. II. Secretaria de Recursos Hídricos. III. Título.

CDU(2.ed.)556.18

República Federativa do Brasil

Presidente: Luiz Inácio Lula da Silva

Vice-Presidente: José Alencar Gomes da Silva

Ministério do Meio Ambiente

Ministra: Marina Silva

Secretário-Executivo: Cláudio Roberto Bertoldo Langone

Secretaria de Recursos Hídricos

Secretário: João Bosco Senra

Chefe de Gabinete: Moacir Moreira da Assunção

Diretoria de Programa de Estruturação

Diretor: Márley Caetano de Mendonça

Diretoria de Programa de Implementação

Diretor: Júlio Thadeu Silva Kettelhut

Gerência de Apoio à Formulação da Política

Gerente: Luiz Augusto Bronzatto

Gerência de Apoio à Estruturação do Sistema

Gerente: Rogério Soares Bigio

Gerência de Planejamento e Coordenação

Gerente: Gilberto Duarte Xavier

Gerência de Apoio ao Conselho Nacional de Recursos Hídricos

Gerente: Franklin de Paula Júnior

Gerência de Gestão de Projetos de Água

Gerente: Renato Saraiva Ferreira

Coordenação Técnica de Combate à Desertificação

Coordenador: José Roberto de Lima

Coordenação da Elaboração do Plano Nacional de Recursos Hídricos (SRH/MMA)

Diretor de Programa de Estruturação

Márley Caetano de Mendonça

Gerente de Apoio à Formulação da Política

Luiz Augusto Bronzatto

Equipe Técnica

Adelmo de O.T. Marinho

André do Vale Abreu

André Pol

Adriana Lustosa da Costa

Daniella Azevêdo de A. Costa

Danielle Bastos S. de Alencar Ramos

Flávio Soares do Nascimento

Gustavo Henrique de Araujo Eccard

Gustavo Meyer

Hugo do Vale Christofidis

Jaciara Aparecida Rezende

Marco Alexandro Silva André

Marco José Melo Neves

Percy Baptista Soares Neto

Roberto Moreira Coimbra

Rodrigo Laborne Mattioli

Roseli dos Santos Souza

Simone Vendruscolo

Valdemir de Macedo Vieira

Viviani Pineli Alves

Equipe de Apoio

Lucimar Cantanhede Verano

Marcus Vinícius Teixeira Mendonça

Rosângela de Souza Santos

Projetos de Apoio

Projeto BID/MMA (Coordenador: Rodrigo Speziali de Carvalho)

Projeto TAL AMBIENTAL (Coordenador: Fabrício Barreto)

Projeto BRA/OEA 01/002 (Coordenador: Moacir Moreira da Assunção)

Consultor

André Luiz Bonacin Silva

Ficha Técnica

Projeto Gráfico / Programação Visual

Projects Brasil Multimídia

Capa

Arte: Projects Brasil Multimídia

Foto: Wigold Schaffer (Foz do Iguaçu-PR)

Revisão

Projects Brasil Multimídia

Edição

Projects Brasil Multimídia

Myrian Luiz Alves (SRH/MMA)

Priscila Maria Wanderley Pereira (SRH/MMA)

Impressão

Grafimaq

Prefácio

O Brasil é um país megadiverso e privilegiado em termos de disponibilidade hídrica, abrigando cerca de 12% das reservas mundiais de água doce, sendo que se considerarmos as águas provenientes de outros países, esse índice se aproxima de 18%. No entanto, apresenta situações contrastantes de abundância e escassez de água, o que exige dos governos, dos usuários e da sociedade civil, cuidados especiais, organização e planejamento na gestão de sua utilização.

Neste sentido, a elaboração do Plano Nacional de Recursos Hídricos – PNRH configura importante marco para a consolidação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos e, conseqüentemente, para a gestão sustentável de nossas águas. Ademais, seu estabelecimento atende aos compromissos assumidos pelo Brasil na Cúpula Mundial de Joanesburgo (rio+10), que apontou para a necessidade dos países elaborarem seus planos de gestão integrada de recursos hídricos até 2005.

A construção do PNRH contou com a participação de todos os segmentos envolvidos na utilização de recursos hídricos e teve como pressupostos a busca do fortalecimento da Política Nacional de Recursos Hídricos, a promoção de um amplo processo de envolvimento e participação social, além da elaboração de uma base técnica consistente.

Para subsidiar o processo de elaboração do PNRH, foram desenvolvidos diversos estudos, dentre eles documentos de caracterização denominados Cadernos Regionais para cada uma das 12 Regiões Hidrográficas, definidas pela Resolução do Conselho Nacional de Recursos Hídricos nº 32/2003, que configuram a base físico-territorial para elaboração e implementação do Plano.

É importante ressaltar a efetiva colaboração das Comissões Executivas Regionais (CERs), instituídas por meio da Portaria n.º 274/1994, integradas por representantes da União, dos Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos, dos usuários e organizações civis de recursos hídricos.

Neste contexto, a ampla divulgação do CADERNO DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO PARANÁ visa contribuir para a socialização de informações, bem como para o aperfeiçoamento do PNRH, cujo processo é contínuo, dinâmico e participativo.

Marina Silva
Ministra do Meio Ambiente

Sumário

1 Plano Nacional de Recursos Hídricos.....	21
2 Concepção Geral.....	23
3 Água: Desafios Regionais.....	25
4 Caracterização e Análise Retrospectiva da Região Hidrográfica.....	27
4.1 Caracterização Geral da Região Hidrográfica.....	27
4.2 Caracterização das Disponibilidades Hídricas.....	51
4.3 Principais Biomas e Ecossistemas.....	93
4.4 Caracterização do Uso e Ocupação da Terra.....	105
4.5 Evolução sociocultural.....	121
4.6 Desenvolvimento Econômico Regional e os Usos da Água.....	135
4.7 Histórico dos Conflitos e Interferências pelo Uso de Água.....	175
4.8 A Implementação da Política de Recursos Hídricos.....	180
5 Análise de Conjuntura.....	205
5.1 Principais Problemas de Eventuais usos Hegemônicos da Água.....	205
5.2 Principais Problemas e Conflitos pelo Uso da Água.....	207
5.3 Vocações Regionais e seus Reflexos Sobre os Recursos Hídricos.....	211
6 Conclusões.....	215
Referências.....	219
Anexos.....	231
Anexo 1.....	231
Anexo 2.....	237
Anexo 3.....	245

Lista de Quadros

Quadro 1 - Regiões Hidrográficas brasileiras e suas áreas (km2)	27
Quadro 2 - Unidades da Federação com área na Região Hidrográfica do Paraná	29
Quadro 3 - Extensão das unidades hidrográficas Sub 1 da Região Hidrográfica do Paraná	34
Quadro 4 - Distribuição das unidades hidrográficas Sub 1 por Unidade da Federação na Região Hidrográficas do Paraná em % de área	36
Quadro 5 - Dados e principais rios das unidades hidrográficas Sub 1 e Sub 2 da Região Hidrográfica do Paraná	37
Quadro 6 - Regiões hidrográficas brasileiras e suas populações absoluta, relativa e taxa de urbanização.....	43
Quadro 7 - População e número de municípios da Região Hidrográfica do Paraná, por Sub 1	44
Quadro 8 - Divisão da população (urbana e rural; homens e mulheres) na Região Hidrográfica do Paraná, por Sub 2.....	46
Quadro 9 - Relação de municípios mais populosos da Região Hidrográfica do Paraná e sua situação em termos das unidades Sub 1 e Sub 2	46
Quadro 10 - Divisão da população (urbana e rural; homens e mulheres; densidade demográfica) e maiores cidades (em população) da Região Hidrográfica do Paraná, por Sub 2	47
Quadro 11 - Dados de disponibilidade hídrica e balanço hídrico da Região Hidrográfica do Paraná e do Brasil.....	51
Quadro 12 - Vazões Qm, Q95, q e Q95 esp nas unidades hidrográficas Sub 1 da Região Hidrográfica do Paraná	51
Quadro 13 - Vazões Qm, Q95, q e Q95 esp nas unidades hidrográficas Sub 2 da Região Hidrográfica do Paraná	54
Quadro 14 - Quantidade de postos fluviométricos e pluviométricos nas unidades hidrográficas Sub 1 da Região Hidrográfica do Paraná ...	55
Quadro 15 - Vazões Qm (por ano) per capita nas unidades hidrográficas Sub 1 da Região Hidrográfica do Paraná	56
Quadro 16 - Vazões Qm (por ano) per capita nas unidades hidrográficas Sub 2 da Região Hidrográfica do Paraná	56
Quadro 17 - Principais sistemas aquíferos presentes na Região Hidrográfica do Paraná e suas características.....	63
Quadro 18 - Área*, em km2, dos principais sistemas aquíferos presentes nas unidades Sub 1 da Região Hidrográfica do Paraná	63
Quadro 19 - Disponibilidade hídrica* dos principais sistemas aquíferos** presentes nas unidades Sub 1 da Região Hidrográfica do Paraná, em m3/s	64
Quadro 20 - Distribuição da área do Sistema Aquífero Guarani, por Estado	65
Quadro 21 - Síntese das avaliações de reservas para o Sistema Aquífero Guarani	65
Quadro 22 - Características dos principais aquíferos presentes no Alto Tietê	70
Quadro 23 - Faixas de valores de IQAs por Unidade da Federação	75
Quadro 24 - Número de pontos de monitoramento da qualidade das águas superficiais e síntese da situação por Sub 1.....	75
Quadro 25 - Valores médios de monitoramento do parâmetro oxigênio dissolvido em pontos situados nos Estados de GO, MS e SC.....	79
Quadro 26 - Síntese dos dados de IAP em SP	80
Quadro 27 - Classificação dos valores da estimativa de capacidade de assimilação das cargas de esgotos domésticos	85
Quadro 28 - Situação das cargas orgânicas domésticas lançada e assimilada, além da estimativa de capacidade de assimilação destas cargas nas unidades Sub 1 da Região Hidrográfica do Paraná	85
Quadro 29 - Situação das cargas orgânicas domésticas lançada e assimilada, além da estimativa de capacidade de assimilação destas cargas nas unidades Sub 2 da Região Hidrográfica do Paraná	86
Quadro 30 - Número de áreas contaminadas cadastradas no Estado de São Paulo por tipo	90

Lista de Quadros

Quadro 31 - Número de unidades de indústrias de transformação e pessoal ocupado nas unidades Sub 1 da RHE Paraná.....	109
Quadro 32 - Área plantada das principais culturas, quantidade de fertilizantes entregues ao consumidor final e utilização por unidade de área, por tipo de nutriente utilizado	112
Quadro 33 - Produção de café em côco, cana-de-açúcar, laranja, milho e soja nas unidades Sub 1 da RHE Paraná	114
Quadro 34 - Produção de café em côco, cana-de-açúcar, laranja, milho e soja nas unidades Sub 1 da RHE Paraná, em (%).....	114
Quadro 35 - Número de cabeças de rebanho bovino (corte e leite), suíno, além de frangos e outras aves nas unidades Sub 1 da RHE Paraná	117
Quadro 36 - Número de cabeças de rebanho bovino (corte e leite), suíno, além de frangos e outras aves nas unidades Sub 1 da RHE Paraná, em %.....	118
Quadro 37 - Número de cabeças de rebanho bovino (corte e leite), suíno, além de frangos e outras aves, por unidade de área (km2), das unidades Sub 1 da RHE Paraná.....	118
Quadro 38 - Síntese de dados das regiões metropolitanas presentes na Região Hidrográfica do Paraná	125
Quadro 39 - Índice de desenvolvimento humano (IDH) dos municípios com sede na Região Hidrográfica do Paraná.....	128
Quadro 40 - Dados comparativos de PIB e PIB <i>per capita</i> da Região Hidrográfica do Paraná, UFs e Brasil – 2000.....	129
Quadro 41 - Indicadores de saneamento básico nas unidades Sub 1 da Região Hidrográfica do Paraná.....	131
Quadro 42 - Indicadores de atendimento de esgoto nas unidades Sub 1 da Região Hidrográfica do Paraná	131
Quadro 43 - Indicadores de atendimento de esgoto nos municípios paulistas mais populosos e situados na Região Hidrográfica do Paraná ..	132
Quadro 44 - Índices de atendimento de água e esgoto nos dez maiores municípios paranaenses situados na Região Hidrográfica do Paraná .	133
Quadro 45 - Vazões de retirada (demanda), de retorno e de consumo, em m3/s e para usos consuntivos, por unidade Sub 1 da Região Hidrográfica do Paraná.....	136
Quadro 46 - Consumos mínimos e máximos de alguns setores industriais.....	138
Quadro 47 - Tipos de consumo de alguns setores industriais	138
Quadro 48 - Vazões de retirada (de demanda), em m3/s, por tipo de uso consuntivo, por unidade Sub 1 da Região Hidrográfica do Paraná ..	139
Quadro 49 - Vazões de retirada (de demanda), em % em relação ao total da Região Hidrográfica do Paraná, por tipo de uso consuntivo, por unidade Sub 1.....	140
Quadro 50 - Demanda, em %, por tipo de uso consuntivo, por unidade Sub 1 da Região Hidrográfica do Paraná	141
Quadro 51 - Vazões de retirada (de demanda), em m3/s, por tipo de uso consuntivo, por unidade Sub 2 da Região Hidrográfica Paraná ..	143
Quadro 52 - Poços tubulares presentes na Região Hidrográfica do Paraná – dados parciais do sistema SIAGAS	145
Quadro 53 - Produtividade dos poços do Sistema Aquífero Guarani	147
Quadro 54 - Capacidade instalada e potencial hidrelétrico (inventariado e remanescente), em potência (MW), da Região Hidrográfica do Paraná.....	149
Quadro 55 - Capacidade instalada (atual) de geração de energia hidrelétrica na Região Hidrográfica do Paraná.....	150
Quadro 56 - Capacidade de geração de energia por meio de futuras centrais hidrelétricas na Região Hidrográfica do Paraná, por Sub 1 e por tipo de <i>status</i>	153

Lista de Quadros

Quadro 57 - Vazão regularizada pelas principais UHEs da Região Hidrográfica do Paraná.	158
Quadro 58 - Comparativo de custos e outros itens entre os modais.....	163
Quadro 59 - Balanço entre demandas e vazões de estiagem Q95 nas unidades Sub 1 e Sub 2 da Região Hidrográfica do Paraná	169
Quadro 60 - Balanços entre vazões médias acumuladas e demandas para usos consuntivos nas unidades Sub 2 da Região Hidrográfica do Paraná.....	173
Quadro 61 - Balanços entre vazões médias acumuladas e demandas para usos consuntivos nas unidades Sub 1 da Região Hidrográfica do Paraná.....	174
Quadro 62 - Estimativa potencial de disponibilidade hídrica x demanda potencial de água nos principais sistemas aquíferos presentes na Região Hidrográfica do Paraná.....	174
Quadro 63 - Valores das vazões a serem liberadas do Sistema Equivalente – conforme Resolução Conjunta ANA/DAEE nº 428, de 04 de agosto de 2.004	178
Quadro 64 - Dados do Sistema de Acompanhamento e Avaliação da Implementação da Política de Recursos Hídricos – SIAPREH	189
Quadro 65 - Síntese das informações sobre componentes de gestão de recursos hídricos e meio ambiente nas diversas unidades da Federação presentes na Região Hidrográfica do Paraná	190
Quadro 66 - Síntese das informações sobre os sistemas de outorga dos órgãos gestores de recursos hídricos Federal (ANA) e das unidades da Federação presentes na Região Hidrográfica do Paraná	194
Quadro 67 - Número de outorgas emitidas na Região Hidrográfica do Paraná e no Brasil, excluindo-se lançamento de efluentes	194
Quadro 68 - Número de outorgas emitidas na Região Hidrográfica do Paraná por tipo de uso (finalidade)	195
Quadro 69 - Vazão outorgada na Região Hidrográfica do Paraná por tipo de uso (finalidade).....	196
Quadro 70 - Percentual do número de outorgas emitidas na Região Hidrográfica do Paraná em relação ao total do Brasil, por tipo de uso (finalidade).....	196
Quadro 71 - Percentual das vazões outorgas emitidas na Região Hidrográfica do Paraná em relação ao total do Brasil, por tipo de uso (finalidade).....	197
Quadro 72 - Vazões outorgadas em Minas Gerais para captações superficiais, por unidade Sub 1, em m3/s	198
Quadro 73. Vazões outorgadas em Minas Gerais para captações subterrâneas, por unidade Sub 1, em m3/s.....	198
Quadro 74 - Vazões outorgadas em São Paulo para captações superficiais, por Sub 1.....	199
Quadro 75 - Vazões outorgadas em São Paulo para captações subterrâneas, por Sub 1.....	199
Quadro 76 - Vazões outorgadas em São Paulo para pontos de lançamento de efluentes em corpos de água	199
Quadro 77 - Principais Tratados e Compromissos Internacionais relativos aos Recursos Hídricos.....	202
Quadro 78 - Cotejo entre demandas atuais e disponibilidades de água na Região Hidrográfica do Paraná	209
Quadro 79 - Projeções populacionais para a Região Hidrográfica do Paraná, suas unidades Sub 1 e algumas unidades Sub 2 selecionadas	210
Quadro 80 - Síntese das cargas orgânicas domésticas lançada e assimilada, além da estimativa de capacidade de assimilação destas cargas na Região Hidrográfica do Paraná.....	211

Lista de Figuras

Figura 1 - Localização da Região Hidrográfica do Paraná entre as 12 regiões definidas pela Resolução CNRH n.º 32	28
Figura 2 - Localização da Região Hidrográfica do Paraná entre as unidades hidrográficas do rio da Prata	29
Figura 5 - Tipos de solos encontrados na Região Hidrográfica do Paraná.....	33
Figura 6 - A Região Hidrográfica do Paraná e suas seis unidades hidrográficas (Sub 1), divisão adotada neste Caderno	34
Figura 7 - Mapa Base	35
Figura 8 - Percentual em área da extensão das unidades hidrográficas Sub 1 na Região Hidrográfica do Paraná.....	36
Figura 9 - Unidades hidrográficas Sub 1 (cores diferentes) e Sub 2 (numeração – códigos) da Região Hidrográfica do Paraná	39
Figura 10 - Rede hidrográfica da Região Hidrográfica do Paraná e suas unidades Sub 1	40
Figura 11 - Junção dos rios Paranaíba e Grande na formação do rio Paraná	42
Figura 12 - Foz do rio Tietê no rio Paraná e arredores.....	42
Figura 13 - Discretização dos municípios da Região Hidrográfica do Paraná, sendo em amarelo aqueles totalmente inseridos e em verde os demais que, acrescidos aos de amarelo, compõem a Região Hidrográfica Expandida do Paraná (RHE Paraná)	45
Figura 14 - Discretização dos municípios nas unidades hidrográficas Sub 1 e unidades da Federação da Região Hidrográfica do Paraná.....	45
Figura 15 - Cidades mais populosas e maiores concentrações populacionais da Região Hidrográfica do Paraná	50
Figura 16 - Vazão média de longo período ($Q_{m\acute{e}dia}$) nas unidades Sub 1 da Região Hidrográfica do Paraná.....	52
Figura 17 - Vazão de estiagem (Q_{95}) nas unidades Sub 1 da Região Hidrográfica do Paraná	52
Figura 18 - Vazão média de longo período específica (q) nas unidades Sub 1 da Região Hidrográfica do Paraná	53
Figura 19 - Vazão de estiagem específica ($Q_{95\ esp}$) nas unidades Sub 1 da Região Hidrográfica do Paraná.....	53
Figura 21 - Vazões Q_m (por ano) <i>per capita</i> nas unidades hidrográficas Sub 2 da Região Hidrográfica do Paraná.....	58
Figura 22 - Vazões Q_m (por ano) <i>per capita</i> nas unidades hidrográficas Sub 1 da Região Hidrográfica do Paraná.....	58
Figura 23 - Vazões Q_m (por ano) <i>per capita</i> nas unidades hidrográficas Sub 2 da Região Hidrográfica do Parana.....	59
Figura 24 - Províncias hidrogeológicas brasileiras	60
Figura 25 - Sistemas Aquíferos	62
Figura 26 - Representação esquemática do posicionamento estratigráfico do Sistema Aquífero Guarani	64
Figura 27 - Áreas de afloramento e confinamento do Sistema Aquífero Guarani ao longo da Região Hidrográfica do Paraná e arredores.....	66
Figura 28 - Mapa simplificado do Aquífero Guarani, com áreas de recarga e descarga, e situação em relação às bacias hidrográfica e sedimentar do Paraná	66
Figura 29 - Principais aquíferos presentes no Alto Tietê	69
Figura 30 - Nível dos reservatórios nas regiões Sudeste/Centro-Oeste, de 1996 a 2005, com destaque para o evento crítico (estiagem) de 2001.....	71
Figura 31 - Indicadores de qualidade das águas.....	76
Figura 32 - Indicadores de qualidade das águas.....	76
Figura 33 - Qualidade das Águas Superficiais	77
Figura 34 - Dados de IAP em SP: pontos de monitoramento, trechos dos rios e qualidades associadas	81
Figura 35 - Dados de IAP em pontos monitorados em reservatórios da RM-SP	82
Figura 36 - Dados de IQA em pontos monitorados na unidade do Paranaíba, em MG.....	82
Figura 37 - Dados de IQA em pontos monitorados na unidade do Grande.....	83
Figura 38 - Localização dos poços tubulares monitorados pela CETESB em São Paulo.....	84

Lista de Figuras

Figura 39 - Situação das cargas orgânicas domésticas lançadas nas unidades Sub 2 e Sub 1 da Região Hidrográfica do Paraná	87
Figura 40 - Relação carga lançada / carga assimilável (cargas orgânicas domésticas) nas unidades Sub 1 da Região Hidrográfica do Paraná	87
Figura 41 - Relação carga lançada / carga assimilável (cargas orgânicas domésticas) nas unidades Sub 2 da Região Hidrográfica do Paraná	88
Figura 42 - Evolução do número de áreas contaminadas cadastradas no Estado de São Paulo	90
Figura 43 - Cargas poluidoras da suinocultura (toneladas DBO/dia)	91
Figura 44 - Produção anual de sedimentos no Brasil, com destaque na Região Hidrográfica do Paraná (toneladas/km².ano)	92
Figura 45 - Áreas com alta e muito alta susceptibilidade à erosão no Estado de São Paulo	92
Figura 46 - Áreas com ocorrência de assoreamento no Estado de São Paulo – indicações em vermelho	93
Figura 47 - Ecorregiões aquáticas presentes na Região Hidrográfica do Paraná.....	94
Figura 48 - Localização das áreas consideradas prioritárias pelo IBAMA/MMA.....	97
Figura 49 - Unidades de conservação ambiental e áreas correlatas presentes na RM-SP, RM-Campinas e arredores	98
Figura 50 - Unidades de conservação ambiental e áreas correlatas presentes em Brasília e arredores PNRH-BASE (2005).....	99
Figura 51 - Situação Ambiental - Unidades de Conservação	100
Figura 52 - Unidades de conservação ambiental e áreas correlatas presentes na RM-Curitiba e arredores	101
Figura 53 - Principais unidades de conservação ambiental presentes na Região Hidrográfica do Paraná	102
Figura 54 - Terras Indígenas.....	103
Figura 55 - Principais APAs Estaduais presentes em SP	104
Figura 56 - Evolução da ação antrópica sobre a vegetação nativa.....	106
Figura 57 - Cobertura vegetal remanescente e áreas com vegetação devastada pela ação antrópica	107
Figura 58 - Elementos de Uso da Terra	108
Figura 59 - Retirada de água para irrigação por unidade de área (L/s.km2)	110
Figura 60 - Evolução da área irrigada no Brasil	111
Figura 61 - Área agricultável (utilizada e não utilizada para agricultura e pecuária) no Brasil e em alguns países selecionados	111
Figura 62 - Venda de fertilizantes nas unidades da Federação do Brasil.....	113
Figura 63 - Venda de agrotóxicos nas unidades da Federação do Brasil.....	113
Figura 64 - Produção de cana-de-açúcar, em toneladas/ano, nos municípios da RHE Paraná	115
Figura 65 - Produção de laranja, em 1.000 frutos/ano, nos municípios da RHE Paraná.....	115
Figura 66 - Produção de milho, em toneladas/ano, nos municípios da RHE Paraná	116
Figura 67 - Produção de soja, em toneladas/ano, nos municípios da RHE Paraná	116
Figura 68 - Evolução da produção de carne (bovina, suína e de frango) no Brasil.....	117
Figura 69 - Cabeças de gado bovino nos municípios da RHE Paraná	119
Figura 70 - Cabeças de rebanho suíno nos municípios da RHE Paraná.....	120
Figura 71 - Galinhas, galos, frangos e pintos nos municípios da RHE Paraná	120
Figura 72 - Município de São Paulo, Região Metropolitana de São Paulo e a Região Hidrográfica do Paraná	126
Figura 73 - Crescimento demográfico, no período 1991-1996, na RM-SP	127
Figura 74 - Capitais (Estaduais e Federal), regiões metropolitanas e principais cidades da Região Hidrográfica do Paraná.....	127
Figura 75 - Índice de desenvolvimento humano (IDH) dos municípios com sede na Região Hidrográfica do Paraná, em 1991 e 2000	128

Lista de Figuras

Figura 76 - Dados comparativos de PIB <i>per capita</i> da Região Hidrográfica do Paraná, unidades Sub 1 da Região Hidrográfica do Paraná, UFs e Brasil – 2000	130
Figura 77 - Ilustração dos índices de atendimento de coleta de esgoto para municípios selecionados da região Centro-Oeste, com ênfase para MS, GO e DF.....	134
Figura 78 - Ilustração dos índices de atendimento de coleta de esgoto para municípios selecionados dos Estados do Paraná e Santa Catarina...	134
Figura 79 - Ilustração dos índices de atendimento de coleta de esgoto para municípios selecionados da Região Sudeste, com ênfase para SP e MG	135
Figura 80 - Vazão de retirada (demanda) por unidade Sub 1 da Região Hidrográfica do Paraná	137
Figura 81 - Vazão de retirada (demanda), por tipo de uso consuntivo, na Região Hidrográfica do Paraná	140
Figura 82 - Vazão de retirada (demanda), por tipo de uso consuntivo, no Brasil	141
Figura 83 - Vazões de retirada (de demanda), em %, por tipo de uso consuntivo, por unidade Sub 1 da Região Hidrográfica do Paraná ...	142
Figura 84 - Poços tubulares presentes na Região Hidrográfica do Paraná – dados do sistema SIAGAS da CPRM e SUDERHSA	145
Figura 85 - Poços tubulares presentes no Paraná	146
Figura 86 - Porcentagem de uso de águas subterrâneas em abastecimento público no Estado de São Paulo.....	146
Figura 87 - Capacidade instalada e potencial hidrelétrico (inventariado e remanescente), em potência (MW), da Região Hidrográfica do Paraná.....	149
Figura 88 - Capacidade atual de geração de energia hidrelétrica nas Sub 1 da Região Hidrográfica do Paraná	150
Figura 89 - Centrais Hidrelétricas em Operação	151
Figura 90 - Futuras Centrais Hidrelétricas.....	152
Figura 91 - Capacidade de geração de energia por meio de futuras centrais hidrelétricas na Região Hidrográfica do Paraná, por Sub 1 e por tipo de <i>status</i>	153
Figura 92 - Vazões médias mensais históricas naturais, em m ³ /s, nos locais das UHEs de Ilha Solteira, Jupia, Porto Primavera e Itaipu (ONS, 2005).....	154
Figura 93 - Vazões médias mensais históricas, em m ³ /s, no local da UHE de Itaipu	155
Figura 94 - Ilustração parcial dos reservatórios das UHEs de Porto Primavera, no rio Paraná e Rosana, no rio Paranapanema	156
Figura 95 - Procedimentos para implantação de aproveitamentos hidrelétricos com potência acima de 30 MW – UHEs.....	157
Figura 96 - Localização dos pequenos aproveitamentos hidrelétricos (micro e PCHs) existentes na Bacia do Paraná	157
Figura 97 - Procedimentos para implantação de aproveitamentos hidrelétricos com potência entre 1 e 30 MW – PCHs.....	158
Figura 98 - Vista da hidrovía Tietê-Paraná e seus principais elementos	162
Figura 99 - Evolução da produção transportada na hidrovía Tietê-Paraná (tku x 106).....	165
Figura 100 - Balanço entre demandas e vazões de estiação Q_{95} nas unidades Sub 1 da Região Hidrográfica do Paraná	166
Figura 101 - Balanço entre demandas e vazões de estiação Q_{95} (%) nas unidades Sub 2 da Região Hidrográfica do Paraná	167
Figura 102 - Demandas X Disponibilidade (Q_{95})	168
Figura 103 - Interações, de montante para jusante, entre as unidades Sub 2, na obtenção da vazão média acumulada – Sub 1 Grande....	170
Figura 104 - Interações, de montante para jusante, entre as unidades Sub 2, na obtenção da vazão média acumulada – Sub 1 Tietê	170
Figura 105 - Interações, de montante para jusante, entre as unidades Sub 2, na obtenção da vazão média acumulada – Sub 1 Paranaíba.....	171
Figura 106 - Interações, de montante para jusante, entre as unidades Sub 2, na obtenção da vazão média acumulada – Sub 1 Paranapanema ...	171
Figura 107 - Interações, de montante para jusante, entre as unidades Sub 2, na obtenção da vazão média acumulada – Sub 1 Iguaçu....	171

Lista de Figuras

Figura 108 - Interações, de montante para jusante, entre as unidades Sub 2, na obtenção da vazão média acumulada – Sub 1 Paraná e interação com demais unidades Sub 1 da Região Hidrográfica do Paraná	171
Figura 109 - Demanda X Disponibilidade (Considerando-se $Q_{acumulada}$)	172
Figura 110 - Esquema em perfil do Sistema Cantareira e suas represas	178
Figura 111 - Conflitos e interferências entre usuários.....	179
Figura 112 - Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos – UGRHIs em São Paulo	181
Figura 113 - Bacias hidrográficas do Mato Grosso do Sul.....	181
Figura 114 - Bacias (divisão Otto nível 4) de Goiás	182
Figura 115 - Bacias (unidades hidrográficas) do Paraná	182
Figura 116 - Estágio de implementação de CBHs no Paraná	183
Figura 117 - Unidades de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos – UPGRH de Minas Gerais, com destaque para aquelas presentes na RH Paraná: Paranaíba (PN), Grande (GD) e Piracicaba	183
Figura 118 - Bacias hidrográficas da RH-5 em Santa Catarina	184
Figura 119 - Bacias hidrográficas do Distrito Federal – Região Hidrográfica do Paraná em marrom	184
Figura 120 - Unidades Sub 2 (5) presentes na Sub 1 do Iguaçu	185
Figura 121 - Unidades Sub 2 presentes na Sub 1 do Paranapanema. Para os trechos paulistas, Paranapanema 1 equivale ao Alto Paranapanema (ALPA); Paranapanema 2 e Paranapanema 3 ao Médio Paranapanema (MP); Paranapanema 4 e Paranapanema 5 ao Pontal do Paranap	185
Figura 122 - Unidades Sub 2 (Tietê 1 a Tietê 5, equivalentes, aproximadamente, na divisão adotada em SP, ao PCJ, AT, SMT, TJ, TB e BT) presentes na Sub 1 do Tietê.....	186
Figura 123 - Unidades Sub 2 (15) presentes na Sub 1 do Grande em comparação àquelas adotadas pelo DAEE/SP (UGRHIs) e IGAM/MG (UPGRHs), com códigos em azul.....	186
Figura 124 - Unidades Sub 2 (7) presentes na Sub 1 do Paranaíba em comparação àquelas adotadas pelo Igam/MG (UPGRHs) e SEMARH/GO.....	187
Figura 125 - Análise Institucional.....	188
Figura 126 - Composição do CBH-PCJ (Federal)	191
Figura 127 - Número de outorgas emitidas na Região Hidrográfica do Paraná por tipo de uso (finalidade).....	195
Figura 128 - Vazão outorgada na Região Hidrográfica do Paraná por tipo de uso (finalidade)	196
Figura 129 - Percentual do número de outorgas emitidas na Região Hidrográfica do Paraná em relação ao total do Brasil, por tipo de uso (finalidade).....	197
Figura 130 - Percentual das vazões outorgas emitidas na Região Hidrográfica do Paraná em relação ao total do Brasil, por tipo de uso (finalidade)	198
Figura 131 - Evolução do número de outorgas pelo DAEE de 1992 a 2006.....	200
Figura 132 - Porcentagem de outorgas no Estado de São Paulo por tipologia	201
Figura 133 - Níveis de comprometimento: baixo risco, médio e alto risco de atendimento à demanda, considerando-se o balanço demandas estimadas x Q95	209
Figura 134 - Vocações da Região Hidrográfica do Paraná.....	213
Figura 135 - Condicionantes para o aproveitamento dos recursos hídricos da Região Hidrográfica do Paraná	214

Lista de Siglas

ABAS – Associação Brasileira de Águas Subterrâneas

ABES – Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental

ABGE – Associação Brasileira de Geologia de Engenharia e Ambiental

ABRH – Associação Brasileira de Recursos Hídricos

AEVC – Associação dos Engenheiros e Arquitetos do Vale de Canoinhas

ALPA – Alto Paranaapanema

AMPLA – Associação dos Municípios do Planalto Norte

ANA – Agência Nacional de Águas

ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica

APA – Área de Proteção Ambiental

APP – Área de Proteção Permanente

APRM – Área de Proteção e Recuperação de Mananciais

ARIE – Área de Relevante Interesse Ecológico

AT – Alto Tietê

BAT – Bacia do Alto Tietê

BEDA – Unidade de equivalente animal

BH – Bacia Hidrográfica

BPG – Baixo Pardo – Grande

BT – Baixo Tietê

CBH – Comitê de Bacia Hidrográfica

CCEE – Câmara de Comercialização de Energia Elétrica

CDI – Comissão de Direito Internacional das Nações Unidas

CECA – Conselho Estadual de Controle Ambiental – MS

CEMIG – Companhia Energética de Minas Gerais

CEPAS – Centro de Pesquisas de Águas Subterrâneas – IGc-USP

CER-PR – Comissão Executiva Regional da R.H. do Paraná

CERH – Conselho Estadual de Recursos Hídricos

CERs – Comissões Executivas Regionais

CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental

CMSE – Comitê de Monitoramento do Setor Elétrico

CNPE – Conselho Nacional de Política Energética

CNRH – Conselho Nacional de Recursos Hídricos

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente

COPAM – Conselho de Política Ambiental – MG

COPEL – Companhia Paranaense de Energia

CORHI – Comitê Coordenador do Plano Estadual de Recursos Hídricos – CORHI

CPRM – Companhia Brasileira de Pesquisa e Recursos Minerais

CPTI – Cooperativa de Serviços e Pesquisas Tecnológicas e Industriais

CRH – Conselho Estadual de Recursos Hídricos – CRH – São Paulo

CTH – Centro Tecnológico de Hidráulica – DAEE/São Paulo

CT-PNRH – Câmara Técnica do PNRH no CNRH

DAEE – Departamento de Águas e Energia Elétrica – SP

DBO – Demanda Bioquímica de Oxigênio

DBR – Documento Base de Referência do PNRH

DF – Distrito Federal

DHN – Divisão Hidrográfica Nacional

DPE – Diretoria de Planejamento e Estruturação – SRH/MMA

DRHI – Diretoria de Recursos Hídricos – SDS/SC

EE – Estação Ecológica

ELETROBRÁS – Centrais Elétricas Brasileiras

EMATER – Instituto Paranaense de Assistência Técnica e Extensão Rural – PR

EMBRATUR – Empresa Brasileira de Turismo

EP-USP – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo

EPE – Empresa de Pesquisa Energética

ETA – Estação de Tratamento de Água

ETE – Estação de Tratamento de Esgoto

ETr – Evapotranspiração real

FEHIDRO – Fundo Estadual de Recursos Hídricos – São Paulo

FGV – Fundação Getúlio Vargas

FN – Floresta Nacional

FUSP – Fundação de Apoio à Universidade de São Paulo

GEF – Global Environment Facility – Fundo para o Meio Ambiente Mundial

Lista de Siglas

GEF-GUARANI – Projeto Aquífero Guarani – GEF

GO – Goiás

GTCE – Grupo Técnico de Coordenação e Execução do PNRH

Ha – Hectare

IAP – Índice de Qualidade de Água Bruta para fins de Abastecimento Público

Ibama – Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis

IBGE – Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IDH – Índice de Desenvolvimento Humano

Igam – Instituto Mineiro de Gestão das Águas

IMAP – Instituto de Meio Ambiente Pantanal – MS

IpardeS – Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social

IQA – Índice de Qualidade das Águas

IVA – Índice de Proteção da Vida Aquática

LI – Licença de Instalação

LO – Licença de Operação

LP – Licença Prévia

MAB – Movimento dos Atingidos por Barragens

MG – Minas Gerais

MMA – Ministério do Meio Ambiente

MME – Ministério de Minas e Energia

MP – Médio Parapanema

MS – Mato Grosso do Sul

MST – Movimento dos Sem Terra

MT – Ministério dos Transportes

OD – Oxigênio Dissolvido, em mg/L

OEА – Organização dos Estados Americanos

ONS – Operador Nacional do Sistema Elétrico

P – Precipitação pluviométrica média plurianual, em mm

P2 – Prevenção à Poluição

PCH – Pequenas Centrais Hidrelétricas

PCJ – Bacias Hidrográficas dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiá

PERH – Política Estadual de Recursos Hídricos

PIB – Produto Interno Bruto

PN – Parque Nacional

PNMA – Programa Nacional do Meio Ambiente

PNRH – Plano Nacional de Recursos Hídricos

PNRH-BASE – Base georreferenciada do Plano Nacional de Recursos Hídricos – SRH/MMA

PNRH-DBR – Documento Básico de Referência do Plano Nacional de Recursos Hídricos

PNSB – Pesquisa Nacional de Saneamento Básico – IBGE

PNV – Plano de Nacional de Viação

PP – Pontal do Parapanema

PPA – Plano Plurianual

PR – Paraná

Probio – Projeto de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Biológica Brasileira

P + L – Produção mais Limpa

Q7,10 – Vazão mínima de 7 dias com período de retorno de 10 anos, em m³/s

Q95 – Vazão mínima com 95% de permanência, em m³/s

Q95 esp – Vazão (específica – por unidade de área) mínima com 95% de permanência, L/s.km²

Qm – Vazão média de longo período, em m³/s

Qmédia – Vazão média de longo período, em m³/s

RB – Reserva Biológica

REc – Reserva Ecológica

RH – Região Hidrográfica

RHE Paraná – Região Hidrográfica Expandida Paraná

RIDE – Região Integrada de Desenvolvimento do Distrito Federal e Entorno

RM – Região Metropolitana

RM-SP – Região Metropolitana de São Paulo

RP – Ribeirão Preto

RPPN – Reserva Particular de Proteção do Ambiente Natural

Lista de Siglas

RT – Relatório Técnico

r95 – Razão entre Q95 e Qm

SAC – Sistema Aquífero Cristalino

SAG – Sistema Aquífero Guarani

SANEAGO – Saneamento de Goiás

SANEPAR – Companhia de Saneamento do Estado do Paraná

SANESUL – Empresa de Saneamento de Mato Grosso do Sul

SAS – Sistema Aquífero Sedimentar

SBG – Sociedade Brasileira de Geologia

SC – Santa Catarina

SDDI – Supervisão de Documentação e Disseminação de Informações – IBGE

SDS – Secretaria de Estado do Desenvolvimento Social, Urbano e Meio Ambiente

SEADE – Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados

SEAP – Secretaria Especial de Aqüicultura e Pesca

SEMA-MS – Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos – MS

SEMA-PR – Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos – PR

SEMARH – Secretaria do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos – GO

SGM – Superintendência de Geologia e Mineração

SIAGAS – Sistema de Informações de Águas Subterrâneas – CPRM

SIAPREH – Sistema de Acompanhamento e Avaliação da Implementação da Política de Recursos Hídricos no Brasil

SIC – Secretaria de Estado da Indústria e Comércio

SIG – Sistema de Informações Geográficas

SIN – Sistema Nacional Interligado

SINGREH – Sistema Nacional de Gerenciamento dos Recursos Hídricos

SIPOT – Sistema de Informações do Potencial Hidrelétrico Brasileiro

SISNAMA – Sistema Nacional de Meio Ambiente

SJRP – São José do Rio Preto

SMA – Secretaria de Estado do Meio Ambiente – SP

SMT – Sorocaba – Médio Tietê

SNIS – Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento

SNUC – Sistema Nacional de Unidades de Conservação

SP – São Paulo

SRH/MMA – Secretaria de Recursos Hídricos do Ministério do Meio Ambiente

SUDERHSA – Superintendência de Desenvolvimento de Recursos Hídricos

TBP – Tratado Internacional da Bacia do rio da Prata

TDR – Termos de Referência

TB – Tietê – Batalha

TG – Turvo – Grande

TJ – Tietê – Jacaré

UC – Unidade de Conservação

UCA – Unidade de Conservação Ambiental

UF – Unidade da Federação

UGRHI – Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos

UHE – Usina Hidroelétrica

Unesco – Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e Cultura

UPGRH – Unidades de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos

WWF-US – World Wildlife Fund of United States

ZCAS – Zona de Convergência do Atlântico Sul

Apresentação

Este documento tem por base os estudos regionais desenvolvidos para subsidiar a elaboração do Plano Nacional de Recursos Hídricos.

Os Cadernos das Regiões Hidrográficas são estudos voltados para o estabelecimento de um Diagnóstico Básico e de uma Visão Regional dos Recursos Hídricos de cada uma das 12 Regiões Hidrográficas Brasileiras, destacando-se seu forte caráter estratégico.

Dentro dos trabalhos do Plano Nacional de Recursos Hídricos – PNRH, cada Caderno de Região Hidrográfica apresenta estudos retrospectivos, avaliação de conjuntura, e uma proposição de diretrizes e prioridades regionais. Para consubstanciar estes produtos, os documentos trazem uma análise de aspectos pertinentes à inserção macrorregional da região estudada, em vista das possíveis articulações com regiões vizinhas.

O Caderno da Região Hidrográfica do Paraná (CR–RH–PR) está dividido em seis capítulos e visou fornecer subsídios para:

- A consolidação dos relatórios (i) Visão Nacional dos Recursos Hídricos; (ii) Diagnóstico Estratégico dos Recursos Hídricos; (iii) Cenários, Diretrizes e Metas; (iv) Programas Nacionais e Regionais.*
- A participação qualificada no Seminário Regional de Prospectiva da Região Hidrográfica do Paraná e no Seminário Nacional de Consolidação de Diretrizes, Metas e Programas.*
- O desenvolvimento futuro de Planos de Recursos Hídricos de Bacias Hidrográficas e de Planos Estaduais de Recursos Hídricos.*

Os três primeiros capítulos perfazem os itens in-

trodutórios e metodológicos, o primeiro abordando a construção do PNRH, seguido de aspectos gerais sobre a concepção (métodos de trabalho) e processo de preparação do CR e, no terceiro, a contextualização dos desafios, no âmbito regional, da questão da água.

O quarto capítulo (“Caracterização e Análise Retrospectiva da Região Hidrográfica”) é o mais detalhado de todos e aborda questões relativas ao conhecimento dos recursos hídricos regionais, superficiais e subterrâneos, dos pontos de vista qualitativo e quantitativo, além de aspectos importantes que devem ser correlacionados, como os ecossistemas regionais e mecanismos de sustentabilidade; aspectos socioeconômicos e culturais e o quadro legal e institucional ligado à gestão dos recursos hídricos. Este capítulo constitui o arcabouço de dados e conhecimentos necessários à compreensão da situação atual (ou recente) dos recursos hídricos da região e interfaces inerentes a uma abordagem integrada.

O quinto capítulo, consubstanciado no anterior, apresenta o panorama conjuntural atual da Região Hidrográfica do Paraná, contemplando principais vocações, desafios, conflitos e interferências envolvendo a questão da água.

O capítulo seis, dentro da metodologia participativa e prospectiva do PNRH, apresenta as conclusões.

Conforme será verificado nos próximos capítulos, a Região Hidrográfica do Paraná apresenta atributos específicos, podendo-se considerá-los, em seu conjunto, singulares e, comparativamente, sem igual no Brasil, pelas grandes dimensões e valores apresentados: população total e relativa; demandas de água para usos diversos; Produto Interno Bruto – PIB;

geração de energia hidrelétrica; porte e diversificação dos parques industrial e agropecuário; tamanho e complexidade socioambiental das grandes cidades; presença de áreas degradadas e áreas contaminadas; problemas de drenagem urbana, erosão e assoreamento; entre outros. Estes atributos dão uma noção da complexidade da Região Hidrográfica do Paraná, com implicações socioeconômicas e ambientais e diversas interferências em seus recursos hídricos superficiais e subterrâneos.

Os trabalhos desenvolveram-se paralelamente à elaboração do PNRH, contribuindo com elementos regionais para sua confecção ou consolidação, cuja primeira versão foi lançada em Brasília, em 3 de março de 2006, após aprovação pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos – CNRH, em 30 de janeiro de 2006.

1 | Plano Nacional de Recursos Hídricos

A Lei nº 9.433/1997 criou o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos – SINGREH e estabeleceu os instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos, entre os quais se destacam os Planos de Recursos Hídricos, definidos como planos diretores que visam a fundamentar e orientar a implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e o Gerenciamento dos recursos hídricos (art. 6º), devendo ser elaborados por bacia hidrográfica (Plano de Bacia), por Estado (Planos Estaduais) e para o País (Plano Nacional), conforme o art. 8º da referida lei. O Plano Nacional de Recursos Hídricos – PNRH, constitui-se em um planejamento estratégico para o período de 2005-2020, que estabelece diretrizes, metas e programas, pactuados socialmente por meio de um amplo processo de discussão, que visam assegurar às atuais e futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos, com base no manejo integrado dos Recursos Hídricos.

O PNRH deverá orientar a implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos, bem como o Gerenciamento dos Recursos Hídricos no País, apontando os caminhos para o uso da água no Brasil. Dada a natureza do PNRH, coube à SRH/MMA, a coordenação para a sua elaboração (Decreto nº 4.755 de 20 de junho de 2003, substituído pelo Decreto nº 5776, de 12 de maio de 2006).

O Plano encontra-se inserido no PPA 2004-2007 e configura-se como uma das prioridades do Ministério do Meio Ambiente e do Governo Federal. Cabe ressaltar o caráter continuado que deve ser conferido a esse Plano Nacional de Recursos Hídricos, incorporando o progresso ocorrido e as novas perspectivas e decisões que se apresentarem.

Com a atribuição de acompanhar, analisar e emitir parecer sobre o Plano Nacional de Recursos Hídricos, foi criada, no âmbito do Conselho Nacional de Recursos Hídricos, a

Câmara Técnica do PNRH – CTPNRH/CNRH, por meio da Resolução CNRH nº 4, de 10 de junho de 1999. Para prover a necessária função executiva de elaboração do PNRH, a CTPNRH/ CNRH criou o Grupo Técnico de Coordenação e Elaboração do Plano – GTCE/PNRH, composto pela Secretaria de Recursos Hídricos – SRH/MMA e pela Agência Nacional de Águas – ANA. O GTCE/PNRH configura-se, portanto, como o Núcleo Executor do PNRH, assumindo a função de suporte à sua execução técnica.

A base físico-territorial utilizada pelo PNRH segue as diretrizes estabelecidas pela Resolução CNRH nº 30, de 11 de dezembro de 2002, adota como recorte geográfico para seu nível 1 a Divisão Hidrográfica Nacional, estabelecida pela Resolução CNRH nº 32, de 15 de outubro de 2003, que define 12 regiões hidrográficas para o País.

No âmbito das 12 Regiões Hidrográficas Nacionais foi estabelecido um processo de discussão regional do PNRH. Essa etapa é fundamentalmente baseada na estruturação de 12 Comissões Executivas Regionais – CERs, na realização de 12 Seminários Regionais de Prospectiva e de 27 Encontros Públicos Estaduais. As CERs, instituídas através da Portaria Ministerial nº 274, de 4 de novembro de 2004, têm a função de auxiliar regionalmente na elaboração do PNRH, bem como participar em suas diversas etapas.

Sua composição obedece a um equilíbrio entre representantes dos Sistemas Estaduais de Gerenciamento de Recursos Hídricos, dos segmentos usuários da água, das organizações da sociedade civil e da União.

O processo de elaboração do PNRH baseou-se num conjunto de discussões, informações técnicas que amparam o processo de articulação política, proporcionando a consolidação e a difusão do conhecimento existente nas diversas organizações que atuam no Sistema Nacional e nos Sistemas Estaduais de Gerenciamento de Recursos Hídricos.



2 | Conceção Geral

Na elaboração deste Caderno, foram efetuadas atividades de coleta, tratamento e sistematização de informações e dados secundários relativos a temas diversos, atrelados direta ou indiretamente aos recursos hídricos da Região Hidrográfica do Paraná, além de uma série de reuniões de trabalho, visando discutir temas de interesse e gerar subsídios aos produtos propostos.

As reuniões coletivas de trabalho foram: Primeira Reunião dos Consultores Regionais com a SRH/MMA, efetuada em 24 e 25 de maio de 2005, em Brasília, DF; e duas reuniões com a Comissão Executiva Regional do Paraná – CER-PR, uma delas efetuada em 4 e 5 de julho e outra em 5 e 6 de setembro de 2005, ambas em São Paulo. Por fim, foi efetuado o Seminário Regional de Prospectiva, em 29 e 30 de setembro de 2005, em Curitiba, PR, que constituiu o principal evento previsto no projeto.

A itemização do Caderno da Região Hidrográfica inclui:

- Pré-texto, incluindo Sumário
- Apresentação
- Apresentação do Plano Nacional de Recursos Hídricos
- Caracterização e Análise Retrospectiva
- Análise de Conjuntura
- Conclusões
- Referências
- Anexos

Estes estudos estão voltados para a identificação das potencialidades e os conseqüentes comprometimentos e restrições dos recursos ambientais, com ênfase na questão da água, em face às atividades produtivas instaladas e ao crescimento demográfico da Região.

Dessa forma, podem ser identificados temas, que guardam estreita interdependência, quais sejam: o conhecimento dos recursos hídricos regionais, superficiais e subterrâneos, sob

a óptica da quantidade e da qualidade; o conhecimento dos ecossistemas regionais e mecanismos de sustentabilidade; a observação dos aspectos sociais, econômicos e culturais e; o conhecimento do quadro legal e institucional ligado à gestão dos recursos hídricos.

As bases de dados foram trabalhadas predominantemente em ambiente de SIG e planilhas eletrônicas, as quais tiveram participação do engenheiro civil Elexander Amaral de Souza. As bases relativas ao Plano Nacional de Recursos Hídricos, da SRH/MMA, foram passadas em três etapas, a última delas na segunda quinzena de julho de 2005. Posteriormente, uma série de informações complementares foi obtida através da valiosa colaboração da SRH/MMA, dos membros da Comissão Executiva Regional do Paraná – CER-PR, dos órgãos gestores estaduais e de outros contatos.

Os principais produtos cartográficos são 11 mapas temáticos:

- Caracterização da Região Hidrográfica
- Sistemas Aquíferos
- Unidades Hidroelétricas – UHEs
- Balanço entre Demanda e Disponibilidade
- Qualidade das Águas
- Situação Ambiental
- Elementos de Uso da Terra
- Conflitos pelo Uso da Água
- Aspectos Institucionais
- Vocação Regional
- Condicionantes para o aproveitamento dos recursos hídricos



Foto: Sabesp/Odair Marcos Faria (Barueri-SP)

3 | Água: Desafios Regionais

Constituem objetivos da Política Nacional de Recursos Hídricos “assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos; a utilização racional e integrada dos recursos hídricos, a prevenção e a defesa contra eventos hidrológicos críticos, de origem natural ou decorrente do uso inadequado dos recursos naturais” (Art. II da Lei Federal n.º 9.433/1997).

Estes objetivos vão de encontro aos fundamentos gerais da Política Nacional, segundo os quais “a água é um bem de domínio público; um recurso natural limitado dotado de valor econômico; em situações de escassez, seu uso prioritário deve ser o consumo humano e a dessedentação; a gestão dos recursos hídricos deve sempre proporcionar o uso múltiplo das águas; a bacia hidrográfica é a unidade territorial para implementação da Política Nacional Recursos Hídricos e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos; a gestão dos recursos hídricos deve ser descentralizada e contar com a participação do Poder Público, dos usuários e das comunidades” (Art. I da Lei Federal n.º 9.433/1997).

A ocupação atual da Região Hidrográfica do Paraná inclui grandes aglomerações populacionais, mais concentradas nas áreas de cabeceiras das principais drenagens ou nos altos e médios cursos dos principais cursos de água regionais, com pressão direta sobre os recursos hídricos locais (qualidade e quantidade), e uma parte central da região hidrográfica, com menor concentração populacional e com presença de grandes centrais hidrelétricas e aproveitamento múltiplo da água.

A Região Hidrográfica do Paraná apresenta cerca de 30% das demandas nacionais por água para usos consuntivos, mas possui menos que 7% da disponibilidade hídrica do Brasil, evidenciando potenciais situações de escassez ou

conflitos entre usos múltiplos da água. Além disso, é responsável por mais de 40% do PIB brasileiro, apresenta o maior e mais desenvolvido parque industrial nacional e diversificadas atividades agropecuárias, o que apresenta relação direta com os usos da água e potenciais impactos negativos, qualitativos ou quantitativos.

A disponibilização de água em condições adequadas para a população e demais usos constitui-se grande desafio, ainda mais pelo fato da Região Hidrográfica do Paraná concentrar mais de 32% da população brasileira – mais que o dobro da segunda mais populosa, que é o Atlântico Sudeste.

As regiões metropolitanas, notadamente São Paulo, Brasília, Campinas, Curitiba e Goiânia, mas também Londrina e Maringá, além de outras concentrações populacionais expressivas (Sorocaba, Ribeirão Preto, Uberlândia, Campo Grande etc.) impõem um dos maiores desafios regionais, que é o gerenciamento e a gestão de áreas altamente urbanizadas e povoadas, com evidentes interferências na qualidade das águas, degradadas pelas atividades antrópicas, bem como situações potenciais de escassez (grandes demandas em relação às disponibilidades de água existentes). O caso mais crítico é a Região Metropolitana de São Paulo, a maior concentração populacional do Brasil e uma das maiores do mundo.

Questões igualmente relevantes nestas grandes aglomerações populacionais são: uma série de problemas sociais; perdas nas redes de água e formas diversas de desperdício; problemas de drenagem urbana e situações de inundação; necessidade de proteção ou recuperação da cobertura vegetal e dos mananciais; gerenciamento de resíduos sólidos; entre outras.

Outro desafio na Região Hidrográfica do Paraná são as cargas poluidoras de origens diversas: doméstica; industrial; postos e sistemas retalhistas de combustíveis; veículos automotores; sistemas de saneamento *in situ*; cargas difusas, incluindo o uso de produtos agroquímicos e fertilizantes,

erosão e assoreamento etc. Neste sentido, merecem atenção especial os sistemas de tratamento de efluentes líquidos e gasosos; a disposição adequada de resíduos sólidos; o gerenciamento e a recuperação de áreas contaminadas ou degradadas; o manejo do uso do solo; e o gerenciamento de resíduos, com práticas que priorizem a redução na geração, a reciclagem e o reuso.

Mais de 60% da energia hidrelétrica do Sistema Interligado Nacional – SIN é produzida na Região Hidrográfica do Paraná, evidenciando uma das grandes vocações regionais.

As águas subterrâneas, assim como as superficiais, constituem importante recurso hídrico regional. Destaca-se o Sistema Aquífero Guarani, uma das maiores reservas de água doce do planeta e com sua maior extensão no Brasil exatamente na Região Hidrográfica do Paraná. Suas reservas situam-se, com raras exceções (Ribeirão Preto, São José do Rio Preto), em locais de pequena exploração, portanto, constituem reserva estratégica de água para futuras gerações, merecendo atenção quanto a sua preservação.

Por outro lado, não somente o Aquífero Guarani é importante, mas também outros sistemas, os quais, embora possuam menores volumes de água armazenados ou disponíveis, são por vezes mais acessíveis (caráter livre dos aquíferos e com espessuras tipicamente inferiores a 200m a 300m) e normalmente com qualidade natural das águas igualmente boa. Neste sentido, são citados os seguintes sistemas aquíferos: Bauru-Caiuá; Serra Geral; terrenos cristalinos antigos; e unidades presentes na Região Metropolitana de São Paulo.

A preservação dos mananciais subterrâneos, considerando-se aspectos de vulnerabilidade natural dos aquíferos e de cargas poluidoras, constitui-se em ação prioritária na Região Hidrográfica do Paraná, incluindo a preservação e o manejo das áreas de recarga, a proteção sanitária dos poços e o controle de interferências por superexploração.

De forma geral, sob uma abordagem integrada e participativa, a água, quer superficial, quer subterrânea, é um bem de domínio público e um recurso natural limitado dotado não somente de valor econômico, mas também social e ambiental.

4 | Caracterização e Análise Retrospectiva da Região Hidrográfica

Este capítulo tem por objetivo estabelecer um panorama geral da Região Hidrográfica do Paraná (RH Paraná), com enfoque na questão dos recursos hídricos e sua inter-relação com o processo de ocupação regional.

Seus itens estão voltados para a identificação das potencialidades e os conseqüentes comprometimentos e restrições dos recursos ambientais, com ênfase na questão da água, em face das atividades produtivas instaladas e do crescimento demográfico da região.

4.1 | Caracterização Geral da Região Hidrográfica

Localização e limites

Segundo dados de PNRH-DBR (2005), a Região Hidrográfica do Paraná apresenta 879.860 km², equivalente a 10,3% do terri-

tório nacional, a terceira mais extensa do Brasil – Quadro 1.

Perfaz uma das 12 Regiões Hidrográficas definidas pela Resolução CNRH n.º 32 de 15 de outubro de 2003. Limita-se ao sul com a RH do Uruguai; a sudeste com a RH do Atlântico Sul; a sudeste e leste com a RH do Atlântico Sudeste; a leste e nordeste com a RH do São Francisco; ao norte com a RH do Tocantins-Araguaia; a noroeste com a RH do Paraguai; a oeste com o Paraguai e a sudoeste com a Argentina – Figura 1.

A Região Hidrográfica do Paraná compreende o trecho brasileiro de uma das unidades hidrográficas da Bacia do Rio da Prata, o Alto Paraná (Figura 2), a qual corresponde à área de drenagem da Bacia do rio Paraná até a foz, este do rio Iguaçu, na tríplice fronteira Brasil – Argentina – Paraguai. Corresponde a aproximadamente 59% da Bacia do Rio Paraná e 29% da Bacia do Rio da Prata como um todo.

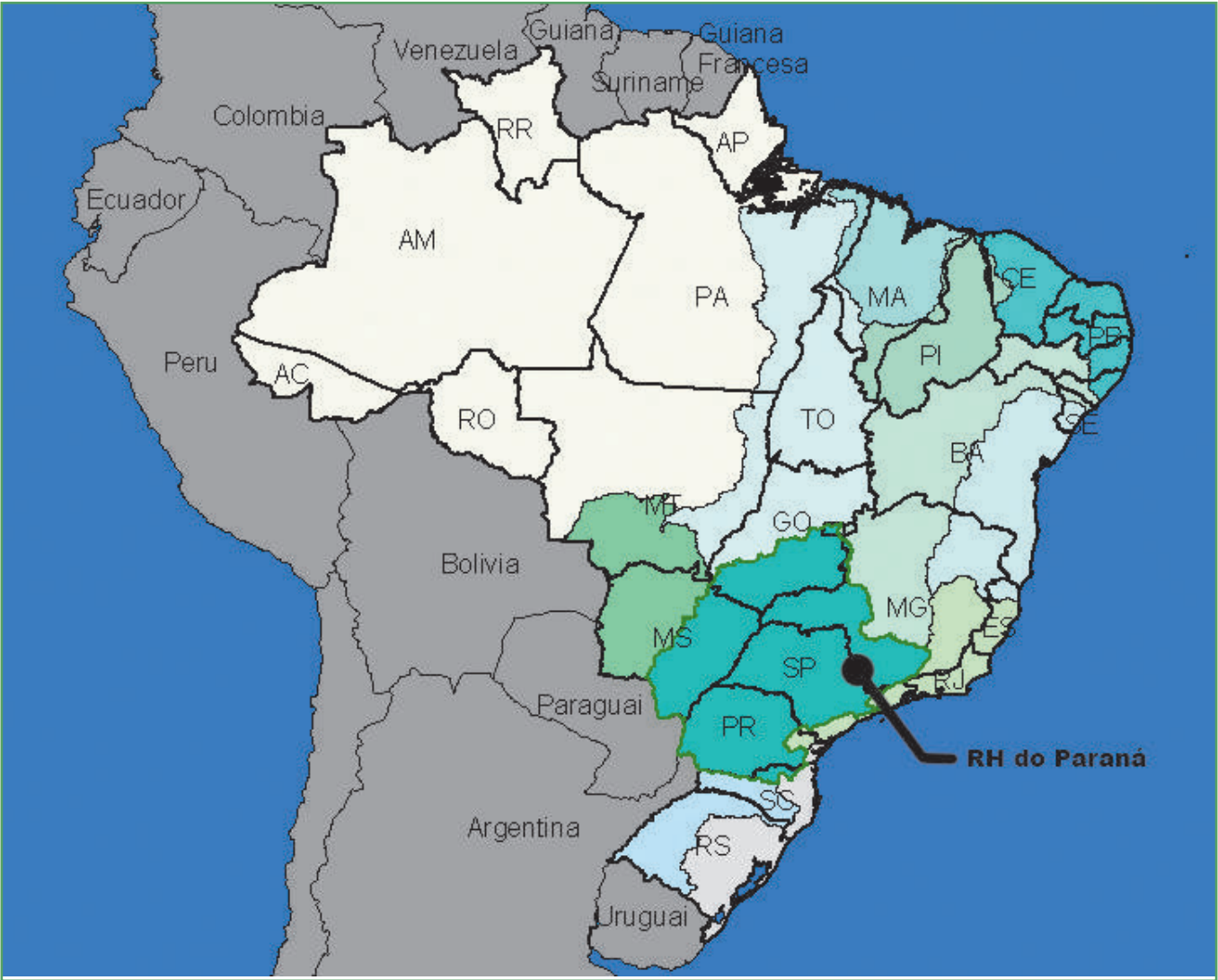
Quadro 1 - Regiões hidrográficas brasileiras e suas áreas (km²)

Região Hidrográfica	Área (km2)	% do Brasil
Amazônica	3.843.402	45,0
Tocantins-Araguaia	967.060	11,3
Paraná	879.860	10,3
São Francisco	638.323	7,5
Atlântico Leste	374.677	4,4
Paraguai	363.447	4,3
Parnaíba	334.113	3,9
Atlântico NE Oriental	287.348	3,4
Atlântico NE Ocidental	254.100	3,0
Atlântico Sudeste	229.972	2,7
Atlântico Sul	185.856	2,2
Uruguai	174.612	2,0
Brasil	8.532.770	100

Fonte: PNRH-DBR (2005)

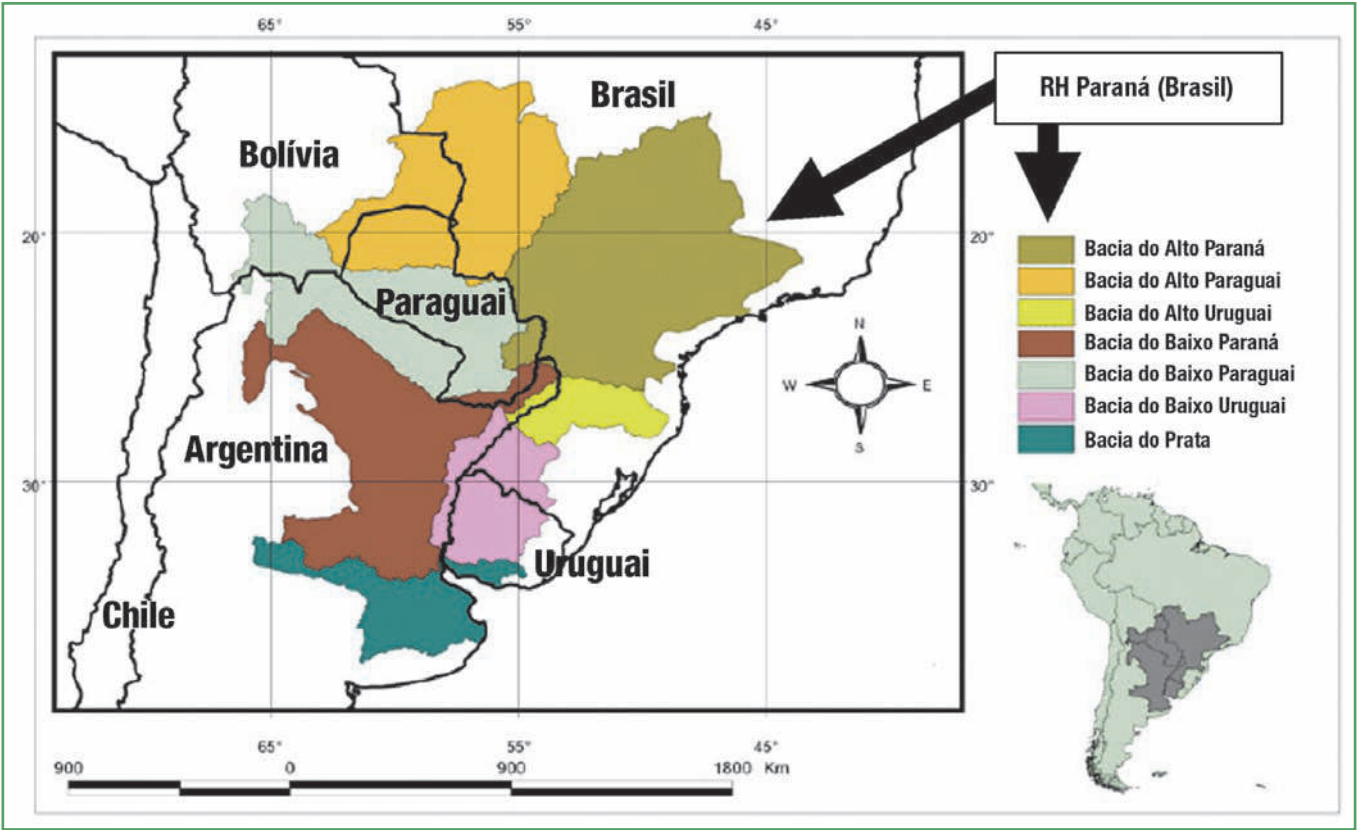
Apresenta extensão em sete unidades da Federação, sendo 24,1% pertencentes à área do Estado de São Paulo, 20,9% do Paraná, 19,3% do Mato Grosso do Sul, 18% de Minas

Gerais, 16,1% de Goiás, 1,2% de Santa Catarina e 0,4% do Distrito Federal – Quadro 2.



Fonte: PNRH-BASE (2005)

Figura 1 - Localização da Região Hidrográfica do Paraná entre as 12 regiões definidas pela Resolução CNRH n.º 32 de 15 de outubro de 2003



Fonte: TUCCI (2004)

Figura 2 - Localização da Região Hidrográfica do Paraná entre as unidades hidrográficas do rio da Prata

Quadro 2 - Unidades da Federação com área na Região Hidrográfica do Paraná

Unidade da Federação	Área (km²) – SIG PNRH-BASE (2005) *	% da Região Hidrográfica do Paraná PNRH-BASE (2005) *
São Paulo	211.787	24,1
Paraná	183.225	20,9
Mato Grosso do Sul	169.246	19,3
Minas Gerais	157.723	18,0
Goiás	140.930	16,1
Santa Catarina	10.816	1,2
Distrito Federal	3.666	0,4
RH-Paraná	877.393	100

Fonte: PNRH-BASE (2005)

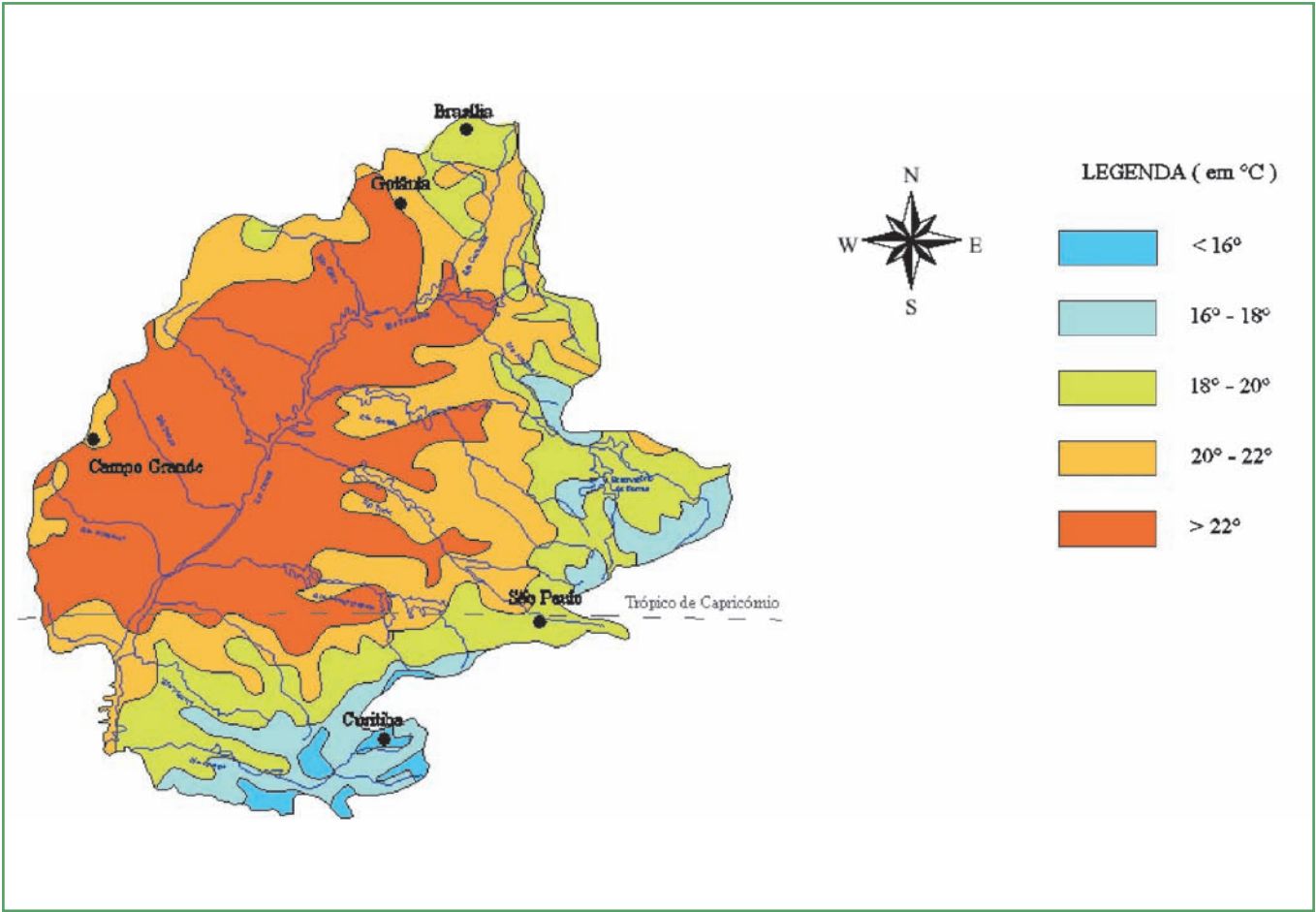
* O valor estimado pelo SIG PNRH-BASE (2005) foi de 877.393 km2, com diferença de 0,28% em relação aos valores de PNRH-DBR (2005), de 879.860 km2

A Região Hidrográfica do Paraná apresenta os seguintes pontos extremos, em termos de coordenadas geográficas: norte (latitude = -15,42°; longitude = -47,49°), sul (lat. = -26,86°; long. = -50,27°), leste (lat. = -21,31°; long. = -43,59°) e oeste (lat. = -22,20°; long. = -55,93°) PNRH-BASE (2005). É atravessada pelo Trópico de Capricórnio (lat. = - 23,5°), que corta, de leste para oeste, os Estados de São Paulo, Paraná e Mato Grosso do Sul.

Aspectos climáticos regionais

Na maior parte da Região Hidrográfica do Paraná predomina o clima tropical, com exceção de áreas que apresentam variações do clima subtropical temperado, basicamente nos Estados de Paraná e Santa Catarina.

A temperatura média anual é de 22°C, oscilando entre 16° e 28°C (PNRH-DBR, 2005). A Figura 3 apresenta isotermas de temperatura média plurianual (FGV, 1998), sendo as maiores médias concentradas na parte central (calha do rio Paraná e arredores) e noroeste da Região Hidrográfica do Paraná.

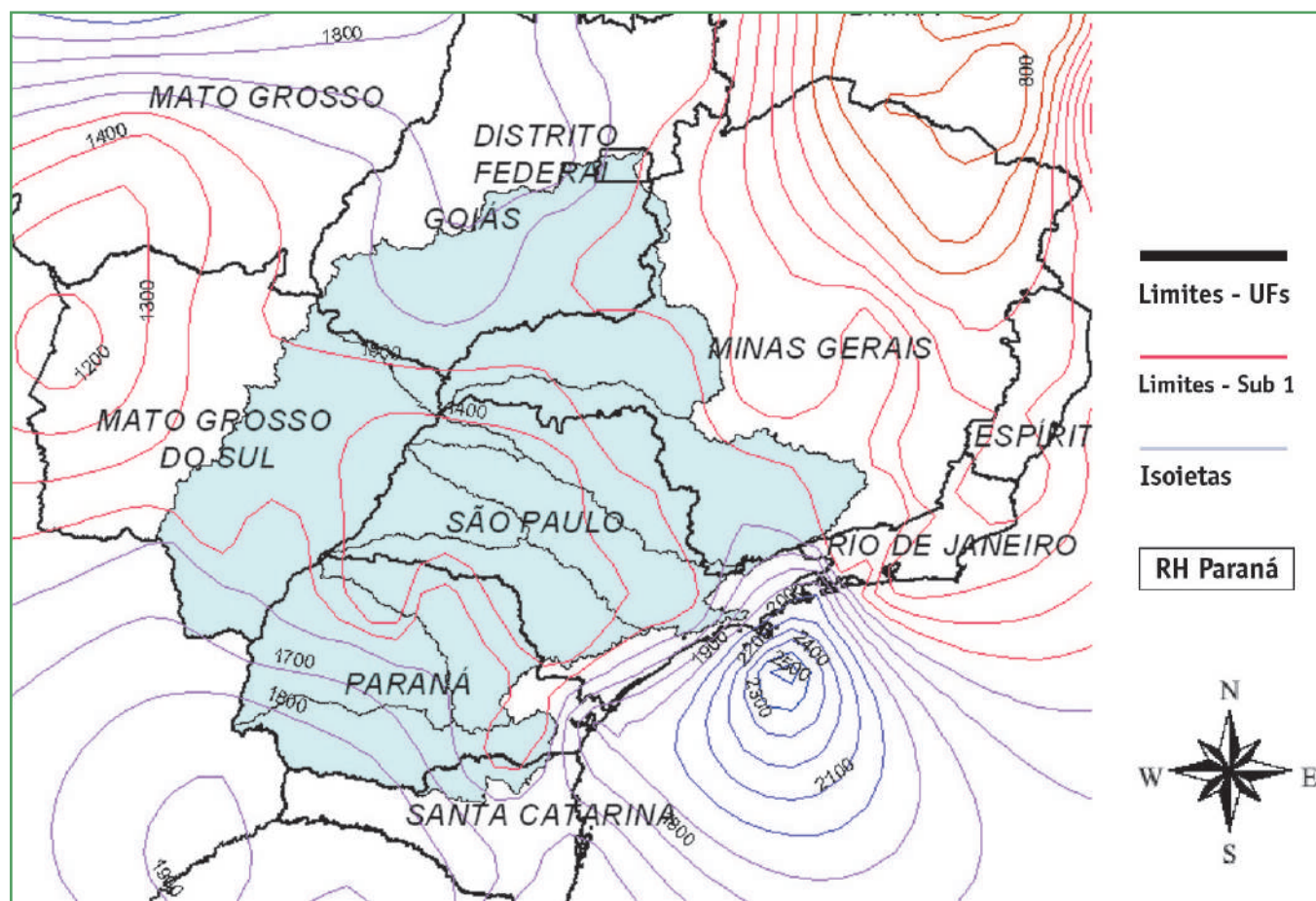


Fonte: FGV (1998)

Figura 3 - Isotermas de temperatura média anual na Região Hidrográfica do Paraná

A Figura 4 apresenta mapa de isoietas com precipitações médias plurianuais a partir da base de dados do

PNRH PNRH-BASE (2005).



Fonte: PNRH-BASE (2005)

Figura 4 - Isoietas de precipitações médias plurianuais

A precipitação média é de 1.511 mm/ano, com valores acima de 2.000 mm junto à Serra do Mar que define o limite com a Região Hidrográfica Atlântico Sudeste. O período mais chuvoso ocorre entre novembro a fevereiro. A evapotranspiração real é de 1.101 mm/ano, correspondente a 73% da precipitação (ANA, 2005a).

A Região Hidrográfica do Paraná apresenta variações espaciais e temporais quanto aos parâmetros climáticos, com repercussão direta na disponibilidade hídrica natural, e que se refletem na estrutura produtiva e nos usos da água. Cerca de 70% de sua área encontra-se ao norte do Trópico de Capricórnio, no cinturão tropical, onde a energia solar é maior que nas latitudes médias.

O clima regional é resultante das condições meteorológicas comandadas pelas interações dos sistemas atmosféricos Tropical Atlântico, Polar Atlântico, Tropical Continental, Equatorial Continental e as correspondentes perturbações frontais.

No verão, os centros de ação meteorológica, às vezes por vários dias, estacionam as frentes da Zona de Convergência do Atlântico Sul – ZCAS. Nestas condições, o avanço da massa Equatorial Continental provoca intensas chuvas, especialmente à altura do Estado de São Paulo.

De modo geral, as condições de tempo na Região Hidrográfica do Paraná dependem do controle da massa Tropical Atlântica, da invasão das frentes frias, das incursões da massa de ar Tropical Continental associada à Baixa do Chaco,

da permanência das ZCAS e das perturbações originadas pelo relevo. Desta forma, ante este conjunto de variáveis, as condições climáticas na região são bastante instáveis e de dinâmica complexa, alternando situações bem diferenciadas, tais como secas e enchentes (FGV, 1998).

Consultas *on-line* sobre a previsão do tempo, ventos, temperatura, precipitação pluviométrica, radiação solar, imagens de satélite, entre outros itens de interesse, podem ser efetuadas nos seguintes *sites*:

Instituto Nacional de Meteorologia – INMET: http://www.inmet.gov.br/html/prev_tempo.php

Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos – CPTEC: <http://tempo.cptec.inpe.br/cptec/buscar60.jsp>

Geologia, geomorfologia e solos

Na Região Hidrográfica do Paraná, há desde rochas cristalinas, ígneas e metamórficas, do embasamento Pré-Cambriano constituinte da Plataforma Sul-Americana, até rochas sedimentares das seqüências Paleozóica e Mesozóica da Bacia Sedimentar do Paraná, além de rochas básicas intrusivas, extrusivas e os sedimentos Cenozóicos (FGV, 1998).

Convém ressaltar que não há necessária coincidência entre bacia sedimentar e bacia Hidrográfica do Paraná, aspecto que será mais bem explicado a seguir.

As rochas Pré-Cambrianas do Embasamento Cristalino ocorrem em todo o bordo norte e leste da Região Hidrográfica do Paraná, nas áreas das cabeceiras e nos altos cursos dos principais rios. São rochas ígneas e metamórficas, subdivididas em blocos justapostos em consequência da intensa movimentação tectônica e dos eventos regionais de formação, metamorfismo, deformação, remobilização, intrusão e extrusão de rochas.

A região de domínio dessas rochas cristalinas encontra-se afetada por intenso tectonismo, marcado por extensos falhamentos do tipo transcorrente e inverso, responsáveis pela compartimentação em blocos tectônicos. Toda esta estruturação Pré-Cambriana sofreu reativações, afetando a compartimentação estrutural original por deformações rúpteis, aspecto bastante importante para as condições de ocorrência de água subterrânea no Cristalino.

Mais da metade da Região Hidrográfica do Paraná situa-se sobre rochas sedimentares e rochas ígneas intrusivas a extrusivas, que constituem geologicamente a Bacia Sedimentar do Paraná, uma unidade do tipo intracratônico e de grande extensão, e que se instalou sobre as rochas Pré-Cambrianas do Embasamento Cristalino. Suas diferentes formações geológicas estão posicionadas na forma de um amplo homoclinal com seu eixo longitudinal coincidindo aproximadamente com o eixo da drenagem principal (calha do rio Paraná) e com um mergulho suave, a partir de suas bordas leste e oeste, em direção ao centro da bacia.

Coberturas sedimentares Cenozóicas encontram-se assentadas sobre as diversas unidades lito-estratigráficas da Região Hidrográfica do Paraná. Em geral, são formadas por sedimentos de origem predominantemente fluvial, depositados sobre áreas de extensão bastante variada e constituídos por arenitos imaturos, com lentes lamíticas e leitos conglomeráticos subordinados, que alcançam espessuras de até 30m. Além destes, ocorrem sedimentos recentes das planícies aluvionares da rede de drenagem atual, constituídos por areias, lentes de conglomerados e argilas, com espessura de até 20 m e assentados tanto sobre os terrenos sedimentares, quanto sobre as áreas do Embasamento Cristalino (FGV, 1998).

Aspectos lito-estratigráficos e geotectônicos na Região Hidrográfica do Paraná podem ser verificados em Schneider *et al.* (1974), Fúlfar *et al.* (1980), IPT (1981a), Radambrasil (1983), Zalán *et al.* (1986, 1987, 1990), CPRM (2001), entre outros.

A geomorfologia da Região Hidrográfica do Paraná é caracterizada por uma sucessão de regiões morfo-estruturais, com formas de relevo distintas e continuadas, que incluem o Planalto Atlântico (desde a cota 1.800 m e correspondendo aos terrenos Pré-Cambrianos e sedimentos recentes), a Depressão Periférica (até a cota 450 m) e as *Cuestas* Basálticas, além do Planalto Ocidental, que se estende a partir da cota 1.000 m até a faixa central da Região Hidrográfica do Paraná, definida pela calha do rio Paraná nas cotas 350 a 150 m (FGV, 1998).

Características mais detalhadas sobre a geomorfologia regional podem ser observadas em IPT (1981b), Radambrasil (1983) e Ross & Moroz (1999), entre outras referências.

FGV (1998), adotando Radambrasil (1992), apresenta os seguintes principais grupos de solos existentes na Região

Hidrográfica do Paraná, considerando as características pedológicas e outros fatores (geologia, geomorfologia, topografia e clima): Latossolos Roxos, Podzólicos Vermelho-Amarelados, Terras Roxas Estruturadas, Latossolos Verme-

lho-Escuros, Latossolos Vermelho-Amarelados, Podzólicos Vermelho-Escuros, Cambissolos, aluviões recentes, entre outros – Figura 5. Outras referências trazem informações sobre os solos da região, como IAC (1999).

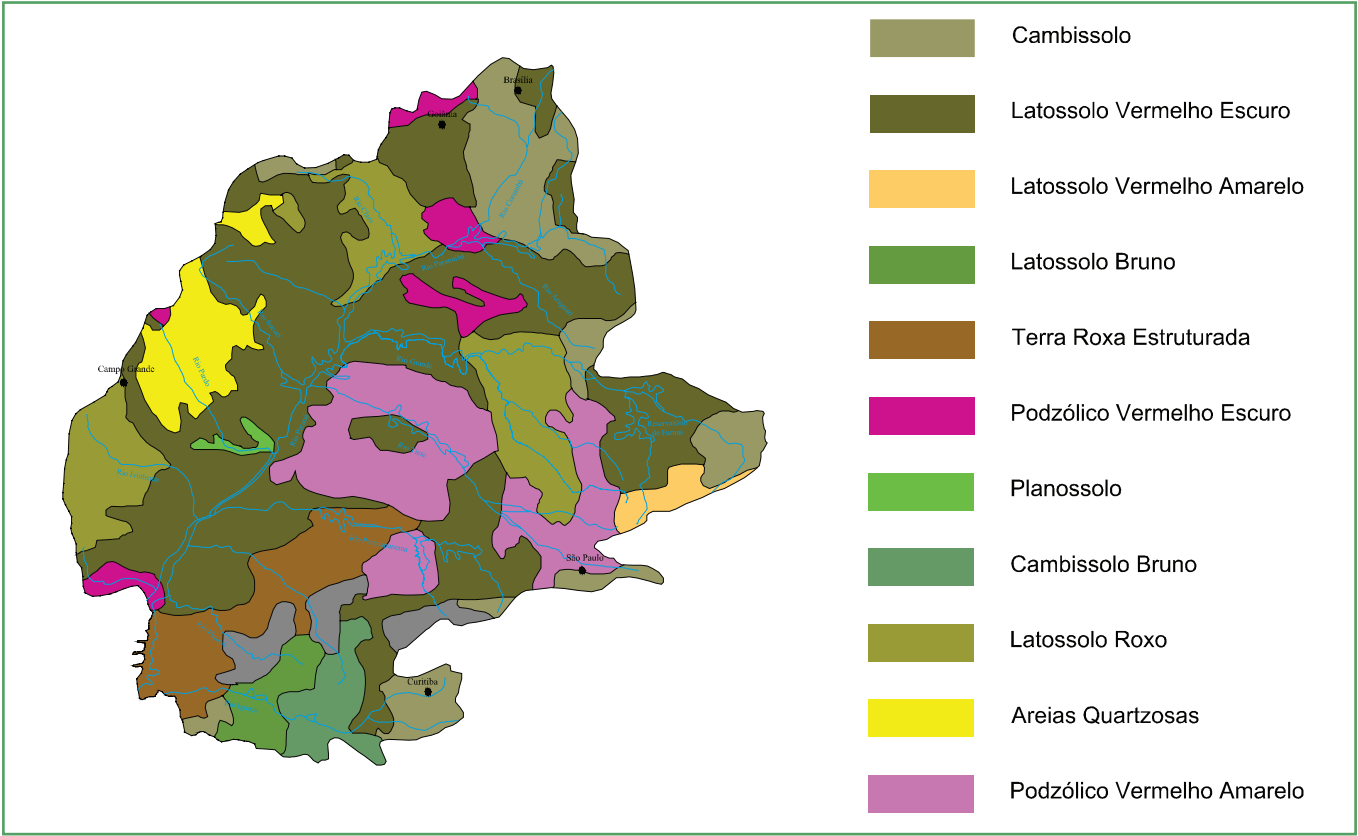
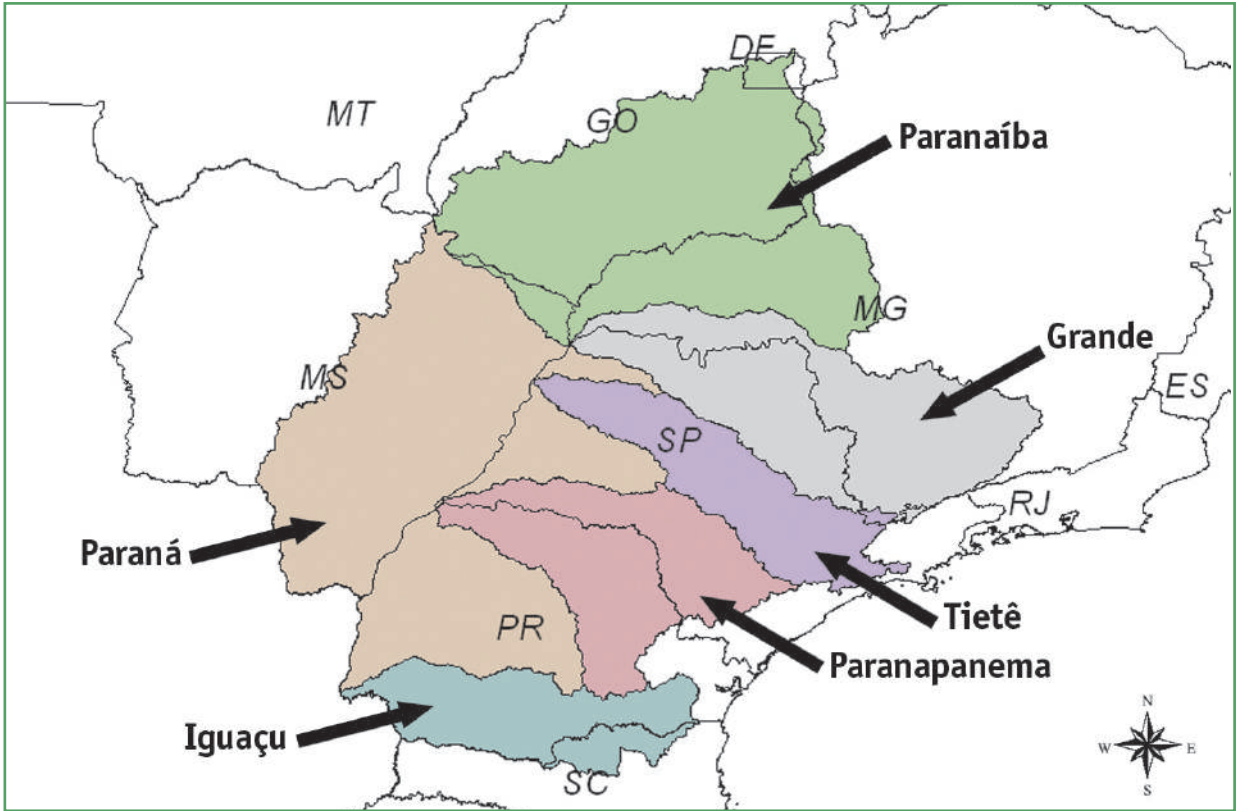


Figura 5 - Tipos de solos encontrados na Região Hidrográfica do Paraná

Divisões Sub 1 e Sub 2

A Região Hidrográfica do Paraná é dividida em seis unidades hidrográficas principais (divisões nível 1 ou Sub 1 do PNRH): Grande, Iguaçu, Paranaíba, Paranapanema, Paraná e Tietê – Figura 6.



Fonte: PNRH-BASE (2005)

Figura 6 - A Região Hidrográfica do Paraná e suas seis unidades hidrográficas (Sub 1), divisão adotada neste Caderno

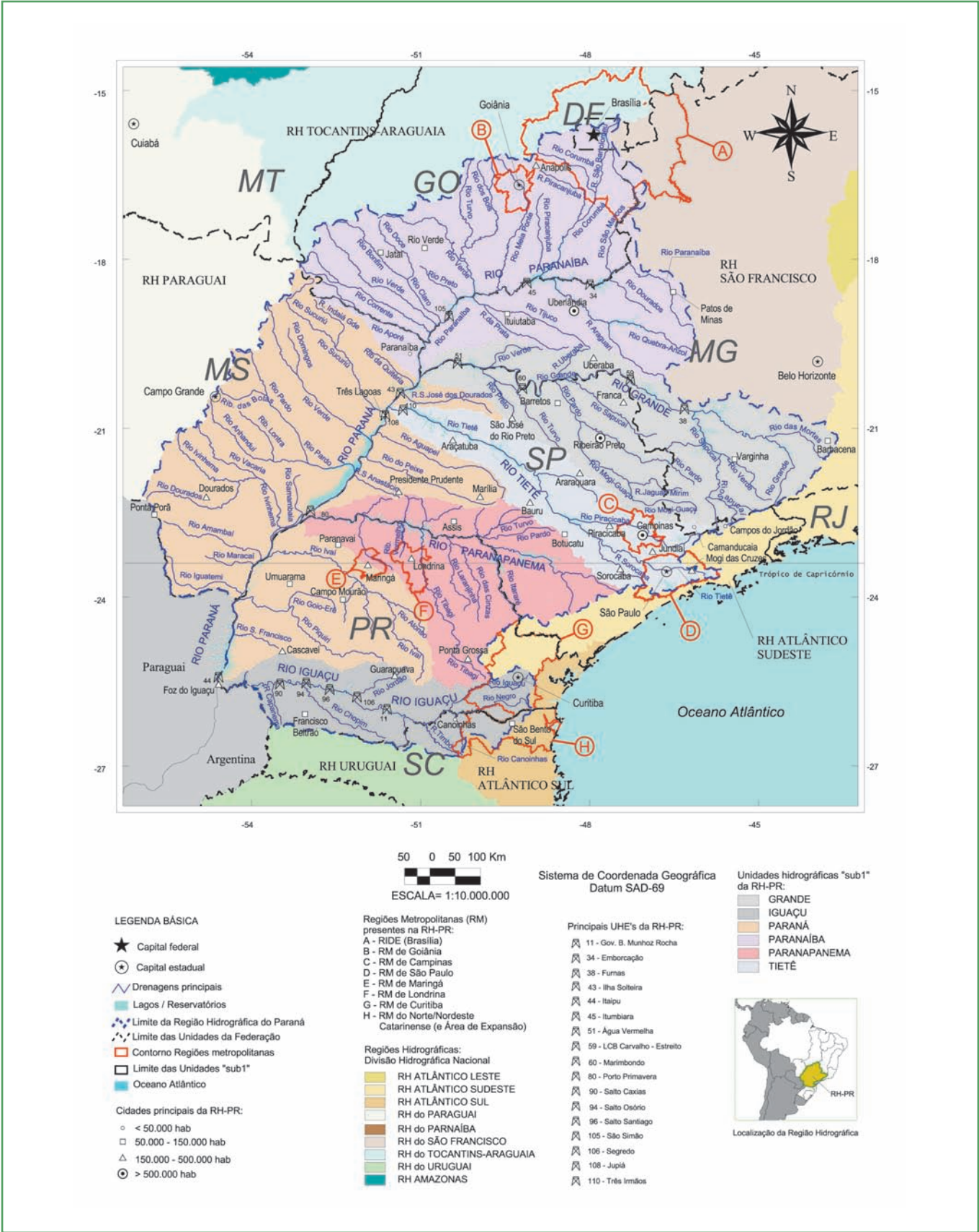
Quanto à distribuição de área, a maior unidade hidrográfica Sub 1 é a do Paraná, com 31,0% de sua extensão, seguida do Paranaíba (25,4%) e Grande (16,3%). Paranapanema

(11,6%), Tietê (8,2%) e Iguaçu (7,5%) são as menores unidades – Quadro 3 e Figura 7.

Quadro 3 - Extensão das unidades hidrográficas Sub 1 da Região Hidrográfica do Paraná

Unidade Hidrográfica Sub 1	Área (km2)	% do RH-PR
Paraná	272.410	31,0
Paranaíba	222.767	25,4
Grande	143.173	16,3
Paranapanema	101.544	11,6
Tietê	71.940	8,2
Iguaçu	65.558	7,5
RH-Paraná	877.393	100

Fonte: PNRH-BASE (2005)



Fonte: Bases do PNRH (2005)

Figura 7 - Mapa Base

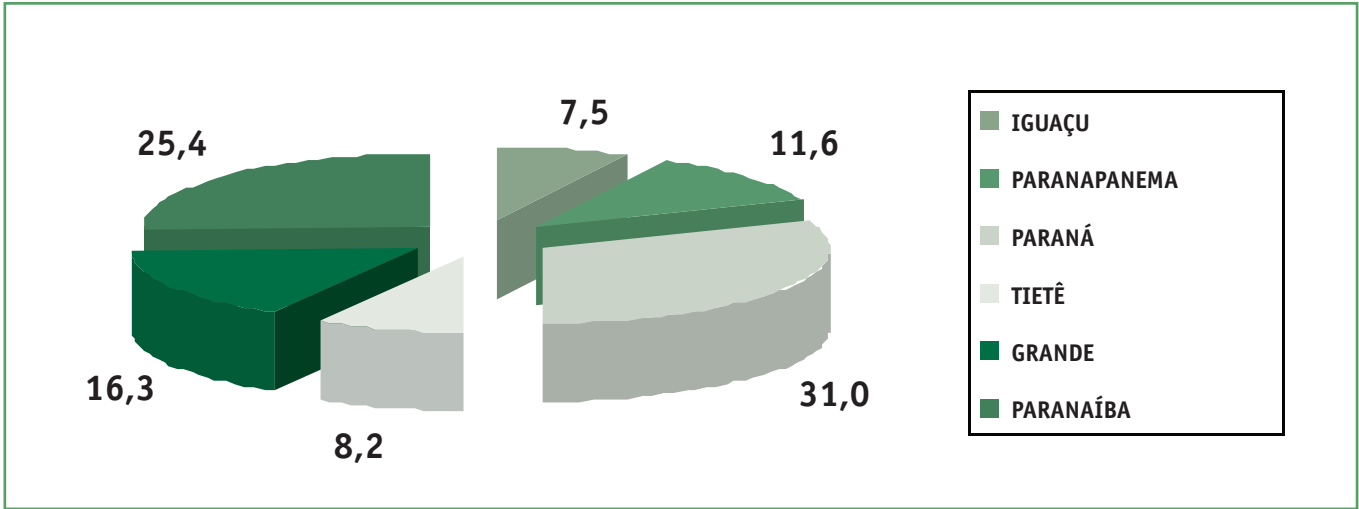


Figura 8 - Percentual em área da extensão das unidades hidrográficas Sub 1 na Região Hidrográfica do Paraná

A distribuição das unidades hidrográficas Sub 1 por Unidade da Federação é apresentada no Quadro 4. As maiores extensões são: Paraná no Estado de MS (18,4%); Paranaíba em GO (16,1%); Grande em MG (9,8%); Paraná no PR (8,4%); e Tietê em SP (8,1%). As menores são: Tietê em MG (0,1%, correspondente à porção mineira das bacias dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiá); Paranaíba no DF (0,4%, correspondente a toda extensão

do DF na RH-PR) e MS (0,9%); e Iguaçu em SC (1,2%, correspondente a toda extensão de SC na RH-PR).
As seis unidades hidrográficas principais (divisões Sub 1) são subdivididas em 53 unidades Sub 2, discriminadas no Quadro 5 (nome e código de PNRH-BASE, 2005, além de dados de área e relação dos principais rios) e na Figura 8, sendo individualizadas nos mapas do ANEXO 1.

Quadro 4 - Distribuição das unidades hidrográficas Sub 1 por Unidade da Federação na Região Hidrográficas do Paraná em % de área

Unidade da Federação / Sub 1	Iguaçu	Paranapanema	Paraná	Tietê	Grande	Paranaíba	Total RH-PR
São Paulo	0,0	5,3	4,2	8,1	6,5	0,0	24,1
Paraná	6,2	6,2	8,4	0,0	0,0	0,0	20,9
Mato Grosso do Sul	0,0	0,0	18,4	0,0	0,0	0,9	19,3
Minas Gerais	0,0	0,0	0,0	0,1	9,8	8,0	18,0
Goiás	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	16,1	16,1
Santa Catarina	1,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,2
Distrito Federal	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,4
RH-Paraná	7,5	11,6	31,0	8,2	16,3	25,4	100

Fonte: PNRH-BASE (2005)

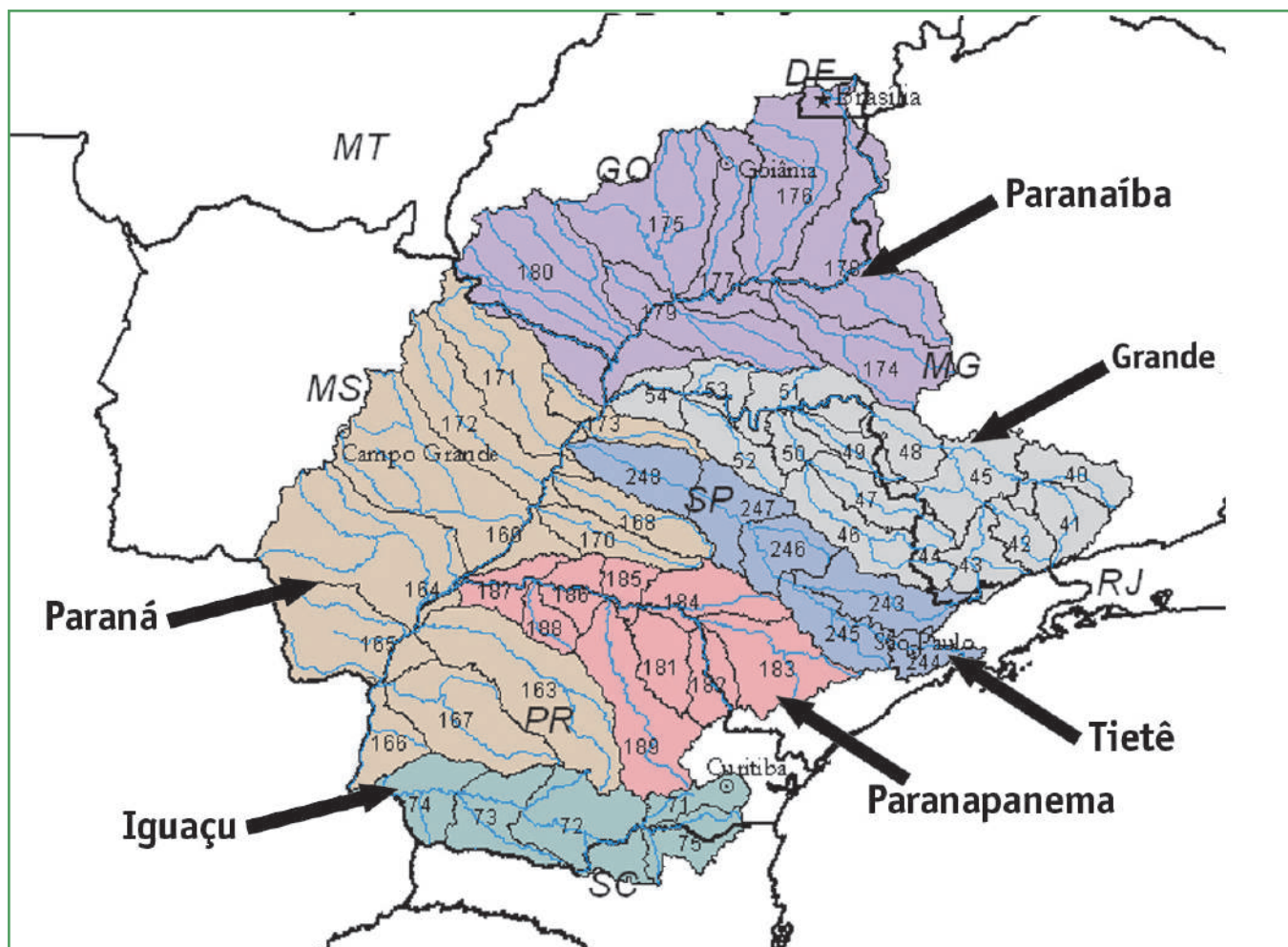
Quadro 5 - Dados e principais rios das unidades hidrográficas Sub 1 e Sub 2 da Região Hidrográfica do Paraná

Sub 1	Sub 2	Código	Área (km²)	Principais rios e sua localização (UF)
Grande	Grande PR 01	40	10.399	MG: Grande, das Mortes
	Grande PR 02	41	8.801	MG: Grande
	Grande PR 03	42	6.894	MG: Verde, Baependi, do Peixe
	Grande PR 04	43	9.543	SP: Capivari, da Prata; SP/MG: Sapucaí-Mirim, Sapucaí-Guaçu, Sapucaí
	Grande PR 05	44	5.104	MG: Mogi-Guaçu, Pardo, Jaguari-Mirim
	Grande PR 06	45	16.066	MG: Grande, Sapucaí, Muzambo, Dourado, do Machado, do Peixe
	Grande PR 07	46	15.104	SP: Mogi-Guaçu, Jaguari-Mirim, do Peixe, da Onça
	Grande PR 08	47	10.293	SP: Pardo, Canoas, Caconde, Verde, Tambaú
	Grande PR 09	48	9.113	MG: Grande, S. João, Santana, do Coelho; SP/MG: das Canoas
	Grande PR 10	49	6.715	MG/SP: Sapucaí, Santa Bárbara; SP: do Salgado
	Grande PR 11	50	5.181	SP: Pardo
	Grande PR 12	51	15.020	MG/SP: Grande; MG: Uberaba; SP: do Rosário
	Grande PR 13	52	9.925	SP: Turvo, Preto, São Domingos, da Onça
	Grande PR 14	53	7.013	MG/SP: Grande; MG: do Verde ou Feio
	Grande PR 15	54	8.002	MG/SP: Grande; SP: Santa Rita; MG e SP: Bonito
Iguaçu	Iguaçu 01	71	6.382	PR: Iguaçu
	Iguaçu 02	72	22.838	PR/SC: Iguaçu; SC: Timbó; PR: Jordão
	Iguaçu 03	73	14.256	PR: Iguaçu, Chopim
	Iguaçu 04	74	12.354	PR: Iguaçu, Capanema
	Iguaçu 05	75	9.727	PR/SC: Negro; SC: Canoinhas
Paraná	Ivaí	163	36.582	PR: Ivaí, Alonso, Corumbataí, Mourão, Alonso
	Paraná 01	164	44.635	PR/PR: Paraná; MS: Ivinhema, Dourados, Vacaria, Samambaia
	Paraná 02	165	24.863	PR/MS: Paraná; MS: Iguatemi, Maracaí, Amambaí
	Paraná 03	166	8.796	PR/MS: Paraná; PR: São Francisco, Tamanduá
	Piquiri	167	24.300	PR: Piquiri, Goio-Erê
	Iguapeí	168	12.153	SP: Aguapeí ou Feio
	Pardo PR	169	46.053	MS/SP: Paraná; MS: Pardo, Anhanduí, Lontra, das Botas, Imbiruçu. SP: Santo Anastácio
	Peixe SP	170	10.053	SP: do Peixe
	Sucuriú	171	27.453	MS/SP: Paraná; MS: Sucuriú, Indaiá Grande
	Verde PR	172	26.717	MS/SP: Paraná; MS: Verde, Domingos; SP: Marrecas
	Paraná 04	173	26.790	MS/SP: Paraná; MS: da Quitéria, do Lajeado; SP: São José dos Dourados

Continua

Sub 1	Sub 2	Código	Área (km²)	Principais rios e sua localização (UF)
Paranaíba	Araguari	174	21.635	MG: Araguari, Quebra-Anzol
	Bois	175	34.692	GO: dos Bois, Turvo, Verde
	Corumbá	176	35.581	GO/MG: Paranaíba; GO: Corumbá, Piracanjuba; GO/DF: São Bartolomeu
	Meia Ponte	177	19.041	GO/MG: Paranaíba; GO: Meia Ponte
	Paranaíba 01	178	37.412	GO/MG: Paranaíba, São Marcos; MG: Dourados
	Paranaíba 02	179	23.001	GO/MG: Paranaíba; MG: Tijuco, da Prata; GO: Preto
	Paranaíba 03	180	51.405	GO/MG/MS: Paranaíba; GO/MS: Aporé ou do Peixe; GO: Corrente, Verde, Claro, Doce, Bonfim, Jacuba, Formoso
Parana-panema	Cinzas	181	9.817	PR: das Cinzas, Laranjinha, Jacarezinho
	Itararé	182	8.587	SP/PR: Itararé
	Paranapanema 01	183	19.265	SP: Paranapanema, Itapetininga
	Paranapanema 02	184	13.446	SP/PR: Paranapanema; SP: Pardo, Turvo, Alambari, Novo, Pari
	Paranapanema 03	185	5.335	SP/PR: Paranapanema; SP: Capivara, Capivari
	Paranapanema 04	186	7.693	SP/PR: Paranapanema; PR: Vermelho; SP: Laranja Doce, Anhumas
	Paranapanema 05	187	7.802	SP: Pirapozinho
	Pirapó	188	5.129	PR: Pirapó, Bandeirante do Norte
	Tibagi	189	24.470	PR: Tibagi, Congoinhas, Iapó
Tietê	Tietê 01	243	15.056	SP: Piracicaba, Capivari, Jundiaí, Corumbataí; SP/MG: Jaguari, Camanducaia, Atibaia
	Tietê 02	244	5.836	SP: Tietê, Pinheiros, Tamanduateí e outros do Alto Tietê
	Tietê 03	245	12.115	SP: Tietê, Sorocaba, Sarapuí
	Tietê 04	246	11.834	SP: Tietê, Jacaré-Guaçu, Jacaré-Pepira, Jaú
	Tietê 05	247	13.043	SP: Tietê, Batalha, Dourado, São Lourenço
	Tietê 06	248	14.054	SP: Tietê

Fonte: PNRH-BASE (2005)



Fonte: PNRH-BASE (2005)

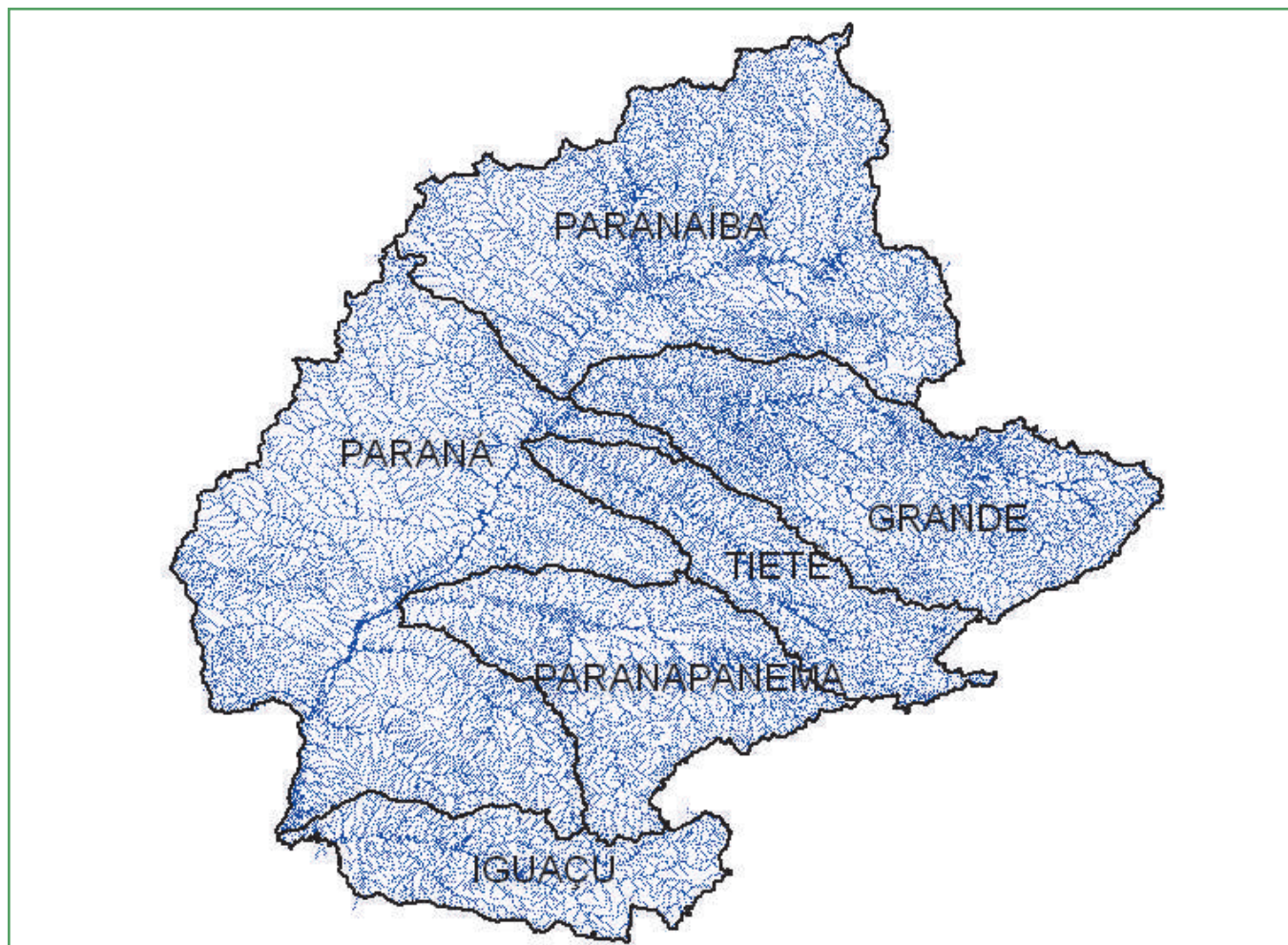
Obs.: numeração das unidades Sub 1 – Quadro 5

Figura 9 - Unidades hidrográficas Sub 1 (cores diferentes) e Sub 2 (numeração – códigos) da Região Hidrográfica do Paraná

Hidrografia

O rio Paraná tem por principais formadores os rios Paranaíba e Grande, que se juntam para formar o Paraná no triplíce limite entre os Estados de São Paulo, Minas Gerais e Mato Grosso do Sul. Possui extensão de 2.570 km até sua foz no rio da Prata, que, somados aos 1.170 km do Paranaíba, totalizam 3.740 km, sendo o terceiro rio mais extenso das Américas. Destacam-se, ainda, os rios Tietê, Paranapanema e Iguaçu, afluentes da margem esquerda do rio Paraná.

O esboço da rede hidrográfica da Região Hidrográfica do Paraná é apresentado na Figura 9. As Fotos 1 a 4 e Figuras 10 e 11 apresentam alguns exemplos dos principais cursos de água da Região Hidrográfica do Paraná.



Fonte: PNRH-BASE (2005)

Figura 10 - Rede hidrográfica da Região Hidrográfica do Paraná e suas unidades Sub 1



Foto 1 - Rio Piracicaba (Sub 1 Tietê), em Piracicaba, SP
Autoria: ALBS



Foto 2 - Rio Jaguari (Sub 1 Tietê), em Paulínia, SP
Autoria: ALBS



Foto 3 - Rio Paranapanema (Sub 1 homônima), entre os Estados do Paraná e São Paulo, nas proximidades de Ourinhos, SP
Autoria: ALBS



Foto 4 - Confluência dos rios Pardo (parte de baixo, à direita) e Mogi-Guaçu (parte de baixo, à esquerda) – Sub 1 Grande
Autoria: CETESB – Agência Ambiental de Ribeirão Preto (CPTI & IPT, 2003)



Figura 11 - Junção dos rios Paranaíba e Grande na formação do rio Paraná

Fonte: <http://maps.google.com/?t=h&om=1&ll=-20.068831,-50.953217&spn=0.637211,0.925598>



Figura 12 - Foz do rio Tietê no rio Paraná e arredores

Fonte: <http://maps.google.com/?t=h&om=1&ll=-20.603222,-51.429749&spn=0.635012,0.925598>

População e principais cidades

A população da Região Hidrográfica do Paraná é de 54.642.667 habitantes (dados do IBGE – Censo de 2000, inseridos em PNRH-BASE, 2005). Como se observa no Quadro 6, a Região Hidrográfica do Paraná apresenta 32,2% da população brasileira, destacadamente a mais populosa do país, tendo mais que o dobro da segunda mais populosa (Atlântico Sudeste, com 25.644.396 habitantes) e mais de 28 vezes mais

a menos populosa (Paraguai, com 1.887.401 habitantes). Também é a mais urbanizada, com 90,5% de taxa de urbanização, comparativamente às demais RHs, cujas taxas variam entre 57,8% (Atlântico NE Ocidental) e 89,6% no Atlântico Sudeste, e expressivamente superior à média nacional (81,2%). Em termos relativos, é a quarta mais povoada, com 62,1 hab./km², índice semelhante à RH do Atlântico Sul (62,4 hab./km²), mas bem acima da média nacional (19,9 hab./km²).

Quadro 6 - Regiões hidrográficas brasileiras e suas populações absoluta, relativa e taxa de urbanização

Região hidrográfica	População (2000)	% da população do Brasil (2000)	Densidade demográfica (hab./km²) (2000)	Taxa de urbanização (%) (2000)
Paraná	54.639.523	32,2	62,1	90,5
Atlântico Sudeste	25.644.396	15,1	111,5	89,6
Atlântico NE Oriental	21.606.881	12,7	75,2	75,8
Atlântico Leste	13.641.045	8,0	36,4	70,0
São Francisco	12.823.013	7,6	20,1	73,8
Atlântico Sul	11.592.481	6,8	62,4	84,9
Tocantins-Araguaia	7.890.714	4,7	8,2	72,3
Amazônica	7.609.424	4,5	2,0	67,7
Atlântico NE Ocidental	4.742.431	2,8	18,7	57,8
Uruguai	3.834.652	2,3	22,0	68,4
Parnaíba	3.630.431	2,1	10,9	60,0
Paraguai	1.887.401	1,1	5,2	84,7
Brasil	169.542.392	100	19,9	81,2

Fonte: Censo – IBGE (2000) in PNRH-DBR (2005)

Na Região Hidrográfica do Paraná, destaca-se a unidade Sub 1 do Tietê (26.154.384 habitantes ou 47,9% do total), seguida das unidades do Grande (7.612.544 habitantes ou 13,9% do total) e do Parnaíba (7.245.268 habitantes ou 13,3% do total) – Quadro 7. As unidades do Paranapanema e Iguaçu são as menos populosas, com 3.856.763 habitantes (7,1%) e 4.149.219 (7,6%) da Região Hidrográfica do Paraná, respectivamente. A Sub 1 do Paraná apresenta 5.624.490 habitantes, ou 10,3% do total. A densidade demográfica na Região Hidrográfica do Paraná é de 62,28 hab./km², variando de 20,65 hab./km², na unidade Sub 1 do Paraná, a 363,56 hab./km², no Tietê – Quadro 7 – portanto, não é uniforme, concentrando-se nos principais

centros urbanos e regiões metropolitanas. Tanto a população absoluta, quanto a relativa, são fortemente influenciadas (elevadas) na unidade do Tietê pelas presenças das Regiões Metropolitanas de São Paulo (destaque) e Campinas. Segundo informações da PNRH-BASE (2005), há 1.264 municípios totalmente inseridos na RH-PR; 138 municípios com sede na Região Hidrográfica do Paraná, mas com parte de sua área em outra RH; e 103 municípios com sede fora da Região Hidrográfica do Paraná, mas com parte de sua extensão nela – Quadro 7. Portanto há 1.505 municípios com área na Região Hidrográfica do Paraná, sendo 1.402 com sede inserida na Região Hidrográfica do Paraná.

Quadro 7 - População e número de municípios da Região Hidrográfica do Paraná, por Sub 1

Unidade hidrográfica – Sub 1	População (2000)	% da população da Região Hidrográfica do Paraná (2000)	Densidade demográfica (hab./km²) (2000)	Número de municípios				
				(1)	(2)	(3)	(4)	Total
Grande	7.612.544	13,9	53,17	-	-	367	-	434
Iguaçu	4.149.219	7,6	63,29	-	-	117	-	157
Paraná	5.624.490	10,3	20,65	-	-	299	-	390
Paranaíba	7.245.268	13,3	32,52	-	-	171	-	207
Paranapanema	3.856.763	7,1	37,98	-	-	211	-	259
Tietê	26.154.384	47,9	363,56	-	-	237	-	290
RH-PR	54.642.667	100	62,28	1.264	138	1.402	103	1.505

Fonte: IBGE (2000) in PNRH-BASE (2005). (1) municípios totalmente inseridos na RH-PR; (2) municípios com sede na Região Hidrográfica do Paraná, mas com parte de sua área em outra RH; (3) municípios com sede na Região Hidrográfica do Paraná e inseridos total ou parcialmente nela; (4) municípios com sede fora da Região Hidrográfica do Paraná, mas com parte de sua extensão nela.
Obs.: Alguns municípios apresentam área em mais de uma Sub 1

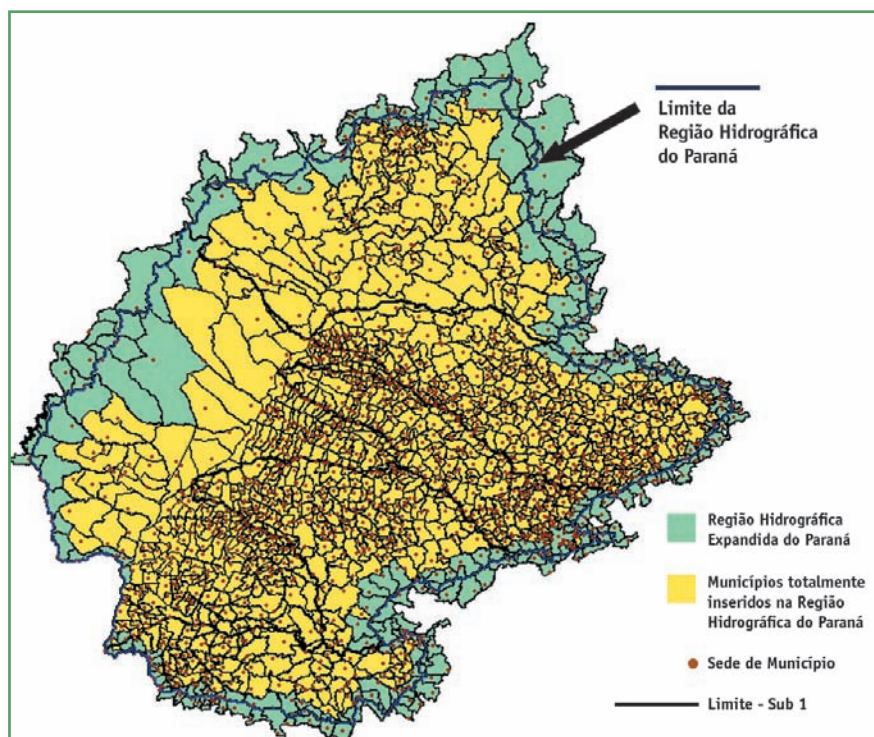
Além do elevado número de municípios, estas informações indicam uma das complexidades observadas na elaboração dos Cadernos Regionais, que é a dificuldade de se trabalhar com as bases de dados existentes, dadas as diferenças entre as divisões políticas (municipais, estaduais etc.) e de bacias hidrográficas (RH, Sub 1, Sub 2), e ao fato da base do projeto PNRH-BASE (2005) não dispor das áreas urbanas, mas sim de uma referência pontual para a sede dos municípios. Por este motivo, algumas informações, notadamente aquelas que estão expressas apenas por município (dados de produção, saneamento, indicadores sociais etc.), foram tratadas ora pela totalização nos municípios com sede na Região Hidrográfica do Paraná (1.402 municípios), ora na chamada “Região Hidrográfica Expandida do Paraná – RHE-PR”, ou seja, a extensão integral de todos os 1.505 municípios com área na Região Hidrográfica do Paraná – Figura 12.

Como se observa nas Figuras 13 e 14, há um fracionamento mais efetivo (maior número de municípios por área) nos Estados de São Paulo e Paraná, além de processos semelhantes e mais localizados em Minas Gerais (em região sul) e Goiás (arredores de Goiânia). No Mato Grosso do Sul;

sudoeste e sudeste de Goiás; parte do Triângulo Mineiro; áreas nos arredores de Curitiba (PR); e Alto Paranapanema (SP), os municípios apresentam extensão mais elevada, com destaque para aqueles do Mato Grosso do Sul.

Os maiores municípios da Região Hidrográfica do Paraná, considerando-se apenas a área contida na RH do Paraná, são: Ribas do Rio Pardo, MS, na unidade Sub 2 do Pardo PR (Sub 1 do Paraná), com 12.440 km²; Água Clara, MS, na Sub 2 do Verde PR (Sub 1 do Paraná), com 7.973 km²; Campo Grande, MS, na Sub 2 do Pardo PR (Sub 1 do Paraná), com 7.502 km²; Jataí, GO, na Sub 2 do Paranaíba 03 (Sub 1 do Paranaíba), com 7.176 km²; e Três Lagoas, MS, na Sub 2 do Sucuriú (Sub 1 do Paraná), com 6.563 km². De forma geral, a maioria dos maiores municípios, em área, está nos Estados de Mato Grosso do Sul e Goiás.

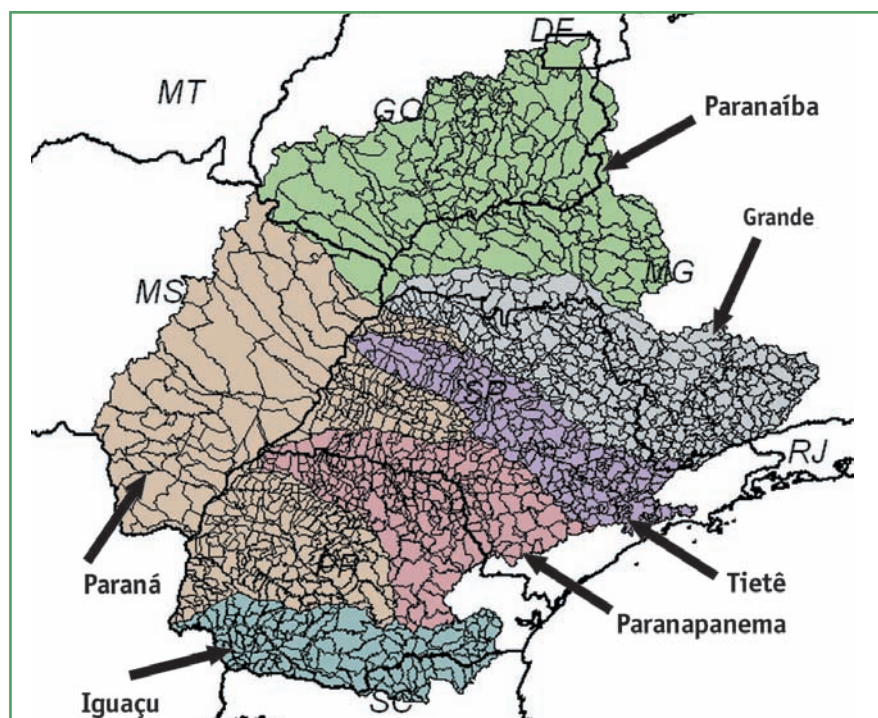
O Quadro 8 apresenta as populações das unidades Sub 1 e da Região Hidrográfica do Paraná, discriminadas entre urbana e rural, taxa de urbanização, homens e mulheres.



Fonte: PNRH-BASE (2005)

Figura 13 - Discretização dos municípios da Região Hidrográfica do Paraná, sendo em amarelo aqueles totalmente inseridos e em verde os demais que, acrescidos aos de amarelo, compõem a Região Hidrográfica Expandida do Paraná (RHE Paraná)

45



Fonte: PNRH-BASE (2005)

Figura 14 - Discretização dos municípios nas unidades hidrográficas Sub 1 e unidades da Federação da Região Hidrográfica do Paraná

Quadro 8 - Divisão da população (urbana e rural; homens e mulheres) na Região Hidrográfica do Paraná, por Sub 2

Unidade hidrográfica Sub 1	População (hab.)				Urbanização (%)	População por gênero (hab.)	
	Rural	%	Urbana	%		Homem	Mulher
Grande	1.018.083	19,45	6.594.461	13,35	86,6%	3.795.094	3.817.450
Iguaçu	715.985	13,68	3.433.234	6,95	82,7%	2.048.797	2.100.422
Paraná	1.030.997	19,70	4.593.493	9,30	81,7%	2.795.894	2.828.596
Paranaíba	524.514	10,02	6.720.754	13,60	92,8%	3.556.646	3.688.621
Paranapanema	666.044	12,72	3.190.719	6,46	82,7%	1.920.820	1.935.943
Tietê	1.278.776	24,43	24.875.608	50,35	95,1%	12.742.832	13.411.551
Total	5.234.398	100	49.408.269	100	90,5%	26.860.083	27.782.584

Fonte: IBGE (2000) in PNRH-BASE (2005)

Há quase um milhão de mulheres a mais que homens na Região Hidrográfica do Paraná, sendo que, em termos relativos, os percentuais são de 50,84% e 49,16% (dados de 2000).

Nota-se elevada taxa de urbanização na Região Hidrográfica do Paraná, com média de 90,5%, variando de 81,7% na unidade do Paraná até 95,1% na unidade do Tietê. Nesta, há, comparativamente, metade da população urbana da Região Hidrográfica do Paraná (50,35% do total), mas apenas 24,43% de sua população rural. Por outro lado, as unidades do Paraná

e Paranapanema concentram 19,70% e 12,72% da população rural da Região Hidrográfica do Paraná, para apenas 10,3% e 7,1% da população total, respectivamente, ou ainda, 9,3% e 6,5% da população urbana na Região Hidrográfica do Paraná.

O Quadro 9 apresenta a relação das 15 cidades mais populosas da Região Hidrográfica do Paraná, com dados do censo de 2000 (IBGE) e sua situação em termos das unidades Sub 1 e Sub 2 – nove delas são no Estado de SP, sendo oito na unidade Sub 1 Tietê e seis delas na Sub 2 Tietê-02.

Quadro 9 - Relação de municípios mais populosos da Região Hidrográfica do Paraná e sua situação em termos das unidades Sub 1 e Sub 2

Cidades mais populosas	UF	Sub 1	Sub 2	População (habitantes)
1. São Paulo	SP	Tietê	Tietê-02	10.434.252
2. Brasília	DF	Paranaíba	Corumbá	2.051.146
3. Curitiba	PR	Iguaçu	Iguaçu-01	1.587.315
4. Goiânia	GO	Paranaíba	Meia Ponte	1.093.007
5. Guarulhos	SP	Tietê	Tietê-02	1.072.717
6. Campinas	SP	Tietê	Tietê-01	969.396
7. São Bernardo do Campo	SP	Tietê	Tietê-02	703.177
8. Campo Grande	MS	Paraná	Pardo-PR	663.621
9. Osasco	SP	Tietê	Tietê-02	652.593
10. Santo André	SP	Tietê	Tietê-02	649.331
11. Ribeirão Preto	SP	Grande	Grande-PR 08	504.923
12. Uberlândia	MG	Paranaíba	Araguari	496.157
13. Sorocaba	SP	Tietê	Tietê-03	493.468
14. Londrina	PR	Paranapanema	Tibagi	447.065
15. Mauá	SP	Tietê	Tietê-02	363.392

Fonte: IBGE (2000) in PNRH-BASE (2005)

O Quadro 10 apresenta as populações total, urbana, rural, taxa de urbanização (%) e densidade demográfica (hab./

km²) das unidades Sub 2 e Sub 1, além da relação de municípios com mais de 50.000 habitantes.

Quadro 10 - Divisão da população (urbana e rural; homens e mulheres; densidade demográfica) e maiores cidades (em população) da Região Hidrográfica do Paraná, por Sub 2

Sub 1	Sub 2	Código	Pop. total (2000)	Pop. urbana (2000)	Pop. rural (2000)	% urbani-zação (2000)	Dens. demogr. (hab./km²) (2000)	Municípios com mais de 50.000 habitantes (2000)
Grande	Grande PR 01	40	465.814	390.069	75.745	83,7	44,8	MG: Barbacena, Lavras, São João del Rei
	Grande PR 02	41	119.701	82.527	37.174	68,9	13,6	-
	Grande PR 03	42	413.590	340.835	72.755	82,4	60,0	MG: Três Corações, Varginha
	Grande PR 04	43	596.877	454.934	141.943	76,2	62,5	MG: Itajubá, Pouso Alegre
	Grande PR 05	44	318.607	249.126	69.481	78,2	62,4	MG: Poços de Caldas
	Grande PR 06	45	612.777	464.993	147.784	75,9	38,1	MG: Alfenas, Formiga
	Grande PR 07	46	1.279.750	1.151.185	128.565	90,0	84,7	SP: Araras, Itapira, Jaboticabal, Leme, Mogi-Guaçu, Mogi-Mirim, Pirassununga, São João da Boa Vista, Sertãozinho
	Grande PR 08	47	1.042.385	956.605	85.780	91,8	101,3	SP: Ribeirão Preto, Mococa, São José do Rio Pardo
	Grande PR 09	48	283.078	234.303	48.775	82,8	31,1	MG: Passos, São Sebastião do Paraíso
	Grande PR 10	49	505.754	471.399	34.355	93,2	75,3	SP: Batatais, Franca
	Grande PR 11	50	294.555	273.704	20.851	92,9	56,9	SP: Barretos, Bebedouro
	Grande PR 12	51	491.849	451.456	40.393	91,8	32,7	MG: Uberaba
	Grande PR 13	52	816.664	746.515	70.149	91,4	82,3	SP: Catanduva, São José do Rio Preto
	Grande PR 14	53	72.063	55.683	16.380	77,3	10,3	-
	Grande PR 15	54	299.078	271.127	27.951	90,7	37,4	SP: Fernandópolis, Votuporanga
Iguaçu	Iguaçu 01	71	2.599.914	2.471.710	128.204	95,1	407,4	PR: Almirante Tamandaré, Araucária, Campo Largo, Curitiba, Fazenda Rio Grande, São José dos Pinhais, Piraquara
	Iguaçu 02	72	455.575	288.542	167.033	63,3	19,9	PR: Guarapuava
	Iguaçu 03	73	469.432	317.872	151.560	67,7	32,9	PR: Francisco Beltrão, Pato Branco
	Iguaçu 04	74	287.949	124.967	162.982	43,4	23,3	-
	Iguaçu 05	75	336.349	230.143	106.206	68,4	34,6	SC: São Bento do Sul

Continua

Sub 1	Sub 2	Código	Pop. total (2000)	Pop. urbana (2000)	Pop. rural (2000)	% urbani- zação (2000)	Dens. demogr. (hab./km²) (2000)	Municípios com mais de 50.000 habitantes (2000)
Paraná	Aguapeí	168	607.502	544.780	62.722	89,7	50,1	SP: Marília, Tupã
	Ivaí	163	1.271.467	959.281	312.186	75,4	34,8	PR: Campo Mourão, Cianorte, Maringá, Paranavaí
	Paraná 01	164	484.079	389.244	94.835	80,4	10,8	MS: Dourados, Ponta Porá
	Paraná 02	165	222.697	143.683	79.014	64,5	9,0	-
	Paraná 03	166	869.935	780.453	89.482	89,7	98,8	PR: Cascavel, Foz do Iguaçu, Toledo
	Paraná 04	173	136.359	98.642	37.717	72,3	12,6	-
	Pardo PR	169	1.038.032	980.226	57.806	94,4	22,5	MS: Campo Grande; SP: Presidente Prudente
	Peixe SP	170	162.955	108.369	54.586	66,5	16,2	-
	Piquiri	167	605.224	402.049	203.175	66,4	24,9	PR: Umuarama
	Sucuriú	171	146.282	129.456	16.826	88,5	5,3	MS: Três Lagoas
	Verde PR	172	79.958	57.310	22.648	71,7	3,0	-
Paranaíba	Araguari	174	752.491	690.253	62.238	91,7	34,8	MG: Uberlândia, Araxá, Patrocínio
	Bois	175	474.578	402.594	71.984	84,8	13,7	GO: Rio Verde, Trindade
	Corumbá	176	3.144.655	2.997.828	146.827	95,3	88,4	GO: Águas Lindas de Goiás, Luziânia, Novo Gama, Santo Antônio do Descoberto, Valparaíso de Goiás; DF: Brasília
	Meia Ponte	177	1.845.022	1.770.716	74.306	96,0	96,9	GO: Aparecida de Goiás, Goiânia, Itumbiara, Senador Canedo
	Paranaíba 01	178	536.567	452.120	84.447	84,3	14,3	MG: Araguari, Catalão, Patos de Minas.
	Paranaíba 02	179	217.926	179.535	38.391	82,4	9,5	MG: Ituiutaba
	Paranaíba 03	180	274.029	227.708	46.321	83,1	5,3	GO: Jataí

Continua

Sub 1	Sub 2	Código	Pop. total (2000)	Pop. urbana (2000)	Pop. rural (2000)	% urbanização (2000)	Dens. demogr. (hab./km²) (2000)	Municípios com mais de 50.000 habitantes (2000)
Parapanema	Cinzas	181	236.940	163.642	73.298	69,1	24,1	-
	Itararé	182	241.736	187.705	54.031	77,6	28,2	-
	Parapanema 01	183	588.604	428.758	159.846	72,8	30,6	SP: Itapetininga, Itapeva
	Parapanema 02	184	555.386	485.784	69.602	87,5	41,3	SP: Assis, Avaré, Ourinhos
	Parapanema 03	185	177.945	158.588	19.357	89,1	33,4	-
	Parapanema 04	186	297.745	260.363	37.382	87,4	38,7	PR: Cambé
	Parapanema 05	187	165.982	121.285	44.697	73,1	21,3	-
	Pirapó	188	273.089	235.774	37.315	86,3	53,2	PR: Arapongas
	Tibagi	189	1.319.335	1.148.820	170.515	87,1	53,9	PR: Apucarana, Castro, Londrina, Ponta Grossa, Telêmaco Borba
Tietê	Tietê 01	243	4.514.250	4.263.478	250.772	94,4	299,8	SP: Campinas, Americana, Amparo, Atibaia, Campo Limpo Paulista, Hortolândia, Indaiatuba, Itatiba, Jundiaí, Limeira, Paulínia, Piracicaba, Rio Claro, Salto, S.Bárbara d'Oeste, Sumaré, Várzea Paulista, Valinhos, Vinhedo
	Tietê 02	244	17.658.686	17.007.825	650.861	96,3	3025,6	SP: S.Paulo, Arujá, Barueri, Caieiras, Carapicuíba, Cotia, Diadema, Embu, Embu-Guaçu, Ferraz de Vasconcelos, Francisco Morato, Franco da Rocha, Guarulhos, Itapeverica da Serra, Itapevi, Itaquaquecetuba, Jandira, Mauá, M. Cruzes, Osasco, Poá, Rib.Pires, Stna. Parnaíba, Santo André, S.B.Campo, S.C.Sul, Suzano, Taboão. da Serra
	Tietê 03	245	1.542.345	1.356.005	186.340	87,9	127,3	SP: Botucatu, Itu, São Roque, Sorocaba, Tatuí, Votorantim
	Tietê 04	246	1.277.410	1.224.149	53.261	95,8	107,9	SP: Araraquara, Bauru, Jaú, Lençóis Paulista, São Carlos
	Tietê 05	247	503.132	424.166	78.966	84,3	38,6	SP: Taquaritinga, Matão, Lins
	Tietê 06	248	658.561	599.985	58.576	91,1	46,9	SP: Andradina, Araçatuba, Birigui, Penápolis

Fonte: IBGE (2000) in PNRH-BASE (2005)

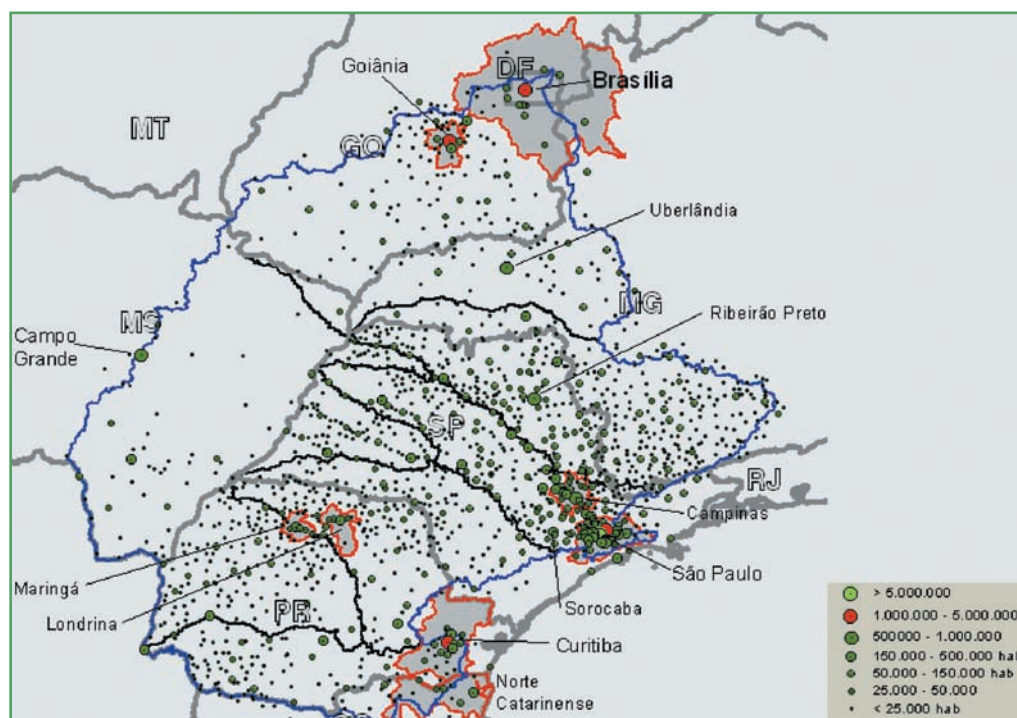
As unidades Sub 2 mais populosas são: Tietê-02 (17.658.686 habitantes, ou 32,3% da Região Hidrográfica do Paraná e na qual se encontra a maior parte da RM-SP), Tietê-01 (4.514.250 habitantes, ou 8,3% da Região Hidrográfica do Paraná e na qual se encontra a RM-Campinas), Corumbá (3.144.655 habitantes, ou 5,8% da Região Hidrográfica do Paraná e na qual se encontra Brasília), Iguaçu-01 (2.599.914 habitantes, 4,8% da Região Hidrográfica do Paraná e na qual se encontra Curitiba), Meia Ponte (1.845.022 habitantes, na qual se encontra Goiânia), Tietê-03 (1.542.345 habitantes, na qual se encontra o município paulista de Sorocaba) e Tibagi (1.319.335, na qual se encontram as cidades paranaenses de Londrina e Ponta Grossa). Estas sete unidades Sub 2 concentram 60% da população da Região Hidrográfica do Paraná, sendo que somente a unidade Tietê-02 perfaz praticamente 1/3 da população da Região Hidrográfica do Paraná.

As unidades Sub 2 mais povoadas são: Tietê-02 (3.025,6 hab./km²), Iguaçu-01 (407,4 hab./km²), Tietê-01 (299,8 hab./km²), Tietê-03 (127,3 hab./km²), Grande-PR-08 (101,3 hab./

km², na qual se encontra o município paulista de Ribeirão Preto), Paraná-03 (98,9 hab./km², na qual se encontram os municípios paranaenses de Cascavel e Foz do Iguaçu) e Meia Ponte (96,9 hab./km²), substancialmente acima da média da Região Hidrográfica do Paraná (62,28 hab./km²).

As unidades Sub 2 menos povoadas são: Verde-PR (3,0 hab./km²), Sucuriú (5,3 hab./km²), Paranaíba-03 (5,3 hab./km²), Paraná-02 (9,0 hab./km²) e Paranaíba-02 (9,0 hab./km²), todas nas Sub 1 do Paraná e Paranaíba, e abaixo da média nacional (19,9 hab./km²).

Esses dados de população absoluta e de densidade demográfica explicitam, novamente, a concentração populacional na Região Hidrográfica do Paraná, notadamente nas áreas de cabeceiras das principais drenagens ou nos altos e médios cursos dos principais cursos de água regionais, com pressão direta sobre os recursos hídricos locais (qualidade e quantidade). A Figura 14 apresenta as principais concentrações populacionais da Região Hidrográfica do Paraná.



Fonte: PNRH-BASE (2005)

Figura 15 - Cidades mais populosas e maiores concentrações populacionais da Região Hidrográfica do Paraná

4.2 | Caracterização das disponibilidades hídricas

Estimativa das disponibilidades hídricas

Com base nas informações existentes, procurou-se identificar valores de referência para quantificar a disponibilidade hídrica existente – no caso, foram utilizados valores de vazão média plurianual (Q_m) e vazão de estiagem Q_{95} de estudos da ANA (ANA, 2005a) –, de forma a permitir o balanço entre disponibilidades e demandas de água.

Os estudos da ANA levaram em conta os resultados do projeto “Revisão das séries de vazões naturais nas principais bacias do Sistema Interligado Nacional” (ONS, 2003), que calculou as vazões naturais entre os principais aproveitamentos hidrelétricos para o período compreendido entre os anos de 1931 e 2001.

A vazão natural média não pode ser considerada como único parâmetro para representar a disponibilidade hídrica, uma vez que a descarga dos rios depende da sazonalidade e da variabilidade climática. Portanto, os períodos críticos em termos de disponibilidade hídrica devem ser avaliados, a fim de garantir uma margem de segurança às atividades

de planejamento e gestão. As vazões de estiagem podem ser analisadas através da frequência de ocorrência de vazões em uma seção do rio da bacia hidrográfica (ANA, 2005a).

No caso, os estudos da ANA adotam a vazão com permanência de 95% (Q_{95}) – a vazão média diária que é excedida ou igualada em 95% do tempo – como sendo representativa da disponibilidade hídrica em condição de estiagem. Órgãos gestores de algumas das unidades da Federação, a exemplo de SP e MG, utilizam como vazão de estiagem a vazão mínima de sete dias consecutivos com período de retorno de dez anos – $Q_{7,10}$ (ANA, 2005d).

A Região Hidrográfica do Paraná apresenta vazão média de 11.453 m³/s (6,4% do total do país, a terceira maior, após a Amazônica e Tocantins-Araguaia); vazão Q_{95} de 4.647 m³/s (5,4% do total do país, a segunda maior, após a Amazônica); vazão específica média de 13,1 L/s.km² (valor nacional de 21,0 L/s.km²); vazão específica Q_{95} de 5,3 L/s.km² (valor nacional de 10,0 L/s.km²); precipitação média plurianual de 1.511mm; evapotranspiração real de 1.139 mm; e razão entre evapotranspiração e precipitação de 75% – Quadro 11.

Quadro 11 - Dados de disponibilidade hídrica e balanço hídrico da Região Hidrográfica do Paraná e do Brasil

Local	Área (km²)	Q_m (m³/s)	Q_{95} (m³/s)	q (L/s.km²)	$Q_{95\text{ esp}}$ (L/s.km²)	r_{95}	P (mm)	Q (mm)	ETr (mm)	ETr/P (%)
RH-PR	879.873	11.453	4.647	13,1	5,3	0,41	1.511	372	1.139	75
Brasil	8.532.772	179.433	85.495	21,0	10,0	0,48	1.800	592	1.208	67

Fonte: ANA (2005a) e PNRH-DBR (2005). Q_m (m³/s): vazão média natural de longo termo. Q_{95} (m³/s): vazão excedida 95% das vezes, denominada vazão crítica de referência e adotada como disponibilidade hídrica. q (L/s.km²): vazão específica média. r_{95} : razão entre a vazão crítica de referência Q_{95} e a Q_m . P_m (mm): precipitação média, em mm; Q_m (mm): vazão média, em mm; ETr (mm): evapotranspiração real (estimada com base no balanço simplificado: $ETr = P_m - Q_m$, desprezando outras eventuais perdas e os usos consuntivos).

Os valores nacionais são puxados para cima pela disponibilidade encontrada na Amazônia, que apresenta 73,5% do total da Q_m e 86,3% da Q_{95} .

O Quadro 12 e as Figuras 16 e 17 apresentam os dados de vazão por unidade Sub 1.

Quadro 12 - Vazões Q_m , Q_{95} , q e $Q_{95\text{ esp}}$ nas unidades hidrográficas Sub 1 da Região Hidrográfica do Paraná

Unidade hidrográfica Sub 1	Q_m (m³/s)	Q_{95} (m³/s)	q (L/s.km²)	$Q_{95\text{ esp}}$ (L/s.km²)
Grande	2.210,9	913,5	15,4	6,4
Iguaçu	1.571,1	461,3	24,0	7,0
Paraná	2.572,1	1.350,8	9,4	5,0
Paranaíba	2.893,6	1.091,8	13,0	4,9
Paranapanema	1.333,4	477,8	13,1	4,7
Tietê	871,9	352,2	12,1	4,9
RH-PR	11.453,0	4.647,3	13,1	5,3

Fonte: PNRH-BASE (2005)

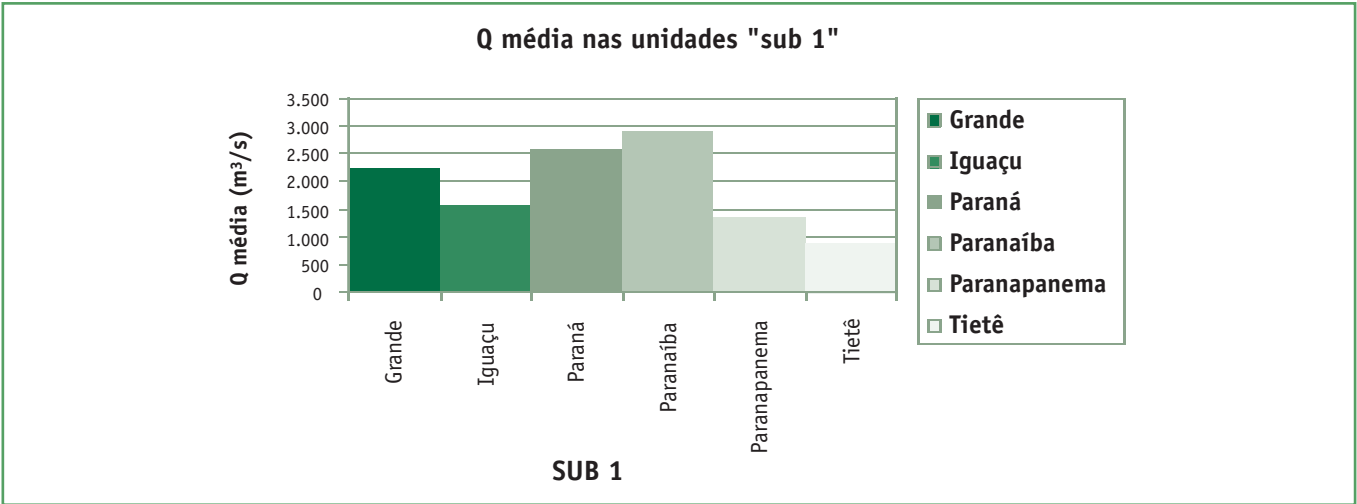


Figura 16 - Vazão média de longo período ($Q_{média}$) nas unidades Sub 1 da Região Hidrográfica do Paraná

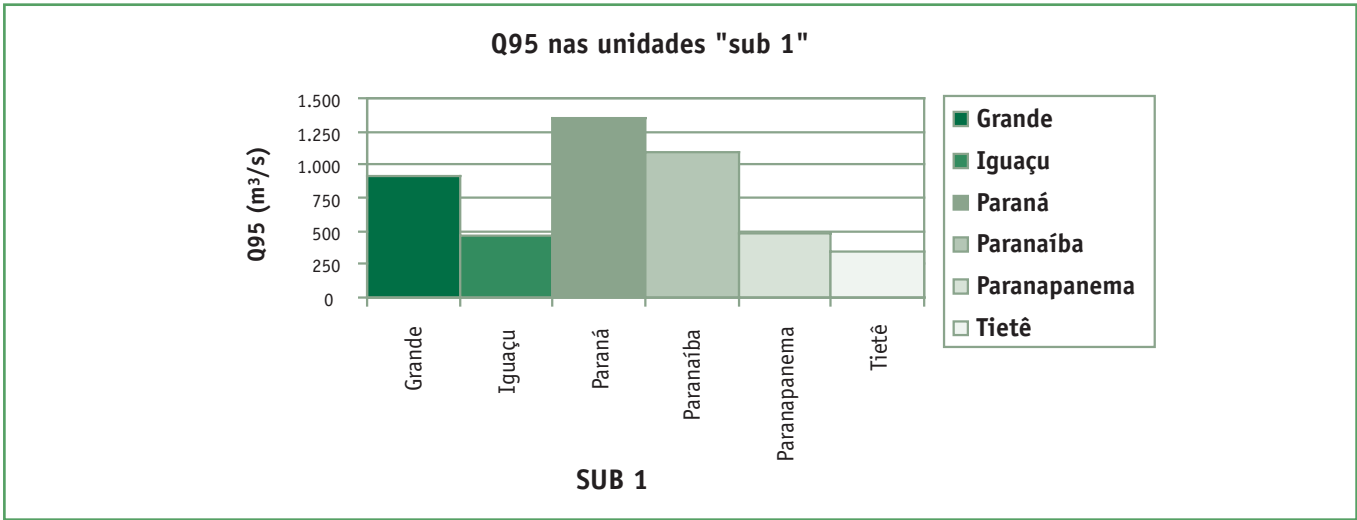


Figura 17 - Vazão de estiagem (Q_{95}) nas unidades Sub 1 da Região Hidrográfica do Paraná

As vazões médias, considerando-se apenas as áreas de drenagem das respectivas unidades Sub 1 e não os incrementos de montante, são: Paranaíba (2.893,6 m³/s), Paraná (2.572,1 m³/s), Grande (2.210,9 m³/s), Iguaçu (1.571,1 m³/s), Paranapanema (1.333,4 m³/s) e Tietê (871,9 m³/s). De forma análoga, as vazões de estiagem (Q_{95}) são: Paraná (1.350,8 m³/s), Paranaíba (1.091,8 m³/s), Grande (913,5 m³/s), Paranapanema (477,8 m³/s), Iguaçu (461,3 m³/s) e Tietê (352,2 m³/s).

Quanto às vazões médias por unidade de área (Figura 17), as unidades do Iguaçu (24,0 L/s.km²) e Grande (15,4 L/s.km²) estão acima da média da Região Hidrográfica do

Paraná (13,1 L/s.km²); a do Paraná (9,4 L/s.km²), abaixo, correlacionando-se com a disposição de isoietas da Figura 5, na qual a região central da bacia (calha do rio Paraná e arredores) apresenta menores valores de precipitação pluviométrica. As demais unidades estão com vazões específicas próximas à média da Região Hidrográfica do Paraná.

Quanto às vazões de estiagem (Q_{95}) por unidade de área (Figura 18), as unidades do Iguaçu (7,0 L/s.km²) e Grande (6,4 L/s.km²) estão acima da média da Região Hidrográfica do Paraná (5,3 L/s.km²); a do Paranapanema (4,7 L/s.km²), Paranaíba (4,9 L/s.km²), Tietê (4,9 L/s.km²) e Paraná (5,0 L/s.km²), estão abaixo desta média.

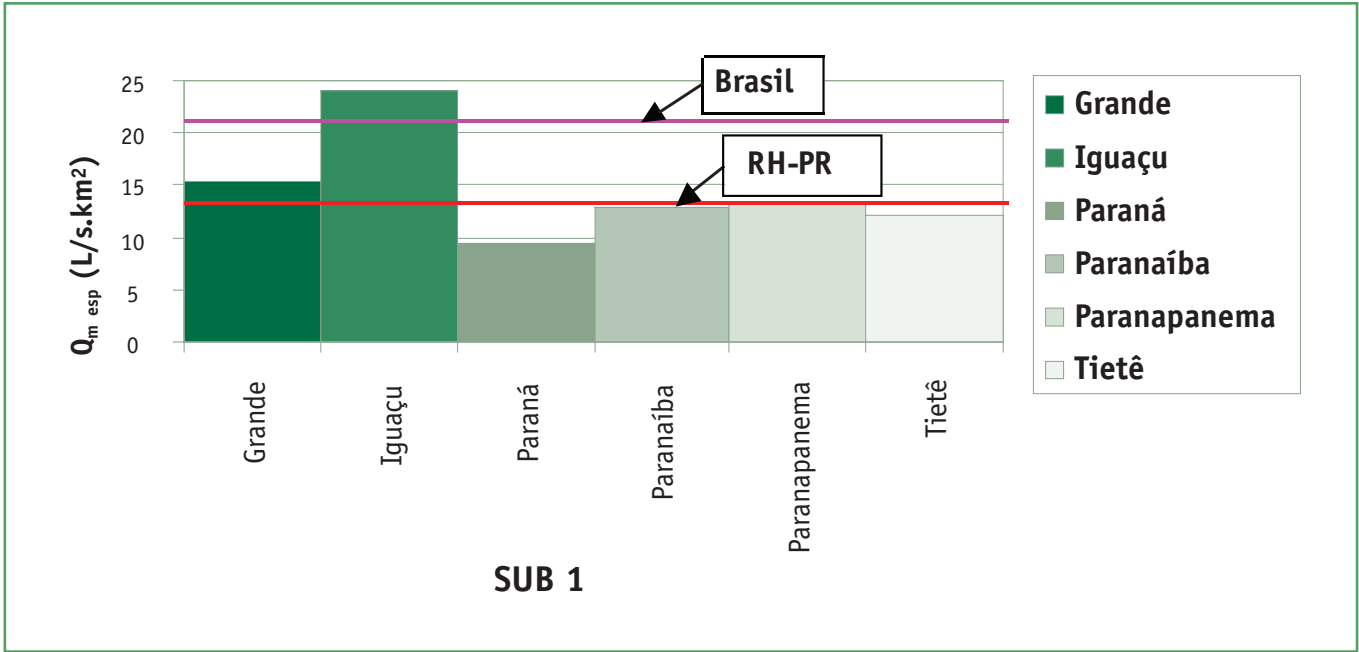


Figura 18 - Vazão média de longo período específica (q) nas unidades Sub 1 da Região Hidrográfica do Paraná

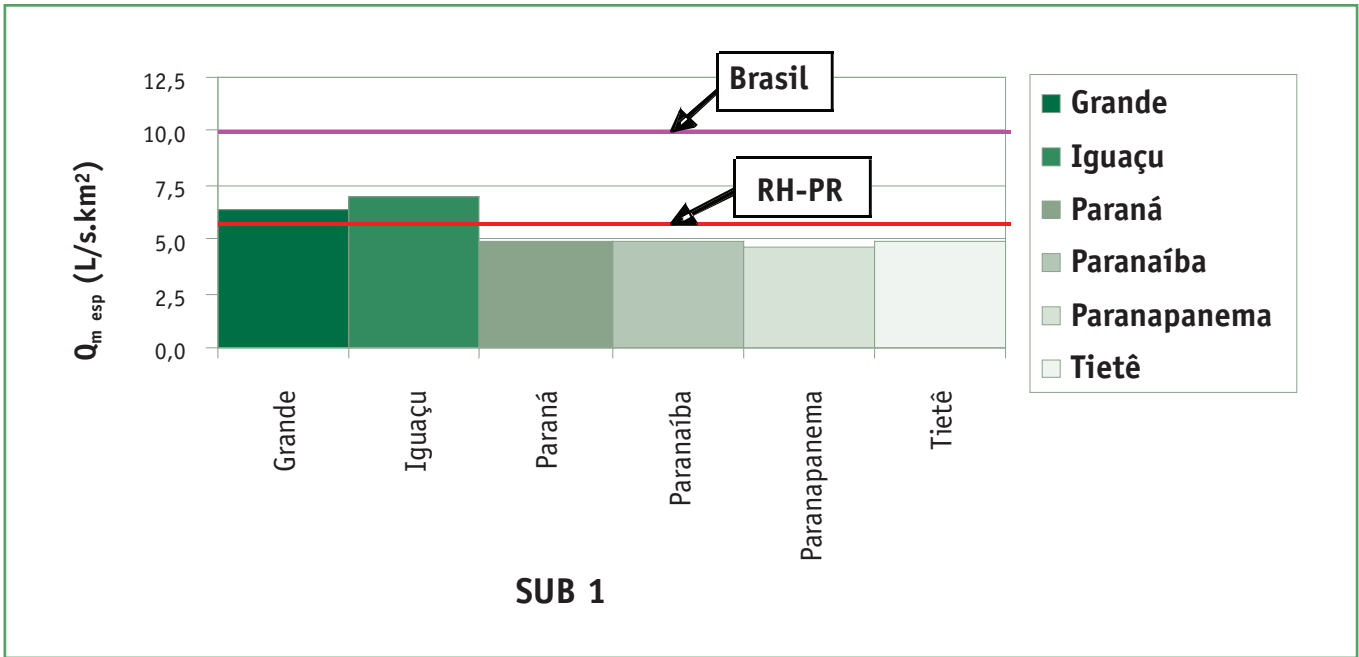


Figura 19 - Vazão de estiagem específica ($Q_{95\ esp}$) nas unidades Sub 1 da Região Hidrográfica do Paraná

O Quadro 13 apresenta os dados de vazão por unidade Sub 2 da Região Hidrográfica do Paraná, a partir da base do PNRH (2005).

Quadro 13 - Vazões Q_m , Q_{95} , q e $Q_{95\text{ esp}}$ nas unidades hidrográficas Sub 2 da Região Hidrográfica do Paraná

Sub 1	Sub 2	Código	Q_m (m³/s)	Q_{95} (m³/s)	q (L/s.km²)	$Q_{95\text{ esp}}$ (L/s.km²)
Grande	Grande PR 01	40	197,7	92,5	19,02	8,90
	Grande PR 02	41	193,3	90,5	21,97	10,28
	Grande PR 03	42	122,9	45,1	17,83	6,54
	Grande PR 04	43	170,2	56,3	17,83	5,89
	Grande PR 05	44	69,8	28,2	13,68	5,52
	Grande PR 06	45	286,5	115,5	17,83	7,19
	Grande PR 07	46	206,7	73,4	13,68	4,86
	Grande PR 08	47	129,0	49,8	12,54	4,84
	Grande PR 09	48	136,6	56,8	14,99	6,23
	Grande PR 10	49	85,1	32,5	12,67	4,84
	Grande PR 11	50	70,9	33,7	13,68	6,50
	Grande PR 12	51	203,2	89,8	13,53	5,98
	Grande PR 13	52	135,8	59,6	13,68	6,00
	Grande PR 14	53	94,9	42,0	13,53	5,98
	Grande PR 15	54	108,3	47,9	13,53	5,98
Iguaçu	Iguaçu 01	71	144,8	50,1	22,69	7,85
	Iguaçu 02	72	499,3	119,6	21,86	5,24
	Iguaçu 03	73	393,4	117,4	27,60	8,24
	Iguaçu 04	74	312,9	97,8	25,33	7,92
	Iguaçu 05	75	220,7	76,4	22,69	7,85
Paraná	Aguapeí	168	115,7	53,8	9,55	4,44
	Ivaí	163	400,0	61,6	10,94	1,68
	Paraná 01	164	439,0	241,9	9,84	5,42
	Paraná 02	165	260,2	142,3	10,48	5,73
	Paraná 03	166	96,4	46,8	10,95	5,31
	Paraná 04	173	101,1	53,8	9,37	4,98
	Pardo PR	169	355,3	276,4	7,71	6,00
	Peixe SP	170	103,6	42,1	10,31	4,19
	Piquiri	167	265,7	98,3	10,94	4,05
	Sucuriú	171	211,8	159,4	7,71	5,81
Paranaíba	Verde PR	172	223,2	174,3	8,33	6,50
	Araguari	174	432,5	180,3	19,99	8,33
	Bois	175	382,7	94,4	11,03	2,72
	Corumbá	176	555,5	132,9	15,61	3,74
	Meia Ponte	177	210,1	56,9	11,03	2,99
	Paranaíba 01	178	401,2	214,4	10,72	5,73
	Paranaíba 02	179	267,3	104,4	11,62	4,54
	Paranaíba 03	180	644,4	308,5	12,54	6,00
Paranapanema	Cinzas	181	132,8	15,3	13,53	1,56
	Itararé	182	108,8	47,4	12,67	5,52
	Paranapanema 01	183	256,4	115,6	13,31	6,00
	Paranapanema 02	184	145,2	62,0	10,80	4,61
	Paranapanema 03	185	55,6	26,6	10,41	4,98
	Paranapanema 04	186	104,1	43,1	13,53	5,60
	Paranapanema 05	187	89,4	38,9	11,46	4,98
	Pirapó	188	63,6	27,1	12,40	5,28
	Tibagi	189	377,5	101,8	15,43	4,16
Tietê	Tietê 01	243	182,8	76,5	12,14	5,08
	Tietê 02	244	122,0	54,5	20,91	9,34
	Tietê 03	245	147,1	63,6	12,14	5,25
	Tietê 04	246	152,9	59,3	12,92	5,01
	Tietê 05	247	122,3	48,9	9,37	3,75
	Tietê 06	248	144,9	49,4	10,31	3,51

Fonte: PNRH-BASE (2005)

O Quadro 14 apresenta o número de postos fluviométricos e pluviométricos observados nas bases de dados do PNRH, a partir de dados da ANA (2.303 postos fluviométricos localizados na RH-PR) e da Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL (1.779 postos fluviométricos e 3.728 postos pluviométricos situados na RH-PR).

O número de postos por unidade de área também pode ser observado no Quadro 14 – destaca-se a Sub 1 do Tietê: 0,61 postos fluviométricos da ANA por hectare; 0,49 postos fluviométricos da ANEEL por hectare; e 1,30 postos pluviométricos da ANEEL por hectare. Os menores índices estão nas Sub 1 dos rios Paraná e Paranaíba.

Quadro 14 - Quantidade de postos fluviométricos e pluviométricos nas unidades hidrográficas Sub 1 da Região Hidrográfica do Paraná

Unidade hidrográfica Sub 1	Postos fluviométricos – ANA		Postos fluviométricos – ANEEL		Postos pluviométricos – ANEEL	
	Nº	Nº/ha	Nº	Nº/ha	Nº	Nº/ha
Grande	448	0,31	370	0,26	840	0,59
Iguaçu	391	0,60	299	0,46	397	0,61
Paraná	351	0,13	265	0,10	692	0,25
Paranaíba	419	0,19	276	0,12	278	0,12
Paranapanema	253	0,25	214	0,21	588	0,58
Tietê	441	0,61	355	0,49	933	1,30
RH-PR	2.303	0,26	1.779	0,20	3.728	0,42

Fonte: ANA e ANEEL in PNRH-BASE (2005)

Disponibilidade hídrica per capita

ANA (2005a) analisa a situação da disponibilidade hídrica *per capita* através da razão entre a vazão média e a população. Utilizada para expressar a disponibilidade de recursos hídricos em grandes áreas, a vazão média por habitante é expressa pelo quociente entre a vazão média e a população (m³/hab.ano). Este indicador não reflete a real disponibilidade hídrica, ou seja, a efetiva quantidade de água disponível para uso, uma vez que a vazão média não está disponível em todas as circunstâncias.

A classificação adotada é adaptada de publicações das Nações Unidas para traçar o quadro mundial (UNESCO, 2003; ALCAMO *et al.*, 2000):

- < 500 m³/hab.ano – Situação de escassez;
- 500 a 1. 700 m³/hab.ano – Situação de estresse;
- > 1.700 m³/hab.ano – Situação confortável.

Há ainda uma outra classificação, segundo Rebouças (1994), que é uma variação da anterior, ou seja, considerando-se vazões médias *per capita*, mas com faixas diferentes de valores e conceitos:

- < 1.500 m³/hab.ano – Situação crítica;
- 1.500 a 2.500 m³/hab.ano – Situação pobre;
- 2.500 a 5.000 m³/hab.ano – Situação adequada;
- 5.000 a 10.000 m³/hab.ano – Situação rica;
- 10.000 a 20.000 m³/hab.ano – Situação muito rica;
- > 20.000 m³/hab.ano – Situação riquíssima.

As situações de disponibilidade *per capita* presentes na Região Hidrográfica do Paraná segundo métodos citados anteriormente, são apresentadas no Quadro 15 e 16, nas Figuras 19 a 22.

Quadro 15 - Vazões Q_m (por ano) *per capita* nas unidades hidrográficas Sub 1 da Região Hidrográfica do Paraná

Sub 1	Q_m /hab. (m ³ /hab.ano)	Classificação	
		Unesco (2003)	Rebouças (1994)
Grande	9.159,1	Confortável	Rica
Iguaçu	11.941,2	Confortável	Muito Rica
Paraná	14.421,3	Confortável	Muito Rica
Paranaíba	12.594,7	Confortável	Muito Rica
Paranapanema	10.902,7	Confortável	Muito Rica
Tietê	1.051,4	Estresse	Crítica

Fonte: PNRH-BASE (2005); dados de população = IBGE in PNRH-BASE (2005)

Quadro 16 - Vazões Q_m (por ano) *per capita* nas unidades hidrográficas Sub 2 da Região Hidrográfica do Paraná

Sub 1	Sub 2	Código	Q_m /hab. (m ³ /hab.ano)	Classificação	
				Unesco (2003)	Rebouças (1994)
Grande	Grande PR 01	40	13.387,8	Confortável	Muito rica
	Grande PR 02	41	50.931,9	Confortável	Riquíssima
	Grande PR 03	42	9.372,6	Confortável	Rica
	Grande PR 04	43	8.990,4	Confortável	Rica
	Grande PR 05	44	6.913,0	Confortável	Rica
	Grande PR 06	45	14.742,2	Confortável	Muito rica
	Grande PR 07	46	5.044,4	Confortável	Rica
	Grande PR 08	47	3.903,5	Confortável	Adequada
	Grande PR 09	48	15.222,9	Confortável	Muito rica
	Grande PR 10	49	5.305,7	Confortável	Rica
	Grande PR 11	50	7.589,9	Confortável	Rica
	Grande PR 12	51	13.028,7	Confortável	Muito rica
	Grande PR 13	52	5.244,5	Confortável	Rica
	Grande PR 14	53	4.1523,4	Confortável	Riquíssima
Iguaçu	Grande PR 15	54	11.415,4	Confortável	Muito rica
	Iguaçu 01	71	1.756,4	Confortável	Pobre
	Iguaçu 02	72	34.560,3	Confortável	Riquíssima
	Iguaçu 03	73	26.431,2	Confortável	Riquíssima
Paraná	Iguaçu 04	74	34.267,6	Confortável	Riquíssima
	Iguaçu 05	75	20.694,1	Confortável	Riquíssima
	Aguapeí	168	6.005,0	Confortável	Rica
	Ivaí	163	9.922,0	Confortável	Rica
	Paraná 01	164	28.601,0	Confortável	Riquíssima
	Paraná 02	165	36.839,9	Confortável	Riquíssima
	Paraná 03	166	3.495,9	Confortável	Adequada
	Paraná 04	173	23.387,8	Confortável	Riquíssima
	Pardo PR	169	10.793,4	Confortável	Muito rica
	Peixe SP	170	20.054,8	Confortável	Riquíssima
	Piquiri	167	13.845,5	Confortável	Muito rica
	Sucuriú	171	45.658,5	Confortável	Riquíssima

Continua

Sub 1	Sub 2	Código	Q _m /hab. (m³/hab.ano)	Classificação	
				Unesco (2003)	Rebouças (1994)
Paranaíba	Verde PR	172	88.032,5	Confortável	Riquíssima
	Araguari	174	18.124,9	Confortável	Muito rica
	Bois	175	25.431,5	Confortável	Riquíssima
	Corumbá	176	5.570,8	Confortável	Rica
	Meia Ponte	177	3.590,3	Confortável	Adequada
	Paranaíba 01	178	23.578,1	Confortável	Riquíssima
	Paranaíba 02	179	38.676,1	Confortável	Riquíssima
Paranapanema	Paranaíba 03	180	74.160,8	Confortável	Riquíssima
	Cinzas	181	17.678,1	Confortável	Muito rica
	Itararé	182	14.194,0	Confortável	Muito rica
	Paranapanema 01	183	13.735,4	Confortável	Muito rica
	Paranapanema 02	184	8.246,2	Confortável	Rica
	Paranapanema 03	185	9.846,0	Confortável	Rica
	Paranapanema 04	186	11.023,9	Confortável	Muito rica
	Paranapanema 05	187	16.982,5	Confortável	Muito rica
	Pirapó	188	7.344,7	Confortável	Rica
Tietê	Tibagi	189	9.024,3	Confortável	Rica
	Tietê 01	243	1.277,0	Estresse	Crítica
	Tietê 02	244	217,9	Escassez	Crítica
	Tietê 03	245	3.007,4	Confortável	Adequada
	Tietê 04	246	4.359,9	Confortável	Adequada
	Tietê 05	247	7.662,6	Confortável	Rica
	Tietê 06	248	6.937,6	Confortável	Rica

Fonte: PNRH-BASE (2005); dados de população = IBGE in PNRH-BASE (2005)



Fonte: Unesco, 2003 in ANA, 2005a

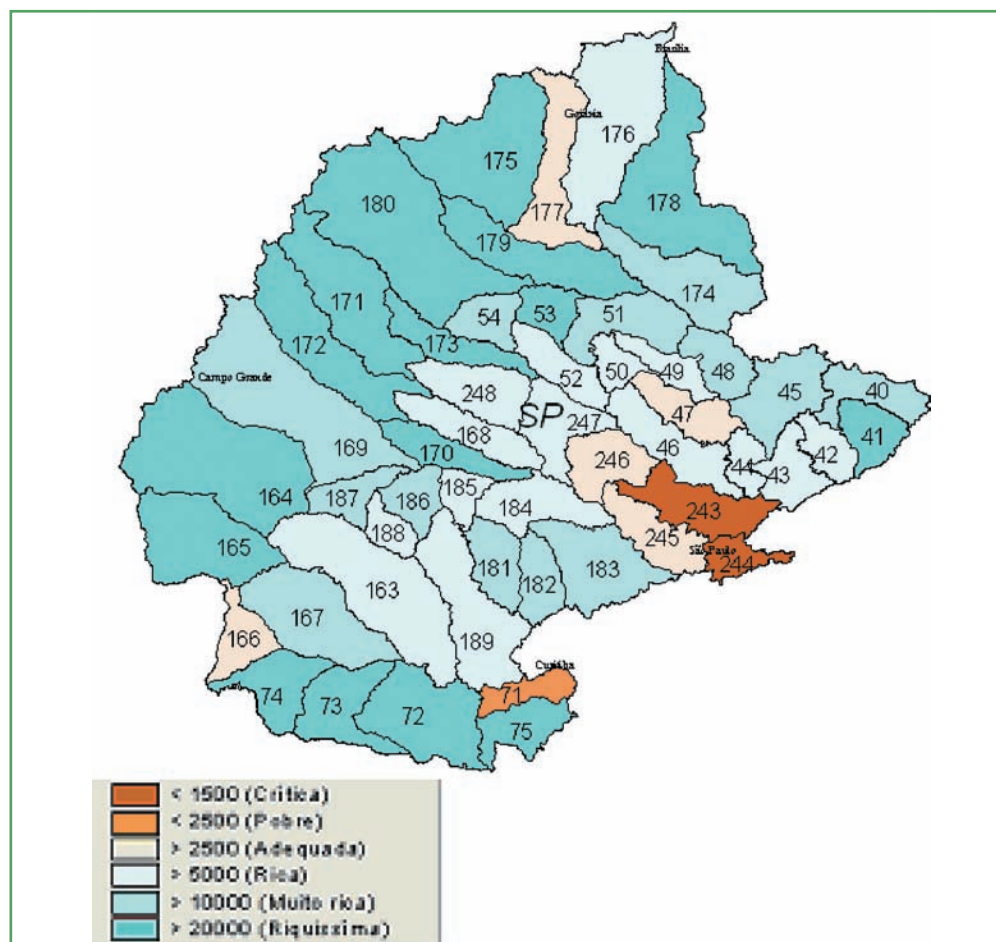
Figura 20 - Vazões Q_m (por ano) per capita nas unidades hidrográficas Sub 1 da Região Hidrográfica do Paraná



Figura 22 - Vazões Q_m (por ano) *per capita* nas unidades hidrográficas Sub 1 da Região Hidrográfica do Paraná



Figura 22 - Vazões Q_m (por ano) *per capita* nas unidades hidrográficas Sub 1 da Região Hidrográfica do Paraná



Fonte: REBOUÇAS, 1994

Figura 23 - Vazões Q_m (por ano) *per capita* nas unidades hidrográficas Sub 2 da Região Hidrográfica do Paraná

Esses dados evidenciam que há estresse (UNESCO, 2003) ou criticidade (REBOUÇAS, 1994) na unidade Sub 1 do Tietê, com $Q_m/\text{hab.}$ de $1.051,4 \text{ m}^3/\text{hab.ano.}$ Esta informação deve ser interpretada à luz da realidade vista nas unidades Sub 2, sendo que a maioria desta escassez ou criticidade deve-se à situação no Alto Tietê (Sub 2 Tietê-02, com $217,9 \text{ m}^3/\text{hab.ano.}$), na qual está a RM-SP. Este dado denota a importância, não obstante a escala do PNRH, de se considerar, no caso da Região Hidrográfica do Paraná, análises por unidades Sub 2, complementarmente às Sub 1.

Outras situações de escassez, menos intensas, ocorrem nas Sub 2 Tietê-01 ($1.277 \text{ m}^3/\text{hab.ano.}$) e “Iguaçu-01” ($1.756,4 \text{ m}^3/\text{hab.ano.}$), nas áreas de influência das RMs de Campinas e Curitiba, respectivamente.

Aqüíferos e águas subterrâneas

Em função da forma como as rochas armazenam e transmitem a água, as unidades geológicas podem ser divididas em três domínios aquíferos principais (ANA, 2005a,c):

- **Poroso:** água está contida entre os grãos que compõem a rocha (porosidade primária). É representado pelas rochas sedimentares.
- **Fraturado:** água está associada à presença de discontinuidades na rocha, responsáveis por uma porosidade secundária associada a falhas, fraturas, diáclases e outras discontinuidades. É representado pelas rochas ígneas e metamórficas e constitui os terrenos denominados genericamente de cristalinos.
- **Fraturado-cárstico:** água está relacionada à presença

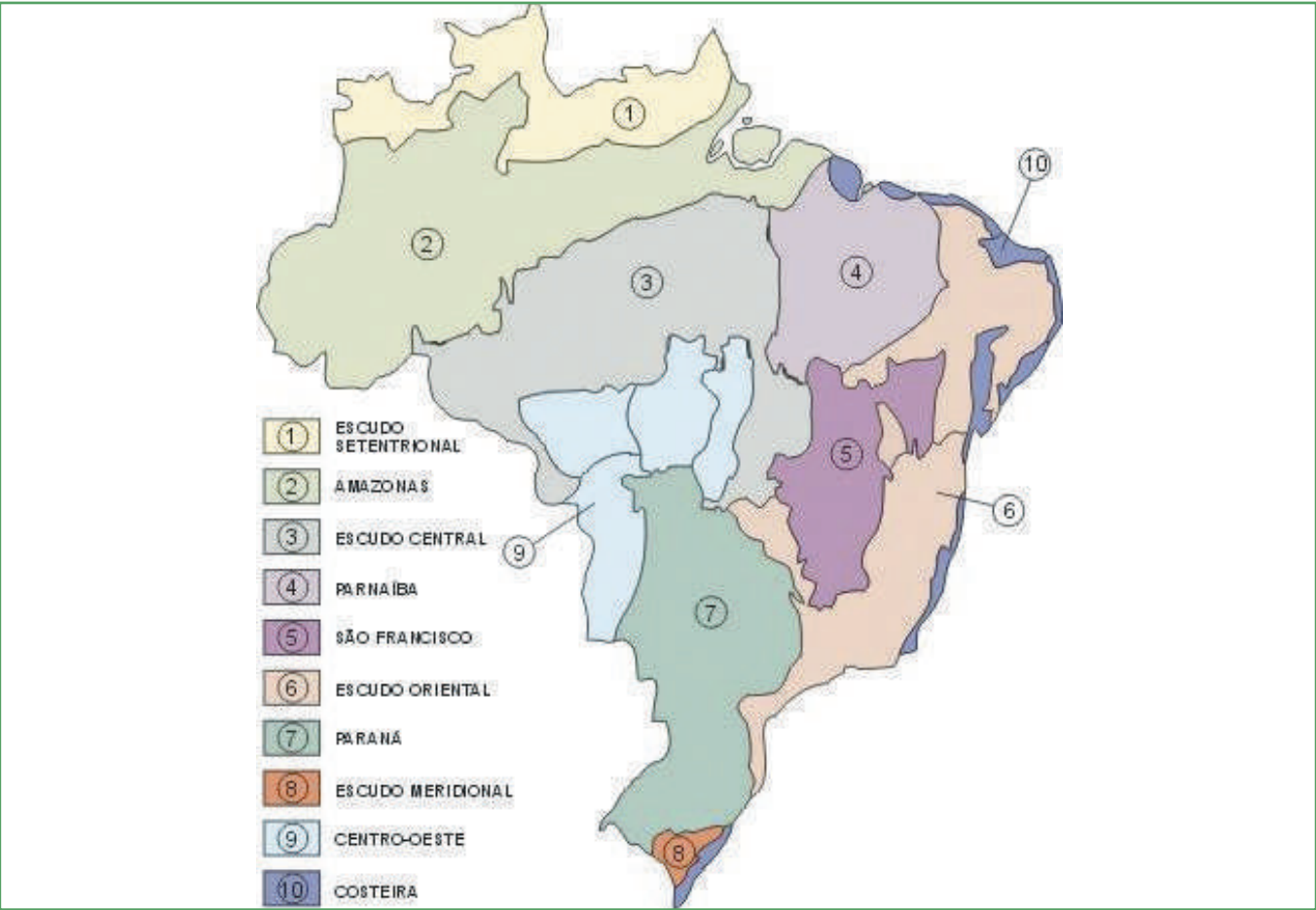
de descontinuidades na rocha, como falhas, fraturas e diáclases, associadas a feições de dissolução. Corresponde à região de ocorrência de rochas sedimentares ou metassedimentares associadas a rochas calcárias.

- Entre as províncias hidrogeológicas brasileiras, destaca-se amplamente na Região Hidrográfica do Paraná a do Paraná. Localiza-se no Centro-Leste da América do Sul (Brasil, Argentina, Paraguai e Uruguai), com superfície total de aproximadamente 1.600.000 km², dos quais 1.000.000 km² em território brasileiro, a maioria na Região Hidrográfica do Paraná – Figura 23. Trata-se de uma Bacia Intracratônica de forma elíptica, com eixo maior de direção NE, coincidindo, aproximadamente, com o curso atual do rio Paraná (CPRM, 1997).

É considerada a mais importante província hidrogeológica do Brasil, em função de sua aptidão em armazenar e liberar grandes quantidades de água, contendo o maior volume de

água doce em subsuperfície do país, com volume estocado de 50.400 km³ de água. Este volume corresponde a 45% do volume estimado para as reservas de águas subterrâneas do Brasil (112.000 km³). Estes dados evidenciam a relevância das águas subterrâneas na Região Hidrográfica do Paraná como recurso hídrico e reserva estratégica. Além disso, está nas proximidades das regiões relativamente mais povoadas e economicamente mais desenvolvidas do país (CPRM, 1997).

A província hidrogeológica do Paraná comporta importantes sistemas aquíferos, entre eles o Sistema Aquífero Guarani, do tipo poroso, confinado na maior parte de sua extensão e considerado um dos maiores mananciais subterrâneos do mundo; o Sistema Aquífero Serra Geral, do tipo fraturado, formado por rochas que constituem um dos mais expressivos derrames globais de lavas basálticas; e o Sistema Aquífero formado por sedimentos das unidades geológicas Bauru e Caiuá.



Fonte: DNPM & CPRM, 1983 in CPRM, 1997

Figura 24 - Províncias hidrogeológicas brasileiras

Na província hidrogeológica do Escudo Oriental há os aquíferos cristalinos de formações geológicas Pré-Cambrianas a Cambrianas. Embora não apresentem as mesmas boas condições de exploração que os aquíferos sedimentares da província hidrogeológica do Paraná (Guarani e Bauru-Caiuá, notadamente), são relevantes, pois neles se situam importantes aglomerações urbanas, como São Paulo, Curitiba, Brasília e Goiânia.

Caracterização dos principais aquíferos

A caracterização dos principais sistemas aquíferos do país, efetuada por ANA (2005a,c), incluiu seu potencial hídrico, em termos de reserva e produtividade, sua extensão e importância no abastecimento regional, com ênfase para os aquíferos porosos situados nas bacias sedimentares. A base cartográfica digital utilizada foi o mapa geológico do Brasil, na escala 1:2.500.000, produzido pela CPRM (2001) e as informações sobre produtividade dos aquíferos baseiam-se nos dados de poços do Sistema de Informações de Águas Subterrâneas – SIAGAS da Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais – CPRM.

ANA (2005a,c) apresenta uma estimativa das reservas exploráveis ou disponibilidades hídricas dos principais aquíferos do país, tendo como base a área de recarga dos aquíferos (mapa geológico – CPRM, 2001), a precipitação média sobre estas áreas (mapa de isoietas do Brasil, contendo as normais 1961-1990) e algumas premissas hidrogeológicas.

ANA (2005a,c) considerou que as reservas exploráveis de um Aquífero são constituídas por uma parte das reservas reguladoras e uma pequena fração das reservas permanentes. No caso, fixou-se que as reservas exploráveis correspondem a 20% das reservas reguladoras, ou seja, uma estimativa conservadora e que permite certa margem de confiança ao não considerar o uso das reservas permanentes, ou seja, ao não considerar a depleção do volume de água permanente do Aquífero.

Este valor também é considerado satisfatório, segundo ANA (2005a,c), sob o aspecto de manutenção da vazão dos rios, porque considera que apenas 20% do escoamento de base poderia ser afetado pela captação de água subterrânea. As reservas exploráveis adotadas neste estudo representam, portanto, 20% do escoamento de base dos rios.

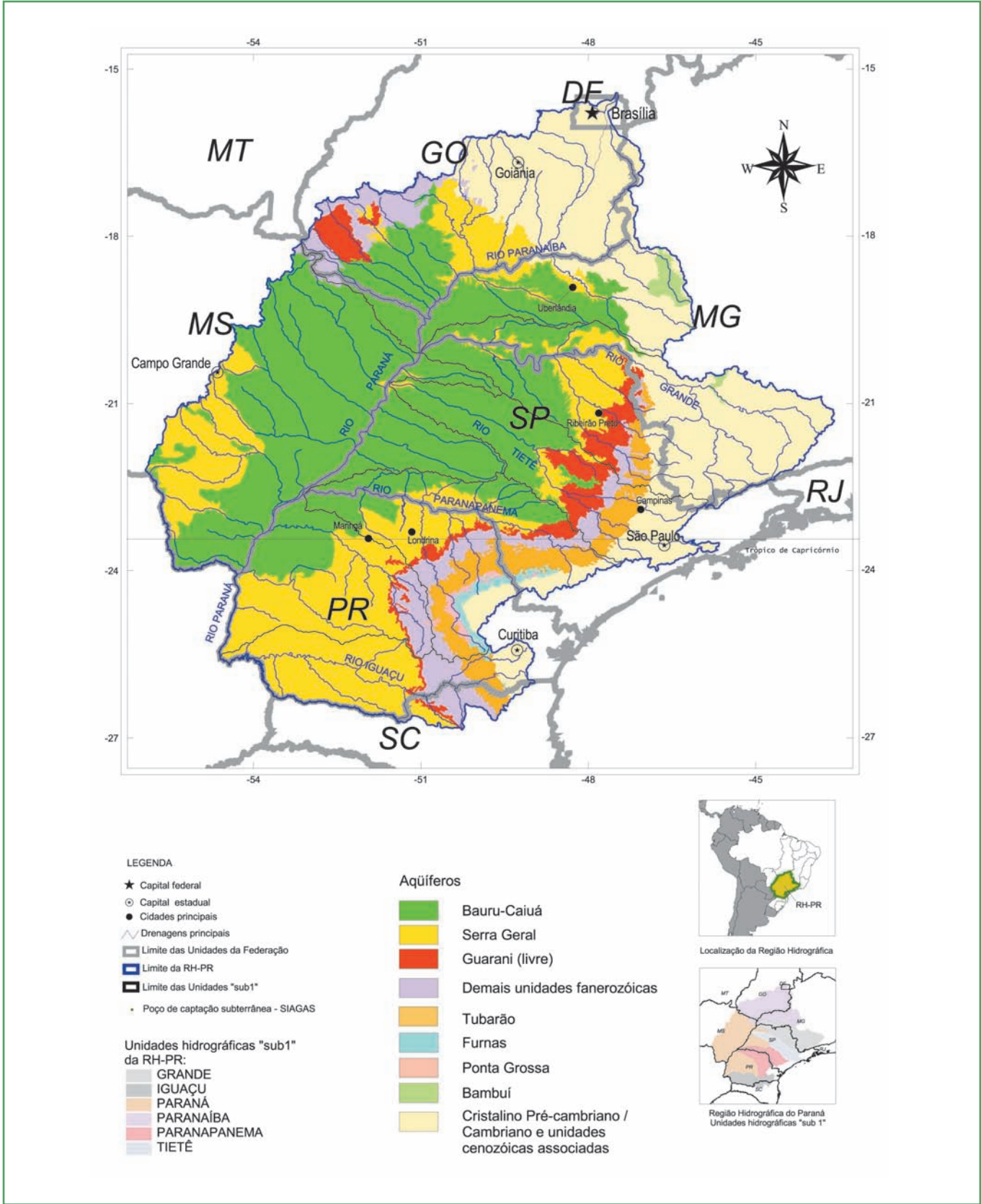
Sabe-se que nas áreas de recarga dos aquíferos, uma parte da água que infiltra no solo, através de sistemas de fluxos locais a intermediários, participa do escoamento básico, enquanto que uma outra parte, que integra o sistema de fluxo intermediário a regional, vai para as porções mais profundas dos aquíferos ou para as porções confinadas, a chamada recarga profunda. Os estudos de ANA (2005b) não levaram em conta a parte de recarga profunda.

As disponibilidades hídricas, superficial e subterrânea, para fins de análise, não podem ser somadas para fornecer um valor de disponibilidade total. Na verdade, a disponibilidade hídrica superficial inclui, no seu valor, a disponibilidade subterrânea, já que esta representa uma parte do escoamento de base dos rios. A água subterrânea retirada em um determinado ponto implica em redução da contribuição do Aquífero para o rio e, conseqüentemente, a diminuição da água disponível no rio (ANA, 2005a,c).

De forma geral, os dados de ANA (2005a,c) são uma primeira aproximação, dada a inexistência, por hora, de estudos mais detalhados, o que remete à necessidade de estudos específicos para as diversas unidades aquíferas presentes no Brasil, tanto nas porções livres, quanto confinadas, quando for o caso.

Cabe ressaltar que esses estudos não incluem todos os principais aquíferos ou especificidades presentes na Região Hidrográfica do Paraná (Aquífero Tubarão; aquíferos fraturados dos Terrenos Cristalinos Pré-Cambrianos a Cambrianos; aquíferos do Alto Tietê/RMSP; diferenciações entre as unidades Bauru e Caiuá; aquíferos cársticos situados ao norte de Curitiba; entre outros), embora contemple alguns dos principais aquíferos, mas com as premissas anteriormente observadas: Guarani, Bauru-Caiuá, Serra Geral, Ponta Grossa, Furnas e Bambuí.

Os Quadros 17 a 19 apresentam informações sobre alguns dos principais sistemas aquíferos presentes na Região Hidrográfica do Paraná, a partir dos estudos de ANA (2002b) e CPRM (2001): Guarani, Bauru-Caiuá, Serra Geral, Tubarão, Furnas e Ponta Grossa, da bacia sedimentar do Paraná (Fanerozoico); Bambuí (Pré-Cambriano) e demais unidades cristalinas, predominantemente do Pré-Cambriano. Nota-se que a maior extensão de afloramento é dos aquíferos Bauru-Caiuá (37,5%), Serra Geral (24,2%) e cristalino Pré-Cambriano (23,2%).



Fonte: Bases do PNRH (2005)

Figura 25 - Sistemas Aquíferos

Sistema Aquífero Guarani

O Sistema Aquífero Guarani – SAG é formado por rochas arenosas, aflorantes ou em subsuperfície (neste caso, sobrepostas por rochas basálticas da Formação Serra Geral), com espessura entre 200m e 800m (valor médio de 250m) – es-

queima estratigráfico na Figura 24 – , dos períodos Triássico (Formações Pirambóia e Rosário do Sul, no Brasil, e Buena Vista, no Uruguai) e do Jurássico (Formações Botucatu, no Brasil, Misiones, no Paraguai, e Tacuarembó, no Uruguai e na Argentina) (ANA, 2005a,c).

Quadro 17 - Principais sistemas aquíferos presentes na Região Hidrográfica do Paraná e suas características

Sistema Aquífero	Tipo*	Área de recarga (km²)**	Espessura média (m)	Precipitação (mm/ano)	Reserva (m³/s)	
					Renovável	Explotável***
Bauru-Caiuá	PO, L	353.420	200	1.457	2.939,5	587,9
Serra Geral	F	411.855	150	1.681	3.731,5	746,3
Guarani	PO, L/C	89.936	250	1.487	805,7	161,1
Ponta Grossa	PO, L/C	24.807	300	1.543	145,5	29,1
Furnas	PO, L/C	24.894	200	1.511	143,0	28,6
BambuÍ	CF	181.868	-	1.165	201,5	40,3

Fonte: ANA (2005a,c)
* PO = poroso; L = livre; C = confinado; F = fraturado; CF = Cártico-fraturado. ** total no Brasil; *** 20% das reservas renováveis

Quadro 18 - Área*, em km², dos principais sistemas aquíferos presentes nas unidades Sub 1 da Região Hidrográfica do Paraná

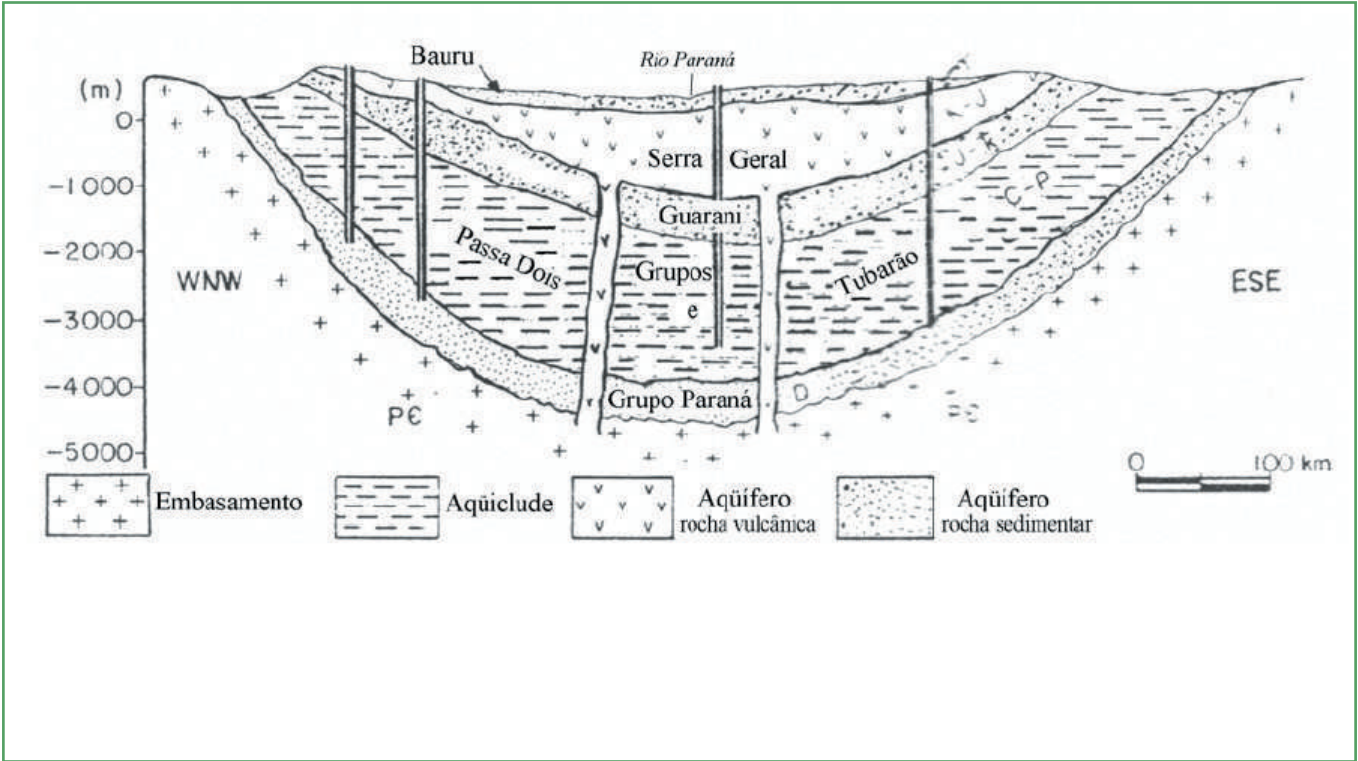
Local	Bauru-Caiuá	Serra Geral	Guarani	Tubarão	Ponta Grossa	Furnas	BambuÍ	Demais – Fane-rozóico	Pré-Cam-briano
Grande	31.474	23.936	8.904	4.727	0	0	844	3.454	69.833
Iguaçu	0	43.045	1.067	5.600	0	195	0	9.616	6.036
Paraná	179.662	82.845	1.297	0	57	0	0	8.548	0
Paranaíba	62.283	32.923	7.401	0	0	0	4.498	16.018	99.644
Paranapa-nema	24.980	24.964	4.991	18.680	2.869	4.464	0	9.742	10.855
Tietê	30.976	4.762	8.847	6.609	0	0	0	3.798	16.948
RH-PR	329.376	212.474	32.507	35.617	2.926	4.659	5.342	51.176	203.315
RH-PR	37,5	24,2	3,7	4,1	0,3	0,5	0,6	5,8	23,2

Fonte: PNRH-DBR (2005), com base em ANA (2005a,c)
* Correções efetuadas em PNRH-DBR (2005) e ANA (2005a,c), a partir de CPRM (2001)

Quadro 19 - Disponibilidade hídrica* dos principais sistemas aquíferos** presentes nas unidades Sub 1 da Região Hidrográfica do Paraná, em m³/s

Local	Bauru-Caiuá	Serra Geral	Guarani***	Ponta Grossa	Furnas	BambuÍ
Brasil	587,9	746,3	161,1	29,1	28,6	40,3
RH-PR	nd	nd	nd	nd	nd	nd

Fonte: PNRH-DBR (2005), com base em ANA (2005a,c)
* Reserva explotável ou 20% das reservas renováveis; ** dados não disponíveis para demais unidades, como o Tubarão e o cristalino Pré-Cambriano; *** livre; nd = dado não disponível



Fonte Rebouças, 1988 modificado por ANA, 2005a,c

Figura 26 - Representação esquemática do posicionamento estratigráfico do Sistema Aquífero Guarani

A Figura 25 apresenta as áreas de afloramento e confinamento do Sistema Aquífero Guarani ao longo da Região Hidrográfica do Paraná e arredores, evidenciando que boa parte da Região Hidrográfica do Paraná contém este Sistema Aquífero em condições de confinamento (cerca de 90%). Estima-se em cerca de 540.000 km² de porções confinadas do Aquífero Guarani na Região Hidrográfica do Paraná, ou mais de 60% de sua área (dados de PNRH-BASE, 2005; ANA, 2005a,c; CPRM, 2001).

Na Figura 26, podem ser observadas as diferenças de limites entre a bacia Hidrográfica rio da Prata (contorno aproximado em preto) e bacia sedimentar do Paraná (em

vermelho), além dos locais de recarga (notadamente em verde escuro) e descarga do Aquífero Guarani.

No Brasil, o SAG ocorre nas seguintes unidades da Federação: GO, MT, MS, MG, PR, RS, SC e SP – Quadro 20. Nota-se que toda extensão, livre ou confinada, do Aquífero Guarani nos Estados de SP, PR e MG está na Região Hidrográfica do Paraná. Como o domínio das águas subterrâneas é das unidades da Federação, este dado é interessante.

Quadro 20 - Distribuição da área do Sistema Aquífero Guarani, por Estado

Estado	Área total (km²)	Área recarga (km²)
Goiás*	55.000	9.057
Mato Grosso**	26.400	7.218
Mato Grosso do Sul**	213.200	25.324
Minas Gerais***	52.300	409
Paraná***	131.300	4.358
Rio Grande do Sul**	157.600	21.469
Santa Catarina*	49.200	3.660
São Paulo***	155.800	18.441
TOTAL	840.800	89.936

Fonte: Chang (2001) in ANA (2005a,c)
* Parcialmente na RH-PR; ** fora da RH-PR; *** totalmente na Região Hidrográfica do Paraná

Diversos estudos abordam estimativas de reserva de água ANA (2005a,c). Uma síntese é apresentada no Quadro 21. do SAG: Rebouças (1976), Rocha (1997), Chang (2001) e

Quadro 21 - Síntese das avaliações de reservas para o Sistema Aquífero Guarani

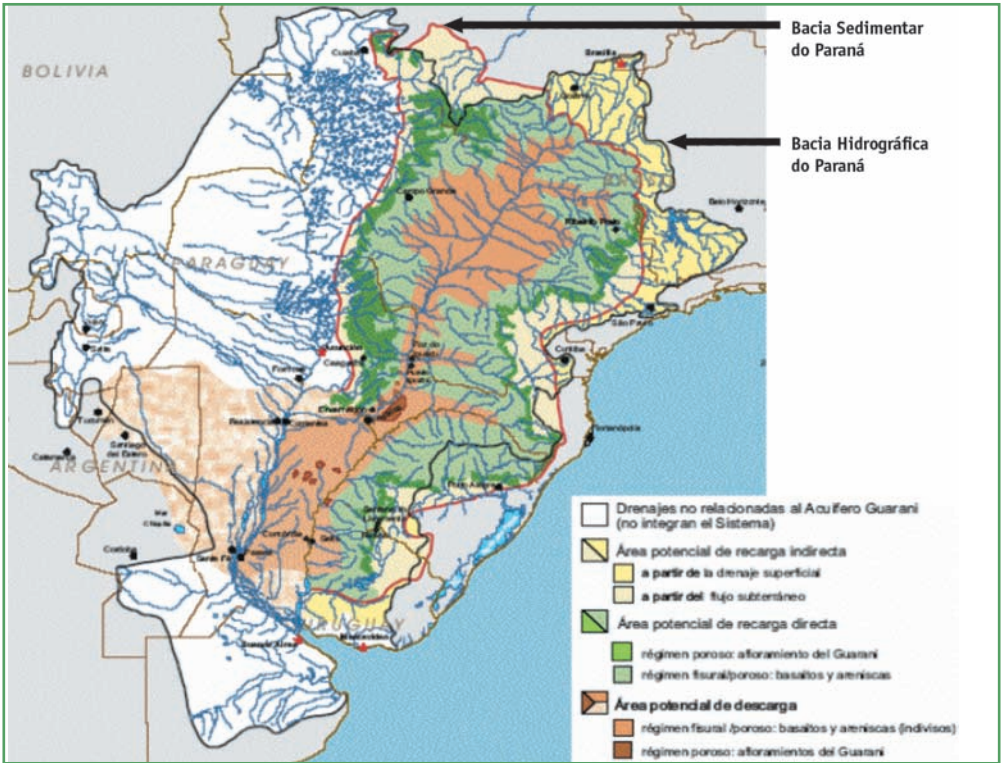
Reserva de água – SAG	Rebouças (1976)	Rocha (1997)	Chang (2001)	ANA (2005a,c)
Ativa (Infiltração direta)	22 km³/ano	160 km³/ano (ativa total)	5,2 km³/ano	-
Ativa (Infiltração indireta)	138 km³/ano		-	-
Permanente	48.021 km³	37.000 km³	-	-
Explotável	-	40 km³/ano	-	5,1 km³/ano

Fonte: ANA (2005a,c)



Fonte: Borghetti *et al.*, 2004

Figura 27 - Áreas de afluência e confinamento do Sistema Aquífero Guarani ao longo da Região Hidrográfica do Paraná e arredores



Fonte: GEF-GUARANI, 2005

Figura 28 - Mapa simplificado do Aquífero Guarani, com áreas de recarga e descarga, e situação em relação às bacias hidrográfica e sedimentar do Paraná

Sistema Aquífero Bauru-Caiuá

O Sistema Aquífero Bauru-Caiuá, assim indiferenciado, é constituído por arenitos finos a médios, com intercalações de argilitos e siltitos, de origem predominantemente fluvial, das diversas formações componentes dos Grupos Bauru e Caiuá. É do tipo poroso e livre a semi-confinado, com espessura média de 200m e sobrepõe-se à Formação Serra Geral.

Apresenta área aflorante de 353.420 km² (ANA, 2005a,c), sendo quase a totalidade (mais de 95%) na Região Hidrográfica do Paraná. É a unidade de maior extensão aflorante na Região Hidrográfica do Paraná, e por sua acessibilidade (livre, espessura de 200m, qualidade natural das águas considerada boa), constitui importante recurso hídrico nos locais onde ocorre (oeste de SP, noroeste do PR, sudeste e leste do MS, sudoeste de MG e Triângulo Mineiro).

Apresenta os seguintes parâmetros hidrodinâmicos médios: condutividade hidráulica (K) de 10⁻⁶ a 10⁻⁵ m/s; coeficientes de armazenamento (S) de 5.10⁻² a 15.10⁻², em condições de Aquífero livre, e é de 10⁻³, sob condições semi-confinadas (REBOUÇAS 1980 *in* ANA, 2005a,c).

Referências na literatura, na maior parte dos casos diferenciando Bauru e Caiuá, incluem: Guidorzi *et al.* (1982), Rocha *et al.* (1982), Campos (1993), Rebouças (1980), Tahal (1998), CETESB (2004), entre outras.

Sistema Aquífero Serra Geral

O Sistema Aquífero Serra Geral corresponde à formação geológica homônima, de idade jurássica, e é constituído por rochas que compõem uma seqüência de derrames de lavas predominantemente basálticas, com intercalações de lentes e camadas arenosas. Em direção ao centro da bacia sedimentar do PR, aumenta de espessura, alcançando 2.000 m. Apresenta-se como Aquífero fraturado e, em sua grande maioria, com condição livre (ANA, 2005a,c).

As áreas mais produtivas do Sistema Aquífero Serra Geral estão condicionadas a fraturamentos e zonas vesiculares resultantes do resfriamento dos derrames basálticos. Deformações rúpteis afetaram posteriormente essas rochas, gerando fraturas e outras discontinuidades, que ampliaram as possibilidades de armazenamento e circulação de água.

O sistema Serra Geral tem área aflorante total de 411.855

km² (ANA, 2005a,c), sendo que, na Região Hidrográfica do Paraná, apresenta-se mais delgada nos trechos presentes em Goiás, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, São Paulo e norte do Paraná, espalhando-se a partir do centro-oeste do Paraná em sentido ao sul do Brasil (SC e RS). Em termos de área de afloramento, sua maior expressão na Região Hidrográfica do Paraná dá-se no Estado do Paraná e na Sub 1 do Paraná.

Referências na literatura sobre o Aquífero Serra Geral incluem: Rebouças (1978), Rebouças & Lastoria (1980), Celligoi (1993), Campos (1993), Tahal (1998), Buchmann Filho *et al.* (2002), Bittencourt *et al.* (2003), CETESB (2004) etc.

Sistema Aquífero Tubarão

O Aquífero Tubarão é constituído por depósitos permo-carboníferos glaciais e retrabalhamentos flúvio-lacustres. Sua má condição como Aquífero é devida ao elevado grau de cimentação e pelo fato de ser freqüentemente atravessado por intrusões de diabásio. Tais características conferem ao Tubarão baixa permeabilidade, comprometida pela matriz lamítica sempre presente nos arenitos, e resultam na sua potencialidade limitada como Aquífero para atendimento a usos da água.

Embora se caracteriza por sua baixa potencialidade, aflora em locais de importantes eixos de conurbação e industrialização, como Campinas-Piracicaba, Sorocaba, entre outros.

Em áreas localizadas, é possível notar-se algum comprometimento da qualidade da água subterrânea, principalmente quando esta provém de zonas mais profundas, além de 350 m de profundidade, em razão da maior concentração de sais dissolvidos nessas águas, consequência do longo período de percolação da água no Aquífero.

A ocorrência de intrusões mais espessas de diabásio em profundidade e o eventual decréscimo significativo da vazão ao médio prazo (2 a 10 anos) devido às condições deficientes de recarga do Aquífero Tubarão a profundidades muito além de 200 m, constituem um fator de risco a considerar na perfuração de poços no Tubarão (DAEE, 1974 *in* IRRIGART, 2005).

Sistema Aquífero Furnas

A Formação Furnas, de idade devoniana, constituída por arenitos, predominantemente de granulação grossa, é con-

siderada como uma unidade basal da bacia sedimentar do Paraná, assentando-se sobre o embasamento cristalino. O Aquífero Furnas é de natureza porosa, variando de livre a confinado, a depender da ocorrência de estratos sobrepostos. Entretanto, muito comumente encontra-se com matriz preenchida, de forma a reduzir a sua disponibilidade hídrica, em geral melhorada pela presença de estruturas rúpteis secundárias (ANA, 2005a,c).

Tem área de afloramento total estimada em 24.894 km², distribuída nos estados de Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Goiás, Paraná e São Paulo, com espessura média de 200 m (ANA, 2005a,c). Na Região Hidrográfica do Paraná, aflora principalmente no Estado do Paraná, na unidade hidrográfica Sub 1 do Paranapanema, com destaque para a unidade Sub 2 do Tibagi. Em São Paulo, aflora em pequeno trecho ao sul, nas Sub 2 do Itararé e Paranapanema-01.

Sistema Aquífero Ponta Grossa

A Formação Ponta Grossa, de idade devoniana e espessura média de 300 m, consiste, na base, de folhelhos e siltitos, e em direção ao topo, há intercalações de arenitos finos a muito finos. Por sua constituição, representa um aquífero de baixa potencialidade, reduzido às camadas arenosas, nas quais é explotado em condições livres.

As áreas de afloramento estão nos Estados de Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Goiás e Paraná, perfazendo cerca de 24.807 km² (ANA, 2005a,c). Na Região Hidrográfica do Paraná, aflora apenas na unidade hidrográfica Sub 1 do Paranapanema, com destaque para a Sub 2 do Tibagi.

Sistema Aquífero Bambuí

O Sistema Aquífero Bambuí compreende os metassedimentos, em sua maioria de natureza carbonática, dos grupos Bambuí e Una, além dos carbonatos da Formação Caatinga.

Esse Sistema Aquífero possui uma área de afloramento de 181.868 km², que corresponde à porção centro-norte do Estado de Minas Gerais, região centro-oeste da Bahia, além dos extremos sudeste de Tocantins e noroeste de Goiás (ANA, 2005a,c). Na Região Hidrográfica do Paraná, restringe-se predominantemente à região de Patos de Minas (Sub 2 do Paranaíba 01 e pequeno trecho do Araguari) e Sub 2 Grande PR 06,

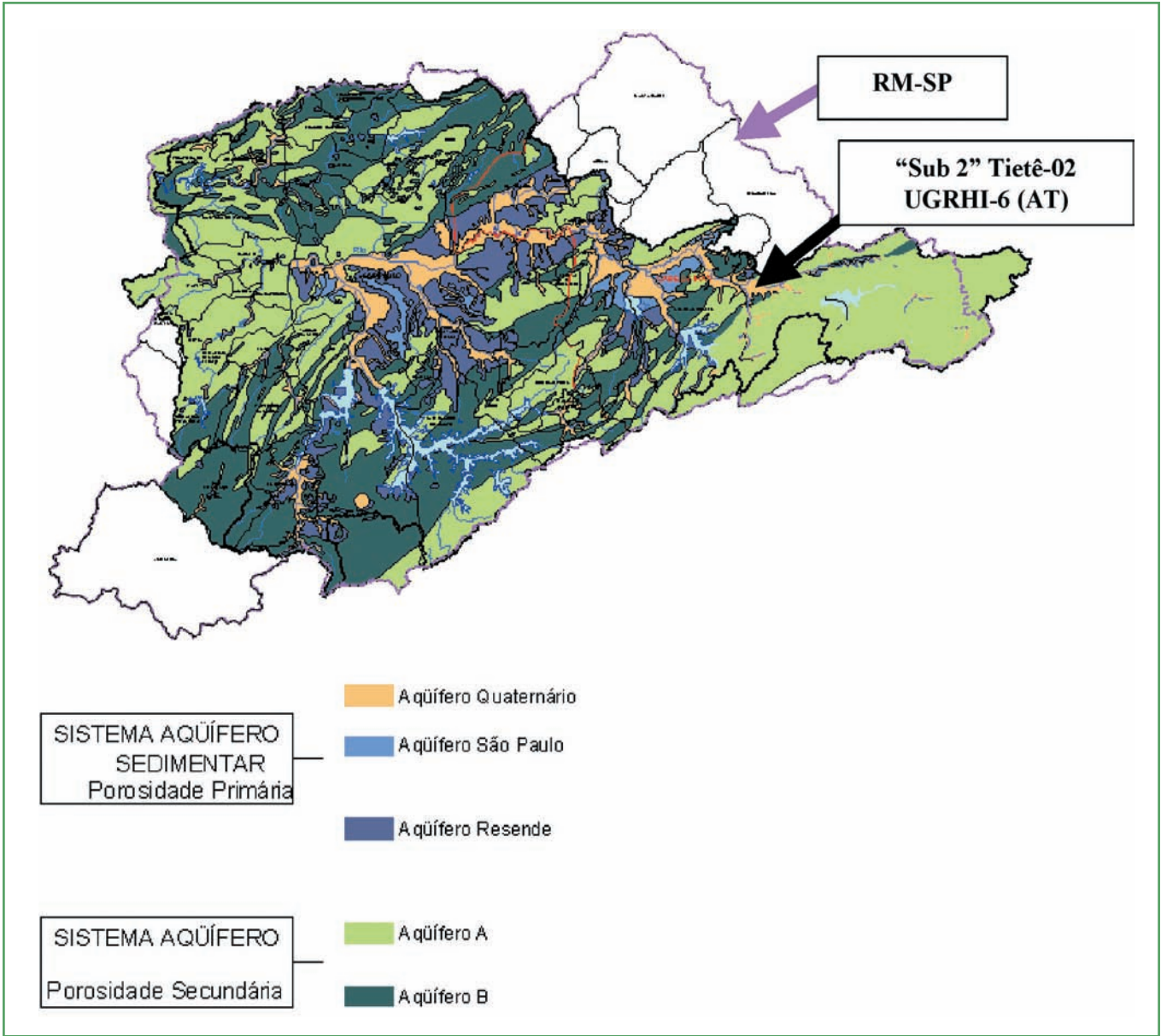
portanto, nas Sub 1 do Paranaíba (maioria) e Grande.

Cabe destacar que por sua natureza cárstica e fraturada, o Bambuí é extremamente heterogêneo em termos de disponibilidade hídrica e produtividade de poços. De forma geral, as áreas de maior produtividade dos poços correspondem às áreas cársticas, em que predominam rochas calcárias (ANA, 2005a,c).

Aquíferos do Alto Tietê

Há diversos dados e estudos sobre a hidrogeologia de São Paulo e arredores: DAEE (1975, 2005), CEPAS (1994), FUSP (1999, 2002), Hirata & Ferreira (2001), CETESB (2004), entre outros.

A Bacia do Alto Tietê – BAT, na qual está situada a cidade de São Paulo, engloba os domínios da Bacia Sedimentar de São Paulo e as rochas pré-cambrianas do embasamento cristalino que a circundam. Este contexto geológico define duas unidades aquíferas principais: o Sistema Aquífero Cristalino – SAC e o Sistema Aquífero Sedimentar – SAS – Figura 27 e Quadro 22.



Fonte: FUSP, 1999

Figura 29 - Principais aquíferos presentes no Alto Tietê

Quadro 22 - Características dos principais aquíferos presentes no Alto Tietê

Denominação dos aquíferos		Características geológicas	Características hidrogeológicas
Sistema Aquífero Sedimentar – SAS	Aquífero Quaternário	Depósitos sedimentares aluviais, predominantemente areno- argilosos	Aquífero de extensão e espessura muito limitadas (<10m), explorável através de poços do tipo cacimba
	Aquífero São Paulo	Depósito de sistema fluvial-meandrante, composto por cascalho, areia e silte argiloso	Aquífero livre a semi-confinado, de extensão local e baixa produtividade. Vazão média por poço de 9,5 m³/h e capacidade específica de 0,5 m³/(h.m)
	Aquífero Resende	Depósitos de sistemas de leques aluviais a planície fluvial entrela-çada, com predominância de lami-tos arenosos a argilosos e depósito de sistemas de leques aluviais (fan-glomerados), com predominância de lamitos seixosos	Aquífero livre a semi-confinado, de extensão local e média a baixa produtividade. Vazão média por poço de 15,2 m³/h e capacidade específica de 0,9 m³/(h.m)
Sistema Aquífero Cristalino – SAC	Aquífero A	Associação de unidades que incluem rochas granitóides, rochas gnáissicas, filitos e xistos subordinados	Aquífero livre, no qual as melhores vazões estão associadas às falhas e fraturas nas rochas, com baixa produtividade. Vazão média por poço de 9,1 m³/h e capacidade es- pecífica de 0,2 m³/(h.m)
Sistema Aquífero Cristalino – SAC	Aquífero B	Associação de rochas predominantemente metassedi- mentares, incluindo quartzitos, micaxistos, subordinados	Aquífero livre, no qual as melhores vazões estão associadas às falhas e fraturas nas rochas, com média a baixa produtividade. Vazão média por poço de 17,5 m³/h e capa- cidade específica de 1,4 m³/(h.m)

Fonte: FUSP, 1999; HIRRATA e FERREIRA (2001)

O modelo de circulação regional aceito para a BAT mostra que as águas das chuvas recarregam os aquíferos em toda a sua extensão não impermeabilizada. Outra importante recarga ocorre pelas fugas da rede pública de abastecimen- to de água e de coleta de esgoto. Uma vez ingressando no Aquífero, as águas fluem em direção às drenagens superfi- ciais, suas áreas de descarga, a exemplo do rio Tietê.

Estimativas iniciais efetuadas por Hirata & Ferreira (2001) indicam que atualmente cerca de 10 m³/s estejam sendo explotados por aproximadamente 8.000 poços tu- bulares. Estes números evidenciam a importância do SAS e do SAC como importante recurso hídrico para a RM-SP, complementarmente às águas superficiais, e dada a situação de criticidade nesta região quanto aos balanços demandas x disponibilidade hídrica.

Eventos Hidrológicos Críticos

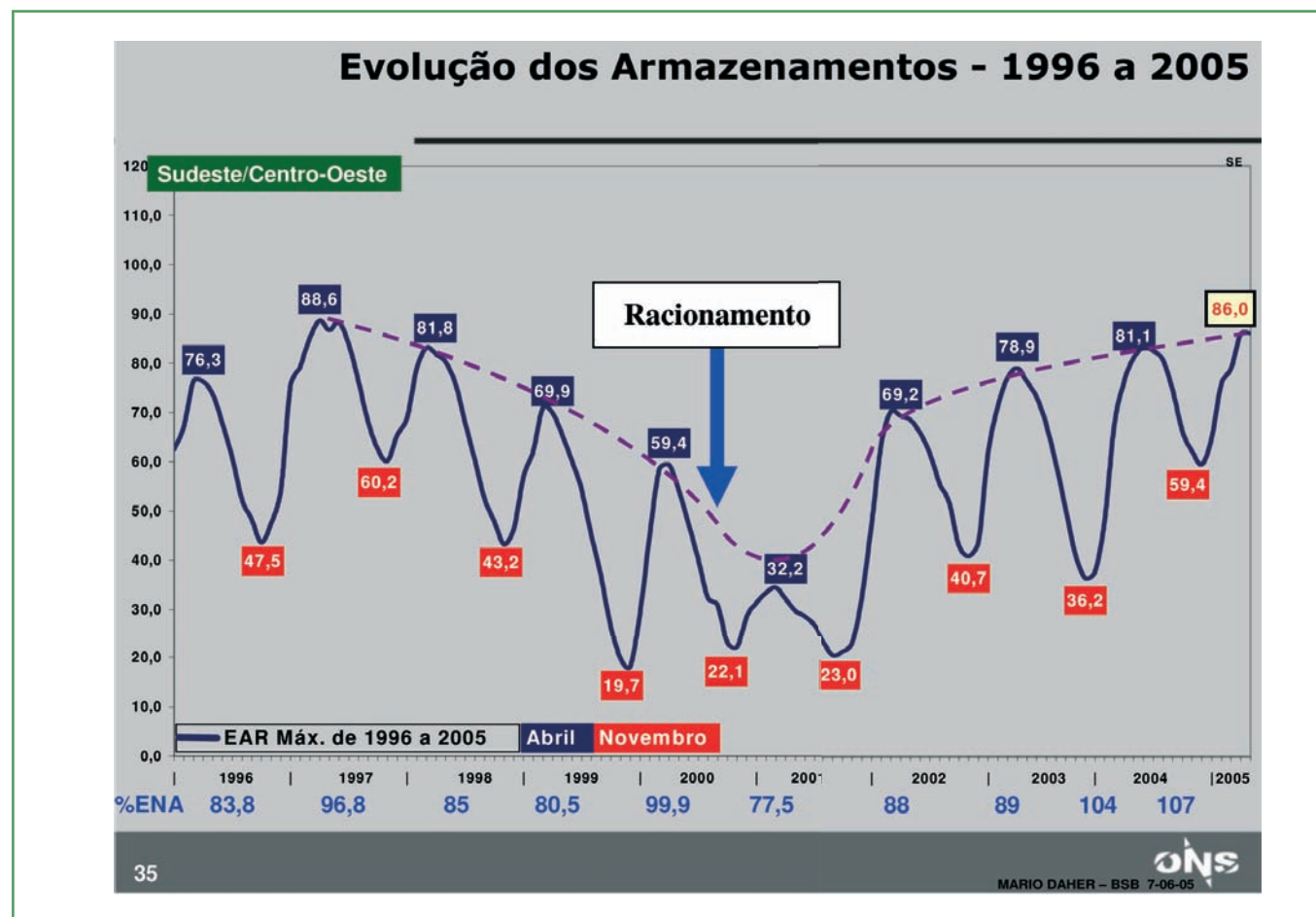
Na análise de situações potenciais de escassez na Re- gião Hidrográfica do Paraná, devem ser considerados os seguintes aspectos: precipitações pluviométricas (quan- tidade total, distribuição temporal e espacial), sazonal- idades climáticas (distribuição das chuvas, com períodos mais secos e mais chuvosos), eventos específicos de me- nor precipitação em determinados períodos (a exemplo do prolongamento de estações mais secas), eventos crí- ticos de alta pluviosidade (concentração de chuvas num curto espaço de tempo) e o ciclo hidrológico como um todo, o que inclui elementos atmosféricos, de águas su- perficiais, subterrâneas e intersticiais, além das inter-co- nectividades entre estes compartimentos.

Não há situações contundentes de escassez por falta de disponibilidade hídrica na Região Hidrográfica do Paraná, mas sim de excesso de demanda em relação às disponibilidades existentes – a escassez é, por exemplo, no balanço demandas x disponibilidade nas áreas mais populosas ou de escassez de quantidade de água por habitante e unidade de tempo. Já casos mais típicos de estiagem são específicos às épocas mais secas, notadamente nas áreas de clima tropical em que esta estação está mais bem definida, coincidindo aproximadamente com o inverno.

Um evento crítico que deve ser citado, pelas implicações socioeconômicas a sua época, foi o abaixamento dos níveis de reservatórios a partir do final da década de 1990, com pico em 2001, quando ocorreu o racionamento de consumo de energia na maior parte do Brasil. Este evento pode ser observado na Figura 28, a qual também demonstra que

o nível de reservatórios das regiões Sudeste/Centro-Oeste vem recuperando-se desde então.

Ainda quanto às situações de maior potencial de estiagem ou escassez, destacam-se as unidades Sub 1 Paraná, Paranapanema, Paranaíba e Tietê, como se observam dados de vazões de estiagem por unidade de área (Q_{95} esp) comparativamente mais baixas que as demais Sub 1 – Iguaçu e Grande (Quadros 12 e 13), algo que pode ser correlacionado com as vazões $Q_{7,10}$ de FGV (1998) e com as temperaturas médias (Figura 3, pág. 10). Embora estes dados não sejam suficientes para configurar situações típicas de estiagem ou correlação estrita, permitem observar, ainda, descargas específicas mínimas em torno de 30% dos correspondentes valores médios (Quadro 12), indicando que a Região Hidrográfica do Paraná experimenta sensível redução da disponibilidade hídrica nos períodos mais secos.



Fonte: ONS in Mahler (2005)

Figura 30 - Nível dos reservatórios nas regiões Sudeste/Centro-Oeste, de 1996 a 2005, com destaque para o evento crítico (estiagem) de 2001

De forma mais genérica à Região Hidrográfica do Paraná, dada a grande quantidade de reservatórios existentes no rio Paraná e nos seus principais afluentes (Paranaíba, Grande, Tietê, Paranapanema e Iguaçu) e à conseqüente regularização das vazões naturais promovida pelos mesmos, os eventos hidrológicos extremos podem apresentar-se atenuados. Por outro lado, a utilização de barragens para controle de cheias por vezes favorece maior ocupação das áreas ribeirinhas a jusante, em conseqüência da redução dos picos e frequências de cheias (FGV, 1998).

Quanto às cheias e inundações, há duas situações a serem consideradas na RH Paraná: as que decorrem de cheias em áreas urbanas, que afetam diretamente parcelas expressivas das populações; e aquelas que, nas áreas rurais, correspondem à ocupação pelas águas das planícies de inundação dos cursos de água. Ambas as situações causam grandes prejuízos econômicos e são conseqüência da significativa alteração do comportamento hidrológico natural e/ou do uso e ocupação desordenada do solo (FGV, 1998; PNRH-DBR, 2005).

Esses eventos críticos são agravados, notadamente nas áreas urbanas, por ações antrópicas como: altas taxas de urbanização e impermeabilização do solo; disposição inadequada de resíduos sólidos; lançamento de lixo nas redes pluviais e drenagens; insuficiência ou ausência de medidas de combate à erosão e práticas conservacionistas do solo, agravando situações de assoreamento; supressão da cobertura vegetal; ocupação antrópica desordenada, mesmo em áreas de proteção permanente – APP e unidades de conservação ambiental – UCA (a RM-SP é o caso mais contundente, com estimativas de cerca de 2 milhões de pessoas vivendo nestes locais e/ou de preservação de mananciais); entre outras. Em suma, há erros, ausência ou insuficiência de ações preventivas, de disciplinamento do uso do solo e das águas, e de monitoramento. Esta situação, agravada por componentes sociais, acaba aflorando em situações de eventos críticos (inundações, áreas de risco a movimentação de massa etc.), que, na maioria dos casos, teve contribuição antrópica para sua indução ou aceleração.

Destacam-se duas áreas mais críticas a inundações na RH Paraná: rio Tietê e sua área de contribuição, na região metropolitana de São Paulo; e rio Iguaçu, notadamente em seu alto curso (região metropolitana de Curitiba e arredores) e

na região limítrofe entre os Estados do Paraná e de Santa Catarina (FGV, 1998; SUDERSHSA, 2002; SÃO PAULO, 2004; PNRH-DBR, 2005). No caso paranaense, deve-se citar o trabalho “Plano Diretor de Drenagem para a Bacia do Rio Iguaçu na Região Metropolitana de Curitiba” (SUDERSHSA, 2002); no limite PR-SC, há relatos de situações críticas nos municípios de Porto União e União da Vitória.

Dados obtidos em relatórios de situação dos recursos hídricos, planos de bacia e outros documentos técnicos exemplificam outras situações, notadamente em áreas urbanas, no sul de Minas Gerais e em diversas cidades do interior de São Paulo (CPTI & IPT, 2003; IPT, 2003; CPTI, 2003, 2004; DESEFA CIVIL, 2005; entre outros). Citam-se casos no sul de Minas Gerais (como o evento de janeiro de 2000, em Itajubá – PM-Itajubá, 2000; Figueiredo, 2003), nas Sub 2 Tietê-01 (PCJ), Tietê-03 (Sorocaba-Médio Tietê), Grande PR 08 (Pardo), Grande PR 13 (Turvo-Grande), entre outras.

Uma base de consulta *on-line*, com uma série de informações sobre inundações, riscos e desastres, é o site da Secretaria Nacional de Defesa Civil, do Ministério da Integração Nacional: www.defesacivil.gov.br. Também são recomendadas consultas aos órgãos correlatos das diversas unidades da Federação.

A avaliação das enchentes do rio Tietê, no Estado de São Paulo, oferece um grau de complexidade elevado, em razão da grande concentração urbano-industrial e das alterações no uso dos solos. Trata-se de uma questão grave que afeta seriamente a RM-SP, configurando um problema crescente e diretamente relacionado à deficiência do sistema de macro-drenagem urbana. Envolve, de um lado, a impermeabilização dos solos, o conseqüente aumento do escoamento pluvial, com o arraste de sólidos e resíduos urbanos para os coletores e canais de drenagem, e de outro, a ocupação crescente e indiscriminada das áreas urbanas, sobre zonas inundáveis necessárias ao amortecimento das cheias (FGV, 1998).

As obras de desassoreamento e aprofundamento da calha do rio Tietê (Fotos 5 a 8) vêm a atenuar a situação de criticidade na RM-SP, mas não são suficientes, se não acompanhadas de medidas preventivas e de caráter educativo. Além disso, paralelamente a estas medidas, devido à contínua produção de sedimentos e detritos, gerando assoreamento, há necessidade de manutenção das obras e de desassoreamento de forma praticamente contínua.



Foto 5 - Obras de desassoreamento e aprofundamento da calha do rio Tietê

Autoria: ALBS, dez./2004



Foto 6 - Obras de desassoreamento e aprofundamento da calha do rio Tietê

Autoria: ALBS, set./2005



Foto 7 - Vista do rio Tietê, a partir da via Marginal Tietê, após obras de desassoreamento e aprofundamento da calha

Autoria: ALBS, dez./2004



Foto 8 - Vista aérea do rio Tietê, com a via Marginal Tietê e o início da rodovia dos Bandeirantes, após obras de desassoreamento e aprofundamento da calha

Autoria: ALBS, set./2005

Ainda na RM-SP, destacam-se as cheias de 1976 (quando a segurança da Barragem do Guarapiranga foi colocada em risco pelos níveis de água atingidos), de 1983 e, mais recentemente, de 1999. Também chama atenção o evento de 25 de maio de 2005, com registro médio de mais de 100mm – trata-se de um evento atípico, pois ocorreu no início da estação seca e cuja média mensal histórica está na casa dos

70 mm. Por fim, em março de 2006, foi registrado recorde de precipitação pluviométrica, com mais de 500mm ao longo deste mês (SÃO PAULO, 2006).

Tantos problemas, periodicamente repetidos, com maior ou menor grau de intensidade e com prejuízos sempre de grande magnitude, com desdobramentos para a saúde pública e a qualidade das águas, têm demandado esforços da

administração pública no sentido de equacioná-los e controlá-los. Inventário de áreas inundáveis na RM-SP, realizado em 1985 pela EMPLASA, revelou 420 pontos críticos, representando 2.265 ha de área inundada e 76.730 habitantes afetados (SÃO PAULO, 2004).

A crescente frequência com que têm se manifestado as inundações, a quantidade e o porte dos problemas gerados têm evidenciado a necessidade de medidas não estruturais, como: disciplinamento do uso e ocupação do solo, a previsão de enchentes e os sistemas de alerta. Merece referência o desenvolvimento e operação, pelo Centro Tecnológico de Hidráulica – CTH, do DAEE, em convênio com a Escola Politécnica da USP (EP-USP), de sistema telemétrico para previsão de enchentes na região ao Alto Tietê, que conta, adicionalmente, com um radar telemétrico (Ponte Nova). Outra iniciativa é o Projeto Radasp, iniciado em 1982, que tem por escopo a cobertura de todo o Estado de São Paulo, com radares instalados em Ponte Nova (RM-SP), Bauru e Ilha Solteira, situados na Região Hidrográfica do Paraná (SÃO PAULO, 2004).

SÃO PAULO (2004) cita diversas iniciativas, sendo algumas para o Estado como um todo (Elaboração de um diagnóstico completo dos pontos críticos de inundações no Estado de São Paulo; adoção de medidas não estruturais, destacando-se aquelas relacionadas com o disciplinamento do uso e ocupação do solo; seguros contra inundações; e sistemas de previsão de enchentes e alerta) e outras específicas para a Bacia do Alto Tietê:

Elaboração do Plano de Macrodrenagem da Bacia do Alto Tietê, no qual serão identificadas as causas das inundações verificadas e propostas medidas para restringir os aportes de vazão aos rios e canais da rede de macrodrenagem;

- Ampliação da calha do Tietê;
- Canalização do rio Tamanduateí;
- Canalização do rio Cabuçu de Cima;
- Construção de barragens de cabeceiras para controlar vazões de cheia;
- Programa de construção de “piscinões” na Bacia do Tamanduateí;
- Programa de Proteção e Conservação da Bacia do Rio Cabuçu de Cima.

Regras operativas das UHEs pertencentes ao Sistema Integrado Nacional – SIN estão detalhadas no documento do “Inventário de Restrições Operativas Hidráulicas dos Aproveitamentos Hidrelétricos” do ONS. Estas restrições referem-se a vazões ou níveis máximos e mínimos em seções e trechos dos rios; limitações de descargas máximas e mínimas em usinas; limites para os níveis máximos e mínimos nos reservatórios; taxas de deplecionamento e de enchimento e, ainda, taxas máximas de variação de defluências (ONS, 2002). Para aperfeiçoar as regras operativas do conjunto de obras hidráulicas existentes, as concessionárias de energia elétrica vêm ampliando sua rede de telemetria no sentido de reduzir as consequências e riscos sobre a população das cheias (FGV, 1998).

Qualidade das águas

Qualidade das águas superficiais

As redes estaduais contam com cerca de 1.500 pontos de monitoramento no Brasil, que analisam de 3 a 50 parâmetros de qualidade da água, dependendo da unidade da Federação. Na Região Hidrográfica do Paraná, o número de parâmetros por unidade da Federação é: MG = 50 parâmetros (4 coletas/ano, sob responsabilidade do IGAM); SP = 50 parâmetros (6 coletas/ano; CETESB); PR = 14 parâmetros (1 a 4 coletas/ano; SUDERHSA/IAP); MS = 20 parâmetros (3 coletas/ano; IMAP); GO = 10 parâmetros (4 coletas/ano; Agência Ambiental de Goiás); e DF = 16 parâmetros (12 coletas/ano; CAESB) – ANA (2005b).

Além do monitoramento realizado pelos Estados existe também a Rede Hidrometeorológica Nacional que conta atualmente com 1.671 pontos de monitoramento de qualidade de água cadastradas no banco de dados HIDRO, operadas sob responsabilidade de diversas entidades.

A periodicidade de monitoramento da maioria dos pontos é trimestral. Nas campanhas são avaliados cinco parâmetros: pH, Turbidez, Condutividade Elétrica, Temperatura e Oxigênio Dissolvido, além da determinação de vazão (ANA, 2005b).

ANA (2005b) utilizou dados secundários disponíveis em Relatórios das Redes de Monitoramento dos Estados, Planos Estaduais de Recursos Hídricos, Planos de Bacia e

informações das secretarias de recursos hídricos e meio ambiente dos Estados etc. Como indicador da contaminação orgânica por esgotos domésticos e industriais foi adotado o Índice de Qualidade das Águas – IQA, cujas faixas de

valores diferem entre unidades da Federação, segundo dois grupos presentes na Região Hidrográfica do Paraná (Quadro 23): a) MG e PR; b) GO, MS e SP.

Quadro 23 - Faixas de valores de IQAs por Unidade da Federação

Valor do IQA (Estados: AP, MG, MT, PR, RS)	Valor do IQA (Estados: BA, GO, ES, MS, SP)	Qualidade da Água	Cor
91-100	80-100	Ótima	
71-90	52-79	Boa	
51-70	37-51	Aceitável	
26-50	20-36	Ruim	
0-25	0-19	Péssima	

Fonte: ANA (2005b)

Os índices de qualidade das águas são úteis quando existe a necessidade de sintetizar a informação sobre vários parâmetros físico-químicos, visando informar o público leigo e orientar as ações de gestão da qualidade da água. Entre as vantagens do uso de índices, destaca-se a facilidade de comunicação com o público não técnico e o fato de representar uma média de diversas variáveis em um único número. Por outro lado, a principal desvantagem consiste na perda de informação das variáveis individuais e da interação entre as mesmas (CETESB, 2005).

A situação presente na Região Hidrográfica do Paraná, segundo dados de IQA de ANA (2005b), acoplados ao SIG de PNRH-BASE (2005), é sintetizada no Quadro 24 e nas Figuras 29 e 30 – são notadas situações de qualidade ruim principalmente nas regiões do Alto Tietê (Sub 2 Tietê-02), PCJ (Tietê-01), Turvo-Grande (Grande-13), Curitiba (Iguaçu-01), Londrina (Tibagi), Uberaba (Grande-12), Uberlândia (Araguari), além das Sub 2 Grande-01, Grande-02 e Grande-04, e Paranaíba-01.

75

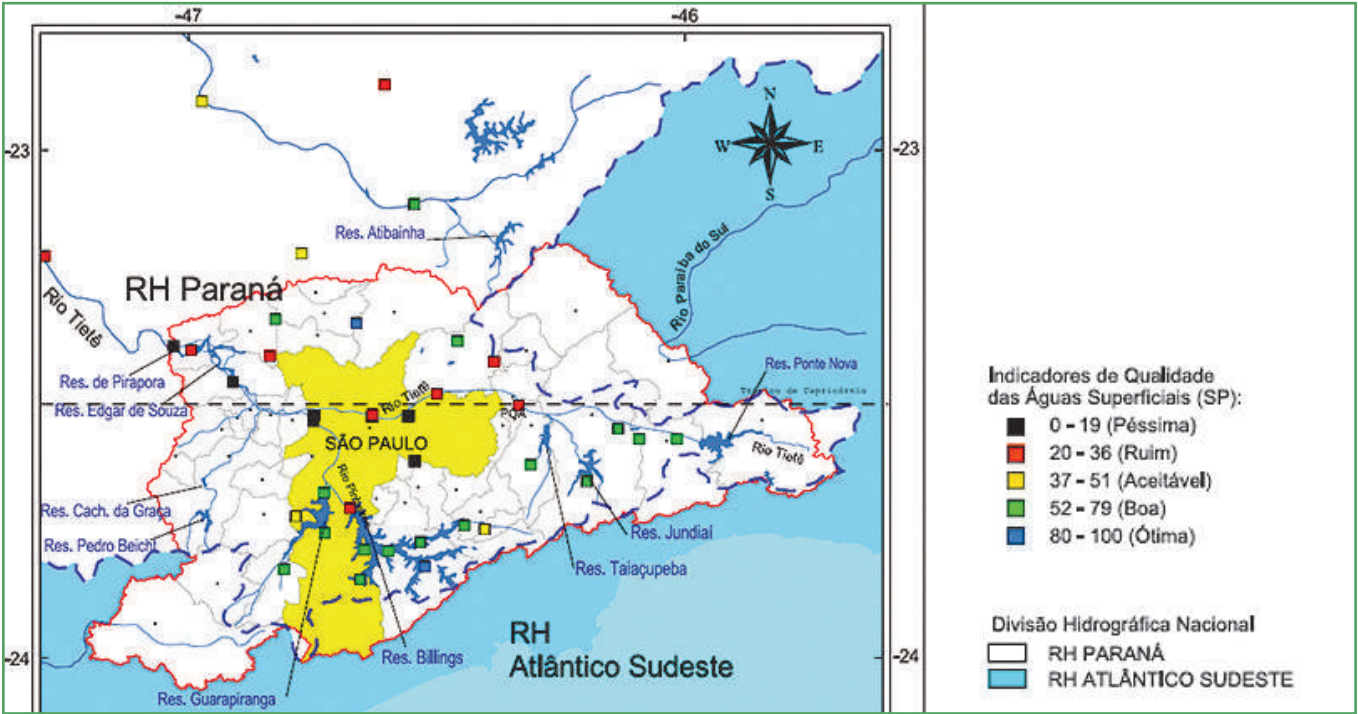
Quadro 24 - Número de pontos de monitoramento da qualidade das águas superficiais e síntese da situação por Sub 1

Unidade hidrográfica Sub 1	Número de pontos de monitoramento	Pontos de monitoramento (%)	Síntese da situação da qualidade das águas				
			Péssima	Ruim	Aceitável	Boa	Ótima
Grande	62	21,5	-	11	33	17	1
Iguaçu	83	28,7	2	20	30	31	-
Paraná	23	8,0	-	-	3	19	1
Paranaíba	18	6,2	-	1	13	4	-
Paranapanema	26	9,0	-	1	5	19	1
Tietê	77	26,6	9	17	12	29	10
RH-PR	289	100	11	50	96	119	13

Fonte: ANA (2005b) e PNRH-BASE (2005)

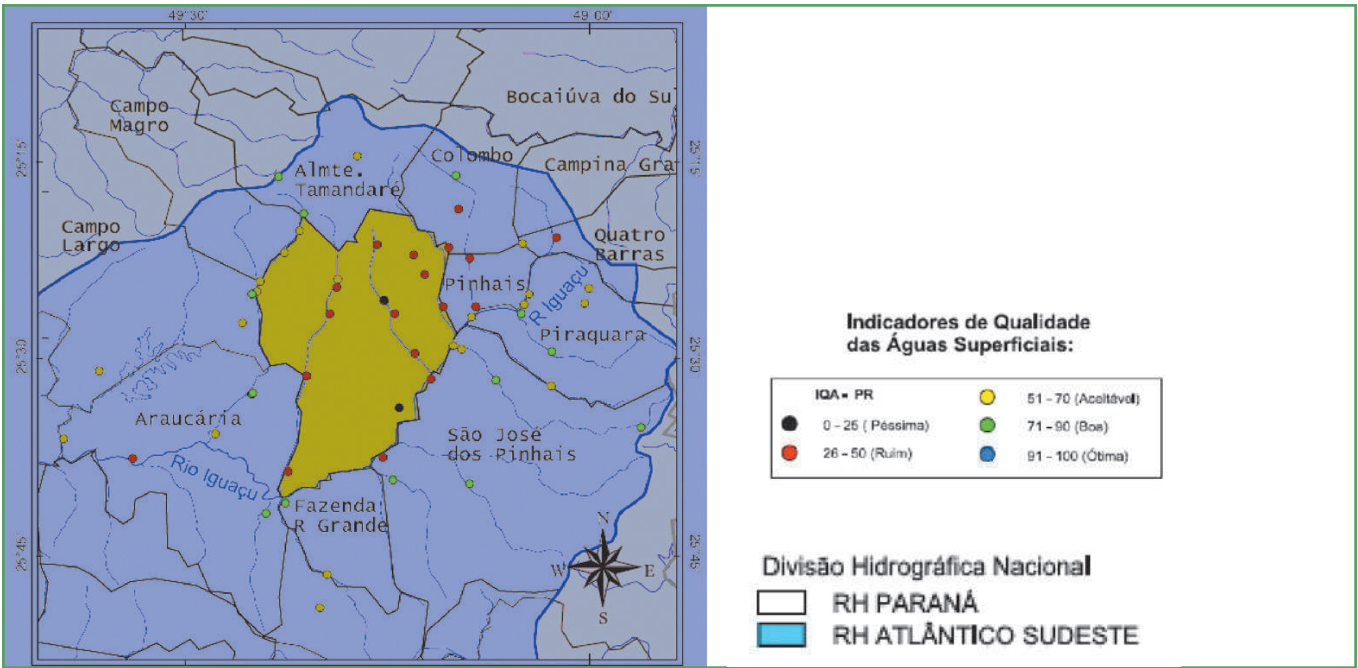
A maior quantidade de casos de criticidade dá-se na Sub 1 do rio Tietê (9 pontos com qualidade considerada péssima), seguida do Iguaçu (2 pontos com qualidade péssima). À luz das unidades

Sub 2, as piores situações dão-se nas parcelas situadas nos altos cursos, como Tietê-02 (Alto Tietê), Tietê-01 (PCJ) e Iguaçu-01 (Alto Iguaçu). Alguns exemplos são ilustrados nas Fotos 9 a 12.



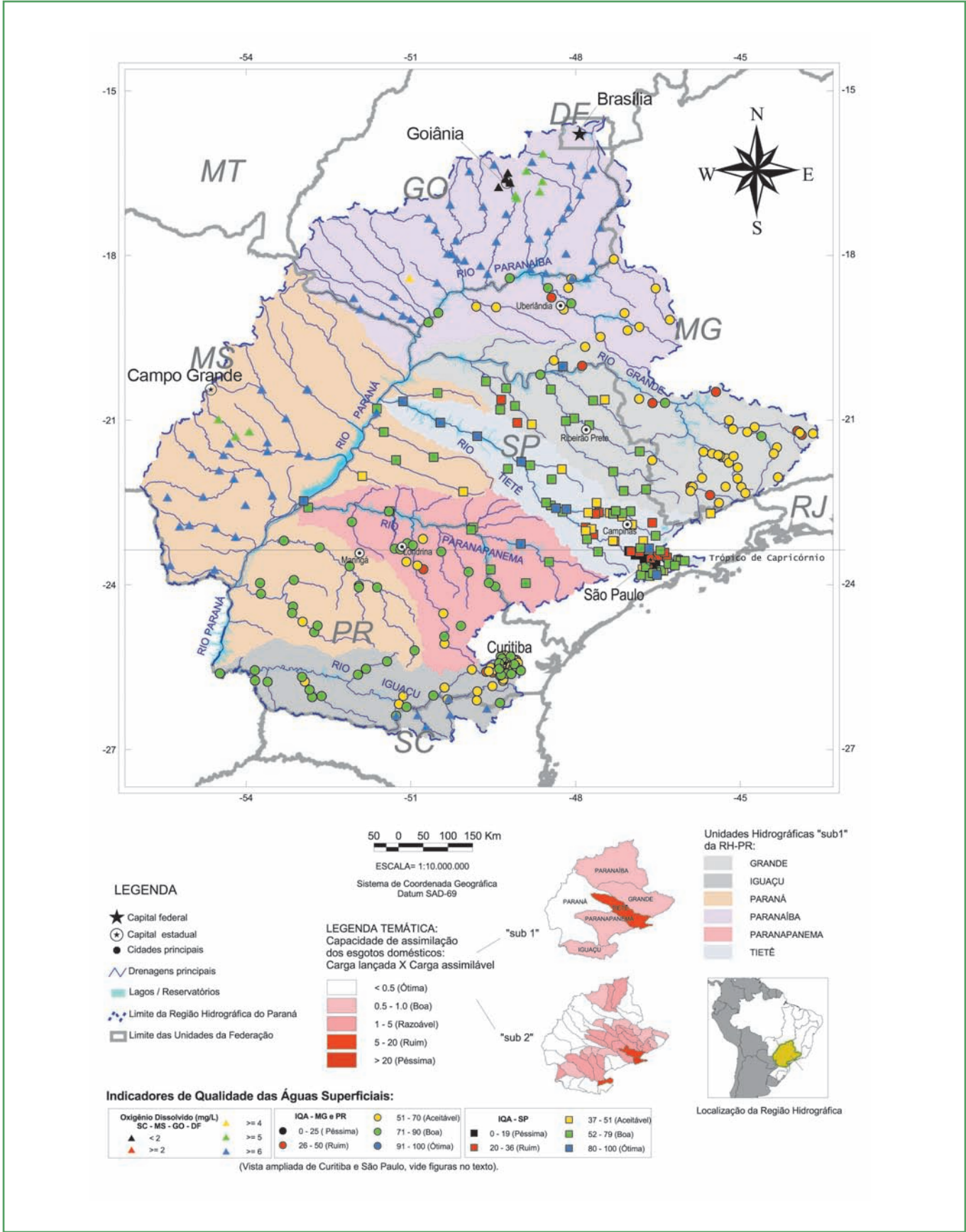
Fonte ANA (2005b) e PNRH-BASE (2005)

Figura 31 - Indicadores de qualidade das águas



Fonte: ANA (2005b) e PNRH-BASE (2005)

Figura 32 - Indicadores de qualidade das águas



Fonte: Bases do PNRH (2005)

Figura 33 - Qualidade das Águas Superficiais



Foto 9 - Vista do rio Tietê em Pirapora do Bom Jesus, SP – notar espuma

Autoria: ALBS, 2003



Foto 10 - Detalhe da Foto 9 – rio Tietê em Pirapora do Bom Jesus, SP

Autoria: ALBS, 2003



Foto 11 - Vista do deságüe do rio Aricanduva no rio Tietê, nas proximidades da via Marginal Tietê, em São Paulo, SP – situação após obras de desassoreamento e aprofundamento da calha. Notar espuma.

Autoria: ALBS, 2006



Foto 12 - Continuação da Foto 11, com vista do rio Tietê após do deságüe, neste, do rio Aricanduva, nas proximidades da via Marginal Tietê, em São Paulo, SP. Notar espuma

Autoria: ALBS, 2006

Para as unidades da Federação de DF, GO, MS e SC, não há dados disponíveis em ANA (2005b) na Região Hidrográfica do Paraná. No entanto, a SRH repassou dados de análises de oxigênio dissolvido (OD) em pontos de monitoramento situados em GO, MS e SC, com séries históricas de dados, de 1978 a 2003. Embora este parâmetro seja insuficiente para um

diagnóstico mais efetivo e não haja necessariamente contemporaneidade entre as amostragens, nem destas com os dados de IQA das outras unidades da Federação, estes dados foram considerados como indicador de qualidade das águas, estando os resultados médios apresentados no Quadro 25. Os menores valores são encontrados em Goiás, na RM-Goiânia.

Quadro 25 - Valores médios de monitoramento do parâmetro oxigênio dissolvido em pontos situados nos Estados de GO, MS e SC

Sub 1	UF	OD < 2	2 ≤ OD < 4	4 ≤ OD < 5	5 ≤ OD < 6	OD ≥ 6	Total
Iguaçu	SC	-	-	-	-	6	6
Paraná	MS	-	-	-	3	26	29
Paranaíba	GO	4	-	1	6	37	48
Paranaíba	MS	-	-	-	-	1	1
Total	-	4	-	1	9	70	84

Fonte: ANA (2005b) e PNRH-BASE (2005)

Por outro lado, devido a limitações do IQA e à necessidade de se avançar no uso e desenvolvimento de novas ferramentas para o controle e gerenciamento dos recursos hídricos, a Secretaria do Meio Ambiente de São Paulo criou um grupo de trabalho que envolveu outras instituições, tais como empresas de saneamento, universidades e institutos de pesquisa, com o objetivo de desenvolver um novo Índice Básico de Qualidade de Água. Durante esses trabalhos foram realizados levantamentos nas literaturas nacional e internacional sobre o assunto, além de simulações com os dados já existentes da rede de monitoramento. O produto resultante do trabalho desse grupo foi a elaboração de dois novos índices, o Índice de Qualidade de Água Bruta para

fins de Abastecimento Público (IAP) e o Índice de Proteção da Vida Aquática (IVA) (CETESB, 2005a).

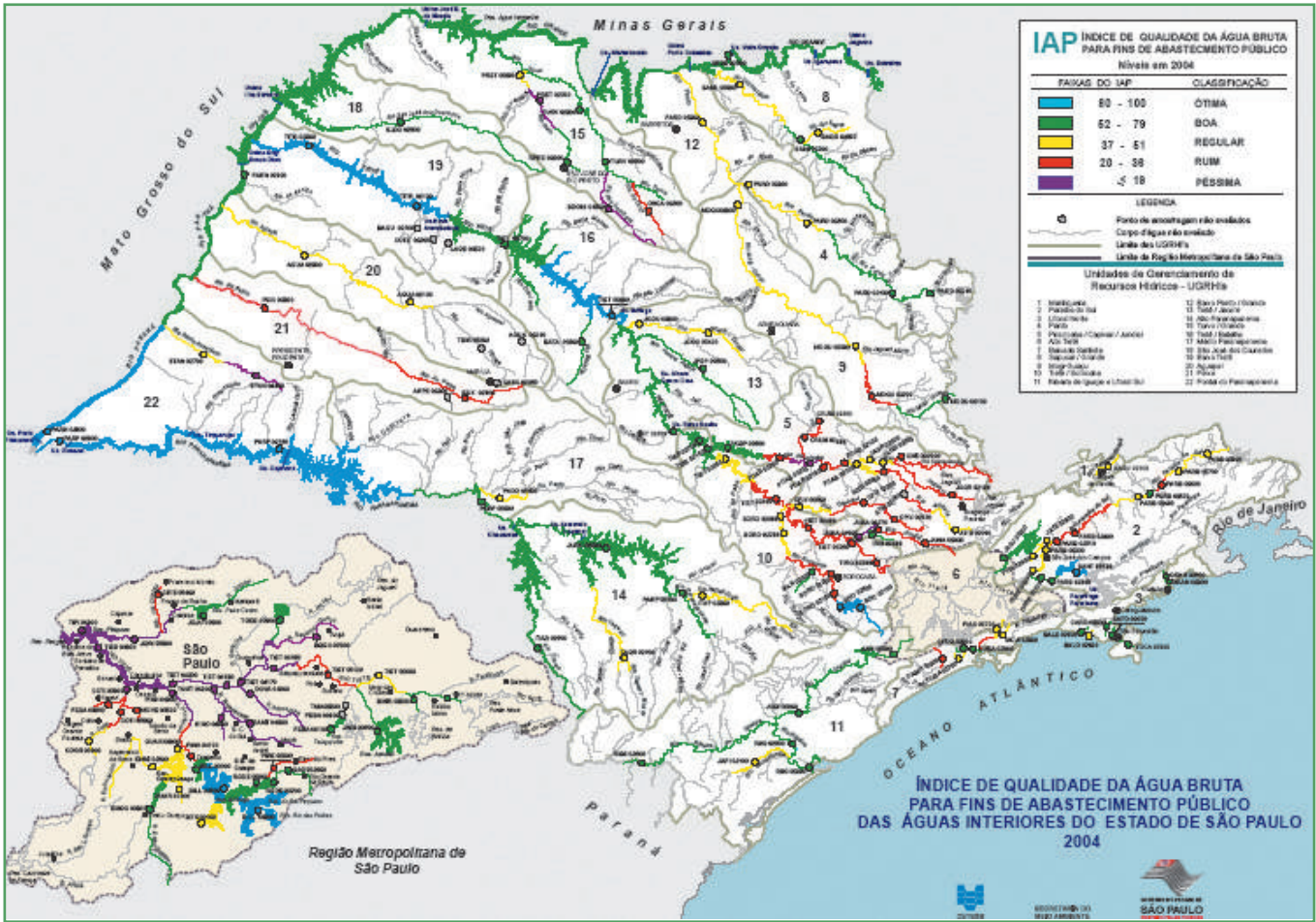
Atualmente apenas o Estado de São Paulo utiliza estes índices na sua rede de monitoramento, não sendo possível uma análise nacional com estes indicadores. Estes índices envolvem análises mais específicas de parâmetros que indicam a presença de substâncias tóxicas (teste de mutagenicidade/Ames, potencial de formação de trihalometanos, cobre, zinco, cádmio, chumbo, cromo total, mercúrio, níquel e surfactantes) e parâmetros que afetam a qualidade organoléptica da água (fenóis, ferro, manganês, alumínio, cobre e zinco). Uma síntese dos dados de 2003 é apresentada no Quadro 26 e nas Figuras 31 (SP) e 32 (RM-SP).

Quadro 26 - Síntese dos dados de IAP em SP

N.º da UGRHI	Descrição da UGRHI	Qualidade (%)				
		Ótima	Boa	Regular	Ruim	Péssima
1	Mantiqueira	-	-	100	-	-
4	Pardo	-	50	50	-	-
5	Piracicaba/Capivari/Jundiaí	-	9	27	55	9
6	Alto Tietê	5	27	15	18	35
8	Sapucaí/Grande	-	50	50	-	-
9	Mogi - Guaçu	-	25	50	25	-
10	Sorocaba/Médio Tietê	15	21	21	43	-
12	Baixo Pardo/Grande	-	-	100	-	-
13	Tietê/Jacaré	-	50	50	-	-
14	Alto Paranapanema	-	60	40	-	-
15	Turvo/Grande	-	43	14	14	29
16	Tietê/Batalha	50	50	-	-	-
17	Médio Paranapanema	-	50	50	-	-
18	São José dos Dourados	-	100	-	-	-
19	Baixo Tietê	50	50	-	-	-
20	Aguapeí	-	-	100	-	-
21	Peixe	-	-	-	100	-
22	Pontal do Paranapanema	60	-	20	-	20
Estado de São Paulo (%)		7%	32%	29%	20%	12%

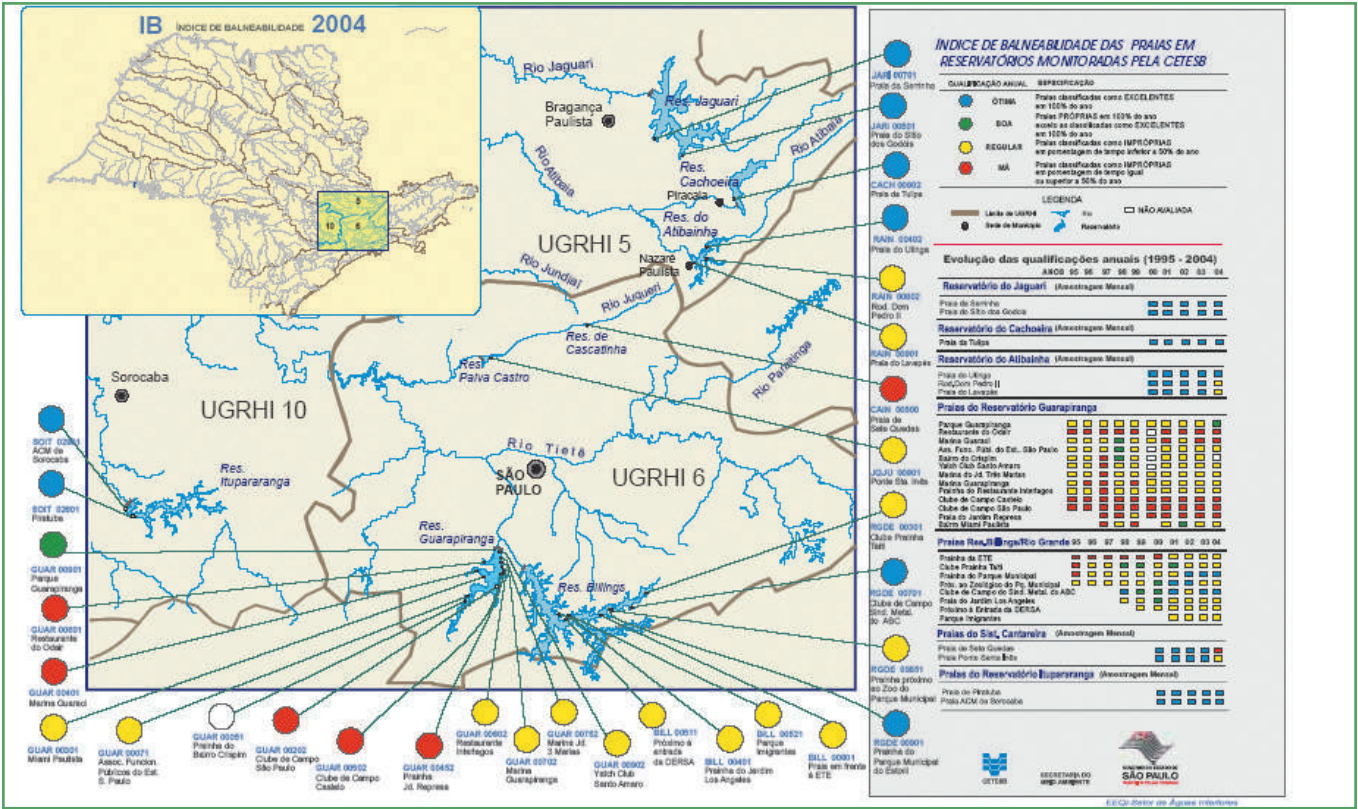
Fonte: CETESB (2005a)

Dados do IGAM de 2003 (Igam, 2004) para as unidades do Grande e Paranaíba são apresentados nas Figuras 33 e 34.



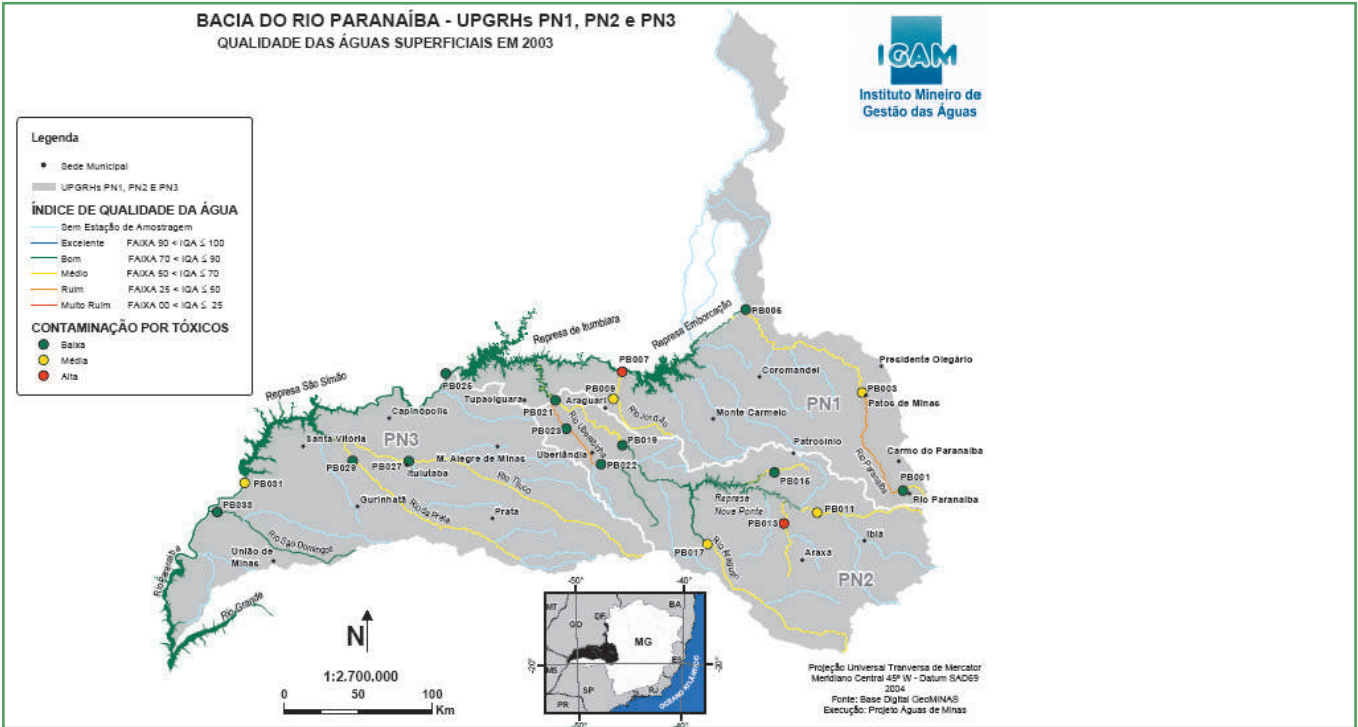
Fonte: CETESB, 2005a

Figura 34 - Dados de IAP em SP: pontos de monitoramento, trechos dos rios e qualidades associadas



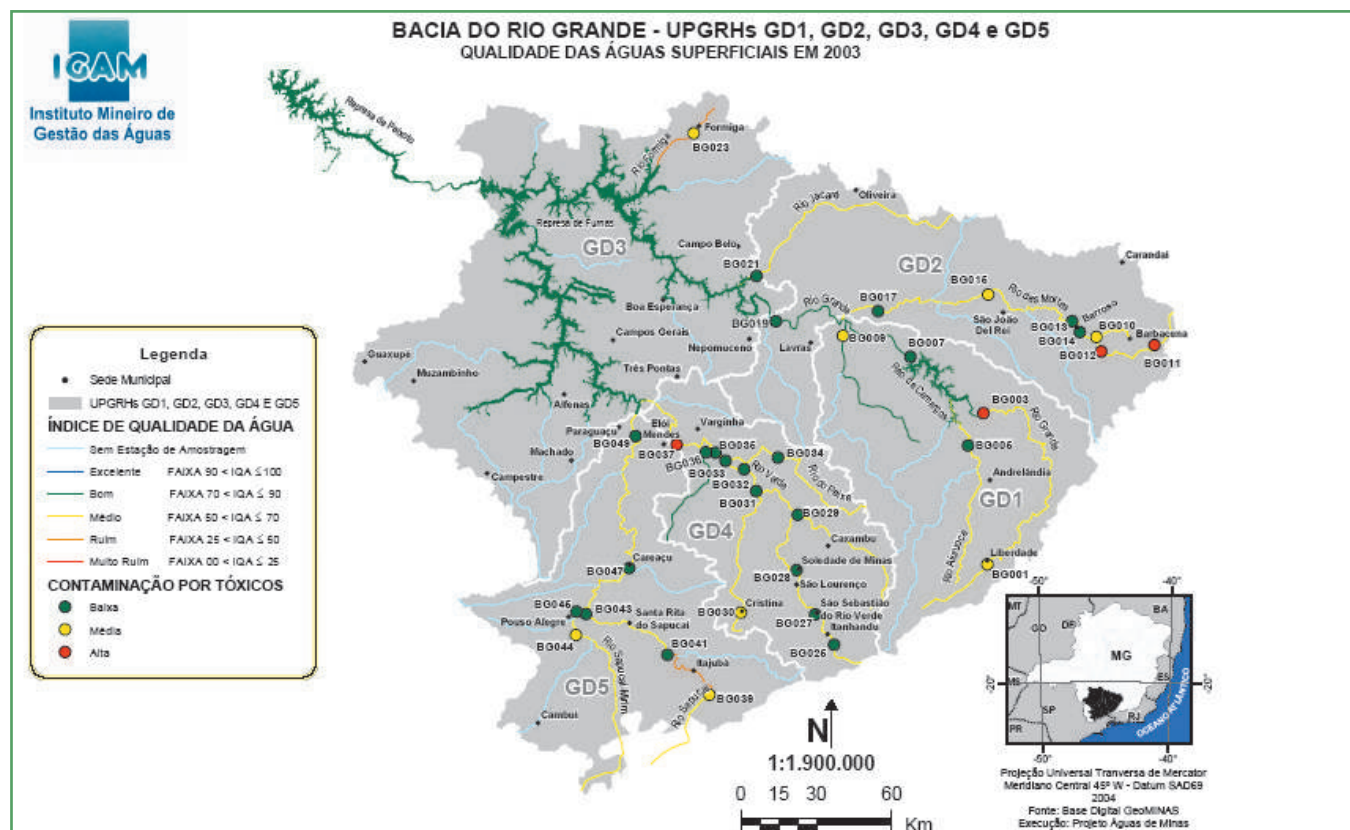
Fonte: CETESB (2005a)

Figura 35 - Dados de IAP em pontos monitorados em reservatórios da RM-SP



Fonte: IGAM (2004)

Figura 36 - Dados de IQA em pontos monitorados na unidade do Paranaíba, em MG



Fonte: IGAM (2004)

Figura 37 - Dados de IQA em pontos monitorados na unidade do Grande

Qualidade das águas subterrâneas

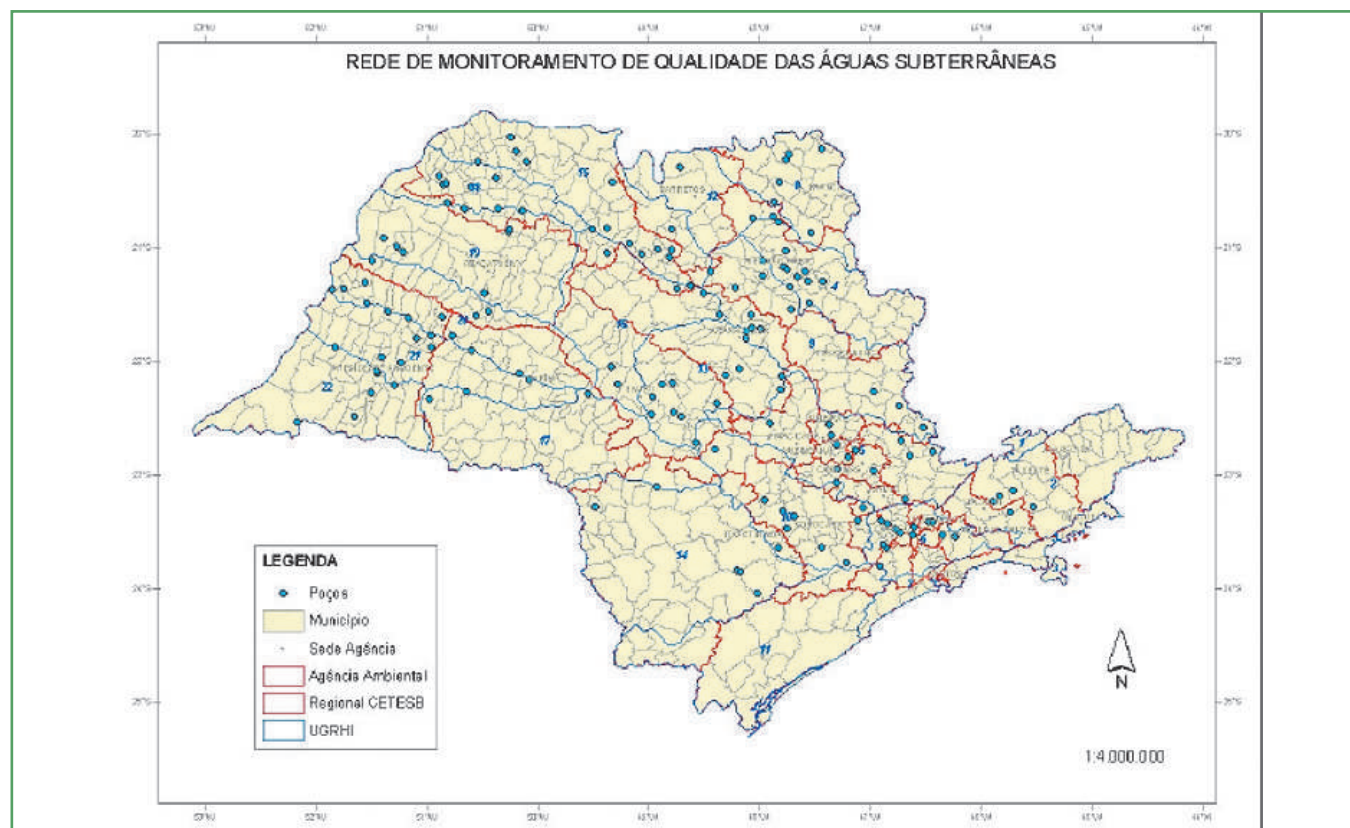
O país não possui uma rede de monitoramento nacional de qualidade das águas subterrâneas.

O Estado de São Paulo possui uma rede, que foi criada em 1990 e atualmente conta com 162 poços monitorados (Figura 35), contemplando os aquíferos Bauru, Caiuá, Serra Geral, Guarani, Tubarão e Cristalino. São analisados 40 parâmetros e a amostragem tem frequência semestral (CETESB, 2004). Na consideração de não conformidades, é utilizada como referência a Portaria nº 518/2004 (MS), de potabilidade.

Cargas poluidoras

Cargas poluidoras domésticas

Visando gerar um diagnóstico das cargas orgânicas domésticas, inclusive nas regiões que não apresentam monitoramento, ANA (2005b) realizou uma estimativa das cargas de esgoto doméstico urbano dos municípios brasileiros e da capacidade de assimilação destas cargas pelos corpos de água.



Fonte: CETESB (2004)

Figura 38 - Localização dos poços tubulares monitorados pela CETESB em São Paulo

Inicialmente, foram obtidos os volumes de esgoto doméstico tratado pelos municípios brasileiros segundo a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico – PNSB 2000 (IBGE, 2002). Como o referido estudo não apresenta o volume de esgoto doméstico gerado, estimou-se este valor para cada município, considerando-se a população urbana do Censo 2000 (IBGE, 2000) e um valor de 180 L de esgoto doméstico gerados diariamente por habitante. Subtraindo-se os dois valores, obteve-se estimativa do volume de esgoto doméstico não tratado por município.

Para o esgoto tratado, foi considerada uma remoção de 60% da Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO_{5,20}) no tratamento secundário, para cidades até 100.000 habitantes, e de 80% em cidades acima de 100.000 habitantes. Os valores de carga orgânica remanescente, ou seja, 40 % ou 20% do volume tratado, foram somados ao volume não tratado para obter-se o volume total de esgoto doméstico lançado nos rios, em m³/dia. Para o cálculo da carga de DBO_{5,20} foi considerada uma concentração de 300 mg/L,

que foi multiplicada pelos volumes de esgotos domésticos lançados (volume remanescente do esgoto tratado e volume do esgoto não tratado) e o valor obtido foi transformado em toneladas de DBO_{5,20}/dia.

Estimou-se também qual seria a carga assimilável pelos corpos de água considerando-se que todos estivessem enquadrados na classe 2, segundo a Resolução CONAMA 357/2005, que determina como limite máximo de DBO_{5,20} o valor de 5 mg/L (CONAMA, 2005). Para esta estimativa multiplicou-se a vazão disponível pelo valor de 5 mg/L e transformaram-se os dados para toneladas de DBO_{5,20} /dia.

Considerou-se que a vazão disponível é igual à vazão natural com permanência de 95%, para rios sem regularização, e à vazão regularizada somada ao incremento de vazão natural com permanência de 95%, para rios que sofrem o efeito de regularização de reservatórios. Portanto, a vazão disponível representa um cenário de estiagem, quando a capacidade de assimilação dos poluentes pelo corpo de água atinge seus menores valores.

Para estimativa de decaimento da DBO utilizou-se a fórmula de Streeter-Phelps considerando o valor de 0,1 para o coeficiente de decaimento e uma velocidade do rio de 0,4 m/s.

Para estimativa da capacidade de assimilação dos rios os valores de carga de esgoto doméstico foram divididos pelas cargas assimiláveis calculadas para as vazões média e dispo-

nível. Valores superiores a 1 indicam que a carga orgânica lançada é superior a carga assimilável. Valores inferiores a 1 indicam que a carga orgânica lançada é inferior a carga assimilável (ANA, 2005b).

A escala de valores utilizada nos mapas é apresentada no Quadro 27.

Quadro 27 - Classificação dos valores da estimativa de capacidade de assimilação das cargas de esgotos domésticos

Valor da Relação Carga Lançada/Carga Assimilável	Condição	Cor
0-0,5	Ótima	
0,5-1,0	Boa	
1,0-5,0	Aceitável	
5,0-20,0	Ruim	
>20,0	Péssima	

Fonte: ANA (2005b)

A situação presente na Região Hidrográfica do Paraná quanto às cargas orgânicas domésticas, segundo dados de ANA (2005b), acoplados ao SIG de PNRH-BASE (2005), é apresentada nos Quadros 28 (por Sub 1) e 29 (por Sub 2), nas Figuras 36 a 38 (cargas orgânicas e relação carga lançada/carga assimilável, por Sub 1 e

Sub 2). Estes dados evidenciam situação mais crítica na Sub 2 Tietê-02 (carga lançada de 918,42 tDBO/dia e carga lançada/assimilada de 39,0, ou seja, condição péssima), o que influencia no resultado da unidade Sub 1 do Tietê (1.333,67 tDBO/dia e relação ruim, de 8,77, respectivamente).

Quadro 28 - Situação das cargas orgânicas domésticas lançada e assimilada, além da estimativa de capacidade de assimilação destas cargas nas unidades Sub 1 da Região Hidrográfica do Paraná

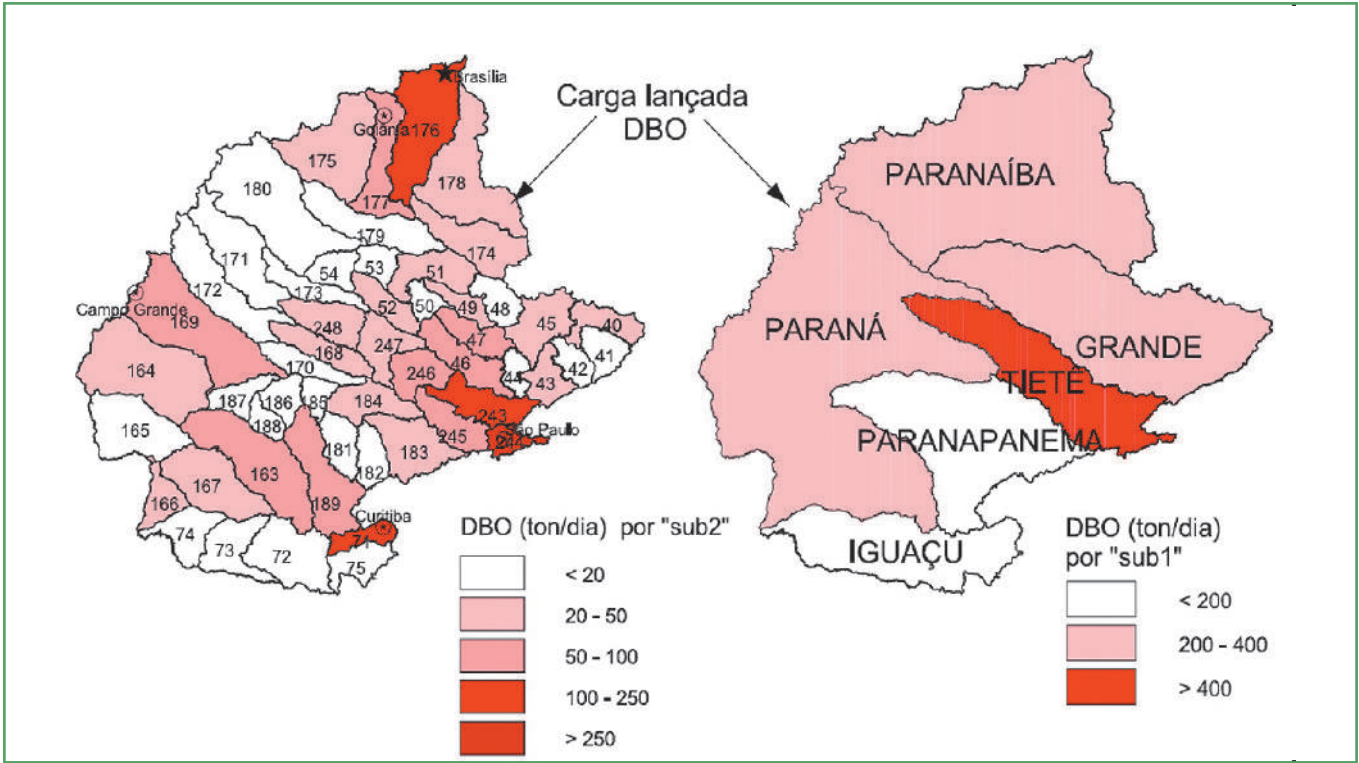
Unidade hidrográfica Sub 1	Carga lançada (t DBO/dia)	Carga assimilada (t DBO/dia)	Carga lançada/assimilada
Grande	356,10	394,63	0,90
Iguaçu	185,39	199,28	0,93
Paraná	248,05	583,55	0,43
Paranaíba	362,92	471,66	0,77
Paranapanema	172,30	206,41	0,83
Tietê	1.333,67	152,15	8,77 (ruim)

Fonte: ANA (2005b) e PNRH-BASE (2005)

Quadro 29 - Situação das cargas orgânicas domésticas lançada e assimilada, além da estimativa de capacidade de assimilação destas cargas

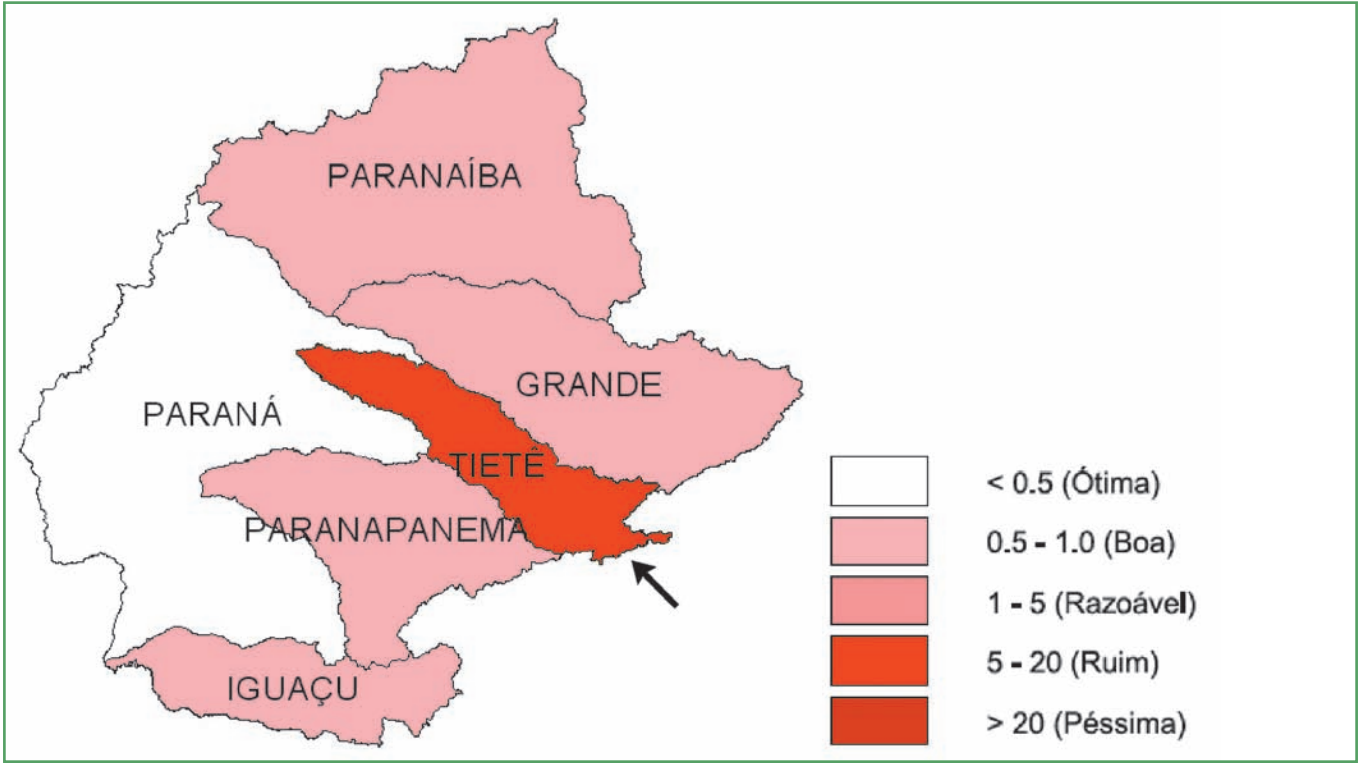
Sub 1	Sub 2	Carga lançada (t DBO/dia)	Carga assimilada (t DBO/dia)	Carga lançada/assimilada
Grande	Grande PR 01	21,06	39,96	0,53
	Grande PR 02	4,46	39,08	0,11
	Grande PR 03	18,41	19,49	0,94
	Grande PR 04	24,57	24,30	1,01
	Grande PR 05	13,45	12,17	1,11
	Grande PR 06	25,11	49,91	0,50
	Grande PR 07	62,16	31,70	1,96
	Grande PR 08	51,66	21,52	2,40
	Grande PR 09	12,65	24,54	0,52
	Grande PR 10	25,46	14,04	1,81
	Grande PR 11	14,78	14,56	1,02
	Grande PR 12	24,38	38,81	0,63
	Grande PR 13	40,31	25,73	1,57
	Grande PR 14	3,01	18,12	0,17
	Grande PR 15	14,64	20,68	0,71
Iguaçu	Iguaçu 01	133,47	21,64	6,17 (ruim)
	Iguaçu 02	15,58	51,66	0,30
	Iguaçu 03	17,17	50,73	0,34
	Iguaçu 04	6,75	42,26	0,16
	Iguaçu 05	12,43	32,99	0,38
Paraná	Aguapeí	29,42	23,26	1,26
	Ivaí	51,80	26,62	1,95
	Paraná 01	21,02	104,52	0,20
	Paraná 02	7,76	61,49	0,13
	Paraná 03	42,14	20,21	2,09
	Paraná 04	5,33	23,23	0,23
	Pardo PR	52,93	119,39	0,44
	Peixe SP	5,85	18,20	0,32
	Piquiri	21,71	42,47	0,51
	Sucuriú	6,99	68,88	0,10
	Verde PR	3,09	75,28	0,04
Paranaíba	Araguari	37,27	77,89	0,48
	Bois	21,74	40,76	0,53
	Corumbá	161,88	57,43	2,82
	Meia Ponte	95,62	24,60	3,89
	Paranaíba 01	24,41	92,61	0,26
	Paranaíba 02	9,69	45,11	0,21
	Paranaíba 03	12,30	133,27	0,09
Paranapanema	Cinzas	8,84	6,61	1,34
	Itararé	10,14	20,47	0,50
	Paranapanema 01	23,15	49,94	0,46
	Paranapanema 02	26,23	26,76	0,98
	Paranapanema 03	8,56	11,49	0,75
	Paranapanema 04	14,06	18,63	0,75
	Paranapanema 05	6,55	16,80	0,39
	Pirapó	12,73	11,71	1,09
	Tibagi	62,04	44,00	1,41
Tietê	Tietê 01	230,23	33,05	6,97 (ruim)
	Tietê 02	918,42	23,55	39,00 (péssima)
	Tietê 03	73,22	27,46	2,67
	Tietê 04	56,49	25,63	2,20
	Tietê 05	22,90	21,11	1,09
	Tietê 06	32,40	21,33	1,52

Fonte: PNRH-BASE (2005)



Fonte: ANA (2005b) in PNRH-BASE (2005)

Figura 39 - Situação das cargas orgânicas domésticas lançadas nas unidades Sub 2 e Sub 1 da Região Hidrográfica do Paraná



Fonte: ANA (2005b) in PNRH-BASE (2005)

Figura 40 - Relação carga lançada / carga assimilável (cargas orgânicas domésticas) nas unidades Sub 1 da Região Hidrográfica do Paraná

DBO_{5,20}/dia, oriundos de esgotos industriais (SUDERHSA, 2000 *in* ANA, 2005b).

O rio Meia Ponte, em Goiás, abastece diretamente atividades industriais, com mais de 290 empreendimentos instalados em sua bacia, compostos por plantas industriais, extração mineral, pecuária, agricultura, aquicultura e produção de energia elétrica, entre outros. A implantação, em fundos de vales, de indústrias que usam os mananciais como receptores para os efluentes industriais é outro problema que vem se acentuando (AGÊNCIA AMBIENTAL DE GOIÁS, 2004 *in* ANA, 2005b).

Informações adicionais podem ser obtidas em Cetesb (2004, 2005a, 2005b, 2005c, 2005d).

A problemática das áreas contaminadas

Cetesb (1999) e Gloeden (1999) definem área contaminada como “área, local ou terreno onde há comprovadamente poluição ou contaminação, causada pela introdução de quaisquer substâncias ou resíduos que nela tenham sido depositados, acumulados, armazenados, enterrados ou infiltrados de forma planejada, acidental ou até mesmo natural”. Segundo esta definição, em áreas contaminadas, os poluentes ou contaminantes podem concentrar-se em sub-superfície nos diferentes compartimentos do ambiente, por exemplo, solo, rochas, materiais utilizados para aterrar os terrenos, nas águas subterrâneas, ou de forma geral, nas zonas não saturada e saturada. Também podem concentrar-se nas paredes, nos pisos e nas estruturas de construções. Podem ser transportados a partir desses meios, propagando-se por diferentes vias (ar, águas subterrâneas e superficiais, o próprio solo), alterando suas características naturais ou qualidades e determinados impactos negativos e/ou riscos sobre os bens a proteger, localizados na própria área ou em seus arredores.

Uma contribuição atual importante é o Anteprojeto de Lei de São Paulo sobre proteção da qualidade do solo e gerenciamento de áreas contaminadas, que define área contaminada como “área, terreno, local, instalação, edificação ou benfeitoria, abandonados ou em atividade, que contêm quantidades ou concentrações de matéria em condições que causem ou possam causar danos à saúde humana, ao meio ambiente ou a outro bem a proteger”. Esta definição é, portanto, de amplitude

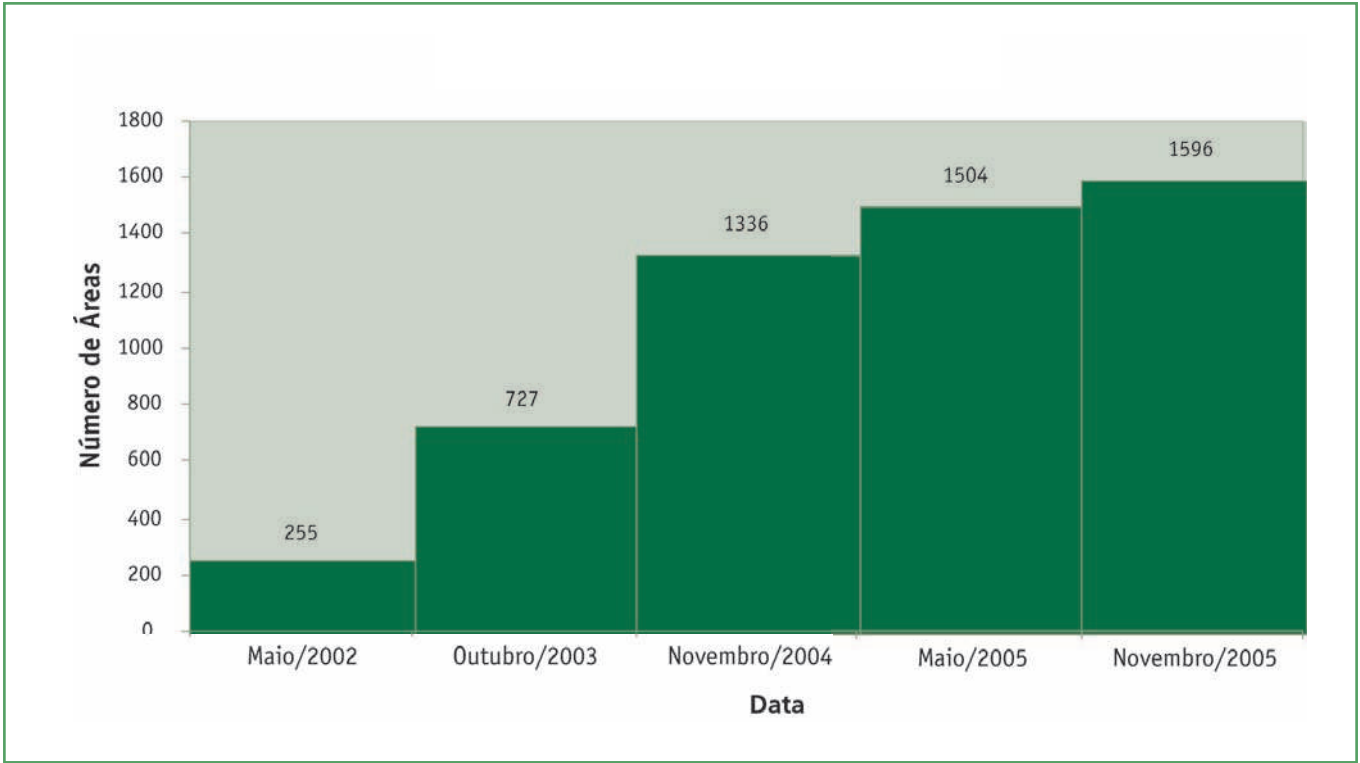
superior àquelas de cunho técnico-científico, o que se justifica pela sua aplicação legal tendo em vista os bens a proteger.

Há ainda o termo *Brownfields*, que são “instalações industriais e comerciais abandonadas, vagas e subutilizadas cuja reutilização é dificultada por problemas reais ou percebidos de contaminação ambiental” (EPA, 1999 *in* SÁNCHEZ, 2003). Trata-se de um panorama bastante freqüente na Região Metropolitana de São Paulo, como consequência ao processo de desindustrialização que vem ocorrendo nesta região.

A origem das áreas contaminadas está relacionada ao desconhecimento, em épocas passadas, de procedimentos seguros para o manejo de substâncias perigosas, ao desrespeito a esses procedimentos seguros e à ocorrência de acidentes ou vazamentos durante o desenvolvimento dos processos produtivos, de transporte ou de armazenamento de matérias primas e produtos (CETESB, 2005b).

A existência de uma área contaminada pode gerar problemas como danos à saúde humana, comprometimento da qualidade dos recursos hídricos, restrições ao uso do solo e danos ao patrimônio público e privado, com a desvalorização das propriedades, além de danos ao meio ambiente (CETESB, 2005b).

Em maio de 2002, a Cetesb divulgou a existência de 255 áreas contaminadas no Estado de São Paulo, em outubro de 2003 apresentou lista com 727 áreas, em novembro de 2004, 1.336 áreas contaminadas, em maio de 2005, 1.504 e em novembro de 2005 a lista foi novamente atualizada totalizando 1.596 áreas contaminadas – destas, apenas 2% estão com remediação concluída. O gráfico da Figura 39 e o Quadro 30 apresentam, respectivamente, a evolução do número de áreas contaminadas cadastradas no Estado de São Paulo, sua localização e tipo de situação (CETESB, 2005b).



Fonte: CETESB (2005b)

Figura 42 - Evolução do número de áreas contaminadas cadastradas no Estado de São Paulo

Quadro 30 - Número de áreas contaminadas cadastradas no Estado de São Paulo por tipo

Áreas Contaminadas no Estado de São Paulo – Novembro de 2005						
Região/Atividade	Comercial	Industrial	Resíduos	Postos de combustível	Acidentes desconhecidos	Total
São Paulo*	27	44	20	401	2	494
RMSP – outros*	12	71	11	239	4	337
Interior*	45	87	22	374	12	540
Litoral**	10	32	11	68	1	122
Vale do Paraíba**	1	20	0	82	0	103
Total	95	254	64	1.164	19	1.596

Fonte: CETESB (2005b)

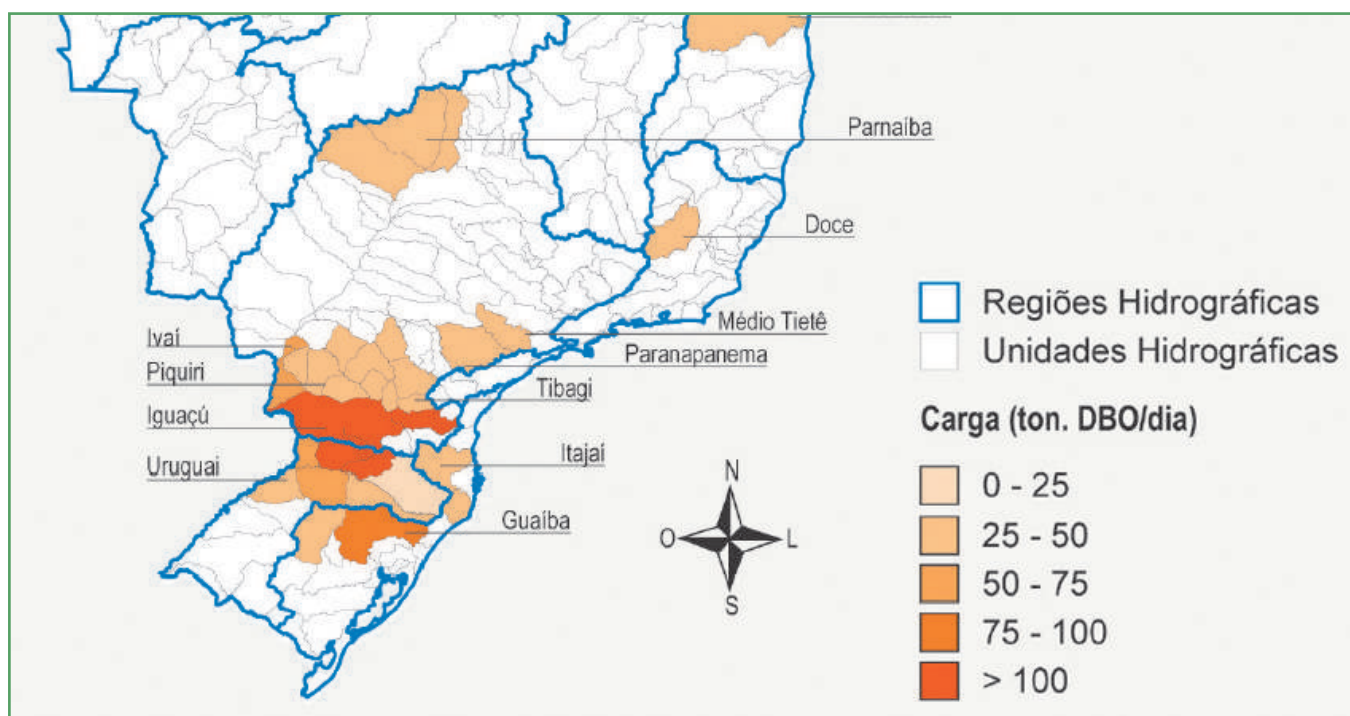
* situadas, em sua grande maioria, na RH-PR; ** situadas fora da Região Hidrográfica do Paraná

Cargas poluidoras da suinocultura

A produção de resíduos e efluentes da suinocultura, que pode contaminar rios e aquíferos, exige a aplicação pelos produtores rurais de tecnologias para tratamento e reaproveitamento dos seus resíduos. O grande volume de gases, matéria orgânica, bactérias e outras substâncias geradas pela atividade constitui fator de risco da contaminação ou poluição ambiental.

O agravamento da questão ambiental nos grandes centros produtores de suínos decorre do grande volume de efluen-

tes gerados por propriedade e pela escassez de áreas agrícolas aptas a sua disposição e utilização como fertilizante. Muitos criadores, embora pequenos proprietários, geram volumes de efluentes acima da capacidade de suporte de utilização na propriedade, que sem tratamento adequado e a infra-estrutura necessária (armazenagem, transporte e distribuição) para sua viabilização como fertilizante, acabam sendo dispostos no ambiente, gerando poluição e colocando em risco a sustentabilidade do sistema. As áreas mais críticas localizam-se nas RHs do Uruguai e Paraná (Figura 40) – ANA (2005b).

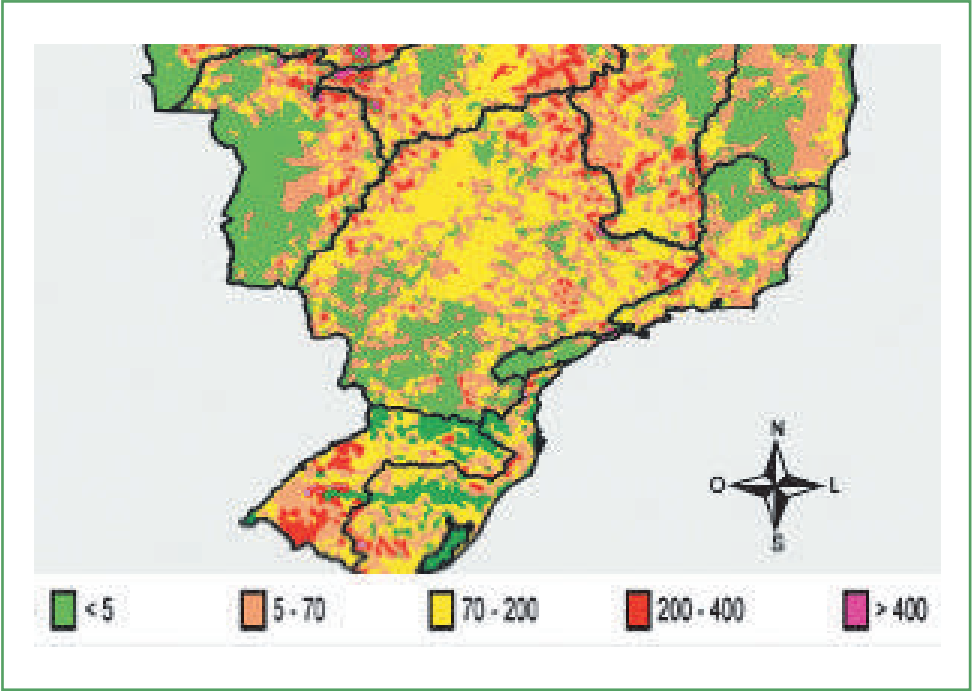


Fonte: ANA (2005b)

Figura 43 - Cargas poluidoras da suinocultura (toneladas DBO/dia)

Produção de sedimentos, erosão e assoreamento

Com relação à erosão e ao aporte de sedimentos, Campagnoli *et al.* (2004) elaboraram estudo com o objetivo de realizar um zoneamento cartográfico do território brasileiro voltado à análise hidrossedimentológica, visando o aprimoramento qualitativo e quantitativo dos efeitos do assoreamento nos empreendimentos hidrelétricos atuais e futuros. A produção de sedimentos, em toneladas/km² por ano é representada na Figura 41, com destaque na Região Hidrográfica do Paraná.

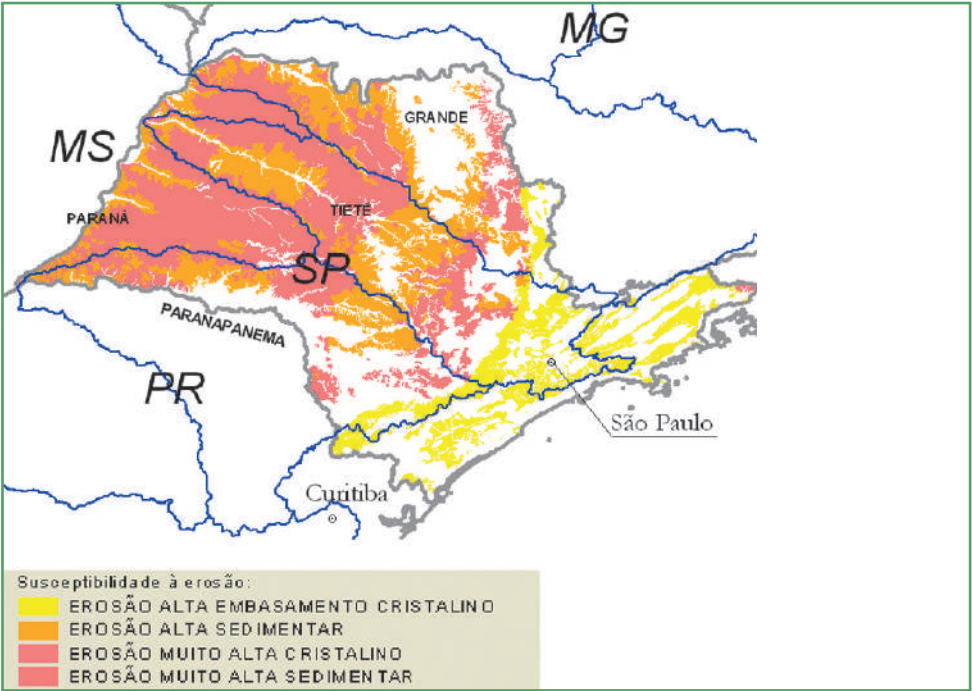


Fonte: Campagnoli *et al* (2004)

Figura 44 - Produção anual de sedimentos no Brasil, com destaque na Região Hidrográfica do Paraná (toneladas/km².ano)

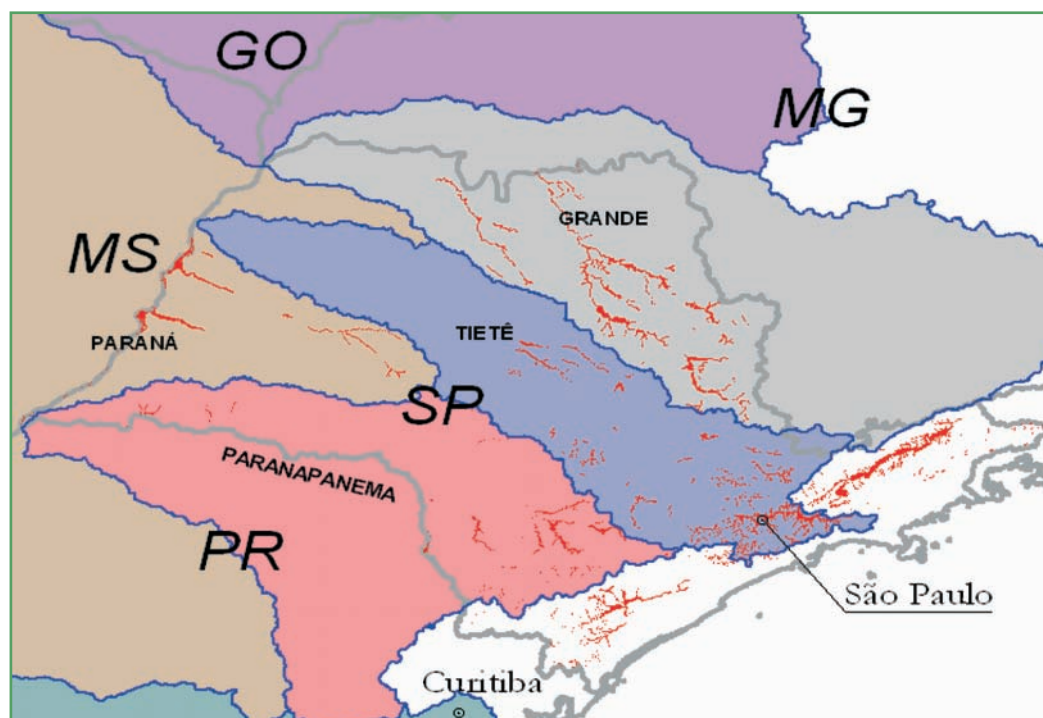
As Figuras 42 e 43 apresentam, respectivamente, mapa com áreas de alta e muito alta susceptibilidade à erosão (com sepa-

ração de terrenos sedimentares e cristalinos) e locais assorea- dos no Estado de São Paulo CPLEA-SMA/SP (2005).



Fonte: CPLEA-SMA/SP, 2005; PNRH-BASE (2005)

Figura 45 - Áreas com alta e muito alta susceptibilidade à erosão no Estado de São Paulo



Fonte: CPLEA-SMA/SP (2005); PNRH-BASE (2005)

Figura 46 - Áreas com ocorrência de assoreamento no Estado de São Paulo – indicações em vermelho

4.3 | Principais Biomas e Ecossistemas

Este Capítulo visa identificar, pautado em estudos existentes, os principais biomas e ecossistemas, e ecorregiões aquáticas da Região Hidrográfica do Paraná, procurando destacar os ambientes hídricos mais significativos e representativos da região, como rios, lagos, entre outros. Além disso, visa apresentar, localizando espacialmente, as áreas legalmente protegidas, especialmente as principais Unidades de Conservação Ambiental – UCAs.

Biomas

Originalmente, a Região Hidrográfica do Paraná era dominada pelos Biomas Mata Atlântica e Cerrado, com cinco tipos de cobertura vegetal: Cerrado, Mata Atlântica, Floresta com Araucária, Floresta Estacional Decídua e Floresta Estacional Semidecídua. Entretanto, o uso do solo promoveu grandes transformações na paisagem da região ao longo dos ciclos econômicos ocasionando um desmatamento sistemático.

Atualmente, o Cerrado ocupa a maior extensão da região, cobrindo desde as nascentes do rio Paraná até o interior do Estado de São Paulo, limitando-se com o Pantanal Mato-Grossense, o qual é integrado por um mosaico de ecossistemas, muitos dos quais constituem prolongamento dos cerrados.

As poucas grandes Unidades de Conservação do bioma Cerrado e entorno representam núcleos importantes para abrigar espécies raras e ameaçadas de extinção como, por exemplo, o Parque Nacional das Emas, que representa uma área estratégica do Corredor Ecológico Cerrado/Pantanal. O Distrito Federal possui um conjunto importante de unidades de conservação, com expressiva quantidade de estudos científicos, constituindo-se em exceção entre as unidades da Federação no bioma Cerrado. Mesmo assim, a alta pressão antrópica exige que sejam agregadas novas unidades, na medida em que o meio rural passa a ser zona de expansão urbana.

Ecorregiões Aquáticas

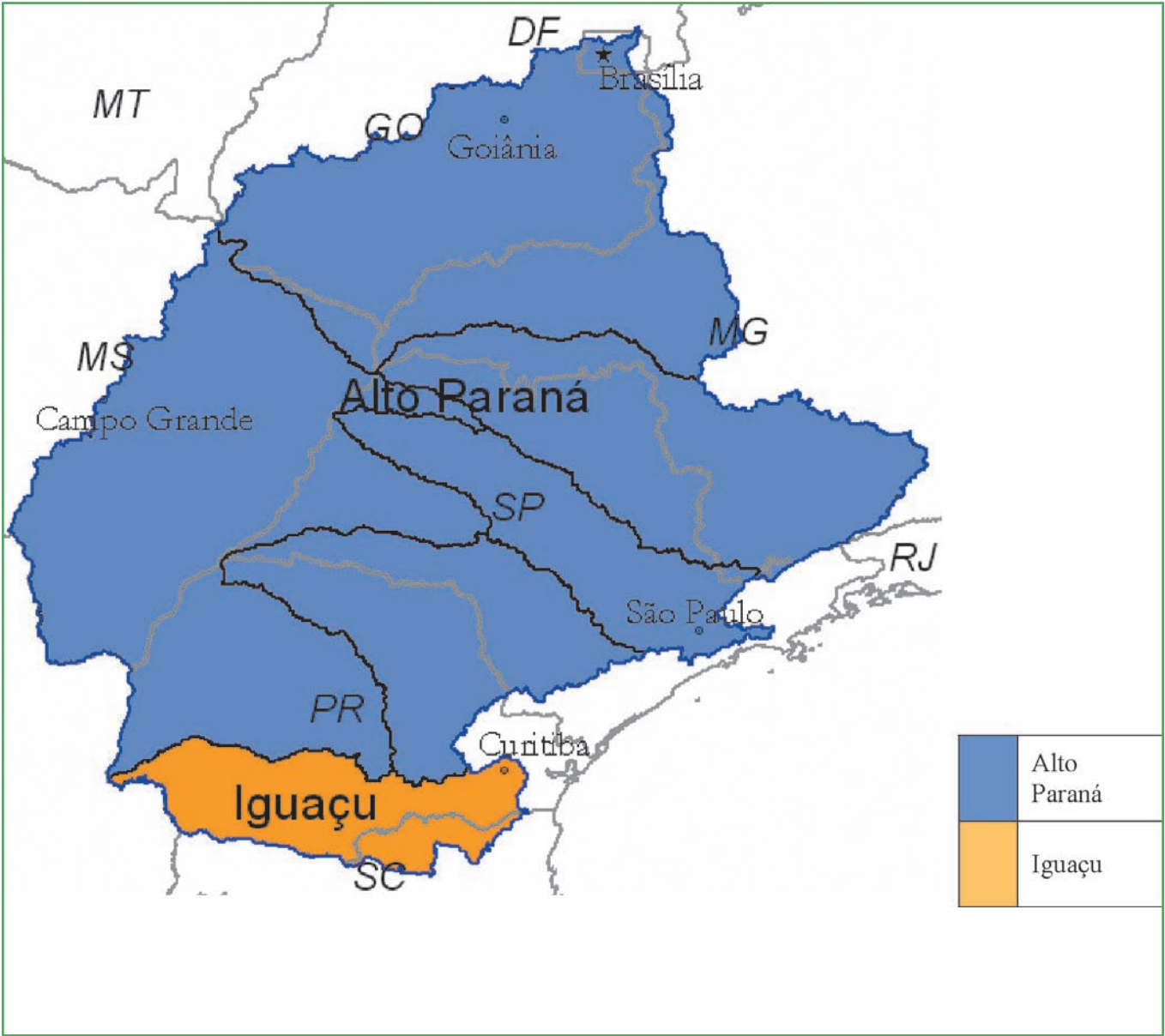
Entende-se por ecorregião um conjunto de comunidades

naturais, geograficamente distintas, que compartilham a maioria das suas espécies, dinâmicas e processos ecológicos, e condições ambientais similares, que são fatores críticos para a manutenção de sua viabilidade em longo prazo (DINNERSTEIN *et al.*,1995).

O modelo ecorregional proposto pelo WWF-US tem como objetivo a criação de unidades biogeográficas para o planejamento da conservação em escala regional, tendo como proposta atingir quatro principais objetivos da conservação da biodiversidade: (i) preservação da representatividade de todos os

ecossistemas através de uma rede de unidades de conservação; (ii) manutenção dos processos ecológicos e evolutivos; (iii) manutenção das populações de espécies e, (iv) a conservação de grandes blocos de *habitats* (DINNERSTEIN *et al.*,1995).

Na Região Hidrográfica do Paraná há as ecorregiões aquáticas do Iguaçu, que coincide com a Sub 1 homônima e a do Alto Paraná, que compõe o restante da área – Figura 44. A seguir são apresentadas informações destas duas ecorregiões com base em recente publicação do MMA, em conjunto com outras instituições (MMA, 2006).



Fonte: PNRH-BASE (2005)

Figura 47 - Ecorregiões aquáticas presentes na Região Hidrográfica do Paraná

• Ecorregião do Iguaçu

Inclui a bacia do rio Iguaçu e todos os seus tributários, das Cataratas do Iguaçu até as suas cabeceiras, situadas na RM-Curitiba. Possui drenagem de alto curso favorecida pelas Escarpas e Reversos da Serra do Mar. O médio e baixo curso desenvolve-se sobre terrenos do Patamar Oriental da Bacia do Paraná Bacias e do Planalto das Araucárias.

Disponibilidade de dados: Os dados são, em geral, pontuais e/ou fragmentados, a maioria tendo sido gerada como parte dos estudos previstos em EIA-RIMA de empreendimentos hidrelétricos, principalmente para o Baixo Iguaçu. Outrossim, há uma enorme escassez de informações relativas a ictiofauna de seu curso superior (Alto, Médio e Medio-Alto = Várzea + Negro). Coleções ictiológicas – MZUSP; MZUEL; Nupélia/UEM – NUP; PUC, Porto Alegre – MCP, dentre outras.

Lacunas de conhecimento: uma questão fundamental para a conservação e o aprofundamento do conhecimento sobre a ecologia de peixes nesta bacia é a descrição das espécies novas, bem como as já conhecidas e ainda não descritas, entre as quais figuram as mais abundantes (*Astyanax* spp, por exemplo). Embora os morfotipos estejam reconhecidos há mais de 20 anos, a inexistência de nomes científicos tem criado dificuldades insuperáveis na divulgação do conhecimento disponível sobre eles. Há necessidade de complementação dos inventários e delimitação da distribuição das espécies, especialmente no Alto e Médio Iguaçu, bem como montagem de um banco de dados e sua integração. Avaliação de impactos de espécies alóctones sobre a fauna de peixes nativa. Avaliação do estado de conservação das populações endêmicas do rio Jordão face aos represamentos atuais e previstos.

Espécies endêmicas: Atualmente são conhecidas 86 espécies de peixes para esta bacia, sendo 56 descritas – 29 endêmicas – e pelo menos 30 ainda não-nominais (morfotipos conhecidos, mas ainda não formalmente descritos como espécies), sendo que este montante inclui seis espécies possivelmente introduzidas.

A ictiofauna da bacia do rio Iguaçu é composta essencialmente por espécies de pequeno e médio porte, exceto pela presença

do grande pimelodídeo *Steindachneridium* (espécie conhecida e ainda não descrita). As espécies endêmicas são citadas a seguir, considerando-se apenas as descritas: *Apareiodon vittatus*, *Astyanax gymnogenys*, *Astyanax ita*, *Austrolebias carvalhoi*, *Bryconamericus ikaa*, *Bryconamericus piahui*, *Cnesterodon carnegiei*, *Cnesterodon omorgmatos*, *Crenicichla iguassuensis*, *Epactionotus yasi*, *Glandulocauda melanopleura*, *Glanidium ribeiroi*, *Hasemania maxillaris*, *Hasemania melanura*, *Heptapterus stewarti*, *Hyphessobrycon taurocephalus*, *Hypostomus derbyi*, *Imparfinis hollandi*, *Jenynsia eigenmanni*, *Oligosarcus longirostris*, *Pimelodus ortmanni*, *Psalidodon gymnodontus*, *Trichomycterus castroi*, *Trichomycterus mboycei*, *Trichomycterus naipi*, *Trichomycterus papilliferus*, *Trichomycterus plumbeus*, *Trichomycterus stawiariski* e *Trichomycterus taroba*. Ressalta-se que há ainda um grande número de espécies não descritas (cerca de 30), sendo que as descrições de umas poucas foram recentemente enviadas para publicação.

Espécies ameaçadas: *Astyanax gymnogenys*, *Austrolebias carvalhoi*, *Cnesterodon carnegiei*, *Cnesterodon omorgmatos*, *Glandulocauda melanopleura*, *Hasemania maxillaris*, *Hasemania melanura*, *Hyphessobrycon taurocephalus*, *Rhamdiopsis moreirai*, *Trichomycterus castroi*.

Integridade Ambiental: O trecho alto da bacia está seriamente comprometido pela poluição doméstica e industrial da área metropolitana de Curitiba, o trecho médio pelos processos de drenagem e o baixo pelos represamentos. Os represamentos afetam também alguns tributários como Chopim e Jordão, sendo este último dotado de elevado endemismo. Destaca-se, igualmente, o elevado número de espécies introduzidas (13 espécies de outras bacias que não a do Paraná).

Interesse biogeográfico: A bacia do rio Iguaçu forma um conjunto isolado da Bacia do rio Paraná há milhões de anos pelas cataratas do Iguaçu e é caracterizada pelo seu elevado grau de endemismo, o qual foi estimado em 75% (incluindo os morfotipos ainda não descritos) e por ser possuidora de um pequeno número de espécies de peixes quando comparada com outros rios da bacia do rio Paraná. Outrossim, estão ausentes algumas famílias especiosas no restante da bacia do rio Paraná (anostomídeos, serrasal-

mineos, doradídeos). O elevado endemismo confere a esta bacia alto interesse biogeográfico, sendo relevante também o compartilhamento de espécies do alto Iguaçu com os rios costeiros, bem como as possíveis diferenças de composição entre seus diferentes trechos isolados pelos vales de ruptura.

• Ecorregião do Alto Paraná

Inclui bacia de drenagem do Paraná superior acima de Sete Quedas, abrangendo todos os tributários. Na bacia do Alto Paraná o Paraná é o principal rio da bacia do Prata, sendo que desde sua nascente na Serra da Mata da Corda (MG) até a Usina Hidrelétrica de Itaipu, percorre 1.879 km, drenando uma área de quase 900.000 km² (AGOSTINHO & JÚLIO JR., 1999).

Originalmente, o limite inferior desta ecorregião situava-se no município de Guaíra (PR), em Sete Quedas, atualmente submersas após o enchimento do reservatório de Itaipu, em 1982. Drena uma área com grandes centros urbanos, industriais e agrícolas e se constitui na região mais intensivamente explorada do país.

Além de Brasília, capitais estaduais como Goiânia, São Paulo e Campo Grande estão presentes nesta ecorregião, sendo a última localizada em seu limite ocidental.

Disponibilidade de dados: Coleções ictiológicas do MNRJ; MZUSP; UNESP – DZSJRP; FFCLRP-USP – LIRP; Laboratório de Ictiologia da UFSCar; MZUEL; Coleção Ictiológica de Nupélia/UEM – NUP; MHNCL, Museu de Ciências da PUC Porto Alegre – MCP, dentre outras.

Lacunas do conhecimento: requerimentos mínimos de área e de vazão para manutenção de viabilidade populacional, com ênfase nas espécies migradoras; efeito das espécies introduzidas sobre as espécies autóctones; diversidade da ictiofauna de cabeceira e riachos; conhecimento de outros grupos zoológicos e botânicos.

Espécies endêmicas: *Steindachnerina insculpta*, *Leporinus amblyrhynchus*, *Schizodon altoparanae*, *Astyanax altiparanae*, *Astyanax schubarti*, *Oligosarcus paranensis*, *Oligosarcus pinto*, *Galeocharax knerii*, *Pimelodus heraldoi*, *Sternacorhynchus britskii*, *Cichlasoma paranaense*, *Crenicichla britskii*, *Crenicichla haraldoi*, *Gymnogeophagus setequedas*.

Espécies ameaçadas: Moluscos: *Diplodon caipira*, *Diplodon greeffeanus*, *Diplodon martensi*, *Diplodon rotundus*, *Anodontites sleniformis*, *Anodontites tenebricosus*, *Anodontites trapesialis*, *Anodontites trapezeus*, *Fossula fossiculifera*, *Monocondylaea paraguayana*, *Mycetopoda siliquos*. Peixes: *Glandulocauda melanogenys*, *Spintherobolus papilliferus*, *Pallotorynus jacundus*, *Sympsonichthys boitonei*, *Sympsonichthys parallelus*, *Sympsonichthys santanae*, *Sternacorhynchus britskii*, *Crenicichla jupiaensis*, *Gymnogeophagus setequedas*, *Chasmocranus brachynema*, *Pseudotocinclus tietensis*, *Heptapterus multiradiatus*, *Trichomycterus paolensis*.

Integridade Ambiental: as principais ameaças são a introdução de espécies exóticas, represamentos e regulação artificial do nível da água, sobrepesca, poluição, destruição de habitats (assoreamento, urbanização, remoção das vegetações marginais, uso de agrotóxicos, dentre outras).

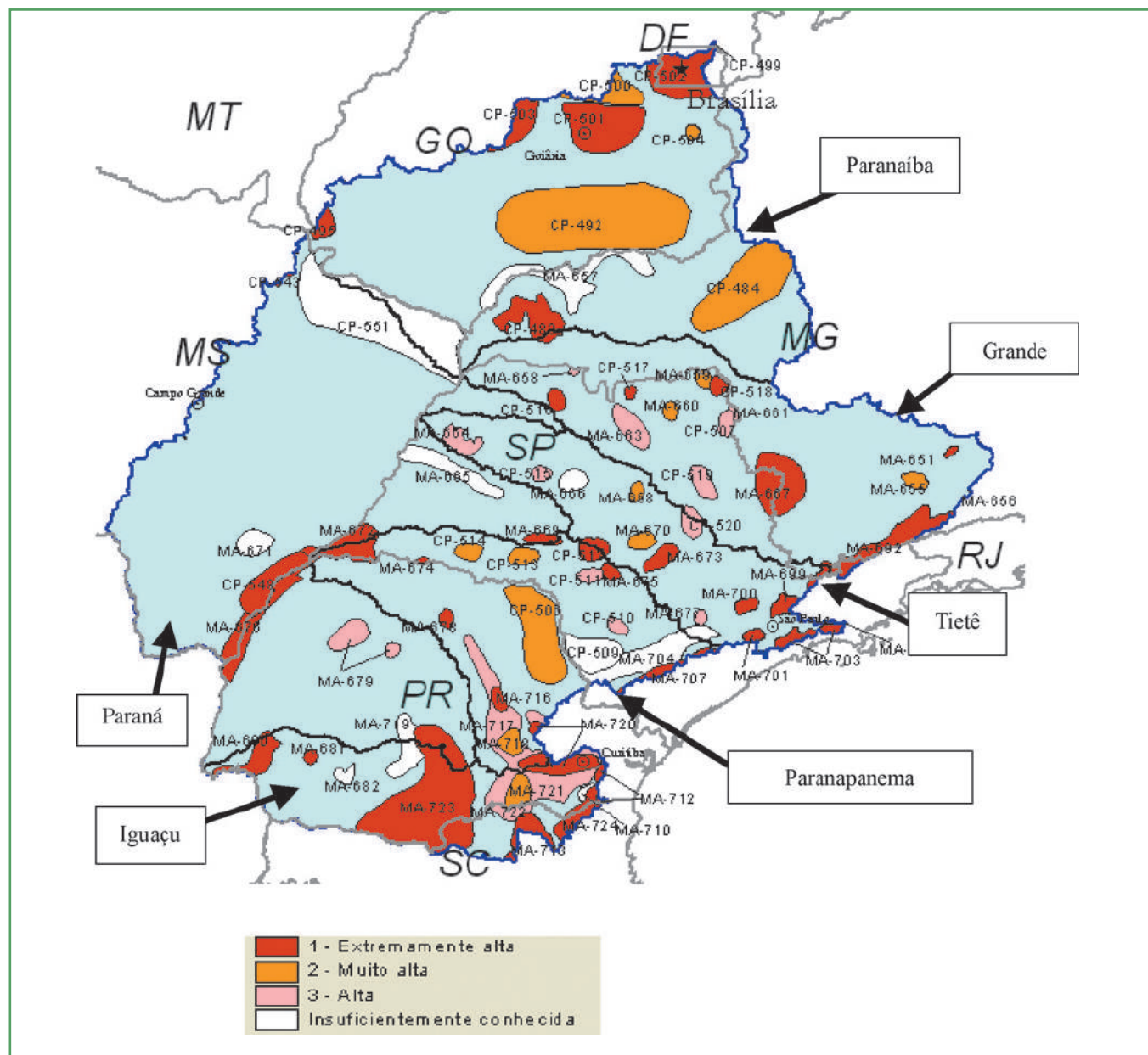
Interesse biogeográfico: Por incluir as principais concentrações urbanas do país, além da intensa exploração agropecuária, trata-se de uma das ecorregiões mais impactadas do Brasil. Sua amplitude e fronteira com diversas outras ecorregiões aumentam seu interesse biogeográfico.

Áreas prioritárias

Informações das áreas prioritárias para a conservação foram obtidas a partir dos dados do Projeto de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Biológica Brasileira – PROBIO, o qual teve por objetivo o conhecimento da riqueza biológica e o potencial para uso sustentável dos diferentes biomas brasileiros; a identificação de áreas prioritárias para a conservação, com base em critérios de diversidade biológica, integridade dos ecossistemas e oportunidades para ações de conservação e a avaliação de opções para usos sustentáveis, compatíveis com a conservação da diversidade biológica.

Crítérios de priorização foram adotados, separando-se as seguintes classes: extremamente alta, muito alta, alta e insuficientemente conhecida.

Ao todo foram indicadas 900 áreas no Brasil, sendo que aquelas situadas na Região Hidrográfica do Paraná são apresentadas na Figura 45.



Fonte: PROBIO in PNRH-BASE (2005)

Figura 48 - Localização das áreas consideradas prioritárias pelo IBAMA/MMA

Fauna

A profunda alteração da cobertura vegetal da Região Hidrográfica do Paraná, com a devastação das extensas áreas de florestas nativas, repercutiram fortemente na fauna regional, a qual foi ainda afetada por outras ações antrópicas (caça, pesca, queimadas, etc.), reduzindo drasticamente as populações e levando a extinção algumas espécies, e colocando em risco várias outras.

A ictiofauna da Região Hidrográfica do Paraná apresenta-se muito alterada devido à existência de vários reservatórios ao longo do seu leito, bem como das consequências advindas da ocupação intensiva do solo, com modificações ambientais importantes, inclusive quanto à qualidade das águas. Nos rios Iguaçu, Tibagi, Ivaí e Piquiri foram identificadas um número variável de espécies (de 40 a 60, aproximadamente) observando-se que a ictiofauna do rio Ivaí apresenta alto grau de semelhança com a do rio Paraná.

A fauna terrestre ainda existente está associada fundamentalmente à vegetação florestal remanescente, indicando-se que, no Estado do Paraná, foram relatadas mais de 160 espécies de mamíferos pertencentes a 32 famílias.

Entre as espécies da fauna terrestre identificadas na Região Hidrográfica do Paraná, incluem-se o gambá, o tatu-galinha, o macaco-prego, o lobo-guará, o coati, a mão-pelada, a lontra, o veado, a capivara e a preá, entre os de maior ocorrência e o puma, a jaguatirica e o javali, mais raros, além de répteis (jacaré, jararaca e cascavel) e aves (inhambu e jacu).

A grande maioria dos ecossistemas terrestres da Região Hidrográfica do Paraná, inclusive banhados, foram convertidos em áreas de produção agro-pastoril; como consequência vários grupos da fauna e flora estão ameaçados de extinção. Estima-se que cerca de 30 espécies, só no Estado do Paraná, estejam sob risco de extinção, tais como o lobo-guará, o veado-campeiro, o tamanduá-bandeira, o tatu-canastra, o macaco-prego, o bugio, a lontra, a ariranha, o puma, a jaguatirica, a anta, entre outros.

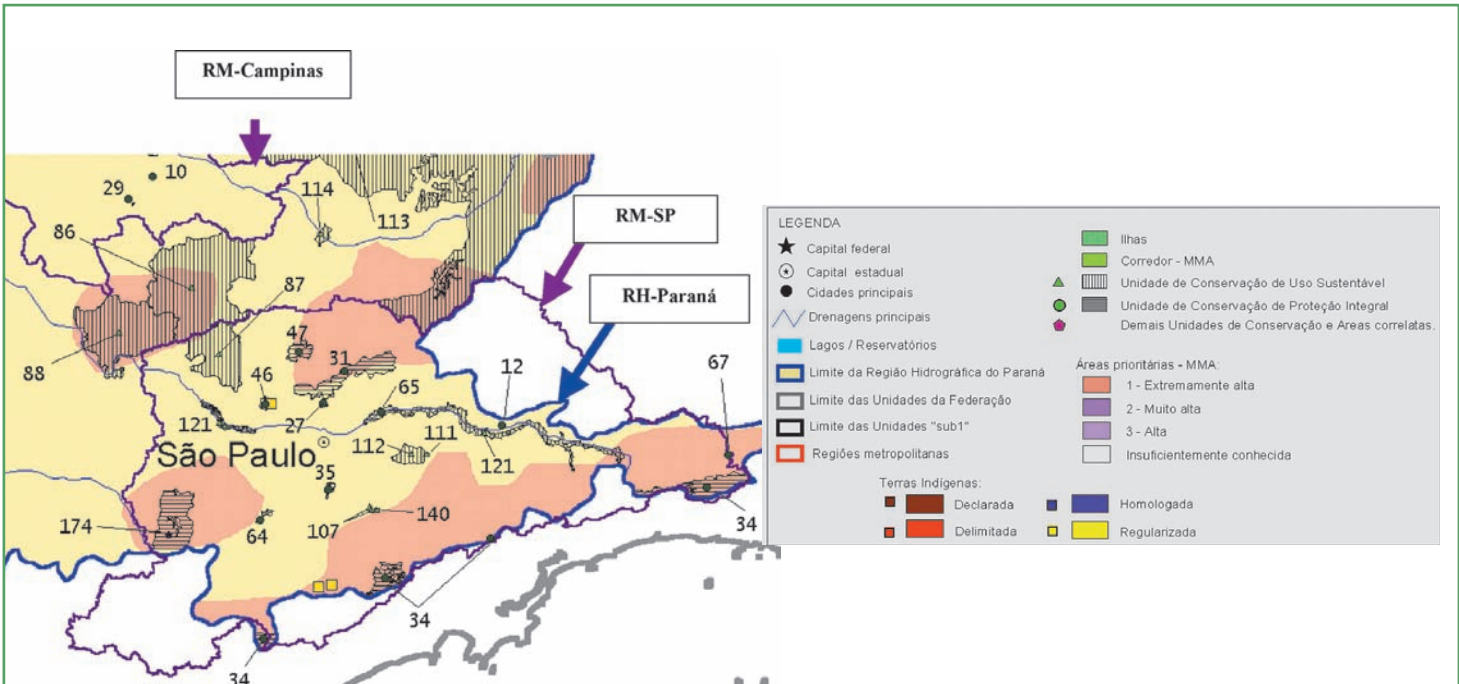
Na avifauna do Estado do Paraná, destacam-se as aves aquá-

ticas representadas por cerca de 160 espécies, algumas das quais de ocorrência rara e em processo de extinção, tais como o socó, a garça-real, o gavião-do-banhado e a saracura.

Estudos recentes demonstram que um grande número de répteis endêmicos, estenóicos ou naturalmente raros, estão sob ameaça de extinção, quer pela predação, pela destruição de seus habitats ou por uma possível competição com espécies oportunistas em expansão populacional em áreas alteradas. Das 140 espécies de répteis catalogadas, são consideradas como ameaçadas de extinção: cobra-verde, vários tipos de tartarugas e o jacaré-do-papo-amarelo (FGV, 1998).

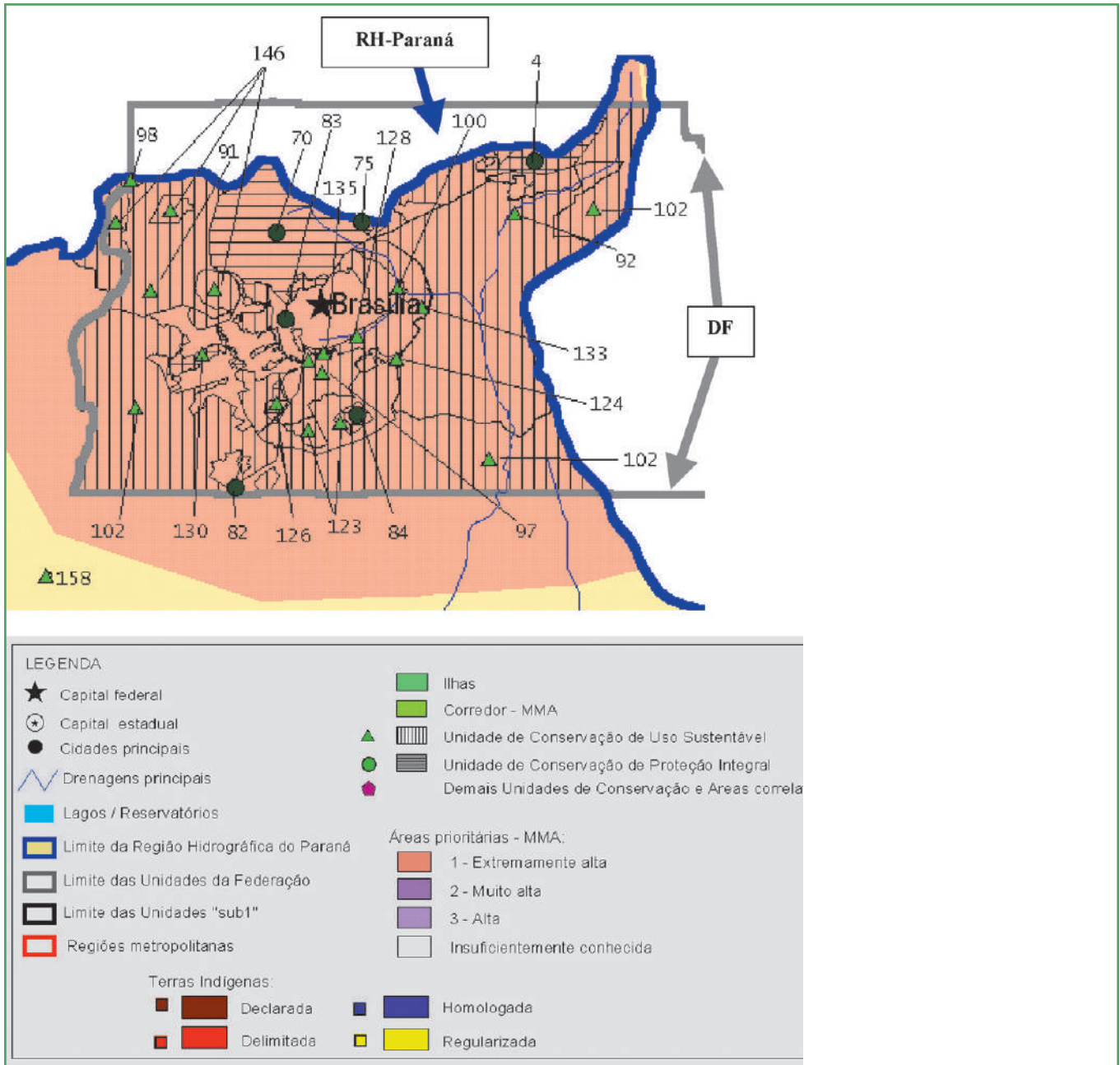
Unidades de Conservação Ambiental, Terras Indígenas e demais aspectos ambientais

A relação completa de UCAs presente na Região Hidrográfica do Paraná é apresentada no ANEXO 3 e representada espacialmente na Figura 46, a qual também leva em consideração corredores ecológicos (dois, no MS) e ilhas, com base em PNRH-BASE (2005) e MATO GROSSO DO SUL (2005).



Fonte: PNRH-BASE (2005)
Obs.: numeração apresentada no ANEXO 2

Figura 49 - Unidades de conservação ambiental e áreas correlatas presentes na RM-SP, RM-Campinas e arredores



Fonte: PNRH-BASE (2005).
Obs.: numeração apresentada no ANEXO 2

Figura 50 - Unidades de conservação ambiental e áreas correlatas presentes em Brasília e arredores PNRH-BASE (2005)

Para as UCAs, adotou-se a classificação do IBAMA e a Lei Federal nº 9.985/2000, que instituiu o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza – SNUC:

Unidades de proteção integral: Parque Nacional – P.N., R.B. – Reserva Biológica, R.Ec. – Reserva Ecológica, E.E. – Estação Ecológica, R.V.S. – Refúgio de Vida Silvestre.

Unidades de uso sustentável: A.P.A. – Área de Proteção Ambiental, A.R.I.E. – Área de Relevante Interesse Ecológico, F.N. – Floresta Nacional, R.Ex. – Reserva Extrativista.

A Figura 49 apresenta dados sintéticos das UCAs da Região Hidrográfica do Paraná, segundo informações de

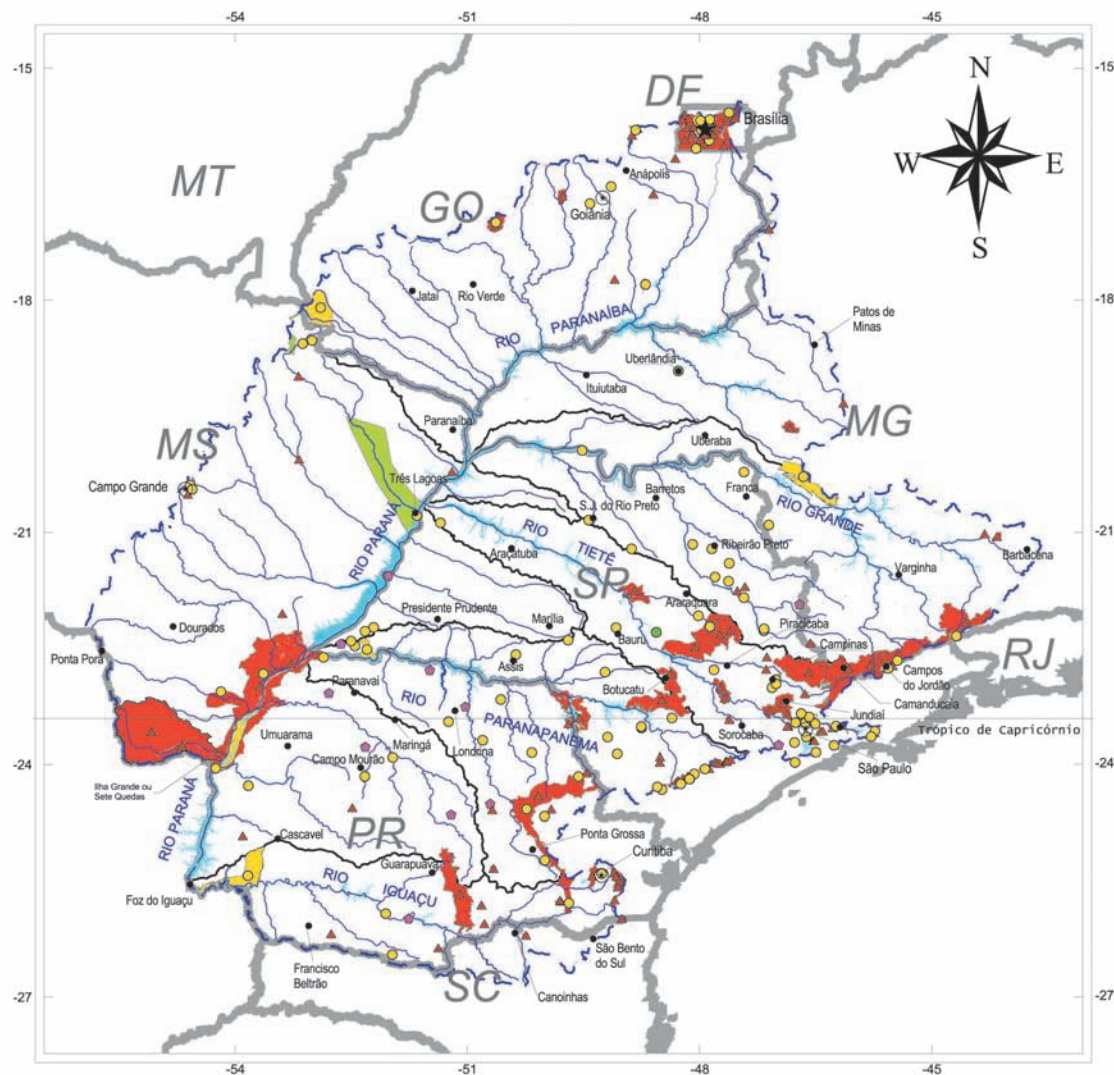
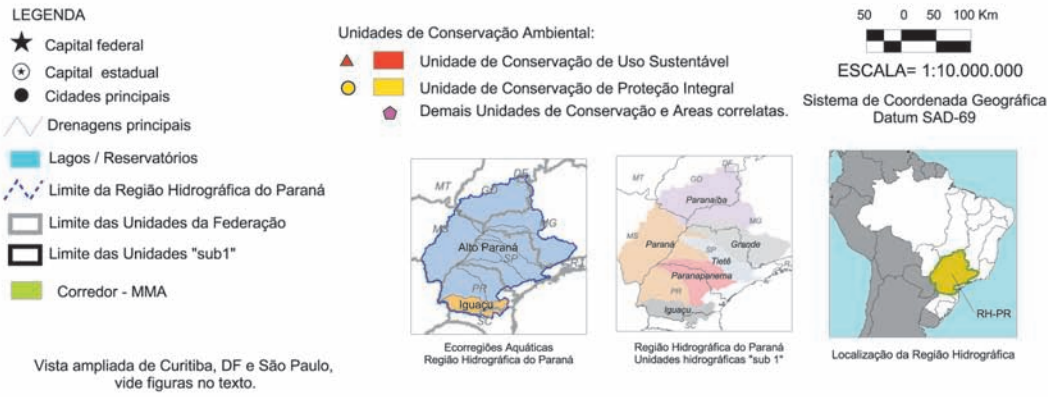
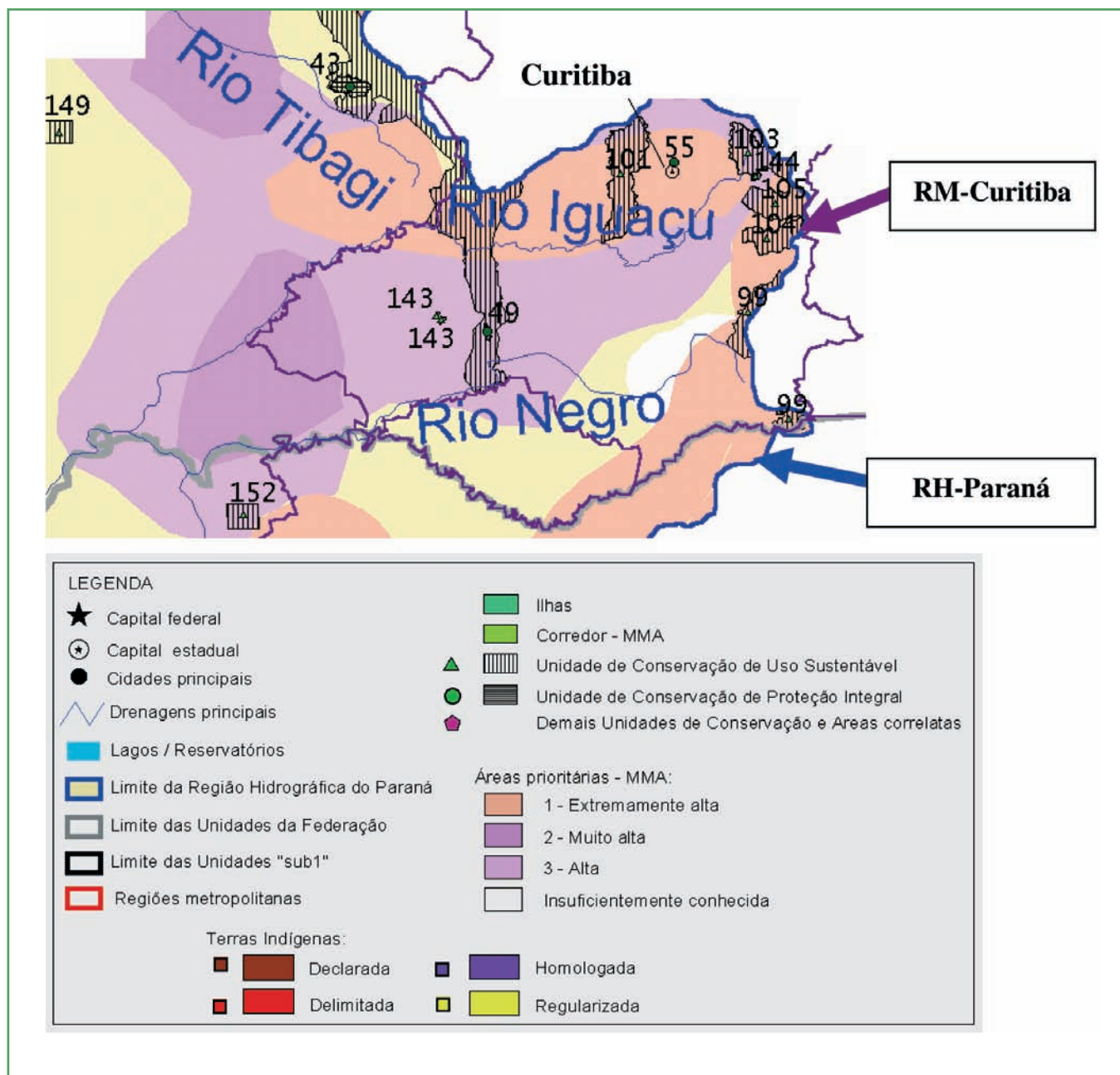


Figura 49. Situação Ambiental - Unidades de Conservação



Fonte: Bases do PNRH (2005)

Figura 51 - Situação Ambiental - Unidades de Conservação



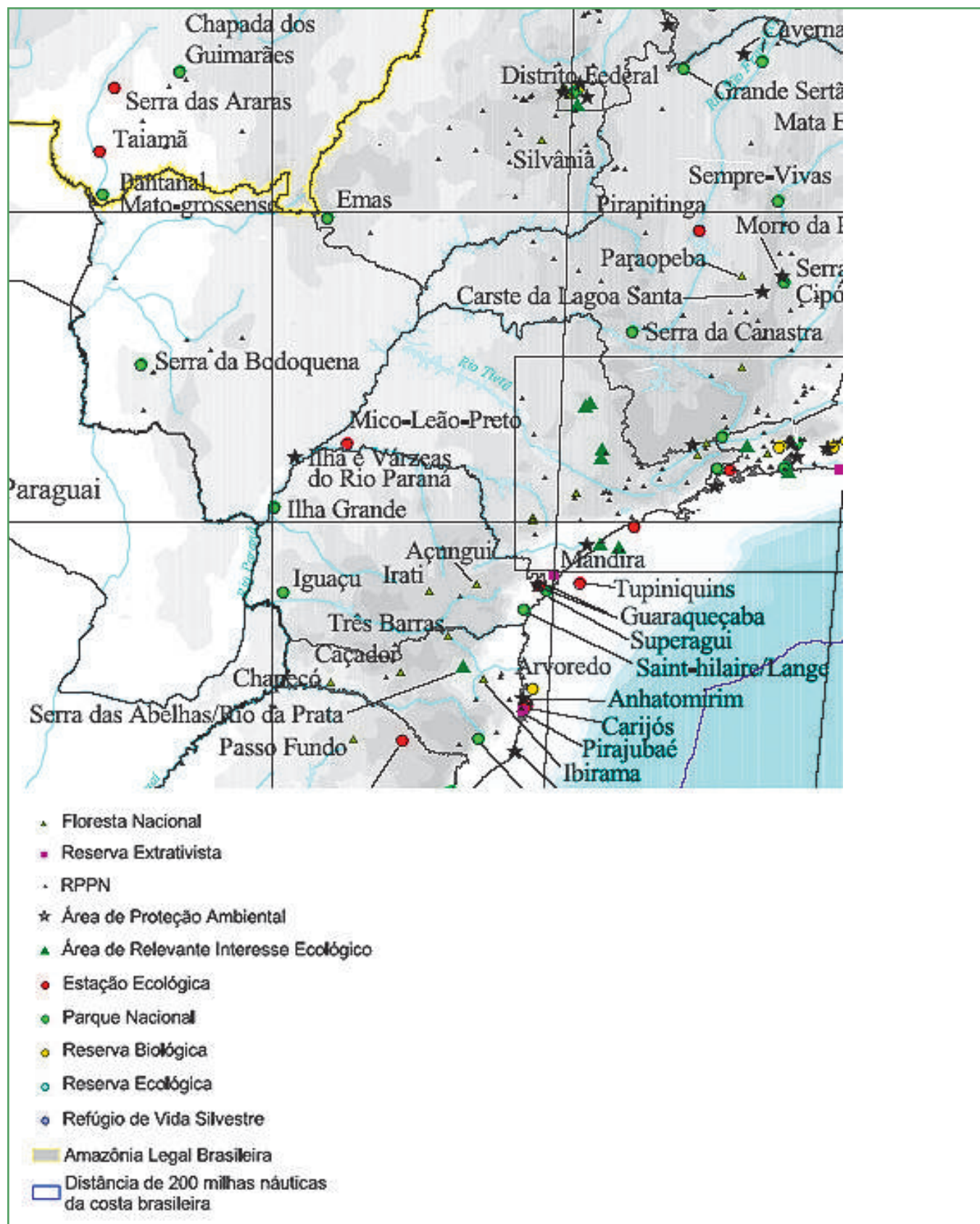
Fonte: PNRH-BASE (2005)

Figura 52 - Unidades de conservação ambiental e áreas correlatas presentes na RM-Curitiba e arredores

Ibama (2005). A Figura 50 detalha as Áreas de Proteção Ambiental – APAs Estaduais de São Paulo, segundo dados de CPLEA-SMA/SP (2005).

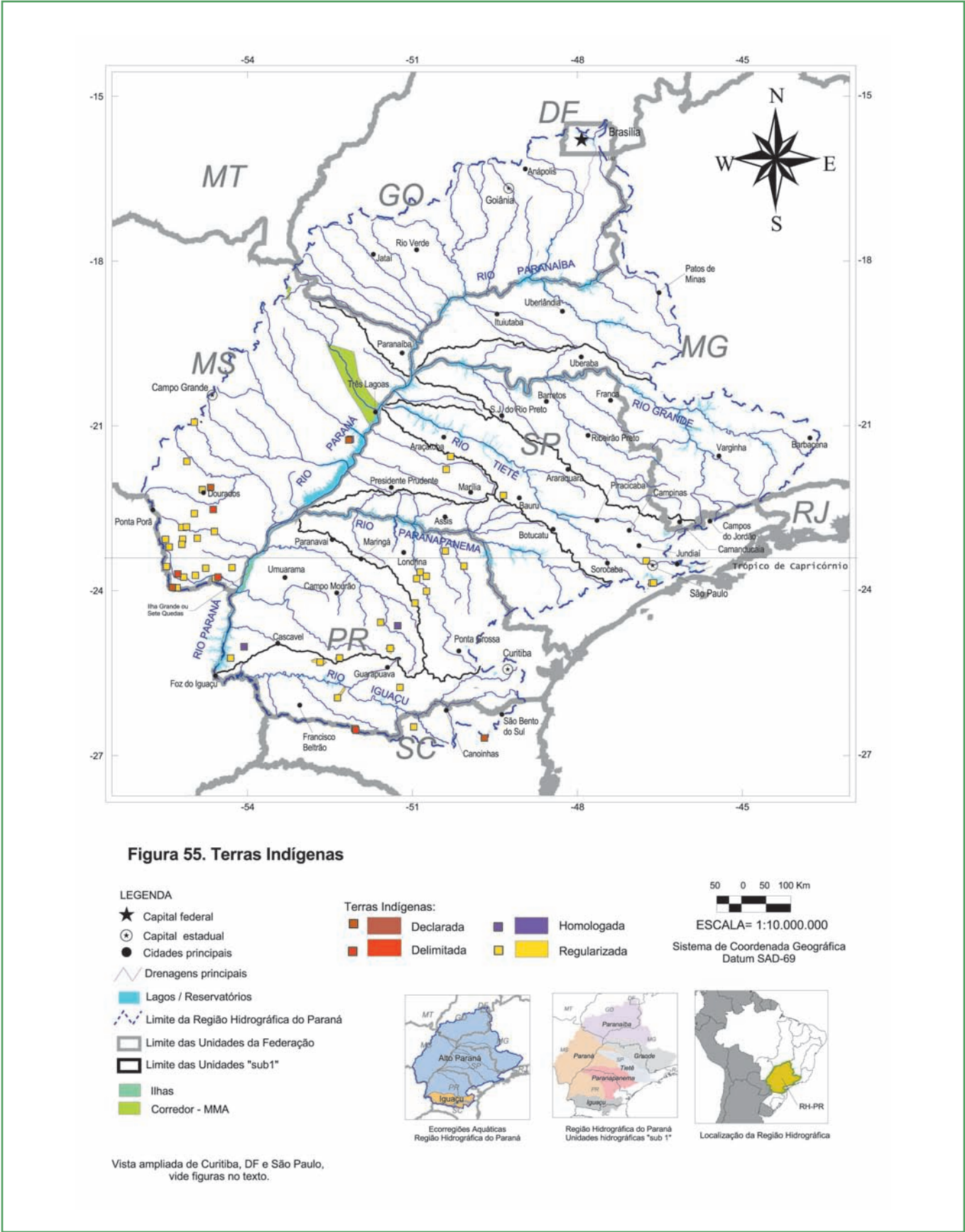
São 53 as terras indígenas presentes na Região Hidrográfica do Paraná, entre as categorias regularizada, homologada, delimitada e declarada, totalizando 42.274 habitantes, sendo: 34 delas (64,1% do total) na Sub 1

do Paraná, com 31.864 habitantes, ou 75,4% do total (a grande maioria no Estado do MS); 7 na “Sub 1” do Iguaçu, com 7.138 habitantes, ou 16,88% do total; 7 na “Sub 1” do Paranapanema (2.317 habitantes); e 5 na Sub 1 do Tietê (955 habitantes).



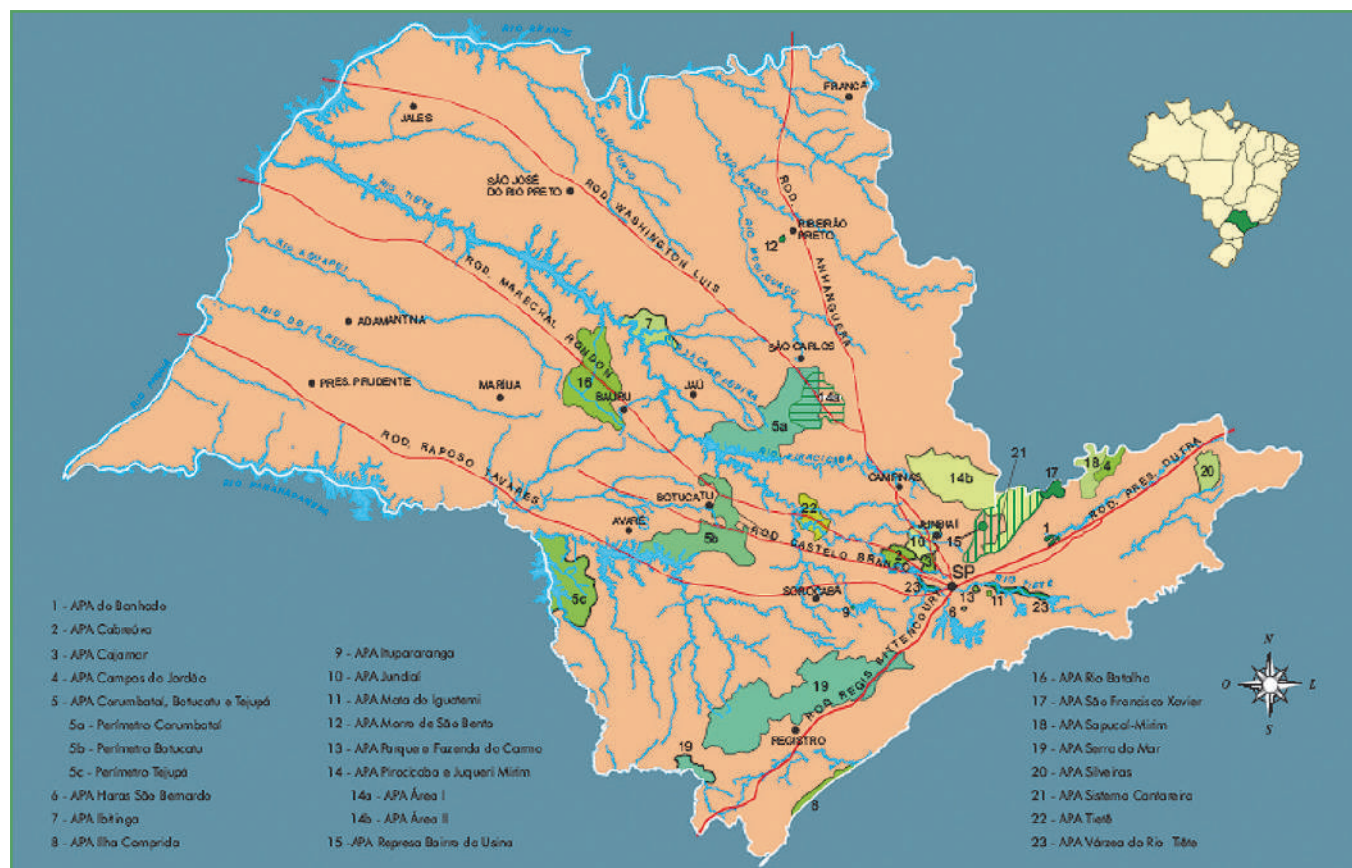
Fonte: IBAMA (2005)

Figura 53 - Principais unidades de conservação ambiental presentes na Região Hidrográfica do Paraná



Fonte: Bases do PNRH (2005)

Figura 54 - Terras Indígenas



Fonte: CPLEA-SMA/SP (2005)

Figura 55 - Principais APAs Estaduais presentes em SP

Bioinvasão: o caso do mexilhão dourado

O mexilhão dourado (*Limnoperna fortunei*) é um molusco de origem asiática e foi introduzido no Brasil através da água de lastro de navios mercantes, descarregada nos portos argentinos no rio da Prata. Sem inimigos naturais, o mexilhão pode ser transportado através da água, casco e utensílios de pesca. Atualmente se encontra presente em grandes quantidades nos rios Paraná e afluentes, na Região Hidrográfica do Paraná, além do Paraguai, Guaíba, entre outros.

Dado seu rápido crescimento e reprodução, associado à sua grande capacidade de incrustação, o mexilhão vem trazendo sérios problemas para a manutenção dos equipamentos hidráulicos, principalmente a obstrução de tubulações de captação de água, filtros, motores, além de alterar as atividades de pesca das populações tradicionais, bem como, o próprio ecossistema aquático – Fotos 13 e 14 (CESP, 2004).



Fotos 13 e 14 - Mexilhão dourado

Fonte: www.cesp.com.br

Devido à rápida dispersão do mexilhão dourado nas águas interiores brasileiras e aos problemas socioeconômicos que isto vem causando, o Governo Federal, por meio do Ministério do Meio Ambiente, instituiu uma Força-Tarefa Nacional que está implementando o Plano de Ação Emergencial para o Controle do Mexilhão Dourado (MMA, 2004).

Esse plano tem o apoio e participação de inúmeros órgãos de governos, instituições públicas e privadas e empresas. A região do Alto Paraná, que envolve principalmente os Estados de São Paulo e Mato Grosso do Sul, é uma das áreas consideradas prioritárias no plano por apresentar diferentes etapas quanto à intensidade de instalação do mexilhão e por possuir vetores de dispersão.

Para atender o objetivo deste Plano de Ação foram estabelecidos quatro componentes temáticos: divulgação, capacitação, monitoramento e fiscalização, e tem como objeto de atuação os diferentes vetores de dispersão do mexilhão dourado. As atividades estão focadas em dois tipos de ação: monitoramento e fiscalização, tendo como suporte a divulgação e capacitação, buscando atuar prioritariamente sobre:

Prevenção – controle da transposição do mexilhão dourado para bacias não atingidas; e

Monitoramento – comunicação e avaliação da presença do mexilhão dourado.

As áreas prioritárias de ação deste plano foram determinadas a partir da observação em campo

de pontos de ocorrência da espécie. A construção de linhas delimitadoras nas Bacias Hidrográficas do Paraná-Paraguai, Uruguai e Atlântico Sudoeste deu-se, sempre que possível, sobre rodovias pavimentadas (federais ou estaduais), de modo a permitir a mobilização de equipes para implementação do controle e fiscalização do molusco invasor.

4.4 | Caracterização do Uso e Ocupação da Terra

Cobertura vegetal e aspectos gerais

Esse item deve abordar os diversos usos e ocupação do solo, como a urbanização, as práticas agrícolas, a pecuária, o desmatamento, a queimada, entre outros usos considerados relevantes, sempre que possível, discorrendo sobre a extensão das áreas envolvidas, as práticas inadequadas e as boas práticas.

Visa também avaliar os reflexos do uso e ocupação do solo em relação à sua aptidão e conservação, em especial no que se refere ao escoamento superficial (ocorrência de secas e inundações), aos processos erosivos, à produção de sedimentos e à qualidade das águas superficiais e subterrâneas (solos porosos e aquíferos).

Devido à inexistência de um mapa de uso e ocupação da Terra para toda a Região Hidrográfica do Paraná, adotou-se como alternativa, após consulta à equipe do PNRH da SRH/MMA, a cobertura da vegetação (mapa digital do IBGE *in* PNRH-BASE, 2005), a presença das maiores cidades e regiões metropolitanas, a malha viária (ANEEL, 1999) e mais alguns elementos temáticos, como as principais UHEs e seus reservatórios, a agropecuária, as principais atividades e concentrações industriais etc.

O produto aqui apresentado é, em verdade, um mapa com alguns elementos de uso do solo tendo em vista a não disponibilidade de um mapa atualizado e compatível com as bases de PNRH-BASE (2005).

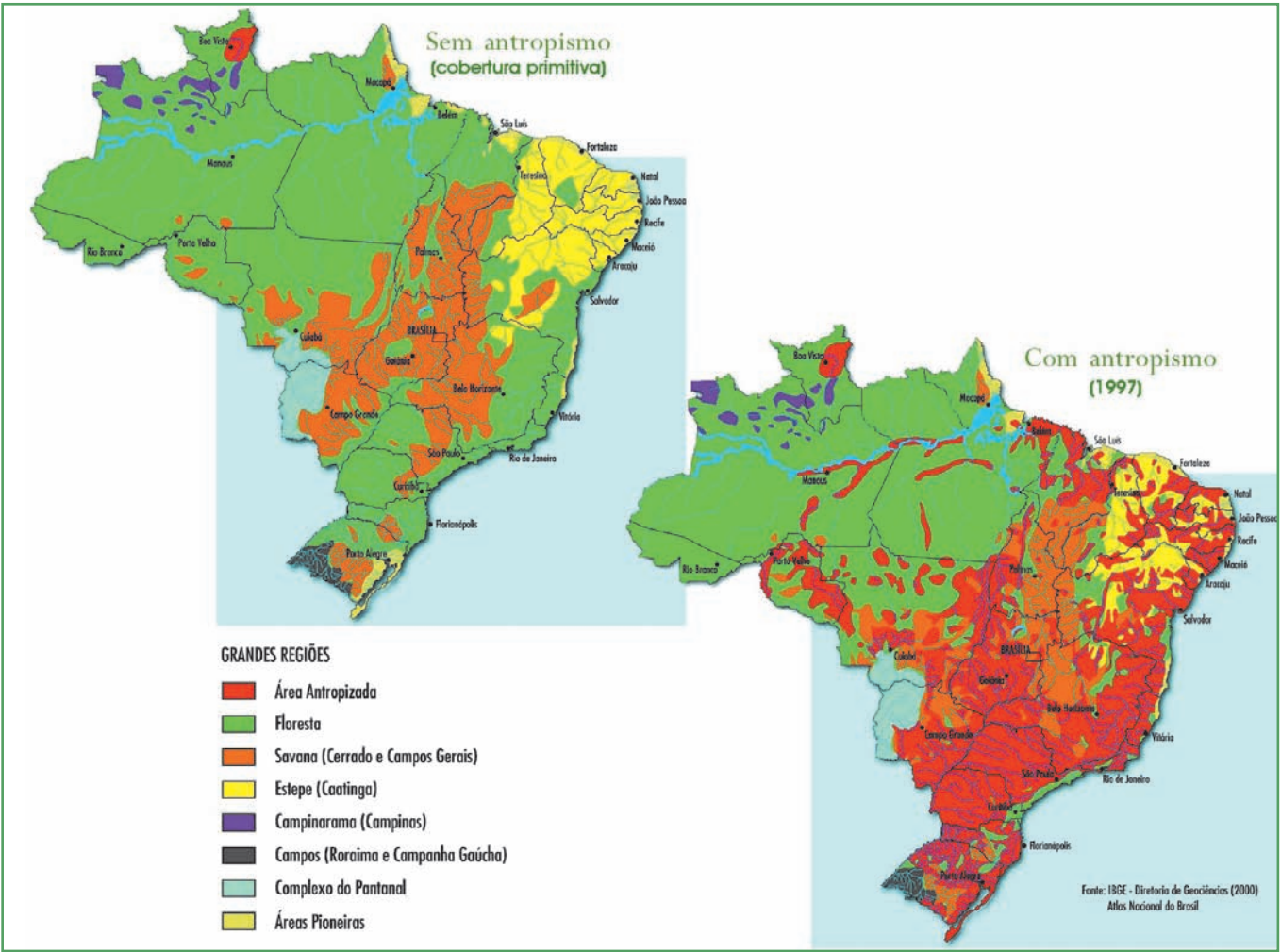
Uma análise da cobertura vegetal primitiva indica (FGV, 1998):

- No Mato Grosso do Sul e boa parte de Goiás e Triân-

gulo Mineiro, predomina vegetação do cerrado, um dos mais importantes biomas brasileiros.

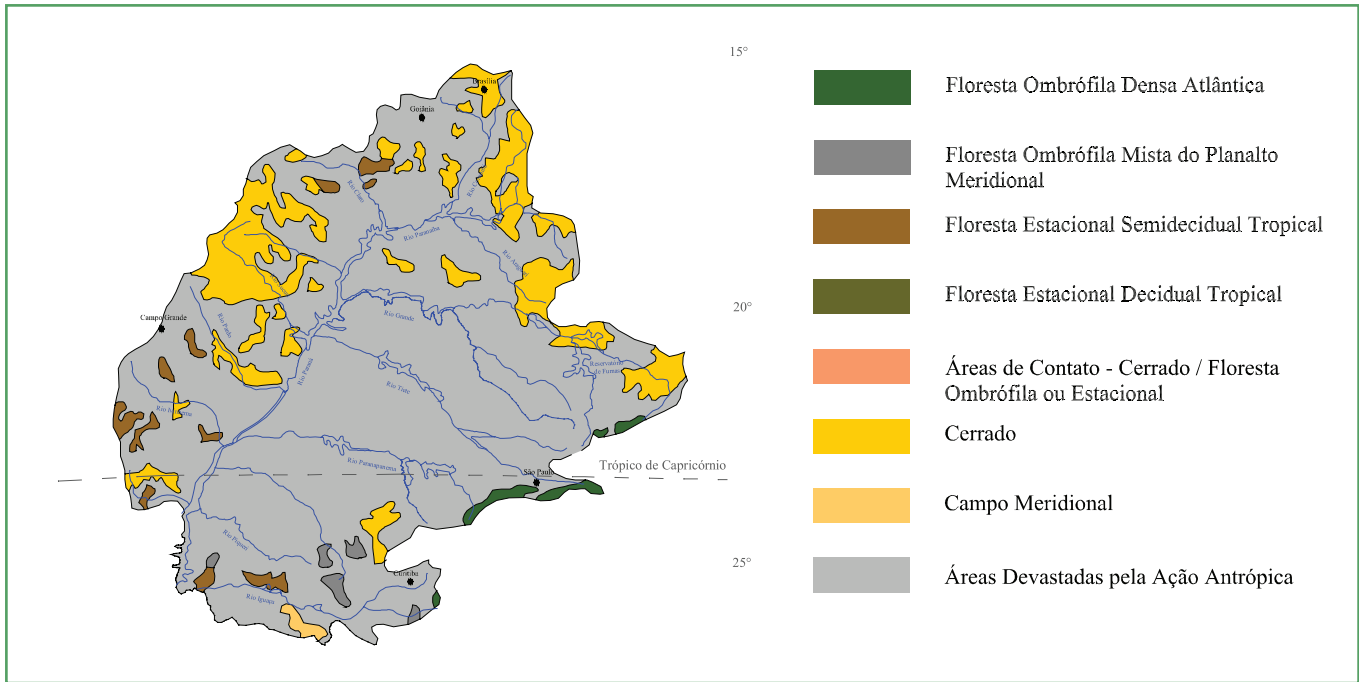
- Nas porções sudeste de MS, oeste e noroeste do PR, oeste de SP e parte do sul de MG, predomina a floresta estacional semidecidual.
- Floresta ombrófila densa está presente no alto curso da bacia do rio Tietê.
- Nas porções central e sudeste do PR e em SC, predomina floresta ombrófila densa.
- Floresta estacional decidual está presente a noroeste de Goiânia.

Esta análise, no entanto, deve ser efetuada à luz da intensa transformação antrópica em praticamente toda Região Hidrográfica do Paraná, o que fica mais evidente nas Figuras 51 (IBGE, 2000 *in* PNRH-DBR, 2005) e 52 (FGV, 1998).



Fonte: Adaptado de IBGE, 2000 *in* PNRH-DBR (2005)

Figura 56 - Evolução da ação antrópica sobre a vegetação nativa



Fonte: FGV (1998)

Figura 57 - Cobertura vegetal remanescente e áreas com vegetação devastada pela ação antrópica

Atividades industriais

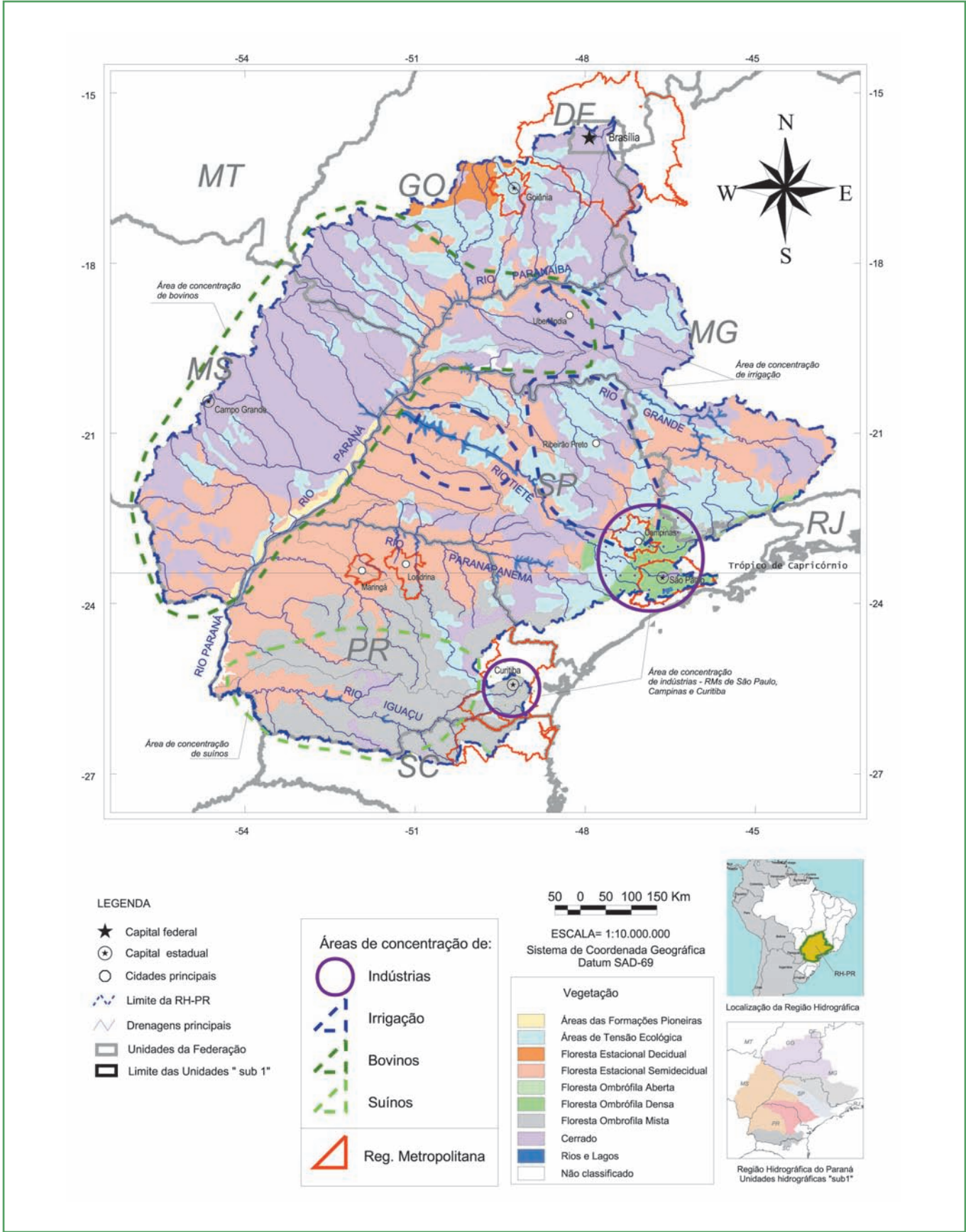
Originalmente surgido como uma atividade artesanal que visava atender ao fornecimento de utilidades para as atividades mineradora e agropecuária (motivos do início da ocupação regional), a produção industrial da Região Hidrográfica do Paraná veio a consolidar-se mais tarde, principalmente com os capitais acumulados pela lavoura cafeeira. Notadamente o parque industrial do Estado de São Paulo desenvolveu um processo de conquista de mercados, tanto interno como externo, diversificando-se e modernizando-se, tendo hoje empresas de praticamente todos os ramos industriais (FGV, 1998).

A interiorização e a maior disponibilidade de meios de transporte e comunicações permitiram a aceleração do processo de diversificação dos ramos industriais, principalmente após 1980. Mesmo diversificada, a produção industrial regional apresenta alguns pólos de maior especialização. FGV (1998) tece as seguintes considerações gerais:

- Na unidade do Tietê está o maior parque industrial do país, tanto em quantidade quanto em diversidade de gêneros produzidos, destacando-se o segmento automotivo, concentrado na RM de São

Paulo. Outros importantes pólos industriais merecem atenção: Jundiaí, Campinas, Paulínia, Piracicaba, entre outros.

- Na unidade do Paranaíba, destacam-se unidades de beneficiamento de bens minerais, especialmente concentradas nas cidades de Araxá, Patos de Minas e Uberlândia, em Minas Gerais, e Luziânia, em Goiás; outro grupo fabril importante é o de produtos alimentícios, com destaque para a indústria de carne bovina. Há, ainda, concentração industrial em torno de Goiânia e Anápolis, em Goiás, com beneficiamento de minerais não-metálicos, madeira e mobiliário, papel e papelão e produtos alimentícios.
- Na unidade do Grande, a diversificação é maior que no Paranaíba, abrangendo também a indústria química, de materiais de transporte, couros e peles, calçados e produtos têxteis, perfumaria, bebidas, material elétrico e mecânica.
- Na unidade do Iguaçu, destaca-se Curitiba e seu entorno, onde há grande diversidade industrial, com destaque para a indústria química e automobilística.
- Nas unidades do Paranapanema e Paraná há concentração industrial nos maiores pólos regionais, como



Fonte: Bases do PNRH (2005)

Figura 58 - Elementos de Uso da Terra

Londrina, Maringá, entre outros. No sudoeste paulista e norte paranaense, a maior concentração industrial é dos ramos tradicionais, como alimentos, têxtil, madeira e mobiliário, papel e papelão, couros e peles, além da transformação de minerais não-metálicos. A porção sudoeste de Mato Grosso do Sul, há presença de indústrias de alimentos e beneficiamento da madeira, principalmente em Campo Grande e Dourados.

- A instalação, na Região Hidrográfica do Paraná, de indústrias dos ramos mais dinâmicos, como material elétrico e de telecomunicações, informática e química, tem superado o número de empreendimentos semelhantes em outras áreas do país, o que pode atribuir-se, em parte, à melhor infra-estrutura disponível, especialmente quanto a transportes, energia e telecomunicações, além da existência de atividades de suporte à produção e de um grande mercado consumidor, notadamente a RM-SP.

Os principais grupos industriais da Região Hidrográfica do Paraná, sob a óptica do consumo de água, são a transformação de minerais, a indústria têxtil, a de papel e papelão, a de bebidas e a de alimentos. A maior parte destas unidades fabris, notadamente as de grande porte, estão localizadas às margens de cursos de água, suprimindo seu consumo a partir destes, ou utilizam poços profundos. As indústrias localizadas nos centros urbanos utilizam a água fornecida pelas concessionárias, algumas vezes complementando com poços profundos para determinadas finalidades específicas (FGV, 1998).

Dados sobre unidades de indústria de transformação e pessoal ocupado, para as unidades Sub 1 da RHE Paraná, são apresentados no Quadro 31 (IBGE in PNRH-BASE, 2005), evidenciando uma das vocações da Sub 1 para a indústria: 45,1% do número de unidades instaladas e 56,5% do pessoal ocupado.

Quadro 31 - Número de unidades de indústrias de transformação e pessoal ocupado nas unidades Sub 1 da RHE Paraná

Unidade hidrográfica 1	Número de unidades	Número de unidades (%)	Pessoal ocupado	Pessoal ocupado (%)
Grande	53.039	24,1	558.632	19,1
Iguaçu	17.600	8,0	220.287	7,5
Paraná	18.284	8,3	168.009	5,7
Paranaíba	18.456	8,4	167.521	5,7
Paranapanema	13.419	6,1	155.923	5,3
Tietê	99.260	45,1	1.651.741	56,5
RHE-PR	220.058	100	2.922.113	100

Fonte: IBGE in PNRH-BASE (2005)

Atividades agrícolas

Mesmo com elevado grau de urbanização, as questões agrárias na Região Hidrográfica do Paraná mostram-se importantes e de grande atualidade, seja pela ocorrência de conflitos pela posse da terra, seja pelo grande potencial

produtivo da agricultura regional e sua significação em termos de atendimento do mercado das Regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste.

A estrutura fundiária da região – salvo parte da área na margem direita do rio Paraná, no Estado do Mato Grosso do Sul e onde predomina a pecuária extensiva – é bastan-

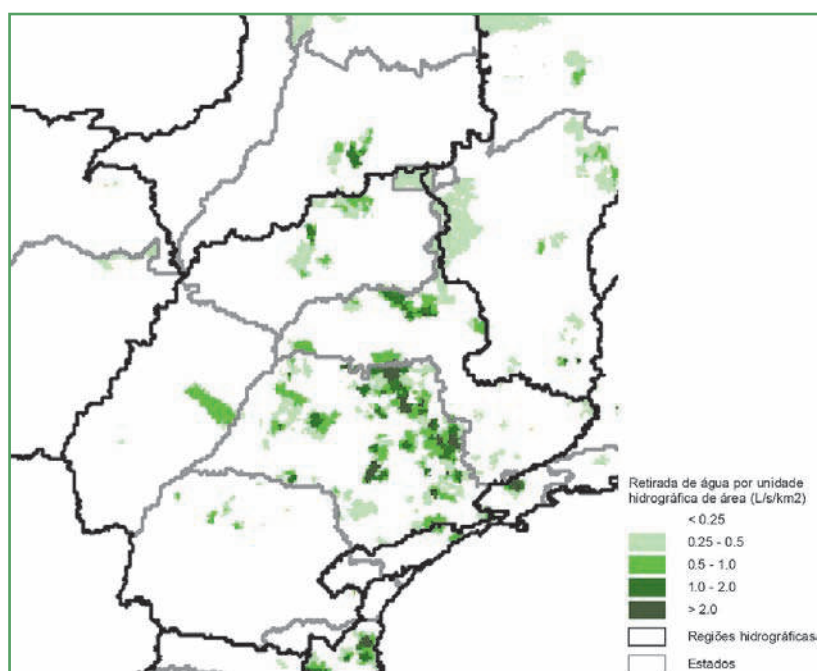
te concentrada em unidades de pequeno e médio porte. Dos 934.985 estabelecimentos agrícolas na Região Hidrográfica do Paraná, 38,9%, possuem área inferior a 10 ha, enquanto outros 47% estão na faixa de 10 a 100 ha. Por outro lado, somente cerca de 0,4% dos estabelecimentos têm área superior a 2000 ha. Estes estabelecimentos agrícolas da Região Hidrográfica do Paraná declaram uma área total de 81.555.609 ha, dos quais 23,1% estão destinados a lavouras temporárias ou permanentes, enquanto que as pastagens ocupam 56,7% desta área total; 6,7% correspondem a áreas não utilizadas, ocupando as matas nativas e plantadas 13,4% (FGV, 1998).

Uma característica da moderna agricultura brasileira, acentuada na Região Hidrográfica do Paraná, é o emprego de tecnologias e produtos de origem industrial no processo produtivo. O controle de pragas e doenças, tanto nos rebanhos como nas lavouras comerciais, é generalizado, atingindo 76% dos estabelecimentos. Adubos e corretivos são utilizados em 58% dos estabelecimentos, enquanto que 34,5% fazem correção e conservação do solo, 31,4% contam com assistência técnica regular e 62,1% dispõem de energia elétrica. Estes dois últimos recursos produtivos estão em franco crescimento, com a ampliação das redes de eletrificação rural, o aumento da produção e da produtividade (FGV, 1998).

Mais de $\frac{3}{4}$ da área irrigada, ou 322.679 ha de um total de 424.767 ha, estão concentradas nas Sub-bacias do Grande (116.485 ha) e Tietê (206.194 ha), notadamente no Estado de São Paulo, nas proximidades dos rios Tietê e Grande. Esta prática está difundida pelo uso de pivô central (milho, soja, feijão e pastagens) e micro-aspersão e gotejamento na horti-fruticultura (laranja, principalmente) (FGV, 1998).

De acordo com o Censo Agropecuário do IBGE, em 1996, a área irrigada na Região Hidrográfica do Paraná era de 722.639 ha ou 23,1% do total nacional (3.121.767 ha irrigados de um total de 55 milhões de ha de área plantada). Em 2000, baseado em projeções de ONS (2003), a área irrigada na Região Hidrográfica do Paraná passou a 874.393 ha ou 23,9% total nacional (3.663.361 ha irrigados). Em ambas as datas, a Região Hidrográfica do Paraná apresentou a maior área irrigada entre as 12 regiões hidrográficas brasileiras, seguida da RH do Atlântico Sul (681.552 ha em 2000) e Uruguai (566.205 ha em 2000) – ANA (2005a).

A Figura 53 apresenta áreas em destaque de retirada (demanda) de água para irrigação por unidade de área ($L/s.km^2$) na Região Hidrográfica do Paraná. Notam-se maiores ocorrências de áreas irrigadas nas unidades dos rios Grande (notadamente em SP), Tietê e Paranaíba (Triângulo Mineiro).

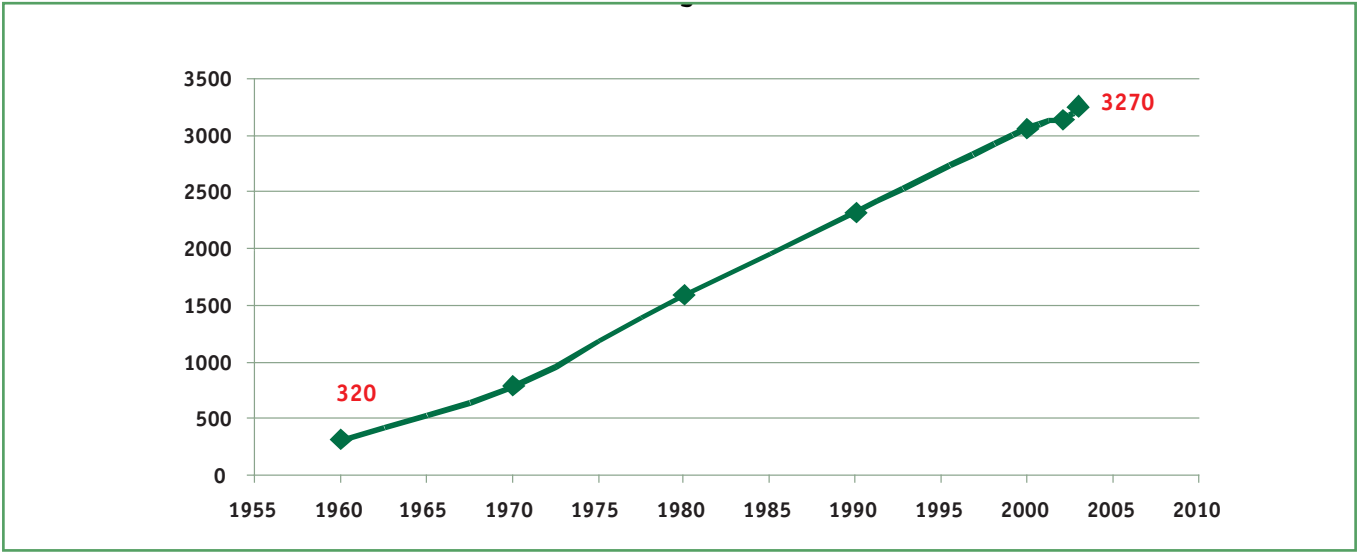


Fonte: ANA (2005a)

Figura 59 - Retirada de água para irrigação por unidade de área ($L/s.km^2$)

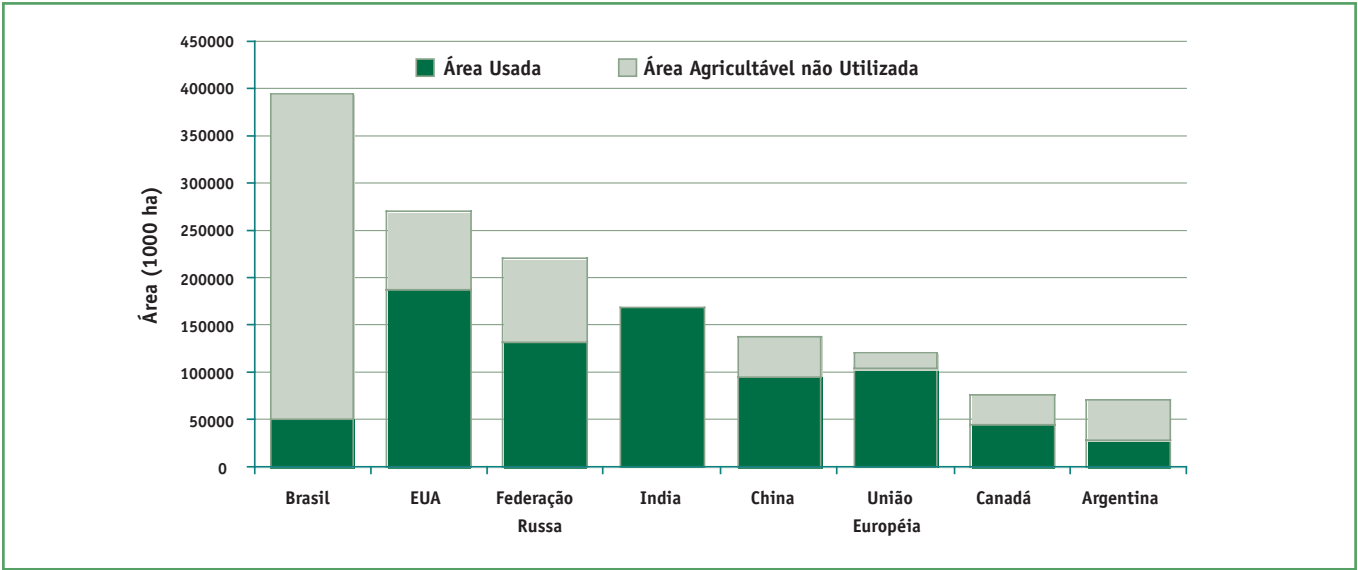
O gráfico da Figura 54, segundo Christofidis (2002), apresenta a evolução da área irrigada no Brasil, tendo crescido cerca de 10 vezes de 1960 à década atual. O potencial ainda existente de crescimento – gráfico da Figura 55, segundo Mota (2005) -, somado à expansão atual do setor de agronegócios, notadamente de produtos para exportação, indicam que este setor deve ser considerado como prioritário na análise das questões hídricas, quer pelas demandas requeridas, quer pelos

impactos ambientais negativos prováveis, decorrentes do uso de fertilizantes e agroquímicos, além da produção de sedimentos e outros aspectos ambientais relativos a cargas poluidoras difusas. Assim, muito embora o setor de agronegócios traga uma série de divisas importantes ao Brasil, o que tem se amplificado com o atual *boom* exportador, gera impactos ambientais negativos que podem comprometer ou diminuir a sustentabilidade dos ecossistemas, a médio e longo prazos.



Fonte: Christofidis (2002)

Figura 60 - Evolução da área irrigada no Brasil



Fonte: FAO in Mota (2005)

Figura 61 - Área agricultável (utilizada e não utilizada para agricultura e pecuária) no Brasil e em alguns países selecionados

Dados sobre o uso de fertilizantes nas unidades da Federação presentes com área na Região Hidrográfica do Paraná são apresentados no Quadro 32 (IBGE, 2004) e na Figura 56 (ANA, 2005a), evidenciando que esta região destaca-se no cenário nível nacional. Como se sabe, os fertilizantes podem causar ou amplificar situações de

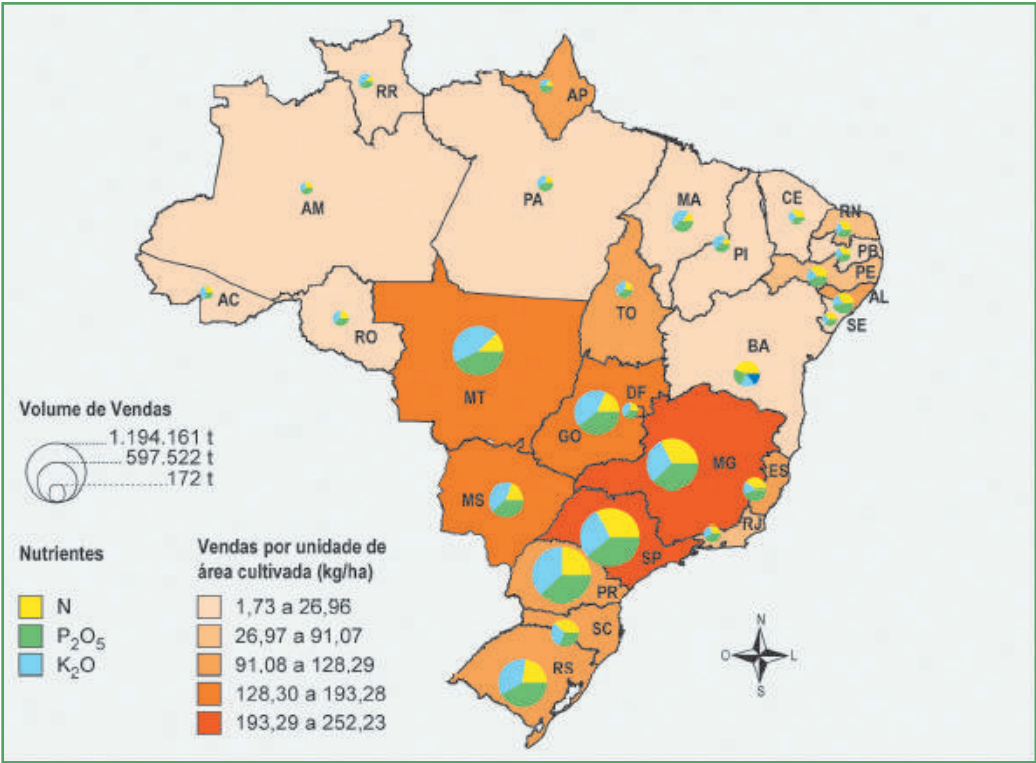
eutrofização dos corpos de água superficiais e contaminação de aquíferos.

Dados sobre o uso de agrotóxicos nas unidades da Federação presentes com área na Região Hidrográfica do Paraná são apresentados na Figura 57 (ANA, 2005a) e também indicam destaque no cenário regional.

Quadro 32 -Área plantada das principais culturas, quantidade de fertilizantes entregues ao consumidor final e utilização por unidade de área, por tipo de nutriente utilizado

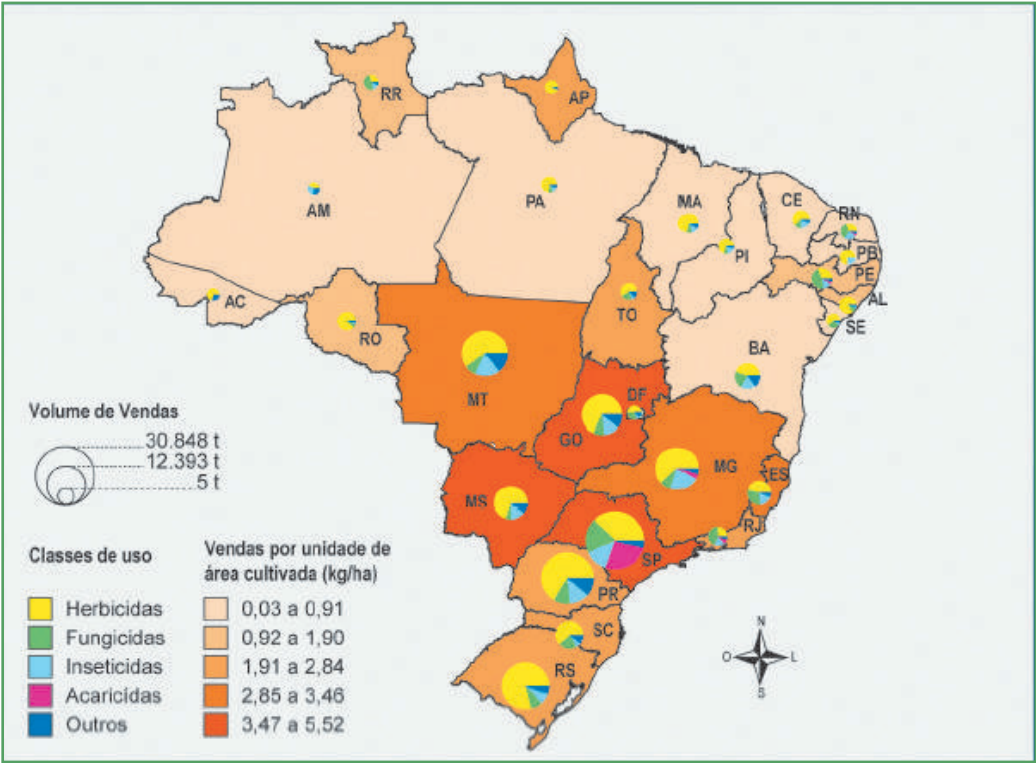
Unidade da Federação	Utilização por unidade de área (kg/ha)			
	Total	Tipo de nutriente utilizado		
		Nitrogênio (N)	Fósforo (P ₂ O ₅)	Potássio (K ₂ O)
Distrito Federal	273,91	59,31	119,69	94,91
Goiás	202,43	32,91	88,71	80,82
Mato Grosso do Sul	168,09	28,08	70,15	69,87
Minas Gerais	220,55	67,17	70,10	83,27
Paraná	124,51	29,14	48,50	46,87
Santa Catarina	148,94	56,35	47,96	44,64
São Paulo	217,91	73,48	56,19	88,24
Total – Brasil	143,62	33,93	52,50	57,19

Fonte: IBGE (2004)



Fonte: ANA (2005c)

Figura 62 - Venda de fertilizantes nas unidades da Federação do Brasil



Fonte: ANA (2005c)

Figura 63 - Venda de agrotóxicos nas unidades da Federação do Brasil

Tendo em vista potenciais impactos negativos, tanto fertilizantes, quanto agrotóxicos necessitam de manejo sustentável, com estudos de viabilidade prévia a sua utilização e acompanhamento de seu uso (monitoramento). Aspectos de persistência destes compostos no ambiente e sua dinâmica hidro-biogeoquímica também merecem atenção.

Dados sobre a produção na Região Hidrográfica do Paraná de

algumas culturas selecionadas, como café em coco (toneladas produzidas/ano), cana-de-açúcar (toneladas/ano), laranja (x 1.000 frutos/ano), milho (toneladas/ano) e soja (toneladas/ano), são apresentados nos Quadros 33 e 34 e nas Figuras 64 a 67. Estes dados devem ser observados à luz das estruturas produtivas, o que inclui não só as práticas agrícolas, mas também industrialização, infra-estrutura, logística e serviços associados.

Quadro 33 - Produção de café em coco, cana-de-açúcar, laranja, milho e soja nas unidades Sub 1 da RHE Paraná

Unidade hidrográfica Sub 1	Café em coco (toneladas)	Laranja (1.000 frutos)	Cana-de-açúcar (tonelada)	Milho (tonelada)	Soja (tonelada)
Grande	1.196.536	14.031.955	205.241.050	4.328.616	1.874.944
Iguaçu	0	42.293	219.400	4.846.206	1.609.729
Paraná	68.325	438.116	23.540.406	6.786.734	7.089.096
Paranaíba	370.035	179.740	11.049.099	5.063.772	4.729.714
Paranapanema	88.404	838.406	36.188.057	4.842.272	2.928.821
Tietê	66.138	5.639.351	74.583.303	930.801	66.656
RHE-PR	1.789.438	21.169.861	350.821.315	26.798.401	18.298.960

Fonte: IBGE in PNRH-BASE (2005)

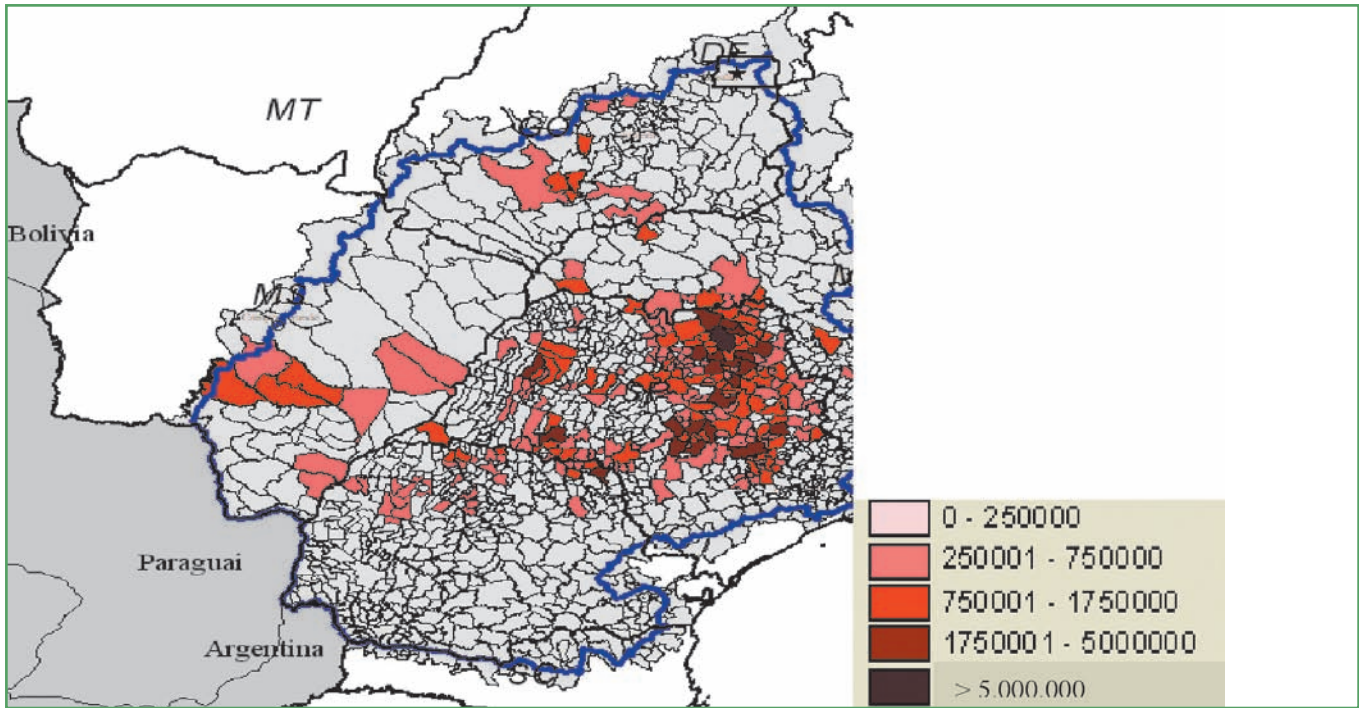
Quadro 34 - Produção de café em coco, cana-de-açúcar, laranja, milho e soja nas unidades Sub 1 da RHE Paraná, em (%)

Unidade hidrográfica Sub 1	Café em coco (toneladas)	Laranja (1.000 frutos)	Cana-de-açúcar (tonelada)	Milho (tonelada)	Soja (tonelada)
Grande	66,9	66,3	58,5	16,2	10,2
Iguaçu	0,0	0,2	0,1	18,1	8,8
Paraná	3,8	2,1	6,7	25,3	38,7
Paranaíba	20,7	0,8	3,1	18,9	25,8
Paranapanema	4,9	4,0	10,3	18,1	16,0
Tietê	3,7	26,6	21,3	3,5	0,4
RHE-PR	100	100	100	100	100

Fonte: IBGE in PNRH-BASE (2005)

Como se observa pela Figura 58, a produção de cana-de-açúcar concentra-se mais no interior do Estado de São Paulo (principalmente nas unidades do Tietê e Grande), além de algumas áreas mais restritas no PR, MS e GO. Nas unidades Sub 1, mais da metade da produção de cana-de-

açúcar está na Sub 1 do Grande (58,5%), seguida do Tietê (21,3%). Além dos aspectos de manejo agrícola, merecem atenção a geração de vinhaça e o controle (monitoramento) das práticas de fertirrigação em relação a cargas poluidoras que possam comprometer o solo e os aquíferos.

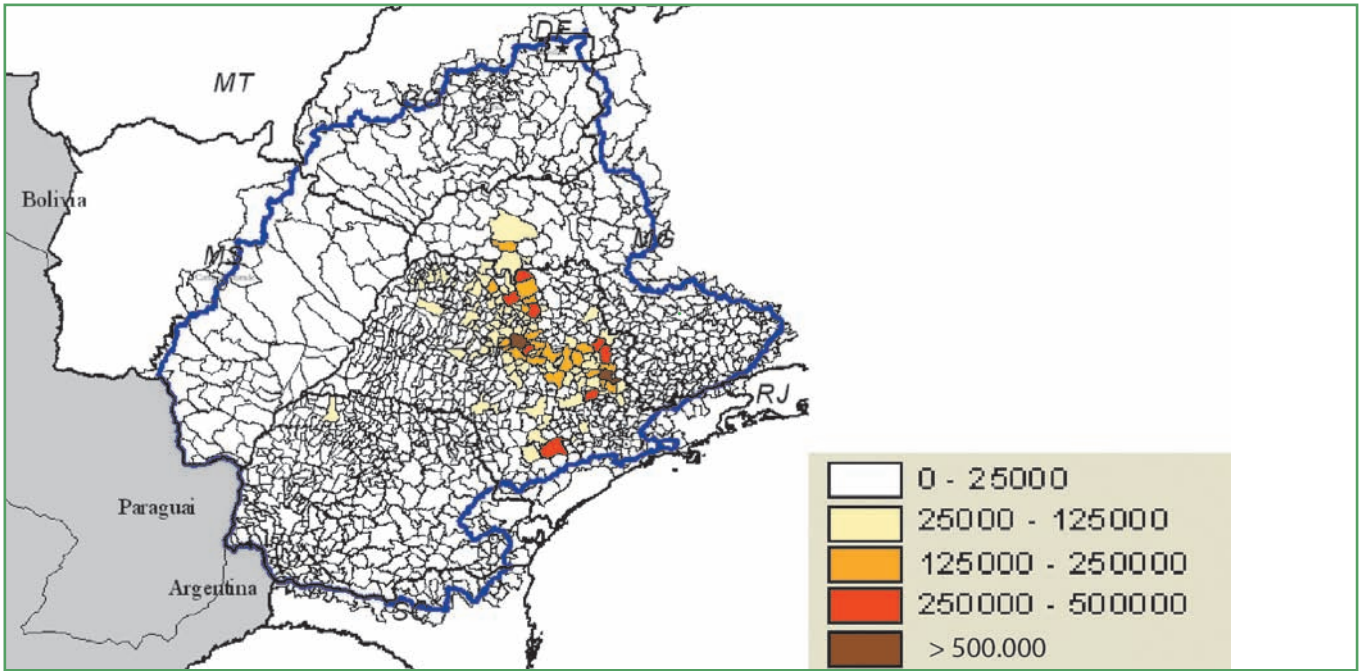


Fonte: PNRH-BASE (2005)

Figura 64 - Produção de cana-de-açúcar, em toneladas/ano, nos municípios da RHE Paraná

A laranja é ainda mais concentrada que a cana-de-açúcar no interior de São Paulo – Figura 59, principalmente nas unidades do Tietê e Grande. Nas unidades Sub 1, mais da

metade da produção de laranja está na Sub 1 do Grande (66,3%), seguida do Tietê (26,6%), ou seja, mais de 90% concentrada na parte central dessas unidades.

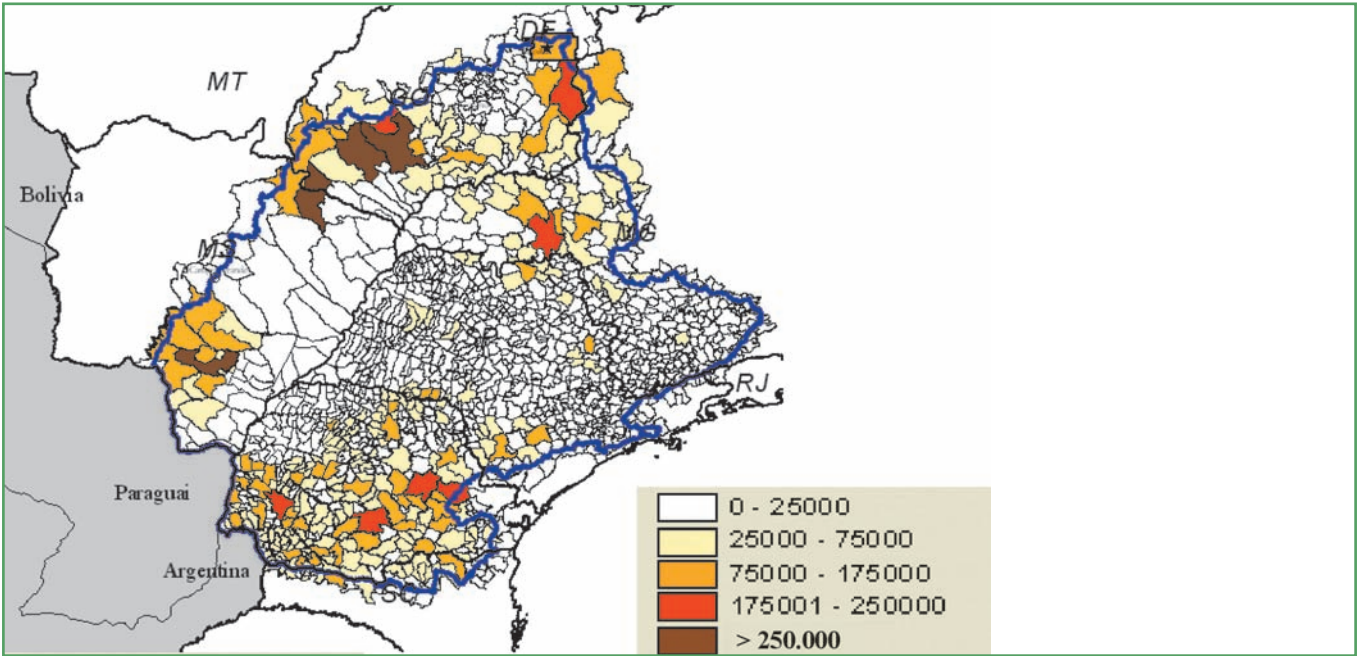


Fonte: PNRH-BASE (2005)

Figura 65 - Produção de laranja, em 1.000 frutos/ano, nos municípios da RHE Paraná

A produção de milho é melhor distribuída territorialmente, em comparação à laranja e à cana-de-açúcar, ocorrendo maiores concentrações nos Estados do Paraná, Mato Grosso do Sul e Goiás – Figura 60. Nas unidades Sub 1, a produ-

ção é pequena no Tietê (3,5%), mas significativa e distribuída entre as demais unidades: Paraná (25,3%), Paranaíba (18,9%), Iguaçu (18,1%) e Grande (16,2%).

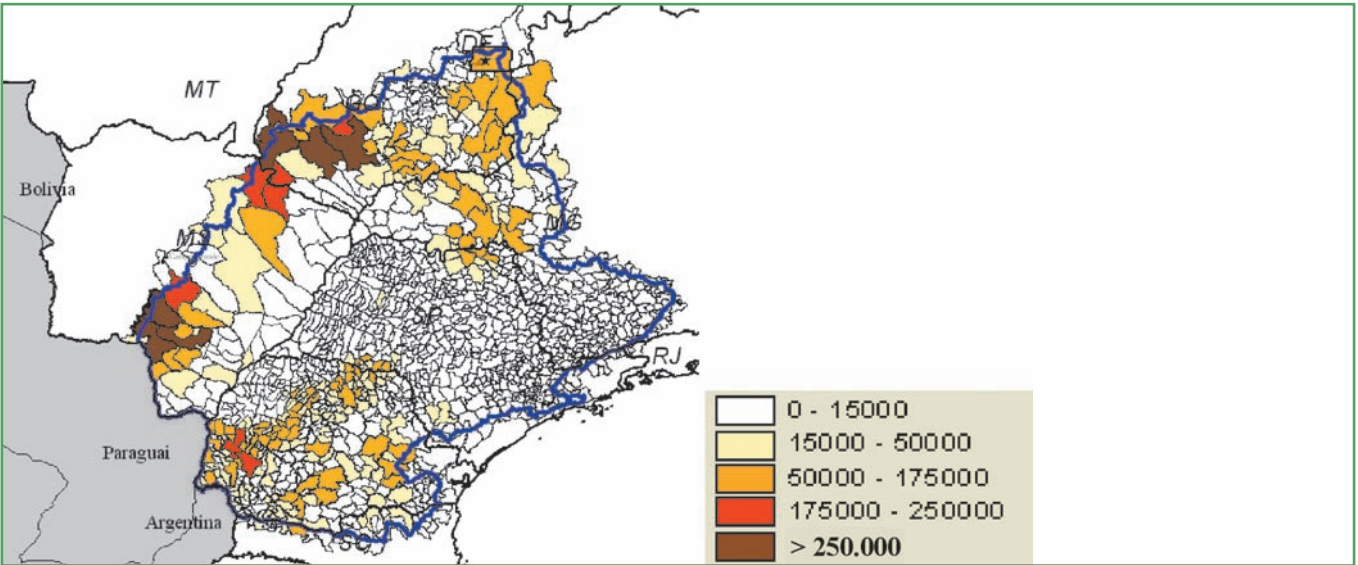


Fonte: PNRH-BASE (2005)

Figura 66 - Produção de milho, em toneladas/ano, nos municípios da RHE Paraná

A produção de soja concentra-se no Estado de Goiás, Mato Grosso do Sul e Paraná – Figura 61. Nas unidades Sub 1, a produção é maior no Paraná (38,7%) e Paranaí-

ba (25,8%), seguida do Paranapanema (16,0%) e Iguaçu (8,8%), sendo pouco expressiva no Tietê (0,4%).

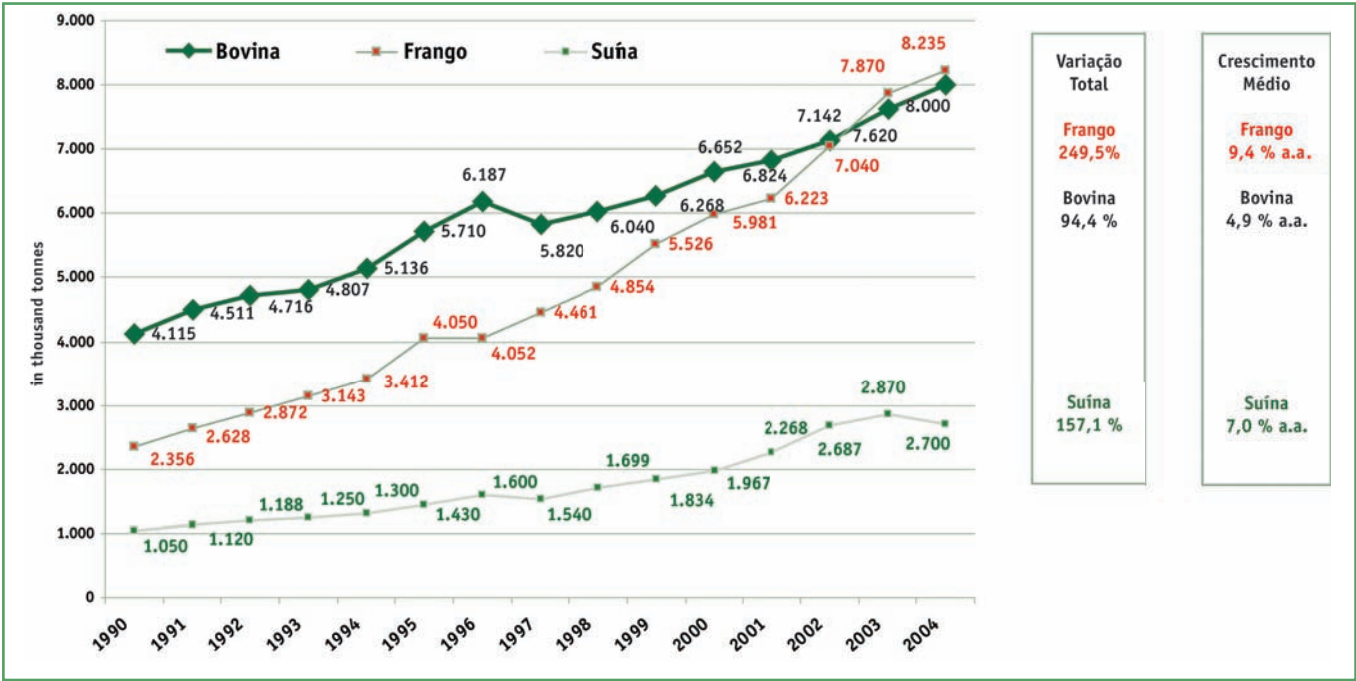


Fonte: PNRH-BASE (2005)

Figura 67 - Produção de soja, em toneladas/ano, nos municípios da RHE Paraná

O gráfico da Figura 62, segundo Mota (2005), apresenta a evolução da produção de carne (bovina, suína e de frango) no Brasil, tendo crescido praticamente de forma contínua de 1990 a 2004. Esta expansão tem acompanhado o incremento recente do setor de agronegócios, notadamente de produtos para exportação, situação que pode ser modificada com recen-

tes casos de febre aftosa (bovinos) e potencial da gripa aviária (aves). Do ponto de vista dos recursos hídricos, há um duplo impacto, quer pelo aumento da demanda para dessedentação animal (quantitativo), quer pela elevação da geração de cargas poluidoras (qualitativo, com excrementos e gases da criação animal e efluentes das indústrias de processamento).



Fonte: Mota (2005)

Figura 68 - Evolução da produção de carne (bovina, suína e de frango) no Brasil

Dados sobre criação de rebanho bovino, suíno, além de frangos e outras aves, na Região Hidrográfica do Paraná, são apresentados nos Quadros 35 e 36 e nas Figuras

68 a 70. Estes dados devem ser observados à luz das estruturas produtivas, inclusive industrialização, infraestrutura e serviços associados.

Quadro 35 - Número de cabeças de rebanho bovino (corte e leite), suíno, além de frangos e outras aves nas unidades Sub 1 da RHE Paraná

Unidade hidrográfica Sub 1	Bovinos (cabeças)	Vacas ordenha-das (cabeças)	Suínos (cabeças)	Galinhas, galos, frangos e pintos (cabeças)
Grande	10.034.775	2.211.535	1.394.127	129.234.800
Iguaçu	2.152.941	324.260	1.733.567	73.936.270
Paraná	20.790.624	1.077.930	2.429.106	86.597.319
Paranaíba	13.593.283	1.967.630	1.685.181	54.575.096
Paranapanema	5.631.506	598.977	1.431.633	41.923.298
Tietê	4.150.200	521.225	828.933	65.501.247
RHE-PR	56.353.329	6.701.557	9.502.547	451.768.030

Fonte: IBGE in PNRH-BASE (2005)

Quadro 36 - Número de cabeças de rebanho bovino (corte e leite), suíno, além de frangos e outras aves nas unidades Sub 1 da RHE Paraná, em %

Unidade hidrográfica Sub 1	Bovinos (cabeças)	Vacas ordenhadas (cabeças)	Suínos (cabeças)	Galinhas, galos, frangos e pintos (cabeças)
Grande	17,8	33,0	14,7	28,6
Iguaçu	3,8	4,8	18,2	16,4
Paraná	36,9	16,1	25,6	19,2
Paranaíba	24,1	29,4	17,7	12,1
Paranapanema	10,0	8,9	15,1	9,3
Tietê	7,4	7,8	8,7	14,5
RHE-PR	100	100	100	100

Fonte: IBGE in PNRH-BASE (2005)

Uma outra abordagem seria verificar o número de cabeças por unidade de área nas unidades Sub 1 – Quadro 37. Neste caso, há variações significativas, que evidenciam aspectos como criação intensiva x extensiva; tamanho das áreas alocadas para agropecuária; entre outros. Neste caso, chamam a atenção:

- Rebanho de bovinos: embora o maior número de cabeças esteja na Sub 1 do Paraná e no Estado do Mato

Grosso do Sul, o número de cabeças por unidade de área não varia tanto, por ser nestes locais de criação predominantemente extensiva.

- Rebanhos de suínos e aves: destaca-se a criação intensiva da unidade Sub 1 do Iguaçu.
- Rebanhos de vacas ordenhadas: destaca-se a criação intensiva da unidade Sub 1 do Grande.

Quadro 37 - Número de cabeças de rebanho bovino (corte e leite), suíno, além de frangos e outras aves, por unidade de área (km²), das unidades Sub 1 da RHE Paraná

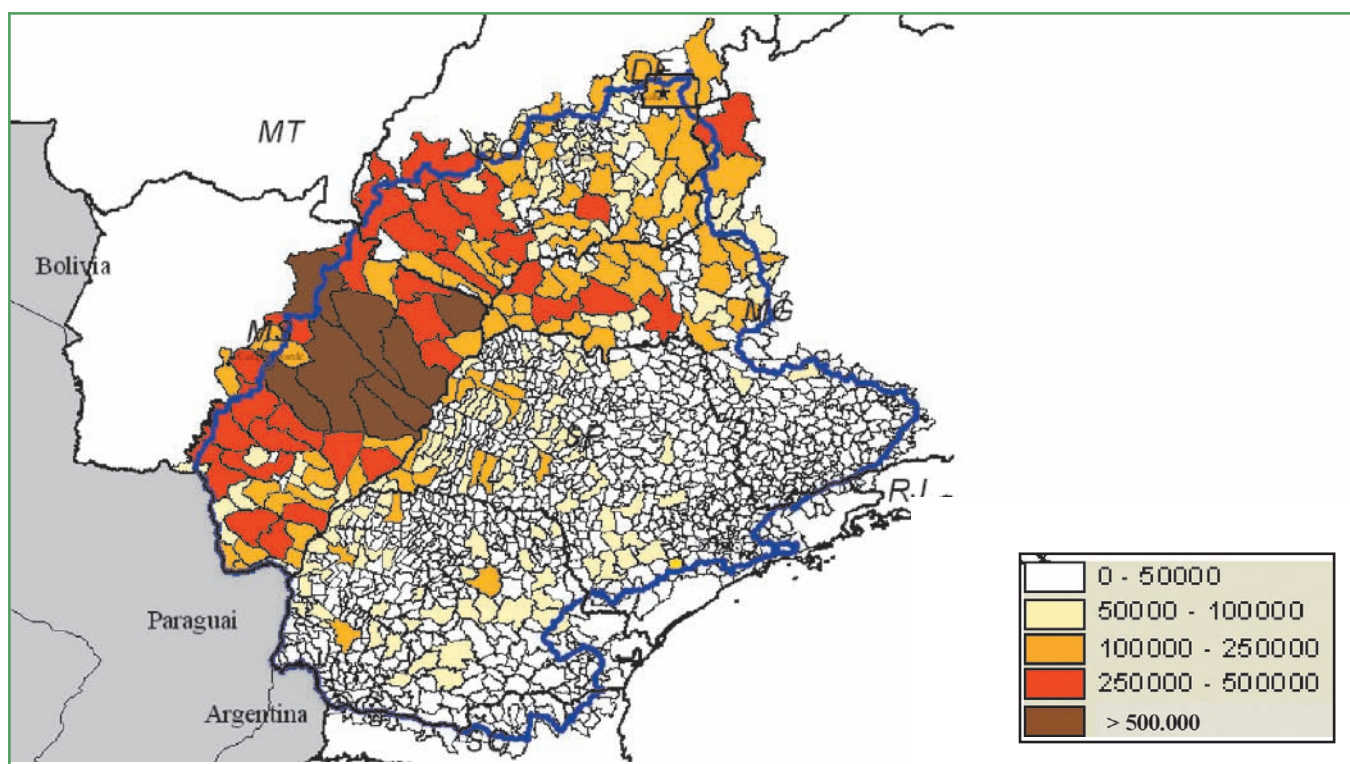
Unidade hidrográfica Sub 1	Bovinos (cabeças)	Vacas ordenhadas (cabeças)	Suínos (cabeças)	Galinhas, galos, frangos e pintos (cabeças)
Grande	70,1	→ 15,4	9,7	902,6
Iguaçu	32,8	4,9	→ 26,4	→ 1.127,8
Paraná	76,3	4,0	8,9	317,9
Paranaíba	61,0	8,8	7,6	245,0
Paranapanema	55,5	5,9	14,1	412,9
Tietê	57,7	7,2	11,5	910,5
RHE-PR	64,2	7,6	10,8	514,9

Os rebanhos de eqüinos somam 1.809.606 cabeças na Região Hidrográfica do Paraná (destaque para as Sub 1 do Paraná e Grande, com 455.984 e 431.393 cabeças, respectivamente); os de búfalos; e o de ovinos, 1.208.857 (destaque para as Sub 1 do Paraná e Iguaçu, com 424.876 e 250.081 cabeças, respectivamente).

Pela Figura 63, nota-se concentração das cabeças de gado bovino nos municípios do Mato Grosso do Sul, Goiás (sudeste) e Minas Gerais (Triângulo Mineiro). Isto reflete-se nas unidades Sub 1, concentrando-se no Paraná (36,9%), Paranaíba (24,1%) e Grande (17,8%).

Já o rebanho suíno, embora mais concentrado da porção oeste do Estado do Paraná – Figura 64, apresenta distribuição mais uniforme, comparativamente ao bovino. As unidades Sub 1 com mais suínos são: Paraná (25,6%), Iguaçu (18,2%), Paranaíba (17,7%), Paranapanema (15,1%) e Grande (14,7%).

A distribuição de aves, incluindo galinhas, galos, pintos e frangos, também é mais uniforme que aquela de rebanho bovino – Figura 65. Nas unidades Sub 1, a divisão é: Grande (28,6%), Paraná (19,2%), Iguaçu (16,4%), Tietê (14,5%), Paranaíba (12,1%) e Paranapanema (9,3%).



Fonte: PNRH-BASE (2005)

Figura 69 - Cabeças de gado bovino nos municípios da RHE Paraná

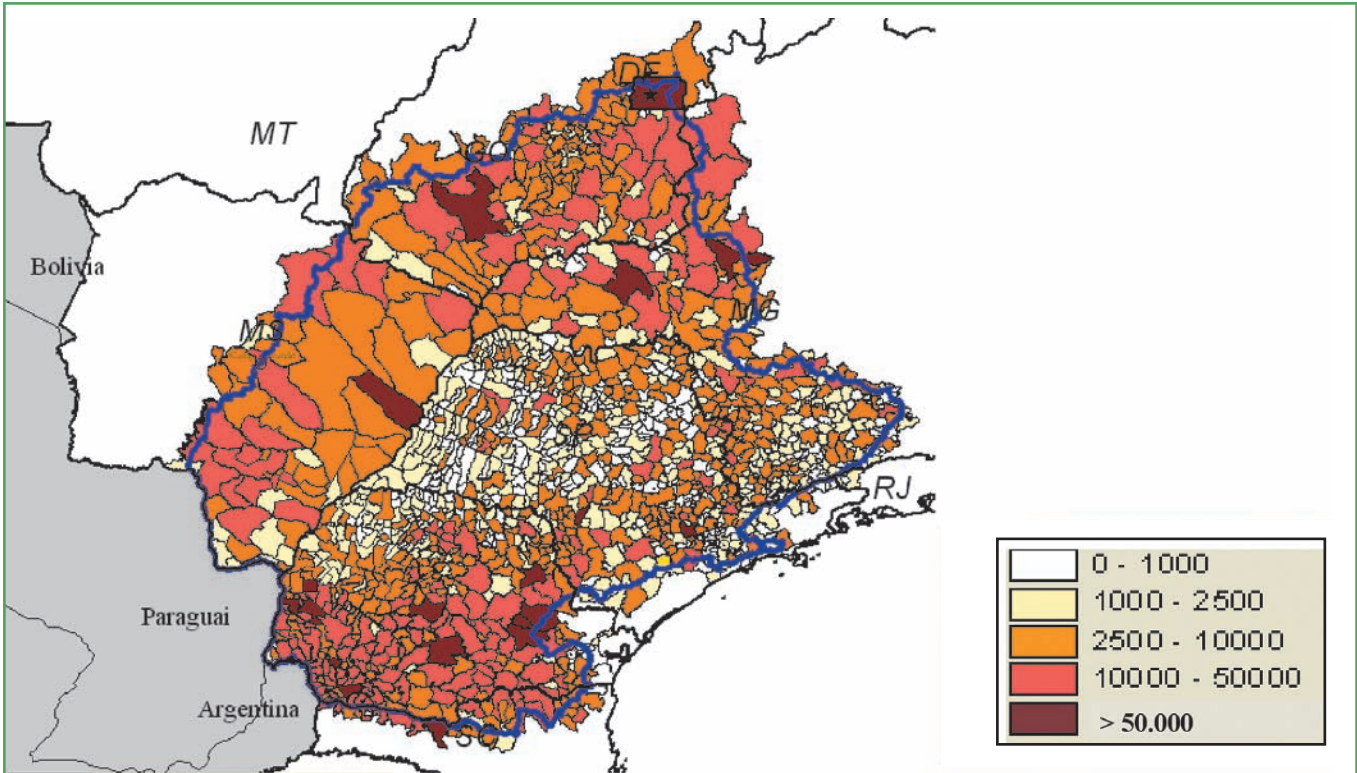


Figura 70 - Cabeças de rebanho suíno nos municípios da RHE Paraná

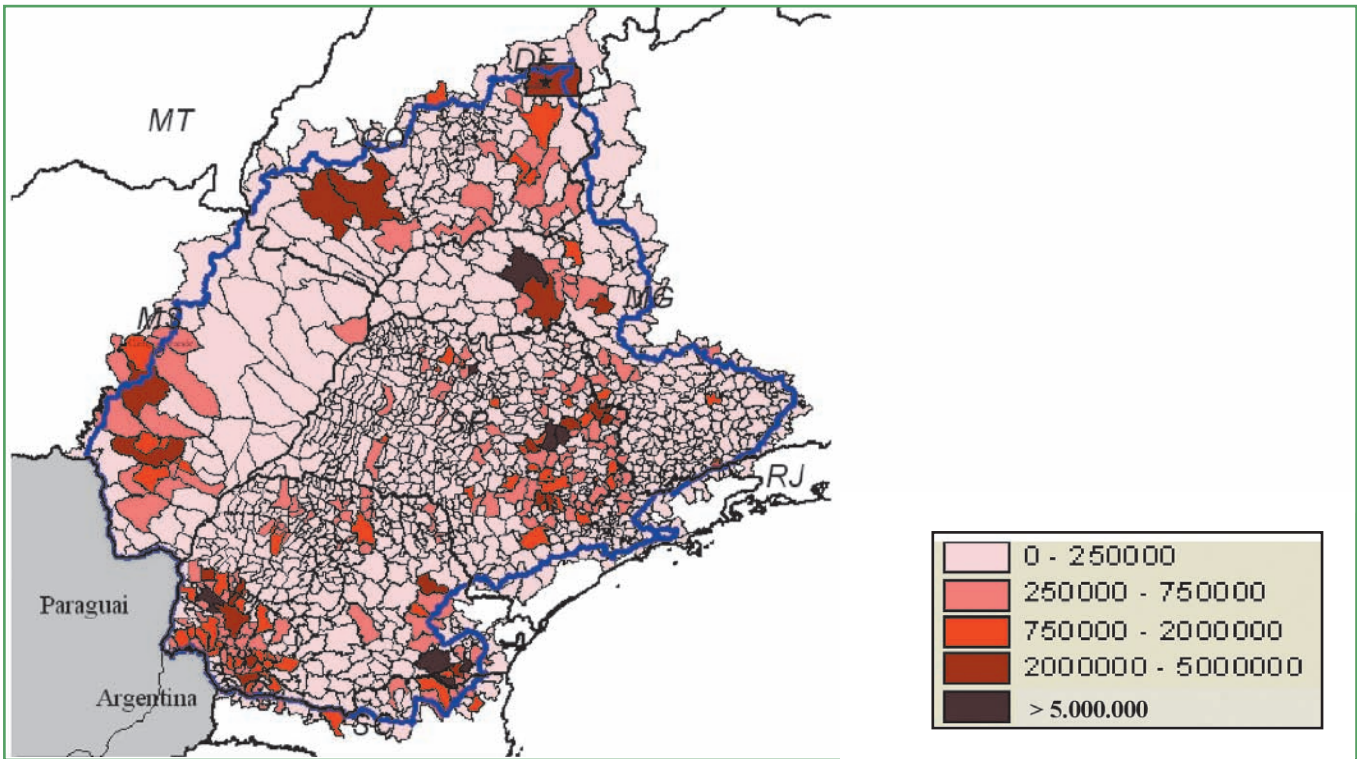


Figura 71 - Galinhas, galos, frangos e pintos nos municípios da RHE Paraná

4.5 | Evolução sociocultural

Este capítulo visa apresentar características socioeconômicas e culturais da região (principais núcleos urbanos, setores da economia, correntes migratórias, processo de povoamento, comunidades tradicionais e demais peculiaridades) e identificar, com base nas informações do IBGE, Fundação SEADE, entre outras, como foram distribuídos os setores econômicos, espacialmente, na bacia, ao longo do tempo. Deve considerar também a cobertura de saneamento (água; coleta e tratamento de esgotos) e os indicadores de saúde pública da região, principalmente os relacionados com as doenças de veiculação hídrica.

Histórico de Desenvolvimento da Região

Com a fundação da Vila de São Vicente, em 1532, teve início efetivo o processo de colonização do Brasil. A partir desta base de apoio os portugueses procederam ao reconhecimento e ocupação do sul-sudeste brasileiro. Oriundos da Vila de São Vicente, em 1554 os jesuítas fundaram o Colégio de São Paulo, nos Campos de Piratininga, dando origem e nome àquela que é hoje a maior cidade do país, São Paulo.

Desta povoação, partiram os movimentos de reconhecimento e ocupação do interior, as *Bandeiras*. Essas expedições tinham como objetivo tanto a captura e escravização do índio, quanto a busca de riquezas minerais. Assim, percorreram e moldaram a porção brasileira da bacia do rio Paraná.

Os habitantes originais desta área foram os indígenas das culturas Tupi-Guarani e Jê, estes ocupando as áreas centrais dos Estados de São Paulo e Paraná. Estes grupamentos espalhavam-se uniformemente por todo o interior, até que jesuítas espanhóis, oriundos do Peru e do Rio da Prata, organizaram-nos em reduções na região de Guaíra (Paraná) e no Itatim (Mato Grosso do Sul), no período de 1550 a 1650.

A porção norte-noroeste da Bacia foi inicialmente percorrida por Antônio Rodrigues Arzão, descobridor de ouro em Minas Gerais, em 1693. A descoberta desta incursão precursora ocasionou imensa corrida à região, consolidando o *Caminho Geral do Sertão*, partindo de São Paulo e cruzando a Serra da Mantiqueira até atingir

à área de mineração. Outro caminho, estabelecido por Bartolomeu Bueno da Silva, era o *das Monções*, seguindo pelos rios Tietê, Paraná e Pardo, e daí alcançando a região mineradora de Goiás e Mato Grosso.

Um outro fator importante de ocupação e de consolidação deste processo na região foi a criação de gado. Desde o início, em São Vicente, a pecuária ocupou, até o final do Século XVII, a porção ao norte do Rio Tietê e os campos vizinhos a Curitiba, expandindo-se para o Mato Grosso do Sul e o vale do rio Paranaíba, entre Minas Gerais e o sul de Goiás, no primeiro quarto do Século XVIII.

Em 1854, a região começa a desenvolver a cultura do café, trazida do vale do Paraíba do Sul. Inicialmente limitado ao triângulo São Paulo-Sorocaba-Campinas, em menos de trinta anos ocupava todo o norte do vale do Tietê, até a divisa com Minas Gerais, expandindo-se, após, para o sul do Estado e o norte do Paraná.

A economia cafeeira desenvolveu-se com rapidez nesta região, graças às condições naturais de clima e solo favoráveis, com relevo suave, alta fertilidade da terra roxa e abundância de chuvas. A cultura adquiriu ainda outras características que a diferenciaram da região tradicional do vale do Paraíba; a mão-de-obra empregada era de trabalhadores europeus livres, assalariados ou parceiros. Já em moldes capitalistas avançados, trouxe a preocupação de modernizar as técnicas agrícolas e de conservação e beneficiamento do solo.

A importância da cafeicultura foi de tal ordem que, desde o período colonial até quase a metade do século XX, a vida econômica, social e política do país estava fortemente associada a esta atividade. Para o escoamento da produção cafeeira e acesso a novas regiões produtoras, surgiram rodovias e estradas de ferro, além de melhoramentos nos portos exportadores. Seu êxito econômico ensejou a acumulação de capitais, financiando a industrialização paulista que, ainda hoje, é a mais intensa e vigorosa do país.

Com a introdução do trabalho livre do imigrante, a estrutura social foi gradativamente se modificando, alcançando conquistas sociais, dentro do processo evolutivo da sociedade nacional. A política brasileira neste período foi, em boa parte, influenciada pela aristocracia cafeeira, que detinha grande poder político-econômico.

A imigração européia iniciou-se em 1847, com a instalação, na cidade de Limeira/SP, de 117 famílias italianas, alemãs, suíças e belgas, pelo senador Vergueiro. Entre 1850 e 1889, entraram no país 871.981 imigrantes, a maioria destinada ao trabalho na cultura do café em terras paulistas. O maior contingente foi de italianos, seguidos por espanhóis, portugueses, alemães, russos e poloneses.

Além da cultura do café, a vida econômica da Bacia do rio Paraná era complementada com uma agricultura diversificada, com cana de açúcar, milho e trigo, além da criação extensiva de gado, esta desenvolvida nas regiões de tradição pecuária de Mato Grosso do Sul e Paraná.

Coexistiam, então, duas situações: a área de agricultura capitalista (café), já vinculada ao processo de industrialização e as áreas tradicionais, dependentes da agropecuária e com pouca assistência governamental. Desta situação, de exclusão da vida econômica moderna do país, resultou o episódio da *Guerra do Contestado*, na região limítrofe entre os Estados do Paraná e Santa Catarina, com lutas entre posseiros e tropas federais, ao serem concedidas terras a duas companhias americanas que fariam a construção de uma estrada de ferro entre São Paulo e Porto Alegre.

No início da década de 1930, a região norte de Santa Catarina e Paraná foi alvo de grandes movimentos migratórios internos, com a transferência de grandes contingentes de gaúchos, em sua maioria da segunda geração de europeus, dedicados inicialmente à exploração madeireira e, após, à agricultura. Na mesma época, a capital paulista recebia quantidade expressiva de migrantes nordestinos, fugitivos das secas e das dificuldades econômicas de seus Estados de origem.

As dificuldades econômicas agravaram-se com a conjugação da crise de 1929, na bolsa de Nova Iorque, e a superprodução de café, sempre estimulada pelo Governo Federal. Com a Revolução de 1930, gerada pela revolta contra as oligarquias paulistas e mineiras (política do “Café com Leite”), e a crise econômica, começa a modificar-se a vida econômica e social do país.

As reformas sociais introduzidas pela Carta de 1934, liberal e nacionalista, produzem um novo caminho para o desenvolvimento econômico do país e, especialmente, da região Sudeste. O Estado de São Paulo, detentor de gran-

des capitais e incipientemente industrializado, contava com excedentes de mão-de-obra, aspecto contemplado pelo Governo Federal em seu Plano de Desenvolvimento.

A industrialização paulista foi crescente e dinâmica, superando a da capital do país (Rio de Janeiro), com gradativa interiorização e disseminação para as regiões vizinhas. Entre 1929 e 1937, o setor industrial brasileiro cresceu 50% e a metade do parque industrial era paulista.

Com as dificuldades de alcançar o mercado externo, face às consequências da crise de 1929, acelerou-se a expansão do mercado interno, com a consolidação de novas estruturas de comercialização, tanto da produção agrícola, quanto da industrial. Desta forma, as regiões mais distantes da Região Hidrográfica do Paraná foram incorporadas ao ciclo econômico.

Durante e após a II Guerra Mundial, ocorre novo surto de industrialização no país, e prossegue a incorporação das áreas da Região Centro-Oeste à vida econômica nacional.

Outro ciclo de desenvolvimento que afetou de modo extremamente positivo todas as regiões da Bacia do Rio Paraná foi o “desenvolvimentismo” do Governo JK, com seu Plano de Metas alcançando a diversificação econômica, a indústria de bens de capital, energia, transporte, alimentos e educação. Nesta época instala-se, em São Paulo, a indústria automobilística, até hoje um dos grandes destaques do avanço industrial brasileiro.

Concomitantemente ao crescimento do produto industrial, a agropecuária regional experimenta um processo de modernização com base em novas tecnologias. Com o aumento da população, decorrente de novas condições sanitárias e das migrações internas, a procura de emprego ampliou-se assim como a necessidade de alimentos e matéria-prima agrícola, motivando contingentes crescentes de gaúchos, paranaenses e paulistas a incorporarem definitivamente as áreas da Região Hidrográfica do Paraná situadas em Goiás e Mato Grosso do Sul à economia nacional.

Fato marcante também para a consolidação deste processo de interiorização foi a construção de Brasília, que continua sendo fonte de atração de trabalhadores e capitais no contexto da Região Centro-Oeste (FGV, 1998).

Mais recentemente, merecem atenção os seguintes aspectos: a) processo de desindustrialização da RM-SP e de ex-

pansão da atividade industrial em sentido ao interior, com ênfase para as regiões de Campinas, Sorocaba, Curitiba, entre outras; b) intensificação do desenvolvimento de atividades de serviços e comércio (setor terciário) em toda Região Hidrográfica do Paraná, com destaque para São Paulo como maior pólo setorial nacional; c) incremento das atividades agropecuárias, com expansão mais acentuada em Mato Grosso do Sul e Goiás e nítido aumento da produção destinada à exportação nos últimos anos; d) desenvolvimento de atividades de lazer e turismo em diversos pontos do interior dos estados, criando oportunidades para o turismo rural, ecoturismo, entre outros.

Não obstante tenha havido este histórico de desenvolvimento regional, uma série de problemas sociais afloraram, remotando aos tempos da escravidão dos negros e, de lá para cá, uma persistente e elevada concentração de renda, que faz do Brasil um dos piores países neste parâmetro, com indicadores sociais muito ruins. Por outro, lado iniciativas do Estado e da sociedade civil têm permitido avanços quantitativos graduais nos campos da alfabetização, diminuição da mortalidade infantil, entre outros.

A urbanização acelerada nas décadas de 1960 a 1980 provocou o surgimento de imensas aglomerações urbanas, a

exemplo de São Paulo e tantas outras, o que agravou não somente as questões sociais, mas também os impactos negativos nos recursos hídricos e meio ambiente. Problemas sociais no campo também devem ser mencionados, com o conseqüente surgimento de movimentos sociais estruturados, a exemplo do Movimento dos Trabalhadores Rurais Sem Terra – MST. Ademais, o surgimento de inúmeras barragens também gerou não somente problemas ambientais, mas também sociais, induzindo ao surgimento de movimentos sociais como o Movimento dos Atingidos por Barragens – MAB.

Características socioeconômicas

A Região Hidrográfica do Paraná é bastante populosa e povoada, mas a distribuição desta população não é homogênea, concentrando-se principalmente nas regiões metropolitanas e grandes centros regionais. Esta característica também faz concentrar uma série de atividades econômicas, que se somam a situações de estresse hídrico no cotejo demandas x disponibilidade, problemas ambientais e de qualidade das águas.

As Fotos 15 a 19 apresentam vistas parciais de algumas das principais cidades da Região Hidrográfica Paraná.



Foto 15 - Vista aérea da área urbana de Ribeirão Preto, SP
 Autoria: ALBS, 2002 (CPTI & IPT, 2003)



Foto 16 - Vista do Jardim Botânico, em Curitiba, PR
www.viaje.curitiba.pr.gov.br



Foto 17 - Vista parcial de São Paulo
Autoria: ALBS, 2004



Foto 18 - Vista parcial de Campo Grande, MS
Autoria: ALBS, 2005



Foto 19 - Vista do Congresso Nacional em Brasília, DF
Autoria: ALBS, 2004

Regiões metropolitanas

O Quadro 38 apresenta síntese de dados das regiões metropolitanas presentes na Região Hidrográfica do Paraná, nas quais vivem cerca de 50% dos habitantes da região.

O exemplo mais emblemático desta situação é a Região Metropolitana de São Paulo (Figura 66), que com pouco mais

de 8.000 km² (equivalente a menos de 1% da Região Hidrográfica do Paraná) apresentava em 2000 mais de 17.800.000 habitantes (correspondente a 32,6% da Região Hidrográficado Paraná), gerando disponibilidade hídrica *per capita* baixíssima (Quadros 15 e 16), elevadas cargas poluidoras de origens diversas (esgotos domésticos – Quadros 28 e 29; efluentes industriais e de veículos; cargas difusas etc.).

Quadro 38 - Síntese de dados das regiões metropolitanas presentes na Região Hidrográfica do Paraná

Estados	Regiões Metropolitanas	População (2000)	TGCA 1996/00 (% a.a.)	Área (km²)	Densidade dem. – 2000 (hab./km²)	Nº de Municípios
DF	Região Integrada de Desenvolvimento do Distrito Federal e Entorno (RIDE)*	2.952.276	3,7	56.382,2	53,15	21
GO	RM de Goiânia	1.639.516	3,22	3.990,9	410,05	11
PR	RM de Curitiba	2.726.566	2,97	13.325,8	204,54	25
	RM de Londrina	647.854	2,04	3.553,0	182,31	6
	RM de Maringá	474.202	2,44	2.139,3	221,52	8
SC	RM de Norte/Nordeste Catarinense*,**	926.301	3,18	11.543,4	80,16	20
SP	RM de São Paulo*	17.878.703	1,9	8.051,0	2220,7	39
	RM de Campinas	2.338.148	2,79	3.673,0	636,6	19
Total	8	29.583.566	2,78	- *	501,13	149
RH-PR	-	54.642.667	-	877.393	62,1	1505

Fonte: IBGE (2005) – www.ibge.gov.br; SEADE (2005) www.seade.gov.br; EMPLASA (2003). * inclui áreas fora da Região Hidrográfica do Paraná. ** maior parte da população situada fora da Região Hidrográfica do Paraná, inclusive Joinville

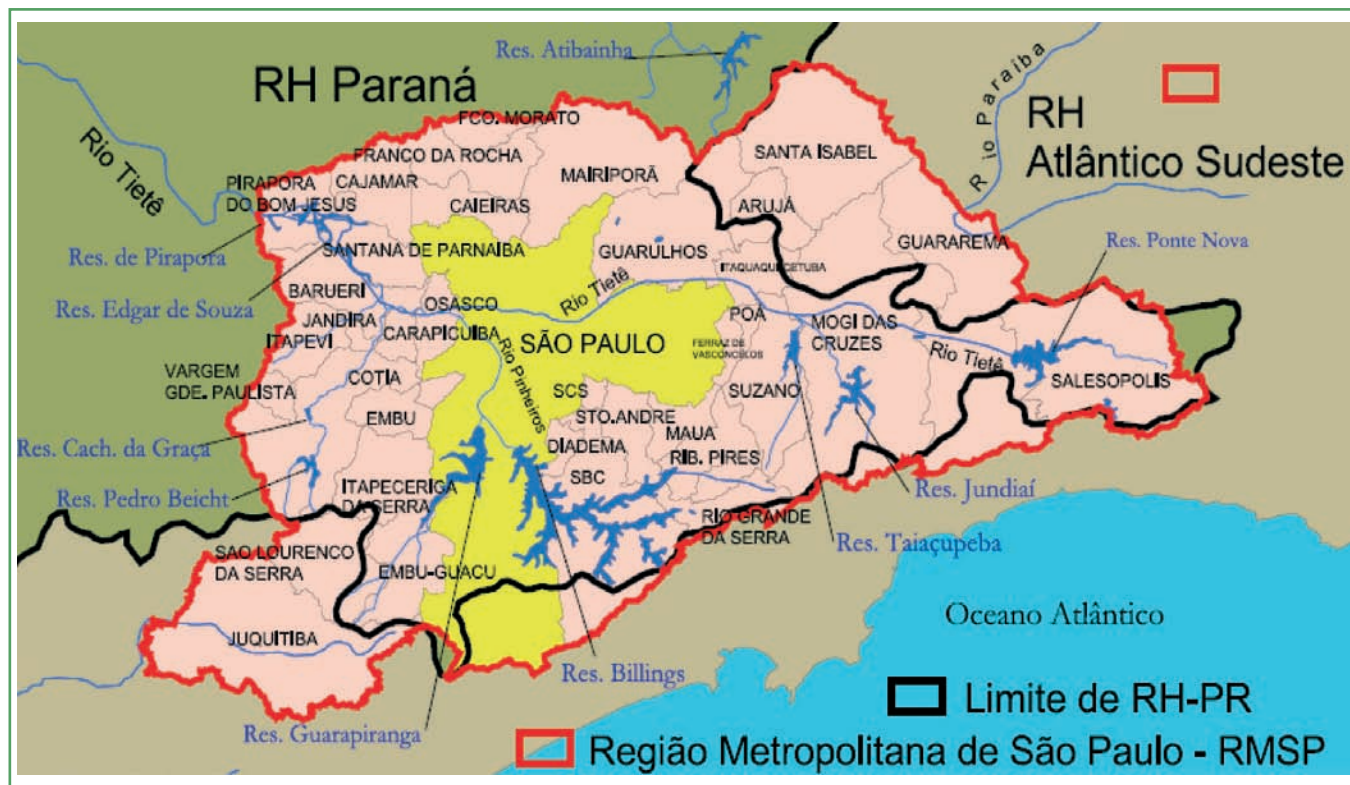


Figura 72 – Município de São Paulo, Região Metropolitana de São Paulo e a Região Hidrográfica do Paraná

O processo de ocupação destas regiões metropolitanas acelerou-se nas décadas de 1960 a 1980, seguido de certo declínio na década de 1990, notadamente em São Paulo.

Uma análise das TGCA's municipais indica que, em verdade, houve processo de diminuição acentuada de ritmo de crescimento em São Paulo, mas, ao mesmo tempo, de expressivo crescimento das áreas periféricas e cidades vizinhas, como Guarulhos, Itaquaquetuba, Suzano e outras (SEADE, 2005). Fenômeno semelhante ocorreu em outras aglomerações urbanas e não somente nas regiões metropolitanas, mas também em pólos regionais, como São José do Rio Preto, em SP, na qual cidades situadas em seus arredores passam por expressivo incremento populacional (CPTI, 2004).

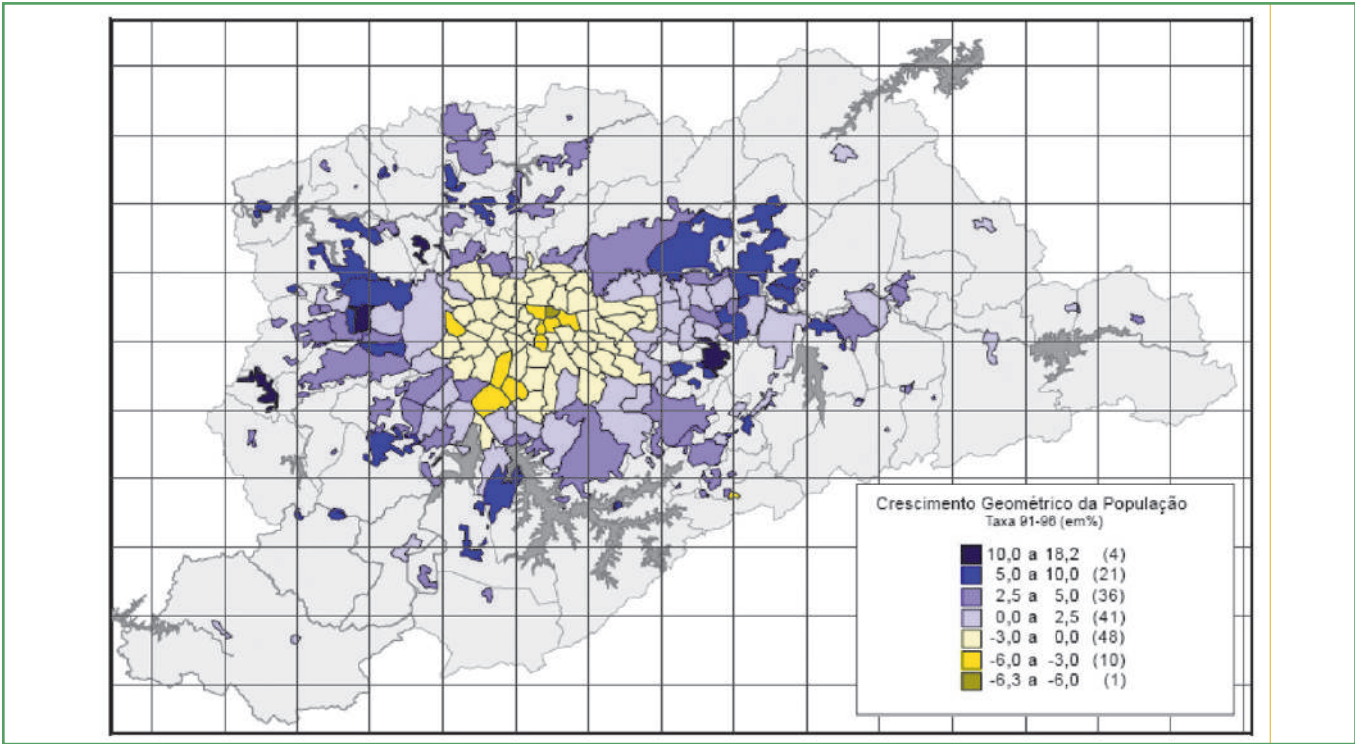
Na Região Metropolitana de Curitiba, a TGCA permaneceu acima da média nacional mesmo na capital (Curitiba), mas foi maior em municípios situados nos arredores: Campina Grande do Sul, Colombo e Araucária apresentaram TGCA's 1991-2000 de 6,66%, 5,04 e 4,79%, respectivamente.

Destacam-se ainda Aparecida de Goiânia (TGCA de 13,9% no período 1980-1991 e 7,3% em 1991-2000), si-

tuada na Região Metropolitana de Goiânia; Paçandu e Saurandi, (TGCA 1991-2000 de 3,69% e 4,52%, respectivamente), na Região Metropolitana de Maringá; e Planaltina na RIDE-Brasília (TGCA 1991-2000 de 6,79%).

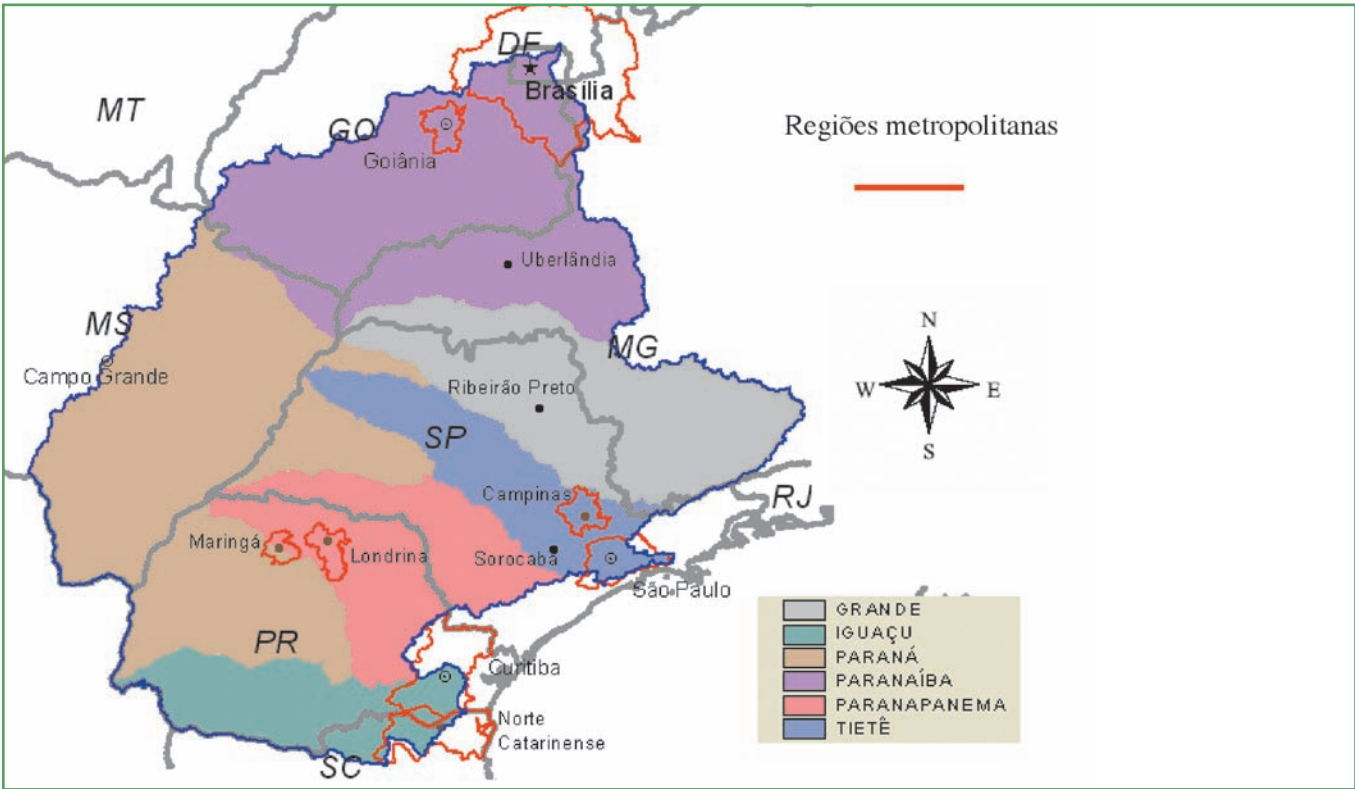
Na RM-SP estão seis das 15 mais populosas cidades da Região Metropolitana de Paraná: São Paulo, Guarulhos, São Bernardo do Campo, Osasco, Santo André e Mauá, evidenciando mais uma vez a enorme concentração na Sub 2 Tietê-02 (Alto Tietê). Deve-se observar que mesmo nesta área, a expansão urbana tem sido mais nas periferias que em sua parte central, como se observou no Plano de Bacia do Alto Tietê – Figura 67.

Esses dados de população absoluta e de densidade demográfica explicitam, novamente, a concentração populacional na Região Hidrográfica do Paraná, notadamente nas áreas de cabeceiras das principais drenagens ou nos altos e médios cursos dos principais cursos de água regionais, com pressão direta sobre os recursos hídricos locais (qualidade e quantidade). A Figura 68 apresenta as principais concentrações populacionais da Região Hidrográfica do Paraná.



Fonte: FUSP (2002)
Figura 73 – Crescimento demográfico, no período 1991-1996, na RM-SP

127



Fonte: PNRH-BASE (2005)
Figura 74 - Capitais (Estaduais e Federal), regiões metropolitanas e principais cidades da Região Hidrográfica do Paraná

Alguns indicadores socioeconômicos

O Quadro 39 e a Figura 69 mostram a evolução do IDH, de 1991 a 2000, dos municípios com sede na Região Hidrográfica do Paraná. Estes dados evidenciam incremento do valor médio de 1991 (0,69) a 2000 (0,76) e da quantidade de municípios com índice alto (em azul). Em 2000, todas as unidades Sub 1 da Região Hidrográfica do Paraná apresentam IDH médio, variando de 0,75 (Iguaçu, Paraná e Paranapanema) a 0,79 (Tietê), com valores intermediários de 0,76 (Paranaíba) e 0,77 (Grande). Estes dados

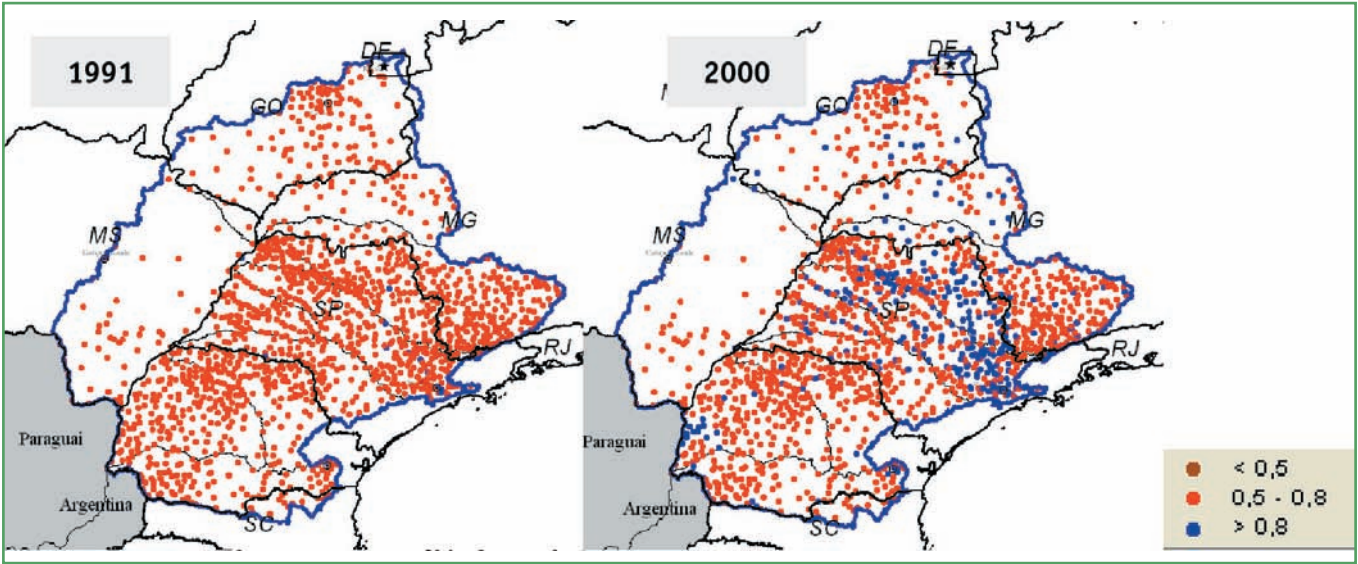
também evidenciam leve melhoria em relação a 1991, quando os valores variavam entre 0,66 (Iguaçu) e 0,73 (Tietê), no entanto, devem ser observados com cautela devido à péssima concentração de renda, que é uma realidade brasileira.

Os menores valores de IDH em 2000 foram de quatro municípios situados no Estado do Paraná: Ortigueira (0,62), Mato Rico (0,64), Laranjal e Reserva (0,65). Os maiores valores de IDH em 2000 foram: São Caetano do Sul, SP (0,92); Águas de São Pedro, SP (0,91); seguidos de quatro municípios com IDH = 0,86: Curitiba (PR), Jundiá (SP), Vinhedo, (SP) e Ribeirão Preto (SP).

Quadro 39 - Índice de desenvolvimento humano (IDH) dos municípios com sede na Região Hidrográfica do Paraná

Unidade Hidrográfica Sub 1	IDH (1991)	IDH (2000)	Características – IDH – 2000		
			Renda	Instrução*	Longevidade**
Grande	0,70	0,77	0,69	0,72	0,79
Iguaçu	0,66	0,75	0,65	0,67	0,74
Paraná	0,67	0,75	0,66	0,68	0,75
Paranaíba	0,68	0,76	0,68	0,69	0,76
Paranapanema	0,67	0,75	0,67	0,68	0,74
Tietê	0,73	0,79	0,72	0,73	0,79
RH-PR	0,69	0,76	0,68	0,70	0,76

Fonte: IBGE in PNRH-BASE (2005)
Desenvolvimento humano: IDH < 0,5 (baixo); 0,5 ≤ IDH < 0,8 (médio); IDH ≥ 0,8 (alto).
* alfabetismo e taxa de matrícula; ** esperança de vida ao nascer



Fonte: IBGE in PNRH-BASE (2005)

Figura 75 - Índice de desenvolvimento humano (IDH) dos municípios com sede na Região Hidrográfica do Paraná, em 1991 e 2000

O Quadro 40 e a Figura 70 apresentam dados de PIB e PIB *per capita* (dados de 2000, segundo o IBGE) para a Região Hidrográfica do Paraná e suas unidades Sub 1, além de comparações com as unidades da Federação que a compõe e o Brasil. Os valores de PIB foram obtidos multiplicando-se a população dos municípios contidos na Região Hidrográfica do Paraná pela renda *per capita* destes municípios.

A Região Hidrográfica do Paraná apresenta 43,3% do PIB brasileiro (R\$477,4 bilhões de R\$1,1 trilhão), sendo que a Sub 1 do Tietê apresenta 25,2% do PIB brasileiro (R\$277,2 bilhões) – dados de 2000.

A renda *per capita* da Região Hidrográfica do Paraná (R\$8.735,99) é superior à do Brasil (R\$6.495,45), variando

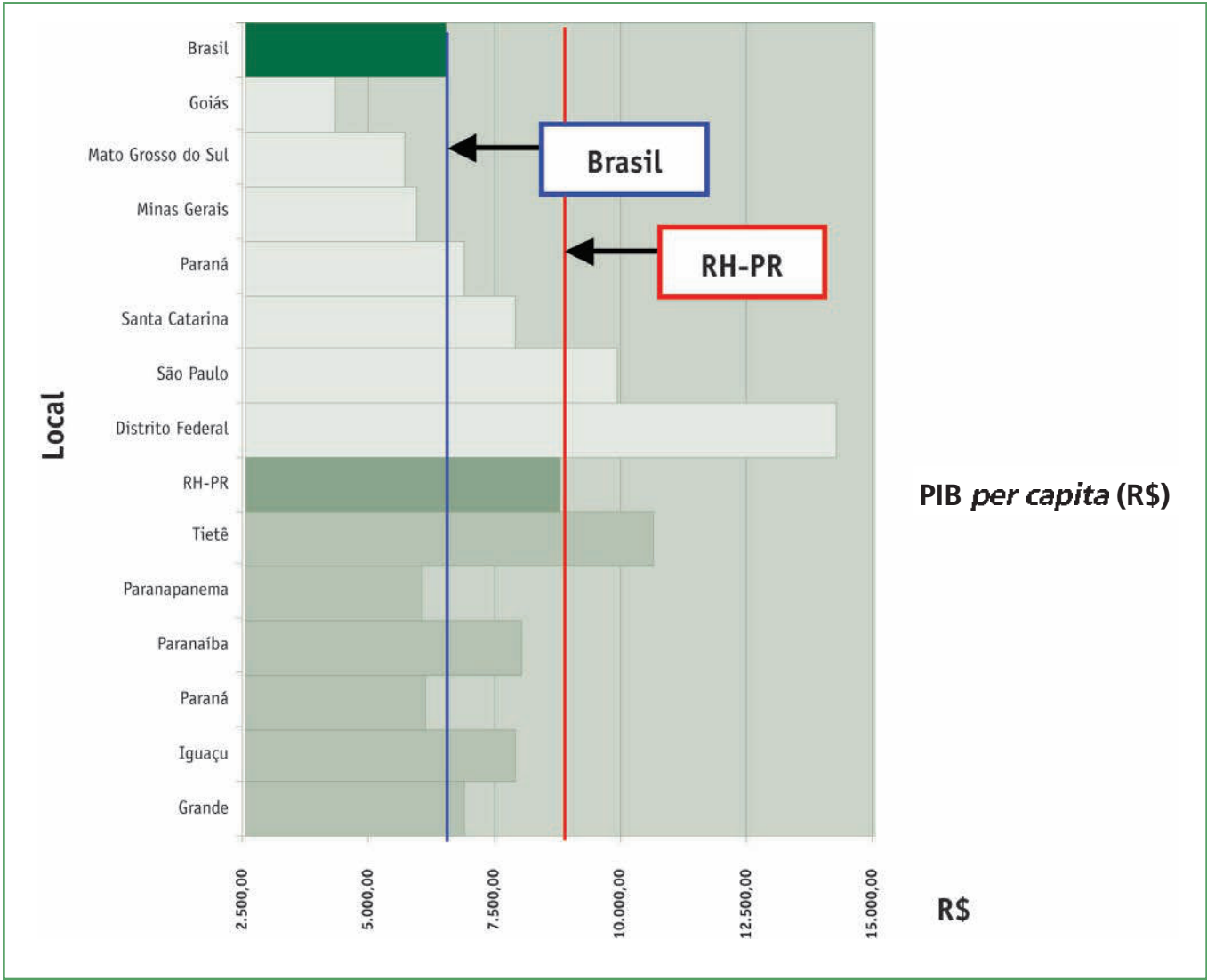
de R\$6.040,00 na Sub 1 do Paranapanema a R\$10.598,16 na Sub 1 do Tietê. Para as unidades da Federação com área na Região Hidrográfica do Paraná, os valores variam de R\$4.276,05 (Goiás) a R\$14.223,54 (Distrito Federal).

Os municípios com maior renda *per capita* na Região Hidrográfica do Paraná, com dados do IBGE de 2000, são: Paulínia, SP (R\$88.163,21); Ouroeste, SP (R\$79.503,59); Araporã, MG (R\$77.433,76); Casca- lho Rico, MG (R\$66.092,86). Os menores valores são: Águas Lindas de Goiás, GO (R\$1.401,95); Santo Antô- nio do Descoberto, GO (R\$1.488,69); Novo Gama, GO (R\$1.523,57); Planaltina, GO (R\$1.545,66); e Cidade Ocidental, GO (R\$1.563,71).

Quadro 40 - Dados comparativos de PIB e PIB *per capita* da Região Hidrográfica do Paraná, UFs e Brasil – 2000

Local	PIB (R\$1.000,00)	PIB (%)	População (habitantes)	População (%)	PIB <i>per capita</i> (R\$)
Sub 1 – Grande	52.329.070,71	4,8	7.612.544	4,49	6.874,06
Sub 1 – Iguaçu	32.550.909,48	3,0	4.149.219	2,45	7.845,07
Sub 1 – Paraná	34.089.344,82	3,1	5.624.490	3,32	6.060,88
Sub 1 – Paranaíba	57.905.343,39	5,3	7.245.268	4,27	7.992,16
Sub 1 – Paranapanema	23.294.856,98	2,1	3.856.763	2,27	6.040,00
Sub 1 – Tietê	277.188.231,53	25,2	26.154.384	15,43	10.598,16
RH-PR	477.357.756,90	43,3	54.642.668	32,23	8.735,99
Distrito Federal	29.587.137,00	2,7	2.080.153	1,23	14.223,54
Goiás	21.665.356,00	2,0	5.066.675	2,99	4.276,05
Mato Grosso do Sul	11.861.168,00	1,1	2.097.184	1,24	5.655,76
Minas Gerais	106.168.725,00	9,6	18.029.965	10,63	5.888,46
Paraná	65.968.713,00	6,0	9.635.308	5,68	6.846,56
Santa Catarina	42.428.004,00	3,9	5.408.851	3,19	7.844,18
São Paulo	370.818.992,00	33,7	37.383.246	22,05	9.919,39
Brasil	1.101.254.907,00	100	169.542.392	100	6.495,45

Fonte: IBGE (2005); IBGE in BASE-PNRH (2005)



Fonte: IBGE in PNRH-BASE (2005)

Figura 76 - Dados comparativos de PIB per capita da Região Hidrográfica do Paraná, unidades Sub 1 da Região Hidrográfica do Paraná, UFs e Brasil – 2000

Saneamento e Saúde Pública

O setor de saneamento básico na Região Hidrográfica do Paraná está essencialmente estruturado pela concessão dos serviços urbanos de abastecimento de água e coleta, tratamento e disposição de esgotos às Companhias Estaduais de Saneamento, com a existência simultânea de alguns serviços sob controle municipal (FGV, 1998).

Em geral, as operadoras destes serviços utilizam basicamente sistemas convencionais de captação, tratamento por decantação e desinfecção e distribuição da água, utilizando adutoras e reservatórios de regularização. Os sistemas, via de regra, bem

operados e com manutenção adequada, tem um tempo médio de vida de 15 anos (FGV, 1998).

Um aspecto preocupante quanto a estes sistemas de abastecimento urbano é o elevado índice de perdas físicas de água, desde a captação até a distribuição domiciliar, que varia de 28%, em Brasília, a cerca de 50 % em Mato Grosso do Sul, alcançando um valor médio de 38% nos demais Estados que integram a Região Hidrográfica do Paraná (FGV, 1998).

Os indicadores de saneamento básico, constantes do Quadro 41, mostram que os percentuais da população atendida com abastecimento de água variam de 78,6% (Paranaíba) a 95% (Tietê). A maioria das unidades hidrográficas apre-

sentam um percentual acima da média brasileira, de 81,5%. O percentual da população que conta com rede coletora de esgotos varia entre 32,3% (Paraná) e 84,1% (Grande).

Os percentuais de tratamento de esgotos variam entre 9,9% (Iguaçu) e 35,0% (Paranapanema), enquanto a média nacional é de 17,8% (PNRH-DBR, 2005).

Quadro 41 - Indicadores de saneamento básico nas unidades Sub 1 da Região Hidrográfica do Paraná

Unidade hidrográfica Sub 1	Abastecimento de água (% pop.)	Rede de esgoto – coleta (% pop.)	Esgoto tratado (do coletado) (%)
Iguaçu	83,6	45,6	9,9
Grande	87,0	84,1	17,5
Paraná	82,6	32,3	23,1
Paranaíba	78,6	59,3	21,7
Paranapanema	84,9	52,9	35
Tietê	95,0	82,3	28,8
Total – RH-PR	88,9	69,6	24,9
Brasil	81,5	47,2	17,8

Fonte: ANA (2002) in PNRH-DBR (2005)

Devido a expressiva contribuição de cargas poluidoras domésticas, pela elevada população, notadamente na Sub 1 Tietê, os dados do Quadro 42 evidenciam que, embora os índices

(%) de atendimento de esgoto (coleta e tratamento) na Região Hidrográfica do Paraná sejam superiores à média nacional, os dados absolutos são muito expressivos.

Quadro 42 - Indicadores de atendimento de esgoto nas unidades Sub 1 da Região Hidrográfica do Paraná

Unidade hidrográfica Sub 1	Rede de esgoto – coleta (% pop.)	Esgoto tratado (do coletado) (%)	População (2000)	População sem esgoto coletado e tratado (2000)		
				Pop. não atendida	% de não atend.	% na RH-PR
Iguaçu	45,6	9,9	7.612.544	7.268.883	95,5	16,1
Grande	84,1	17,5	4.149.219	3.538.558	85,3	7,8
Paraná	32,3	23,1	5.624.490	5.204.830	92,5	11,5
Paranaíba	59,3	21,7	7.245.268	6.312.940	87,1	14,0
Paranapanema	52,9	35	3.856.763	3.142.683	81,5	7,0
Tietê	82,3	28,8	26.154.384	19.955.167	76,3	44,2
Total – RH-PR	69,6	24,9	54.642.667	45.172.874	82,7	100
Brasil	47,2	17,8	169.542.392	155.298.118	91,6	-

Fonte: ANA (2002) in PNRH-DBR (2005)

Dados das cidades de SP com mais de 300.000 habitantes são apresentados no Quadro 58, destacando-se as cargas poluidoras remanescentes de São Paulo, Guarulhos (sem tratamento), Campinas, São Bernardo do Campo (apenas 3% de tratamento), Osasco (apenas 10% de tratamento) e Santo André (sem tratamento).

Quadro 43 - Indicadores de atendimento de esgoto nos municípios paulistas mais populosos e situados na Região Hidrográfica do Paraná

Município	Sub 1	População (2000)	Esgoto (%)		Carga poluidora*		Corpo Receptor
			Coleta	Tratamento	Potencial	Remanescente	
São Paulo	Tietê	10.406.106	93	66	528.425	268.947	Rio Tietê, Rio Pinheiros e Rio Tamanduateí
Guarulhos	Tietê	1.071.293	73	0	56.607	56.607	Rio Tietê
Campinas	Tietê	967.921	92	33	51.398	38.915	Samambaia, Anhumas, Quilombo
São Bernardo do Campo	Tietê	700.405	84	3	37.161	36.412	Rib. dos Meninos e Res. Billings
Osasco	Tietê	650.993	60	10	35.154	33.466	Rio Tietê
Santo André	Tietê	648.443	96	0	35.016	35.016	Rio Tamanduateí e Res. Billings
Ribeirão Preto	Grande	505.012	100	70	27.126	11.935	Rio Pardo
Sorocaba	Tietê	494.649	97	0	26.347	26.347	Rio Sorocaba
Piracicaba		396.998	98	33	17.092	12.670	Piracicaba, Piracicamirim
Diadema	Tietê	367.958	80	0	19.245	19.245	Res. Billings
Mauá	Tietê	363.112	72	0	19.608	19.608	-
São José do Rio Preto	Grande	357.862	100	2	18.198	17.907	Rio Preto
Carapicuíba	Tietê	343.668	55	6	18.558	18.068	Rio Tietê
Mogi das Cruzes	Tietê	329.680	88	42,5	16.284	11.412	Rio Tietê
Jundiaí	Tietê	322.798	96	100	16.182	3.754	Rio Jundiaí
Bauru	Tietê	315.835	96	0	16.751	16.751	Rio Bauru

Fonte: CETESB (2005)

* A carga orgânica potencial é a quantidade de matéria orgânica gerada pela população urbana por dia. É estimada pela multiplicação da população urbana e a quantidade de matéria orgânica gerada por pessoa por dia. Adota-se o valor de 0,054 kg DBO/dia como a quantidade de matéria orgânica gerada/habitante.dia. A carga orgânica removida no sistema de tratamento é calculada multiplicando-se a carga potencial pela porcentagens coletada vezes a de tratamento vezes a da eficiência esperada do tratamento. Adota-se 80% de eficiência, desde que a média de todos os sistema de tratamentos existentes estejam atendendo aos padrões de emissão preconizado no artigo 18 do Regulamento da Lei n.º 997/1976, aprovado pelo Decreto Estadual n.º 8.468/1976. Para os municípios onde a CETESB dispõe dos dados de vazão e DBO_{5,20º} antes e após o tratamento, a carga remanescente é calculada com base na eficiência real do sistema

Dados da SANEAGO (SANEAGO, 2005) indicam a seguinte situação em Goiás:

- Interior do Estado – atendimento: água (84%) e coleta de esgotos (33%).
- Goiânia – atendimento: água (92%) e coleta de esgotos (76%).
- ETes: Sr. Hélio Seixo de Brito (vazão média atual de 1.100L/s), Aruanã (31L/s) e Parque Atheneu (70L/s). A primeira é a maior de todas e foi projetada para se atingir 100% de tratamento do esgoto coletado, com projeção de expansão, até 2025, para 3.100L/s.

Dados da CAESB (CAESB, 2005) indicam a seguinte situação no Distrito Federal:

- Atendimento de água: 89,97%.
- Atendimento de esgotos – coleta: 87,29%.
- Tratamento do esgoto coletado: 66%.

Dados da SANEPAR (SANEPAR, 2005) para os dez maiores municípios paranaenses são apresentados no Quadro 44, indicando que os índices de coleta ainda necessitam ser melhorados.

Dados da PLANURB (PLANURB, 2005) indicam a seguinte situação em Campo Grande:

- Atendimento de água: 98%.
- ETAs principais: Guariroba, Lajeado e Desbarrancado.
- Mananciais: subterrâneos e superficiais.
- Índice de perdas: 45%.
- Atendimento de esgotos – coleta: 20% (disponível para 32%).
- Tratamento do esgoto coletado: 100% do coletado, em sete ETes.

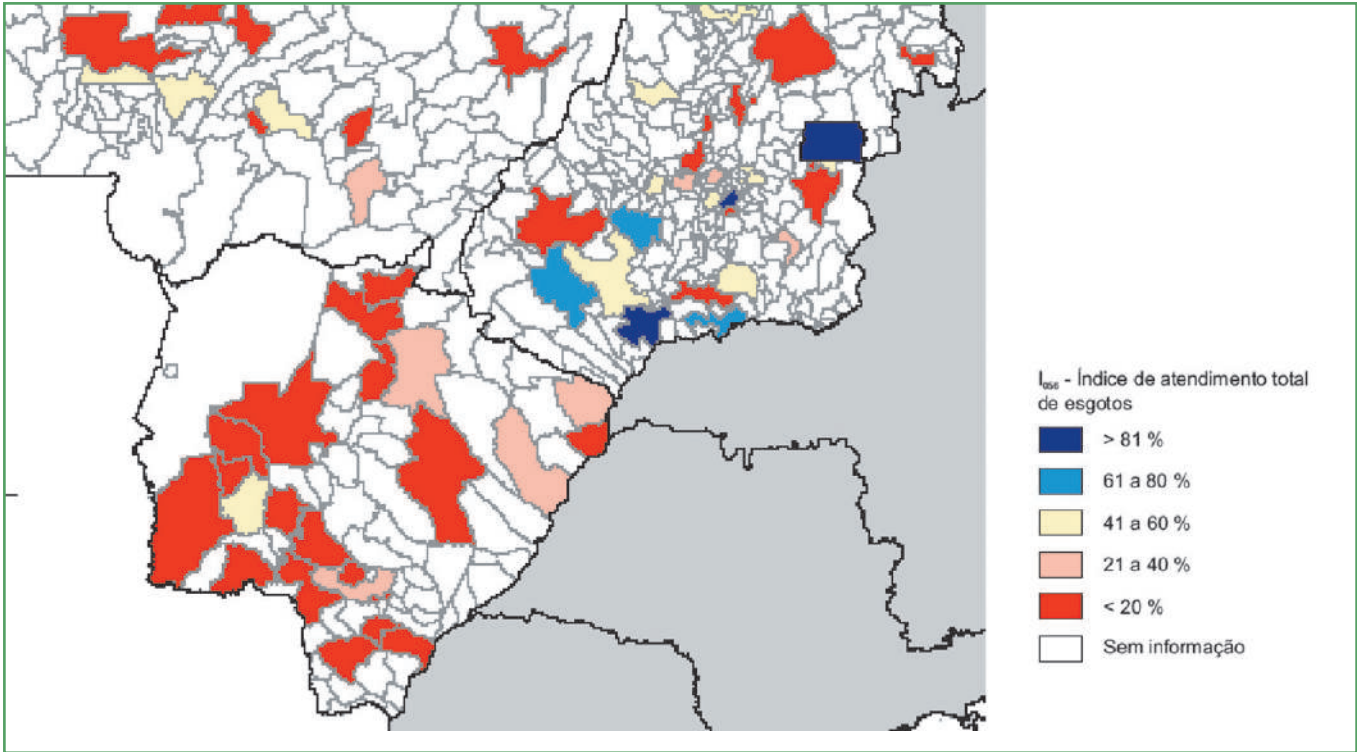
Quadro 44 - Índices de atendimento de água e esgoto nos dez maiores municípios paranaenses situados na Região Hidrográfica do Paraná

Município	Índice de atendimento (%)		Índice de tratamento de esgoto (% do coletado)
	Água	Esgoto – coleta	
Curitiba	99,98	77,19	90,23
Londrina	96,66	65,64	100,00
Maringá	99,98	70,88	100,00
Ponta Grossa	99,86	53,96	100,00
Foz do Iguaçu	97,85	46,10	97,93
Cascavel	99,92	43,80	100,00
São José dos Pinhais	96,95	37,35	92,97
Colombo	98,27	16,08	95,66
Guarapuava	99,82	59,94	100,00
Apucarana	99,98	24,16	100,00

Fonte: SANEPAR (2005)

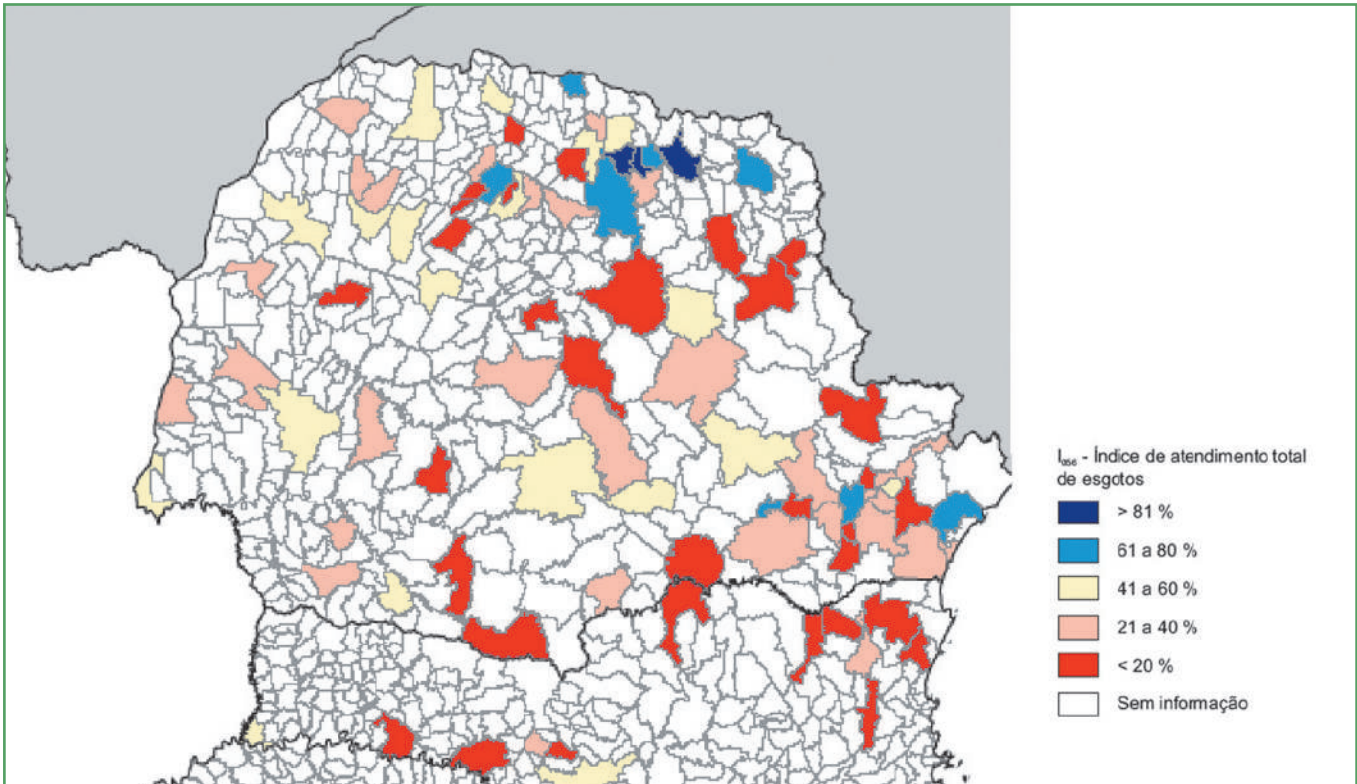
Dados do Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento Básico não puderam ser incorporados ao SIG do Caderno da Região Hidrográfica não somente pela indisponibilização em formato compatível, mas principalmente pela ausência de informações de vários municípios. No entanto,

as Figuras 71 a 73 ilustram o panorama de alguns municípios na Região Hidrográfica do Paraná para a coleta de esgotos domésticos, evidenciando uma situação mais crítica no PR e MS, e menos problemática em São Paulo, Distrito Federal e Minas Gerais SNIS, (2003).



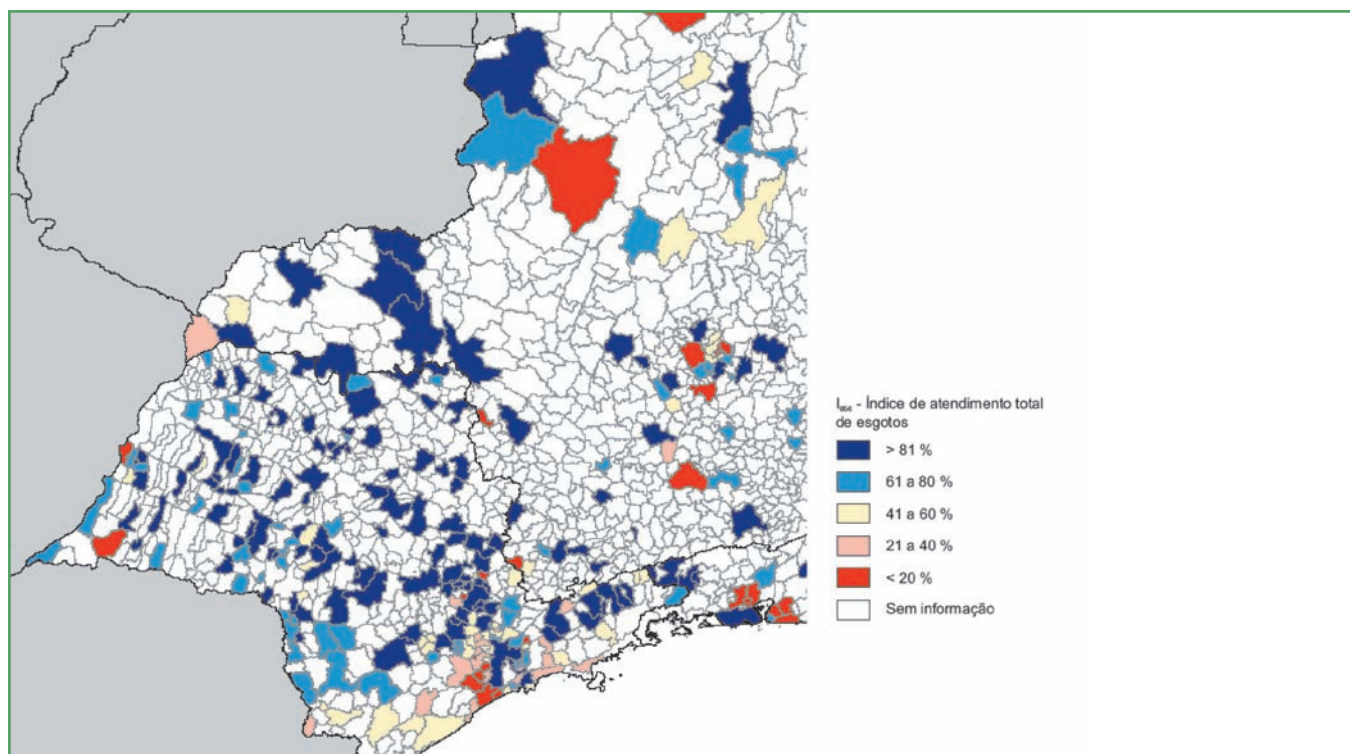
Fonte: SNIS, 2003

Figura 77 - Ilustração dos índices de atendimento de coleta de esgoto para municípios selecionados da região Centro-Oeste, com ênfase para MS, GO e DF



Fonte: SNIS, 2003

Figura 78 - Ilustração dos índices de atendimento de coleta de esgoto para municípios selecionados dos Estados do Paraná e Santa Catarina



Fonte: SNIS (2003)

Figura 79 - Ilustração dos índices de atendimento de coleta de esgoto para municípios selecionados da Região Sudeste, com ênfase para SP e MG

4.6 | Desenvolvimento Econômico Regional e os Usos da Água

A partir da década de 1980, verificou-se interiorização e distribuição setorial da atividade industrial e de serviços, deslocando sua concentração da Região Metropolitana de São Paulo para os interiores paulista, mineiro e paranaense. Parte desta mudança no perfil econômico regional sobressai-se nas áreas localizadas nas margens do rio Paraná, que receberam, como transferência, uma grande parcela da atividade agropecuária.

Atualmente toda a Região Hidrográfica do Paraná está envolvida em programas de diversificação espacial e setorial da atividade industrial e agrária, e tem sido secundada pelos movimentos de crescimento demográfico que, nos últimos anos, privilegiou as cidades de porte médio.

Importante aspecto do desenvolvimento regional, nesta fase, foi a da maior oferta de serviços e de infra-estrutura urbana, especialmente facilidades de abastecimento de água e esgotamento sanitário. Estes serviços de uso coletivo, com melhoria da situação sanitária, garantem, de forma indireta, condições mais favoráveis de produtividade, tornando o sistema socioeconômico mais eficiente. É certo que, face aos

altos investimentos iniciais envolvidos, foram beneficiados primeiramente os núcleos de maior expressão demográfica e, com o retorno tarifário, estendeu-se à rede de serviços, hoje mais universalizada.

Permanece como desafio à sociedade local, o fornecimento destes serviços à população urbana marginal, residente em favelas e outras áreas irregulares, além dos cuidados de preservação dos mananciais, muito agredidos com a expansão urbana e a atividade industrial (FGV, 1998).

Estes processos ficam evidentes na análise das demandas estimadas para usos consuntivos, conforme já observado anteriormente: nas unidades Sub 1 do Tietê e Iguaçu, refletindo a influência das regiões metropolitanas de São Paulo, Campinas e Curitiba, predominam demandas industriais, seguidas de perto de consumo humano; na Sub 1 do Grande e Paranaíba, predominam demandas para irrigação (semelhantemente ao padrão médio nacional); na Sub 1 do Paraná e Paranapanema, as demandas para fins urbano e irrigação apresentam mesmo patamar, destacando-se, ainda, o consumo animal na Sub 1 do Paraná.

A parte central da Região Hidrográfica do Paraná, com ênfase à Sub 1 do Paraná, menos povoada e incluindo a calha do rio Paraná e seus principais afluentes, apresenta os maiores corpos de água, utilizados para fins variados, mas principalmente para geração de energia hidrelétrica. Esta situação é caracterizada pela existência de grandes usinas, que produzem mais de 60% da energia hidrelétrica do Brasil, evidenciando uma das vocações da Região Hidrográfica do Paraná.

As grandes concentrações populacionais da Região Hidrográfica do Paraná, notadamente as regiões metropolitanas, drenam enormes quantidades de recursos hídricos e recursos naturais, além de gerar grandes quantidades de resíduos sólidos, efluentes e passivos ambientais diversos, incluindo as áreas contaminadas. Um dos maiores entraves é a necessidade de tratamento de grandes quantidades de esgoto, além do uso racional das águas e o combate ao desperdício e às perdas, com ações estruturais, de manutenção ou preventivas e educacionais.

Demandas por usos consuntivos

A demanda de água corresponde à vazão de retirada, ou seja, a água captada destinada a atender os di-

versos usos consuntivos. Além desta informação, há o interesse em prever-se o volume de água efetivamente consumido durante seu uso. Para esta finalidade, duas outras classes de vazões são consideradas, a vazão de retorno e a vazão de consumo (ANA, 2005a).

As vazões de retorno podem ser obtidas a partir da vazão de retirada multiplicando-se pelo coeficiente de retorno determinado para cada tipo de consumo. A vazão de consumo é calculada pela diferença entre a vazão de retirada e a vazão de retorno. Em média, os coeficientes de retorno usados em ANA (2005a) são aqueles adotados em ONS (2003): abastecimento urbano – 0,8; abastecimento 10 rural – 0,5; abastecimento industrial – 0,8; irrigação – 0,2; criação de animais – 0,2.

O Quadro 45 apresenta dados das vazões de retirada (demanda), de retorno e de consumo, para usos consuntivos, por unidade Sub 1 da Região Hidrográfica do Paraná, a partir da base do PNRH PNRH-BASE (2005). Destaca-se a demanda da unidade do Tietê, com 225,0 m³/s, ou 48,0% do total da Região Hidrográfica do Paraná (468,8 m³/s) – Figura 74.

Quadro 45 - Vazões de retirada (demanda), de retorno e de consumo, em m³/s e para usos consuntivos, por unidade Sub 1 da Região Hidrográfica do Paraná

Unidade Sub 1	Retirada (m³/s)		Retorno (m³/s)	Consumo (m³/s)	Consumo (% do retirado)
	(m³/s)	%			
Grande	82,54	17,6	39,39	43,15	52,3
Iguaçu	24,54	5,2	17,80	6,74	27,5
Paraná	48,65	10,4	22,58	26,07	53,6
Paranapanema	30,62	6,5	16,72	13,90	45,4
Paranaíba	57,50	12,3	24,66	32,84	57,1
Tietê	224,98	48,0	165,37	59,61	26,5
RH-PR	468,83	100	286,52	182,31	38,9

Fonte PNRH-BASE (2005)



Fonte: PNRH-BASE (2005)

Figura 80 - Vazão de retirada (demanda) por unidade Sub 1 da Região Hidrográfica do Paraná

Os usos consuntivos considerados para o cálculo das demandas por ANA (2005a) foram: demanda urbana; demanda rural; criação animal; demanda industrial; e demanda de irrigação.

As demandas de ANA (2005a) foram calculadas para cada município, utilizando-se a base municipal do IBGE, referente ao Censo Demográfico de 2000, à Pesquisa Nacional de Saneamento Básico – PNSB do IBGE e outras premissas observadas a seguir.

A demanda rural refere-se ao consumo de água das comunidades rurais não incluindo atendimento relativo à criação de animais e à irrigação, ambos calculados separadamente. A demanda rural variou de 70 a 120 L/hab.dia, de acordo com a unidade da Federação.

Na determinação da demanda animal, foi utilizado o parâmetro BEDA (unidade de equivalente animal), que corresponde ao total da pecuária em bovino equivalente, adotando-se o consumo igual a 50 L/BEDA.dia. Foi adicionado a este valor o consumo correspondente à criação de aves, assumindo-se o coeficiente igual a 0,4 L/ave.dia.

Como informação complementar, são citadas estimativas de consumo por cabeça, como a proposição de UFGRS (1997) in FGV (1998), que correspondem não só ao consumo de água utilizado propriamente para a dessedentação dos animais, mas incluem também, a toda a demanda as-

sociada à criação destes: bovino (corte) = 14,6 m³/ano; suínos = 36,5 m³/ano; aves = 0,15 m³/ano; bovino (leite) = 36,5 m³/ano; ovinos = 2,7 m³/ano; e eqüinos = 12,8 m³/ano. Estes números diferem-se daqueles utilizados por ANA (2005a) nas estimativas de demandas para consumo animal.

A água na indústria é utilizada para: consumo humano; insumo básico; geração de energia elétrica; fluido de aquecimento e/ou resfriamento; entre outros usos.

Os recursos hídricos são fator estratégico para a sobrevivência e crescimento do setor industrial. A escassez e a poluição dos recursos hídricos, por outro lado, são fatores limitantes do desenvolvimento industrial. A eficiência no uso dos recursos hídricos pelas indústrias é importante elemento de competitividade, por meio de programas de conservação e reuso, incluindo Produção mais Limpa (P + L), Prevenção à Poluição (P2), Sistemas de Gestão Ambiental – SGA, inovação tecnológica e de gestão, entre outros (TOLEDO FILHO, 2005).

Diversos fatores afetam o consumo de água nas indústrias: ramo de atividade; capacidade de produção; método de produção; idade das instalações; práticas operacionais; inovação tecnológica; entre outros. O Quadro 46 apresenta dados de consumo de alguns setores industriais e o Quadro 47 os tipos de consumo (TOLEDO FILHO, 2005).

Quadro 46 - Consumos mínimos e máximos de alguns setores industriais

Segmento Industrial	Mínimos	Máximos
Industria química	0,3 m³/t	11m³/t
Cervejarias	5 m³/m³	13 m³/m³
Usinas de açúcar e álcool	15 m³/t cana	32 m³/t cana
Celulose e papel	25 m³/t	216 m³/t
Petroquímica	150 m³/t	800 m³/t
Têxteis	160 m³/t tecidos	680 m³/t tecidos
Refinarias	78 m³/t álcool	760 m³/1000 m³ petróleo

Fonte: TOLEDO FILHO (2005)

Quadro 47 - Tipos de consumo de alguns setores industriais

Segmentos industriais	Resfriamento sem contato (%)	Processos e atividades afins (%)	Uso sanitário e outros (%)
Laticínios	53	27	19
Bebidas maltadas	72	13	15
Indústria têxtil	57	37	6
Fábricas de celulose e papel	18	80	1
Gases industriais	86	13	1
Produtos químicos inorgânicos	83	16	1
Materiais plásticos e resinas	93	7	-
Borracha sintética	83	17	-
Tintas e pigmentos	79	17	4
Produtos químicos orgânicos	91	9	1
Fertilizantes nitrogenados	92	8	-
Refinaria de petróleo	95	8	-
Pneus	81	16	3
Cimento	82	17	1
Aço	56	43	1
Fundição de ferro e aço	34	58	8
Alumínio primário	72	26	2
Automóveis	28	69	3

Fonte: TOLEDO FILHO (2005)

Para a demanda industrial, foram consideradas as indústrias ou setores industriais que possuem sistemas próprios de abastecimento de água ou então sistemas de abastecimento diferenciados do restante da comunidade. É a mais difícil de ser obtida pela falta de informações adequadas que permitam relacionar parâmetros como tipologia da indústria, produção industrial e consumo de água para cada localidade. Este problema é minimizado porque, em média, a demanda industrial não se constitui na parcela mais significativa do consumo de água no país, a qual corresponde a 18% da demanda total (ANA, 2005a), entretanto, na Região Hidrográfica do Paraná, devido ao grau mais elevado de industrialização, podem ocorrer distorções, que só um cadastro efetivo e integrado poderia minimizá-las.

A metodologia da ANA (2005a) para uso de água para

o fim industrial foi baseada no número de empregados na indústria de transformação, em L/empregado/dia, e foram determinados em locais com informações sobre a demanda industrial e, posteriormente, extrapolados para as demais regiões. A faixa resultante variou de 800 a 7.250 L/empregado/dia definida em função da unidade da Federação e da população urbana do município.

A estimativa da demanda de irrigação baseou-se em parâmetros, tais como, área irrigada, precipitação e evapotranspiração potencial. Estes valores foram ajustados por ANA (2005a) à estimativa de demandas de irrigação de ONS (2003).

Os Quadros 48 e 49 apresentam dados das vazões de retirada (de demanda), por tipo de uso consuntivo, por unidade Sub 1 da Região Hidrográfica do Paraná, a partir da base do PNRH PNRH-BASE (2005).

Quadro 48 - Vazões de retirada (de demanda), em m³/s, por tipo de uso consuntivo, por unidade Sub 1 da Região Hidrográfica do Paraná

Unidade hidrográfica Sub 1	Demandas – retiradas (m³/s)					
	Urbana	Rural	Animal	Industrial	Irrigação	Total
Grande	19,44	1,51	4,91	17,94	38,75	82,54
Iguaçu	9,26	0,86	1,84	11,80	0,80	24,54
Paraná	12,94	1,33	12,77	7,80	13,80	48,65
Paranapanema	8,30	0,92	3,95	8,90	8,54	30,62
Paranaíba	17,05	0,56	7,74	4,61	27,54	57,50
Tietê	91,63	2,69	2,57	107,65	20,44	224,98
RH-PR	158,62	7,86	33,78	158,70	109,86	468,83

Fonte: PNRH-BASE (2005)

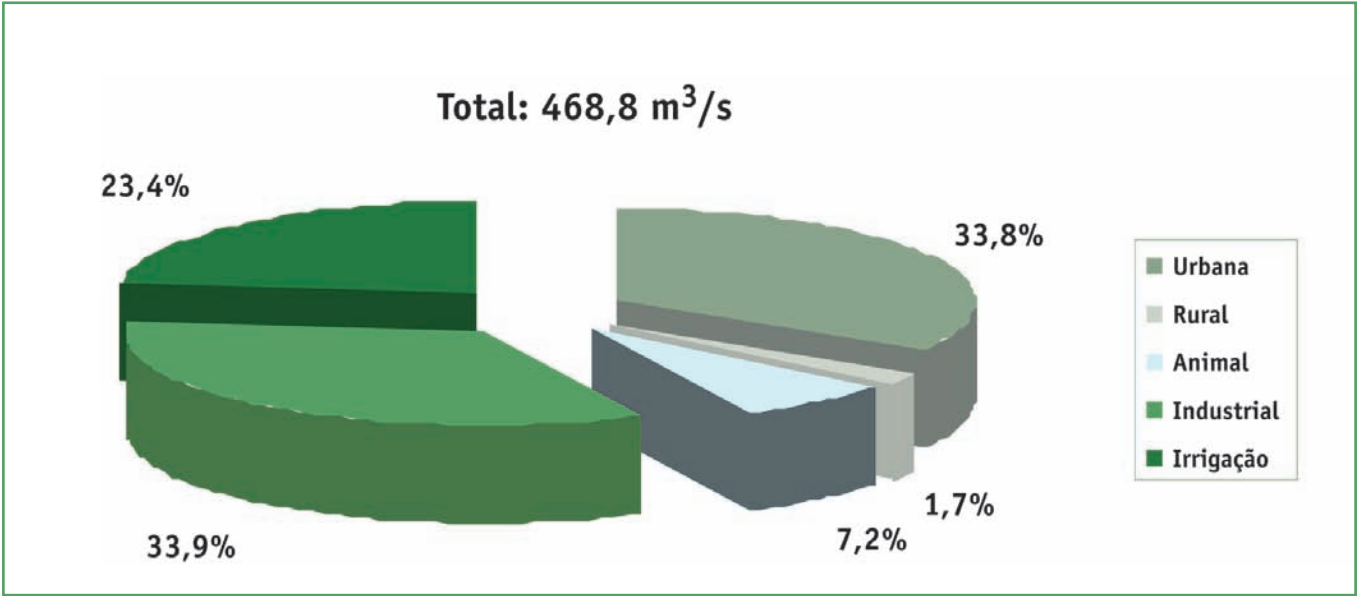
Quadro 49 - Vazões de retirada (de demanda), em % em relação ao total da Região Hidrográfica do Paraná, por tipo de uso consuntivo, por unidade Sub 1

Unidade hidrográfica Sub 1	Demandas – retiradas (% em relação ao total da RH-PR)					
	Urbana	Rural	Animal	Industrial	Irrigação	Total
Grande	4,15	0,32	1,05	3,83	8,26	17,61
Iguaçu	1,97	0,18	0,39	2,52	0,17	5,24
Paraná	2,76	0,28	2,72	1,66	2,94	10,38
Paranapanema	1,77	0,20	0,84	1,90	1,82	6,53
Paranaíba	3,64	0,12	1,65	0,98	5,88	12,27
Tietê	19,55	0,57	0,55	22,96	4,36	47,99
RH-PR	33,83	1,68	7,21	33,85	23,43	100

Fonte: PNRH-BASE (2005)

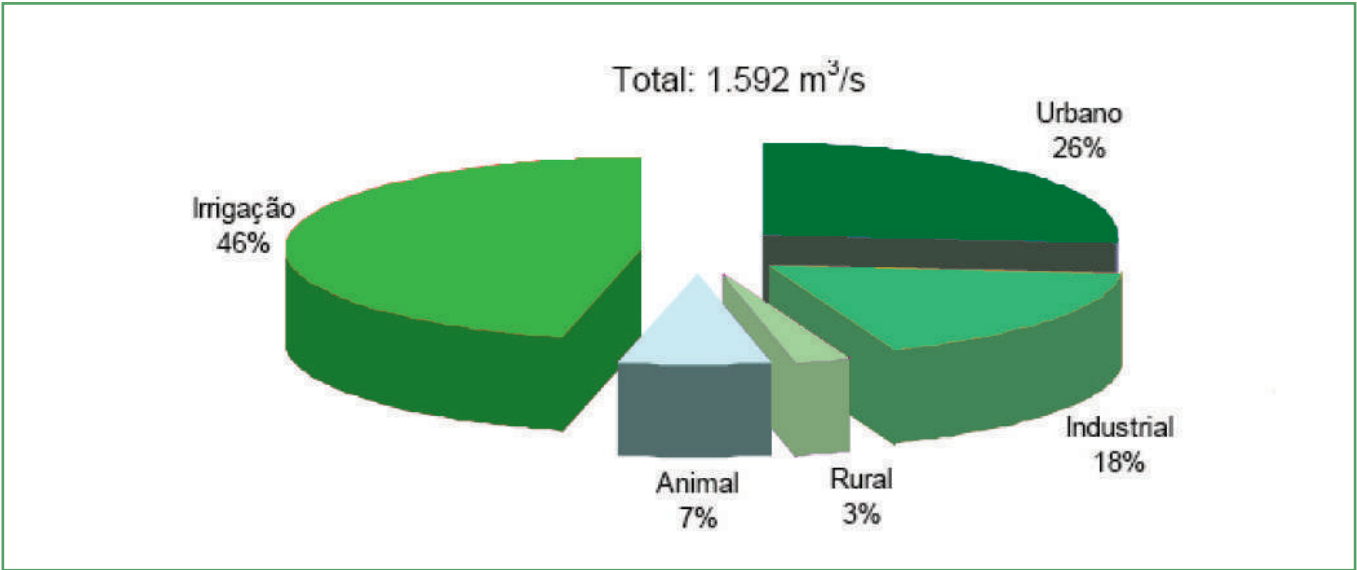
Destaca-se o uso industrial (158,7 m³/s, ou 33,9%), praticamente igual ao urbano (158,7 m³/s, ou 33,8%), seguidos do uso para irrigação (109,9 m³/s, ou 23,4%) – Figura 75. É interessante comparar dados de demandas por tipo de uso através das Figuras 75 (RH-PR) e 76 (Brasil), sendo que no Brasil predominam demandas por irrigação (46%) e urbana (26%), diferentemente da Região Hidrográfica do

Paraná, na qual predominam os usos industrial (33,9%) e urbano (33,8%), seguido de irrigação (23,4%). O Quadro 50 e a Figura 77 apresentam dados das vazões de retirada (de demanda), em % de vazão, por tipo de uso consuntivo, para cada unidade Sub 1 da Região Hidrográfica do Paraná.



Fonte: PNRH-BASE (2005)

Figura 81 - Vazão de retirada (demanda), por tipo de uso consuntivo, na Região Hidrográfica do Paraná



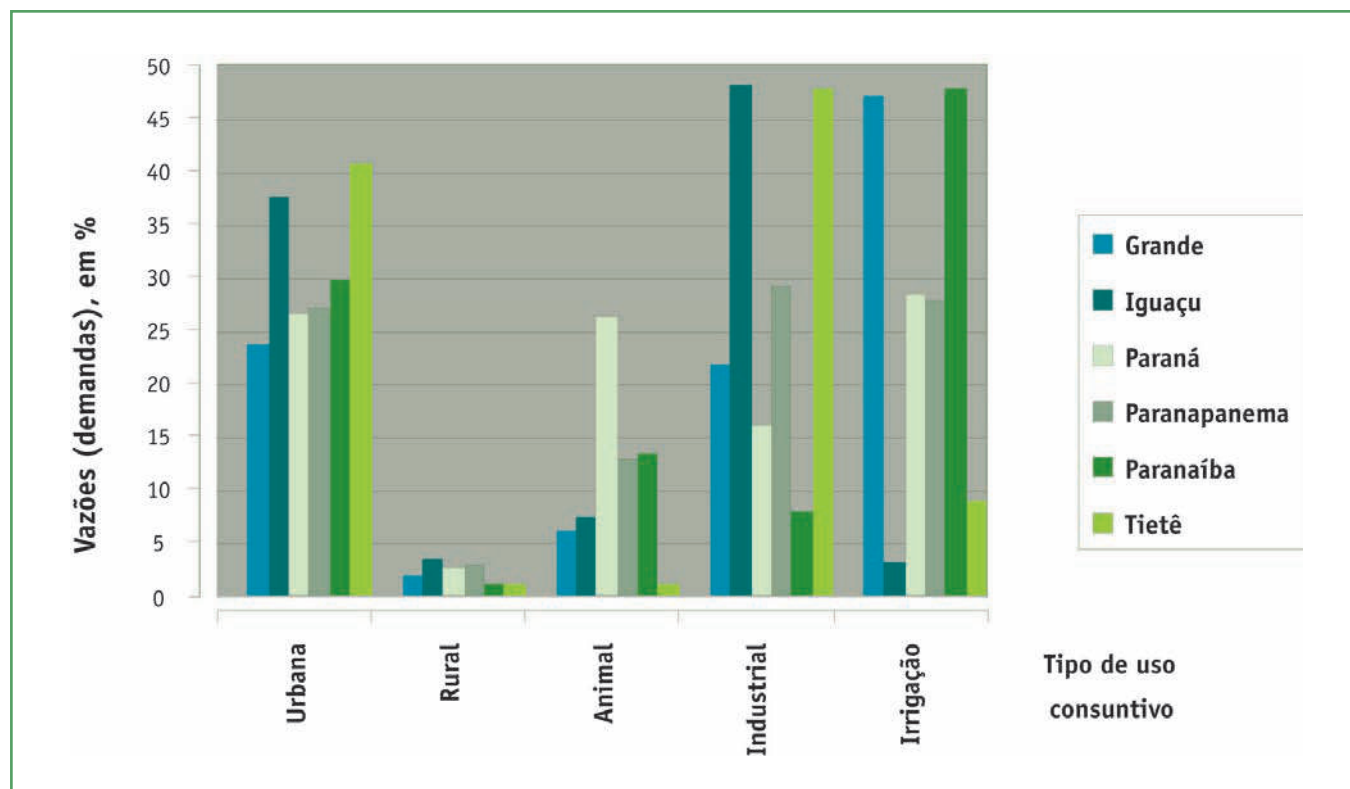
Fonte: ANA (2005a)

Figura 82 - Vazão de retirada (demanda), por tipo de uso consuntivo, no Brasil

Quadro 50 - Demanda, em %, por tipo de uso consuntivo, por unidade Sub 1 da Região Hidrográfica do Paraná

Unidade Hidrográfica Sub 1	Demandas – retiradas					
	Urbana	Rural	Animal	Industrial	Irrigação	Total
Grande	23,55	1,83	5,95	21,73	46,94	100
Iguaçu	37,72	3,49	7,48	48,07	3,25	100
Paraná	26,60	2,74	26,26	16,04	28,36	100
Paranapanema	27,11	3,02	12,90	29,08	27,89	100
Paranaíba	29,64	0,97	13,47	8,02	47,90	100
Tietê	40,73	1,19	1,14	47,85	9,09	100

Fonte: PNRH-BASE (2005)



Fonte: PNRH-DBR (2005)

Figura 83 - Vazões de retirada (de demanda), em %, por tipo de uso consuntivo, por unidade Sub 1 da Região Hidrográfica do Paraná

Nota-se que nas unidades Sub 1 do Iguaçu e Tietê predominam usos industrial (48,0% e 47,9%, respectivamente) e urbano (37,7% e 40,7%, respectivamente), enquanto no Paranaíba e Grande predomina largamente o uso para irrigação (47,9% e 46,9%, respectivamente).

Na unidade Sub 1 do Paranapanema, os percentual de usos para industrial, irrigação e urbano são semelhantes, respectivamente: 29,1%, 27,9% e 27,1%.

Na unidade Sub 1 do Paraná, destaca-se o uso para dessedentação animal (26,3%), o que está associado aos rebanhos bovino (principalmente) e suíno. Este percentual é semelhante aos usos para irrigação (28,4%) e urbano (26,6%).

O Quadro 51 apresenta dados das vazões de retirada (de demanda), por tipo de uso consuntivo, por unidade Sub 2 da Região Hidrográfica do Paraná, a partir da base do PNRH PNRH-BASE (2005).

No uso industrial, predominam as unidades Sub 2 do Tietê-02 (67,0 m³/s), Tietê-01 (27,6 m³/s) e Iguaçu-01 (9,3 m³/s); para uso urbano, as unidades Sub 2 do Tietê 02 (66,2

m³/s), Tietê-01 (14,6 m³/s), Corumbá (7,9 m³/s) e Iguaçu-01 (7,0 m³/s); para uso de irrigação, as unidades Sub 2 do Grande-PR-07 (10,5 m³/s), Paranaíba-01 (9,3 m³/s) e Grande-PR-08 (7,9 m³/s); para dessedentação animal, as unidades Sub 2 do Paraná-01 (2,0 m³/s), Pardo-PR (1,9 m³/s), Ivaí (1,8 m³/s) e Paranaíba-03 (1,8 m³/s); para uso rural, as unidades Sub 2 do Tietê-02 (1,8 m³/s), Ivaí e Tietê-01 (0,4 m³/s).

Muito embora o enfoque de análise regional para o PNRH sejam as unidades Sub 1, os reflexos do uso da terra sobre as demandas se refletem nestas unidades, mas se amplificam em algumas unidades Sub 2. Assim, semelhantemente aos dados demográficos, faz-se necessária uma reflexão, em paralelo, sobre estas áreas.

Quadro 51 - Vazões de retirada (de demanda), em m³/s, por tipo de uso consuntivo, por unidade Sub 2 da Região Hidrográfica Paraná

Sub 1	Sub 2	Código	Demandas – retiradas (m³/s)						Retorno (m³/s)	Consumo (m³/s)
			Urbana	Rural	Animal	Industrial	Irrigação	Total		
Grande	Grande PR 01	40	1,0	0,1	0,3	0,5	0,9	2,8	1,5	1,3
	Grande PR 02	41	0,2	0,1	0,2	0,1	0,2	0,7	0,3	0,4
	Grande PR 03	42	0,9	0,1	0,2	0,7	0,3	2,2	1,4	0,8
	Grande PR 04	43	1,2	0,2	0,3	0,8	1,0	3,5	2,0	1,6
	Grande PR 05	44	0,7	0,1	0,2	0,8	0,6	2,3	1,3	1,0
	Grande PR 06	45	1,1	0,2	0,5	0,4	1,5	3,8	1,7	2,0
	Grande PR 07	46	3,6	0,2	0,4	5,9	10,5	20,6	9,8	10,7
	Grande PR 08	47	3,3	0,1	0,4	1,9	7,9	13,7	5,9	7,7
	Grande PR 09	48	0,6	0,1	0,3	0,4	0,4	1,8	1,0	0,8
	Grande PR 10	49	1,5	0,0	0,2	0,7	1,7	4,2	2,2	2,0
	Grande PR 11	50	0,9	0,0	0,1	2,2	3,6	6,7	3,2	3,6
	Grande PR 12	51	1,3	0,1	0,5	0,9	4,5	7,2	2,8	4,4
	Grande PR 13	52	2,4	0,1	0,4	2,0	2,7	7,7	4,2	3,5
	Grande PR 14	53	0,1	0,0	0,3	0,1	1,1	1,6	0,5	1,2
	Grande PR 15	54	0,8	0,0	0,5	0,5	1,8	3,7	1,5	2,2
Iguaçu	Iguaçu 01	71	7,0	0,2	0,1	9,3	0,3	16,9	13,2	3,7
	Iguaçu 02	72	0,7	0,2	0,4	0,9	0,1	2,3	1,5	0,9
	Iguaçu 03	73	0,7	0,2	0,5	0,7	0,1	2,2	1,3	0,9
	Iguaçu 04	74	0,3	0,2	0,6	0,2	0,1	1,3	0,6	0,7
	Iguaçu 05	75	0,6	0,1	0,2	0,8	0,1	1,8	1,2	0,6
Paraná	Aguapeí	168	1,7	0,1	0,7	1,4	2,1	6,1	3,1	2,9
	Ivaí	163	2,2	0,4	1,8	2,4	2,0	8,8	4,6	4,1
	Paraná 01	164	1,1	0,1	2,0	0,4	2,6	6,2	2,1	4,1
	Paraná 02	165	0,4	0,1	1,3	0,2	0,2	2,1	0,8	1,3
	Paraná 03	166	2,1	0,1	0,5	1,2	0,3	4,2	2,8	1,3
	Paraná 04	173	0,3	0,1	0,6	0,1	0,8	1,9	0,6	1,2
	Pardo PR	169	3,4	0,1	1,9	1,0	1,3	7,7	4,2	3,4
	Peixe SP	170	0,3	0,1	0,7	0,4	0,9	2,4	0,9	1,5
	Piquiri	167	0,9	0,3	1,1	0,6	0,3	3,1	1,6	1,6
	Sucuriú	171	0,4	0,0	1,1	0,1	0,1	1,7	0,6	1,1
Paranaíba	Verde PR	172	0,2	0,0	1,1	0,1	3,2	4,6	1,1	3,5
	Araguari	174	2,1	0,1	0,7	1,3	2,6	6,8	3,4	3,4
	Bois	175	0,8	0,1	1,5	0,4	6,2	8,9	2,5	6,4
	Corumbá	176	7,9	0,1	1,0	0,6	3,8	13,4	7,8	5,6
	Meia Ponte	177	4,1	0,1	0,9	1,5	4,4	10,9	5,5	5,3
	Paranaíba 01	178	1,2	0,1	0,9	0,5	9,3	12,0	3,4	8,6
	Paranaíba 02	179	0,4	0,0	1,0	0,4	0,7	2,5	1,0	1,5
	Paranaíba 03	180	0,5	0,0	1,8	0,1	0,5	3,0	1,0	2,1
	Cinzas	181	0,4	0,1	0,5	0,1	0,3	1,3	0,6	0,8
	Itararé	182	0,5	0,1	0,3	0,2	0,7	1,8	0,8	1,0
Parana-panema	Paranapanema 01	183	1,4	0,3	0,5	0,6	3,6	6,2	2,5	3,8
	Paranapanema 02	184	1,4	0,1	0,5	1,2	1,4	4,6	2,5	2,1
	Paranapanema 03	185	0,4	0,0	0,2	0,5	1,0	2,1	1,0	1,1
	Paranapanema 04	186	0,6	0,1	0,4	0,8	0,6	2,4	1,3	1,1
	Paranapanema 05	187	0,3	0,1	0,5	0,2	0,2	1,2	0,5	0,7
	Pirapó	188	0,5	0,0	0,3	0,4	0,2	1,5	0,9	0,6
	Tibagi	189	2,9	0,2	0,7	5,0	0,6	9,4	6,7	2,8
Tietê	Tietê 01	243	14,6	0,4	0,5	27,6	4,6	47,6	34,9	12,6
	Tietê 02	244	66,2	1,8	0,0	67,0	0,8	135,8	107,6	28,2
	Tietê 03	245	4,4	0,3	0,4	5,5	2,9	13,5	8,8	4,8
	Tietê 04	246	3,4	0,1	0,3	3,7	6,1	13,5	7,0	6,6
	Tietê 05	247	1,2	0,1	0,5	2,1	1,5	5,5	3,1	2,4
	Tietê 06	248	1,9	0,1	0,8	1,7	4,6	9,1	4,0	5,1

Fonte: ANA (2005a) in PNRH-BASE (2005)

Complementarmente aos dados de ANA (2005a), há informações dos relatórios de situação e planos de bacia existentes, os quais levam em consideração dados registrados pelos órgãos gestores ou outorgantes, concessionárias de abastecimento público e outras fontes. Se, por um lado, as estimativas de ANA (2005a), pela escala de trabalho e metodologia adotada, não favorecem uma análise local, estes dados de outras fontes, embora mais próximos à realidade local, também apresentam algumas limitações, intrínsecas à complexidade de sua análise, que inclui aspectos como:

- deficiências de fiscalização e na atualização e homogeneização de informações;
- problemas de localização (locação);
- problemas operacionais e de manutenção das captações;
- variações temporais das vazões captadas;
- existência de inúmeros casos de captações não outorgadas ou registradas pelos órgãos gestores ou outorgantes, ou ainda, outorgas vencidas;
- vazões de usos considerados insignificantes;
- perdas diversas nas redes de água;
- existência de ações e programas de contenção de perdas e reúso das águas;
- existência de poços abandonados;
- complexidade da interpretação de cotejos demandas x disponibilidade, considerando-se que deveria haver uma avaliação integrada, contemplando águas superficiais e subterrâneas, captações e pontos de lançamento, interações águas superficiais – subterrâneas; propriedades no meio físico; uso e ocupação do solo; entre outros.

Visando minimizar erros, estas constatações evidenciam a necessidade de homogeneizar aspectos metodológicos, além de “zerar” os inventários atuais existentes, com uma nova sistemática que incluía: prévia definição e homogeneização de critérios; atualização criteriosa de cadastros de usuários, podendo-se começar pelos maiores usuários; uso de ferramentas de sistemas de informação geográfica; participação dos diversos segmentos do sistema de recursos hídricos; e observação das peculiaridades acima listadas. Ressalva-se que algumas destas ações já estão sendo implementadas na Região Hidrográfica do Paraná, pelos órgãos gestores, em suas diversas esferas.

Assim, perante o estágio atual de qualidade de informações e à luz das escala de trabalho adotada neste Caderno, os estudos

de ANA (2005a) devem ser complementados com dados dos relatórios de situação, planos de bacia e demais documentos técnicos existentes (SÃO PAULO, 2004 e outras fontes). Alguns casos merecem destaque, devido a suas implicações no cotejo demandas x disponibilidades e situações potenciais de conflitos, que serão descritas nos capítulos posteriores:

- Sub 2 Grande-PR-07 (UGRHI-9/Mogi-Guaçu): demandas para uso industrial (27,82 m³/s) e para uso na irrigação (15,77 m³/s), acima de ANA (2005a), que cita valores de 5,9 m³/s e 10,5 m³/s, respectivamente.
- Sub 2 Grande-PR-08 (UGRHI-4/Pardo): demandas para uso industrial (5,81 m³/s) e para uso na irrigação (10,39 m³/s), acima de ANA (2005a), que cita valores de 1,9 m³/s e 7,9 m³/s, respectivamente.
- Sub 2 Grande-PR-11 (parte da UGRHI-12/Baixo Pardo-Grande): demandas para uso na irrigação de 10,24 m³/s, acima de ANA (2005a), que cita valor de 3,6 m³/s.
- Sub 2 Tietê-02 (UGRHI-6/Alto Tietê): demandas para uso industrial (17,30 m³/s) abaixo de ANA (2005a), que cita valor de 67,0 m³/s.
- Sub 2 Tietê-06 (parte da UGRHI-19/Baixo Tietê): demandas para uso na irrigação (9,8 m³/s), acima de ANA (2005a), que cita valor de 4,6 m³/s.

Uso das águas subterrâneas

Informações sobre uso das águas subterrâneas podem ser obtidas no Sistema de Informações de Águas Subterrâneas – SIAGAS da Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais – CPRM (<http://siagas.cprm.gov.br> – CPRM-SIAGAS, 2005), sendo que as informações mais completas foram solicitadas à Diretoria da CPRM e à SRH/MMA, mas não foram repassadas informações sobre dados de vazão dos poços do sistema SIAGAS.

A base de dados disponível, em relação ao número de poços, contempla o sistema SIAGAS para todas as unidades da Federação da Região Hidrográfica do Paraná, exceto Paraná. Dados do Estado do Paraná foram repassadas diretamente pelo órgão outorgante (SUDERHSA).

O Quadro 52 e a Figura 78 apresentam a totalização do número de poços segundo CPRM-SIAGAS (2005) e SUDERHSA (2005), inseridos via SIG (base de PNRH-BASE, 2005).

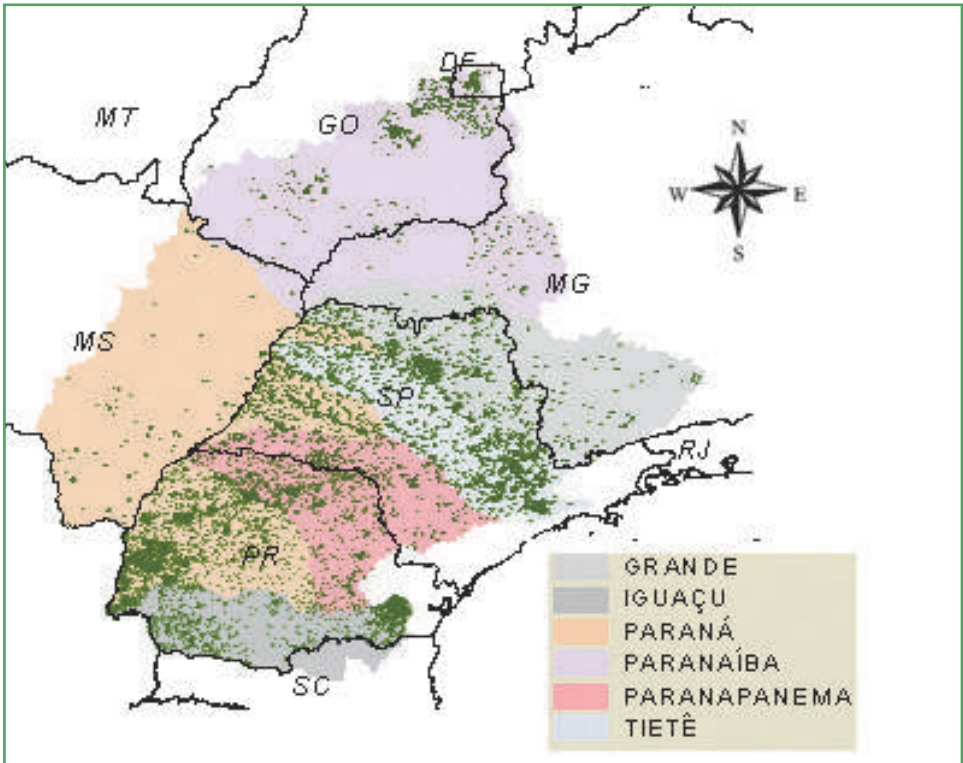
Quadro 52 - Poços tubulares presentes na Região Hidrográfica do Paraná – dados parciais do sistema SIAGAS

Local	Grande	Iguaçu	Paraná	Paranaíba	Paranapanema	Tietê	RH-PR
Número de poços	2.280	2.310	6.075	3.201	664	2.899	17.429

Fonte: CPRM-SIAGAS (2005) e SUDERSHA (2005)

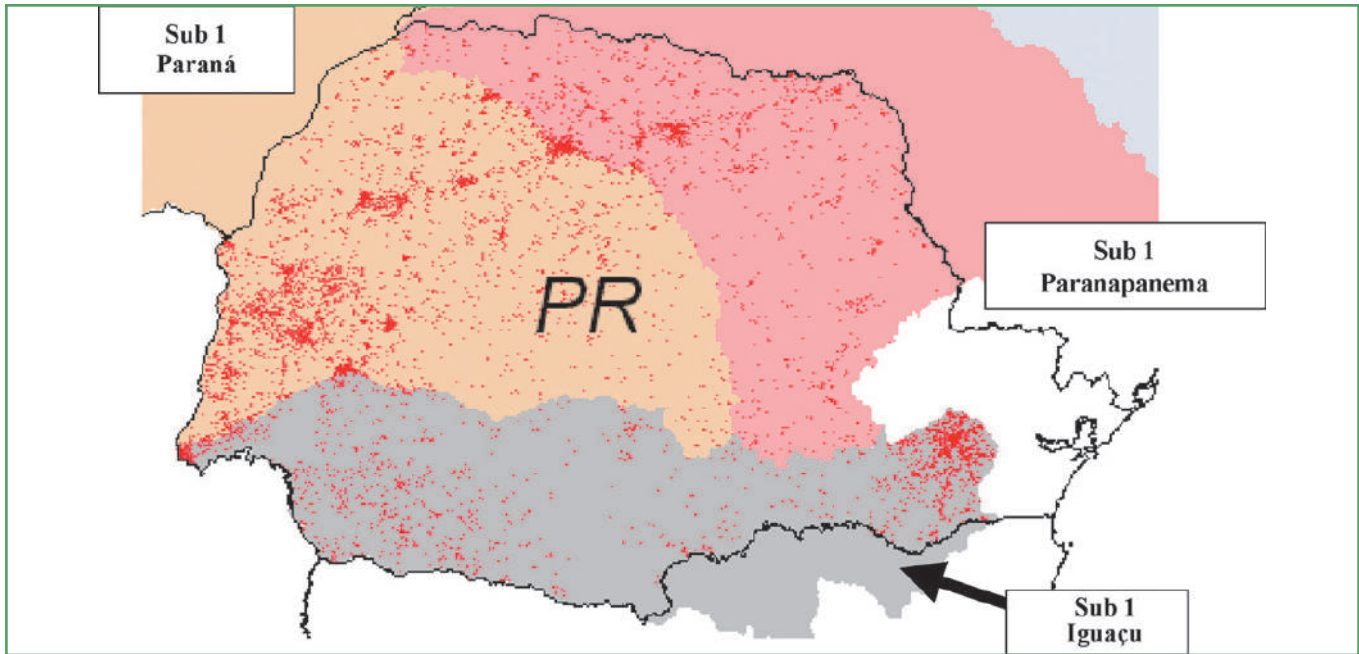
Uma análise inicial destes dados, correlacionando-os com a disposição das unidades aquíferas (Figura 24), permite tecer alguns comentários:

- A maior quantidade de poços registrados localiza-se nos Estados de São Paulo e Paraná, o que coincide com condições aquíferas favoráveis (nos casos do centro e oeste do Estado, notadamente pela presença dos aquíferos Bauru-Caiuá) ou maiores demandas (nos casos das unidades Sub 2 do Tietê 01 a 03, na Sub 1 do Tietê; Iguaçu-01 na Sub 1 do Iguaçu). Aliás, esta concentração de poços nas unidades evidencia a importância dos aquíferos Cristalino (Pré-Cambriano a Cambriano) e, secundariamente, o Tubarão, como fornecedores de água para estas unidades, não obstante não serem os melhores aquíferos da Região Hidrográfica do Paraná em termos de suas propriedades hidrodinâmicas.
- Na unidade Sub 1 do Grande, destacam-se concentrações de poços nas cidades paulistas de São José do Rio Preto (SJRP), Ribeirão Preto (RP) e arredores.
- Na unidade do Paranaíba, destacam-se concentrações de poços em Brasília, Anápolis, Goiânia e arredores.
- No interior do Paraná, destacam-se as regiões de Cascavel, Foz do Iguaçu, Toledo, Campo Mourão, Maringá e Londrina – Figura 78.



Fonte: CPRM-SIAGAS, (2005); SUDERHSA (2005)

Figura 84 - Poços tubulares presentes na Região Hidrográfica do Paraná – dados do sistema SIAGAS da CPRM e SUDERHSA

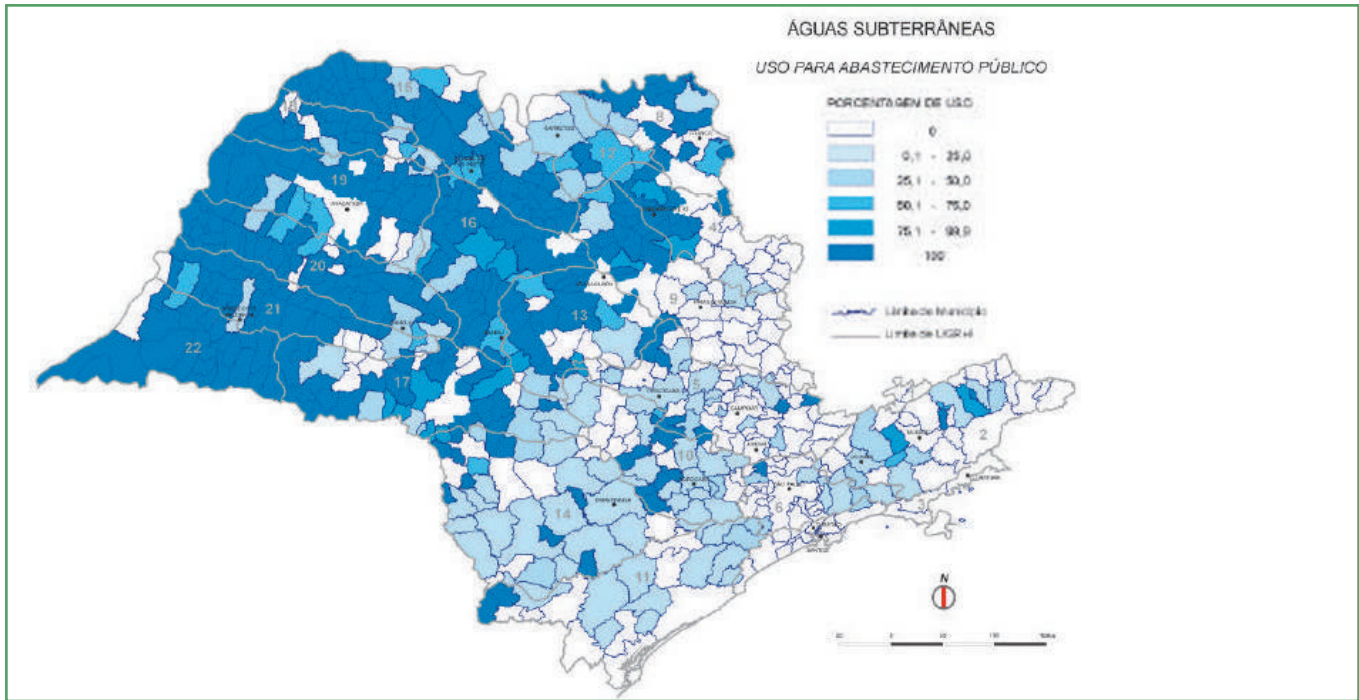


Fonte: SUDERHSA (2005)

Figura 85 - Poços tubulares presentes no Paraná

No Estado de São Paulo, vale 645 municípios, 462 (71,6%) são abastecidos, total ou parcialmente, com águas subterrâneas, sendo que 308 (47,7%) são totalmente abastecidos por este recurso hídrico (Silva *et al.*, 1998 in ANA, 2005a,c).

Como se observa na Figura 80, há um predomínio de abastecimento público por águas subterrâneas na porção oeste do Estado de SP e esta característica está associada principalmente à presença e facilidade de acesso aos aquíferos Bauru/Caiuá.



Fonte: CETESB (2004)

Figura 86 - Porcentagem de uso de águas subterrâneas em abastecimento público no Estado de São Paulo

No Estado do Mato Grosso do Sul, 87% dos sistemas municipais baseiam-se em águas subterrâneas, incluindo Três Lagoas e Ponta Porá (TAHAL, 1998). Em Campo Grande, 32% da água captada é subterrânea e o restante superficial (PLANURB, 2005).

Uso das águas subterrâneas do Aquífero Guarani

Chang (2001) menciona 930 poços no Sistema Aquífero Guarani (SAG) como um todo, sendo 508 (54,6%) no Estado de São Paulo, no qual se extrai, em termos volumétricos, quase 2/3 da produção atual. Dados de FGV (1998) mencionam cerca de 2.500 poços situados em áreas de afloramento ou na borda da porção confinada do SAG somente no Estado de São Paulo, com destaque para Ribeirão Preto (ANA, 2005a,c).

Apesar do consumo atual no SAG, em nível regional (0,5 km3/ano, segundo Chang, 2001 in ANA, 2005a,c), situar-se abaixo da recarga anual (Quadro 19), vários municípios já apresentam sinais de superexploração, notadamente Ribeirão Preto e Bauru. O primeiro tem cerca de 500.000 habitantes abastecidos inteiramente com água subterrânea, tendo como principal origem o SAG, havendo relatos de rebaixamento excessivo do nível de água nos poços dessa cidade (ANA, 2005a,c).

O Quadro 53 apresenta dados de produtividade dos poços do SAG em suas porções livre e confinada, sendo que nesta porção, as vazões são bem maiores, podendo alcançar valores iguais ou até maiores que 500 m3/h.

Quadro 53 - Produtividade dos poços do Sistema Aquífero Guarani

Característica	Tipo de Aquífero	
	Livre	Confinado
Profundidade média por poço (m)	111	263
Vazão média por poço (m³/h)	13,8	54,2
Capacidade específica média (m³/h.m)	1,019	2,525
Número de poços consultados	87	69

Fonte: ANA (2005a,c)



Foto 20 - Poço tubular explotando água do Aquífero Guarani, em sua porção confinada – Presidente Prudente, SP
Autoria: ALBS

Dados da SUDERHSA (SUDERHSA, 2005) indicam 47 poços tubulares registrados pelo órgão outorgante paranaense, com vazões de 3,7 m³/h a 1.204 m³/h (média de 150,7 m³/h) e profundidades entre 80m e 1565m.

Uso das águas subterrâneas dos demais sistemas aquíferos

O Sistema Aquífero Bauru – Caiuá é utilizado predominantemente para abastecimento doméstico e industrial, sendo em algumas regiões intensamente explorado. Na cidade de São José do Rio Preto, em que 70% da população eram abastecidas por água subterrânea, entre a década de 1970 e 90, foi observado rebaixamento do nível de água do Sistema Aquífero de cerca de 10 m (OLIVEIRA & WENDLAND, 2004 *in* ANA, 2005a,c).

O Sistema Aquífero Bauru-Caiuá, em geral, comporta-se como um Sistema Aquífero livre e possui grande área de afloramento, condições que facilitam a sua exploração e que lhe confere maior vulnerabilidade à contaminação por atividades poluidoras, especialmente aquelas decorrentes do desenvolvimento agrícola e industrial. A profundidade média dos poços é de 140 m, com vazão média de 18,7 m³/h e capacidade específica média de 0,919 m³/(h.m) (119 poços consultados) – ANA (2005a,c).

O principal uso da água do Sistema Aquífero Serra Geral é para abastecimento doméstico. A Companhia de Saneamento do Estado do Paraná – SANEPAR tinha 414 poços em 2001 extraindo água desse sistema para abastecimento municipal (Mendes *et al*; 2002 *in* ANA, 2005a,c). Naquele ano, a companhia extraiu 50,5 milhões de m³ do Aquífero Serra Geral, o que equivalente a 52% do total da água subterrânea explorada pela empresa (ANA, 2005a,c).

Os poços do Aquífero Serra Geral têm profundidade média de 123 m, vazão média de 22,8 m³/h e capacidade específica média de 3,34 m³/(h.m) (127 poços consultados) – ANA (2005a,c).

Quanto ao Aquífero Furnas, sob condições livres, a profundidade média dos poços é de 124m, a vazão média é de 17,4 m³/h e a capacidade específica média de 1,556 m³/h.m. Na porção confinada, a profundidade média dos poços é de 195m, a vazão média é de 46,4 m³/h e a capacidade específica média de 1,510 m³/(h.m) (ANA, 2005a,c).

As águas do Aquífero Ponta Grossa são utilizadas, principalmente, para o uso doméstico, com poços que apresentam profundidade média de 150m, vazão média relativamente baixa, de 5,8 m³/h e capacidade específica média de 0,369 m³/h.m (9 poços consultados) – ANA (2005a,c).

Os poços do Bambuí apresentam profundidade média de 86 m, vazão média de 11 m³/h e capacidade específica média de 4,81 m³/(h.m) (159 poços consultados) – ANA (2005a,c).

Estes dados da ANA, no entanto, não permitem uma análise por Sub 1 e Sub 2 da Região Hidrográfica do Paraná, o que pode ser efetuada se forem liberados os dados do sistema SIAGAS. Estes dados serão de grande relevância no cotejo dos aproveitamentos de águas subterrâneas por unidade aquífera nas diversas unidades hidrográficas da Região Hidrográfica do Paraná.

Geração de energia

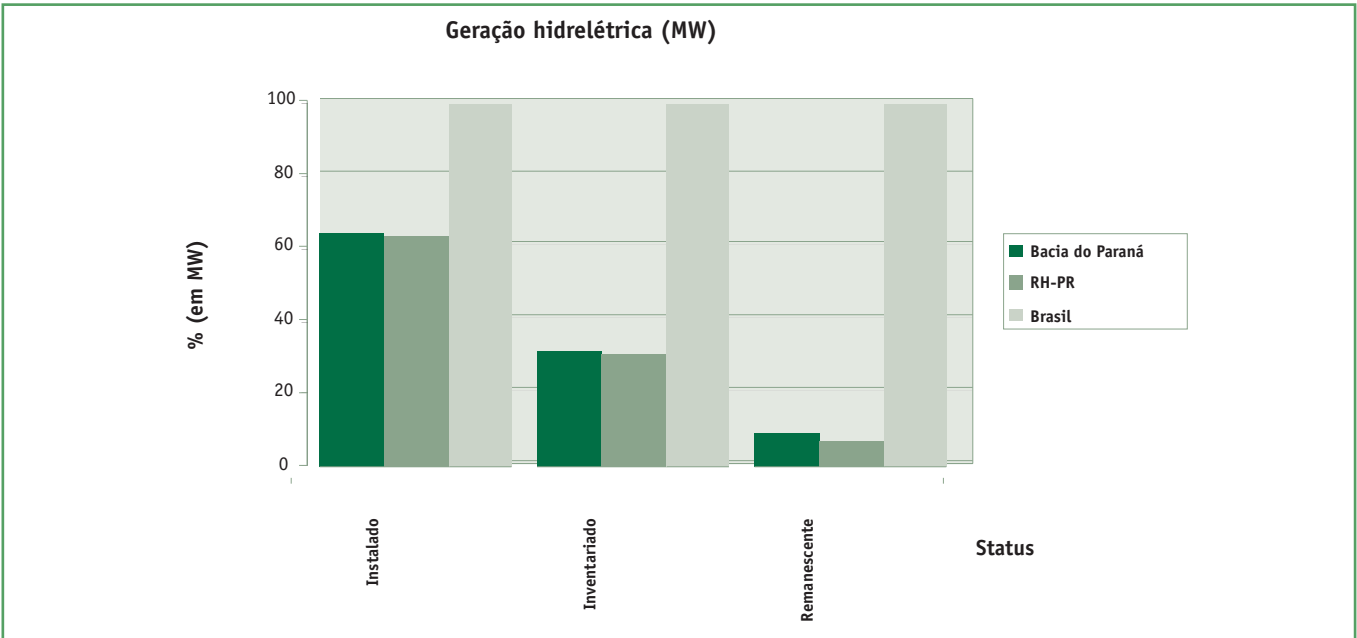
A participação da energia hidráulica na matriz energética nacional é da ordem de 42%, gerando cerca de 90% de toda a eletricidade produzida no país. Apesar da tendência de aumento de outras fontes, devido a restrições socioeconômicas e ambientais de projetos hidrelétricos e os avanços tecnológicos no aproveitamento de fontes não-convencionais, tudo indica que a energia hidráulica continuará sendo, por muitos anos, a principal fonte geradora de energia elétrica do Brasil (ANEEL, 2002).

A Bacia Hidrográfica do Paraná, na divisão apresentada em ANEEL (2002), que inclui, em território brasileiro, as Regiões Hidrográficas do Paraná (Sub-bacias 60 a 65) e Paraguai (Sub-bacias 66 e 67), sobressai-se das demais por ter a maior capacidade instalada de geração de energia do país, com 38.580MW ou 63,76% do total nacional (60.511MW). Estes números coincidem, praticamente, com os da Região Hidrográfica do Paraná (38.470 MW), o que evidencia que a geração hidrelétrica é uma de suas mais importantes vocações da Região Hidrográfica do Paraná – Quadro 54 e Figura 81.

Quadro 54 - Capacidade instalada e potencial hidrelétrico (inventariado e remanescente), em potência (MW), da Região Hidrográfica do Paraná

Local	Instalado (aproveitado)		Inventariado		Remanescente		Total**	
	MW	%	MW	%	MW	%	MW	%
Bacia do Paraná*	38.580	63,8	51.708	31,4	8.670	9,1	60.378	23,2
RH-PR	38.470	63,6	50.716	30,8	6.808	7,1	57.524	22,1
Brasil	60.511	100	164.599	100	95.496	100	260.095	100

Fonte: Eletrobrás (2000) in ANEEL (2002).
* inclui as Regiões Hidrográficas do Paraná (Sub-bacias 60 a 65) e Paraguai (Sub-bacias 66 e 67); ** inventariado + remanescente



Fonte: Eletrobrás, 2000 in ANEEL (2002)

Figura 87 - Capacidade instalada e potencial hidrelétrico (inventariado e remanescente), em potência (MW), da Região Hidrográfica do Paraná

A Região Hidrográfica do Paraná apresenta a maior porcentagem de utilização do potencial disponível entre todas as regiões hidrográficas (38.470MW de potência instalada de um total de 57.524MW, ou 66,9%; bem acima da média nacional, que é de 23,6%) e, certamente, proporcionou condições para o maior desenvolvimento das regiões Sul, Sudeste e mesmo do Centro-Oeste. Também responde por cerca de 75% do consumo nacional (FGV, 1998; ANEEL, 2002).

Por outro lado, a predominância da geração hidráulica na Região Hidrográfica do Paraná, com grandes reservatórios de regularização pertencentes a empresas diversas, gera certa preocupação quanto às dificuldades para coordenar a operação dos aproveitamentos hidrelétricos, de forma a

conciliar a otimização dos sistemas elétricos com o melhor uso das águas (FGV, 1998). Estes aspectos expõem uma realidade no sistema vigente, que é a interdependência operativa de usinas e bacias multiproprietários (Mahler, 2005).

As possibilidades de expansão do parque gerador na Região Hidrográfica do Paraná, a partir do potencial hidráulico da região, são proporcionalmente mais reduzidas do que em outras regiões hidrográficas (potencial remanescente de 6.808 MW na Região Hidrográfica do Paraná para um total nacional de 95.496 MW, ou seja, apenas 7,1%), embora parte expressiva do potencial remanescente brasileiro esteja em áreas menos povoadas do Brasil.

O Quadro 55 e a Figura 82 apresentam a potência instalada atualmente, com base em dados de ANEEL *in* PNRH-BASE (2005). Nota-se que a maior potência está na Sub 1 do Paraná (38,8%), fato certamente influenciado principalmente pela presença da UHE de Itaipu, além de Ilha Solteira, Jupiá e Porto Primavera, todas no rio Paraná. Em seguida, há a Sub 1 do Iguaçu (18,5%), do Grande (16,1%) e Paranaíba (15,4%). Em número de UHEs, a Sub 1 do Grande apresenta maior quantidade (39% ou 32,2%).

O Quadro 56 e a Figura 82 apresentam a potência de futuras centrais hidrelétricas (inclusive com menos de 30MW),

com base em dados de Eletrobras-SIPOT (2002).

Os Quadros 2A e 2B do **ANEXO 2** apresentam a distribuição de centrais hidrelétricas na Região Hidrográfica do Paraná, em operação e futuras, considerando-se as seguintes bases de dados: ANEEL *in* PNRH-BASE (2005), para centrais em operação (incluindo aquelas com potência inferior a 30MW); e ELETROBRÁS-SIPOT (2002), para futuros empreendimentos com potência maior de 30MW. No caso dos empreendimentos futuros, estão incluídos aqueles nas fases de inventário final, estudos de viabilidade, projeto básico e em construção.

Quadro 55 - Capacidade instalada (atual) de geração de energia hidrelétrica na Região Hidrográfica do Paraná

Unidade hidrográfica Sub 1	Potência nominal instalada		Número de UHEs	
	MW*	%	Número	%
Grande	7.543,97	16,1	39	32,2
Iguaçu	8.683,56	18,5	11	9,1
Paraná	18.201,55	38,8	11	9,1
Paranaíba	7.198,94	15,4	16	13,2
Paranapanema	2.323,31	5,0	17	14,0
Tietê	2.904,63	6,2	27	22,3
Total – RH-PR	46.855,96	100	121	100

Fonte: ANEEL *in* PNRH-BASE (2005)
* considerando-se Itaipu = 12.600MW. Mesmo assim, estes números estão algo distintos daqueles do Quadro 35 devido a algumas diferenças de valores de potência instalada entre ANEEL (2002) e PNRH-BASE (2005)

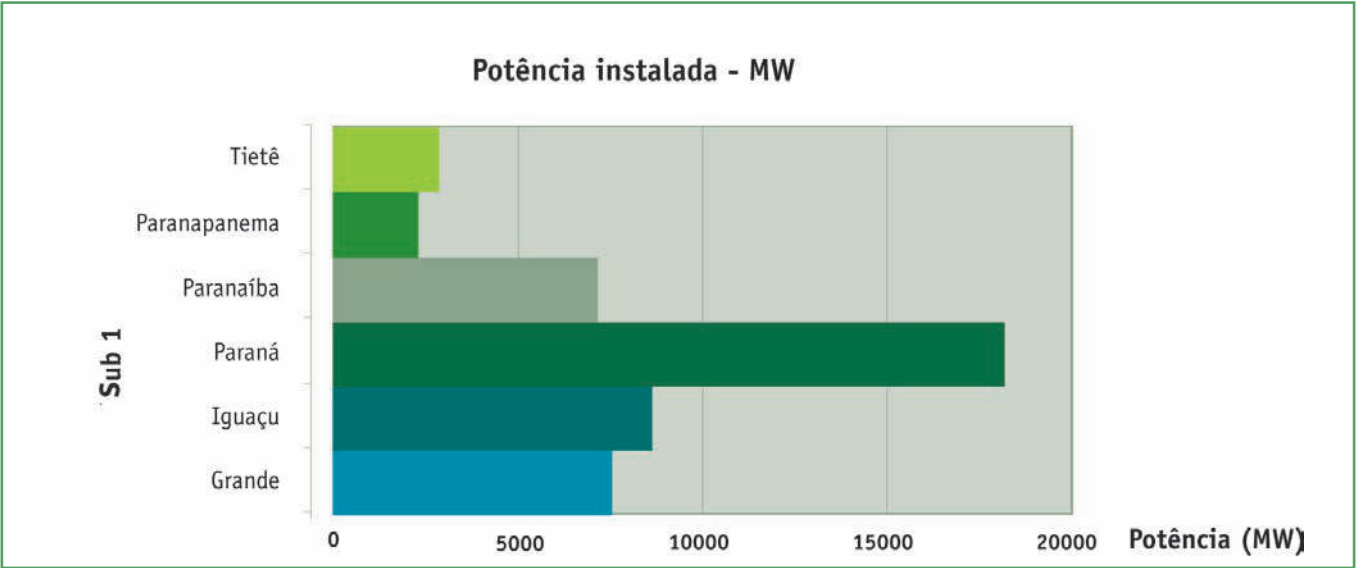
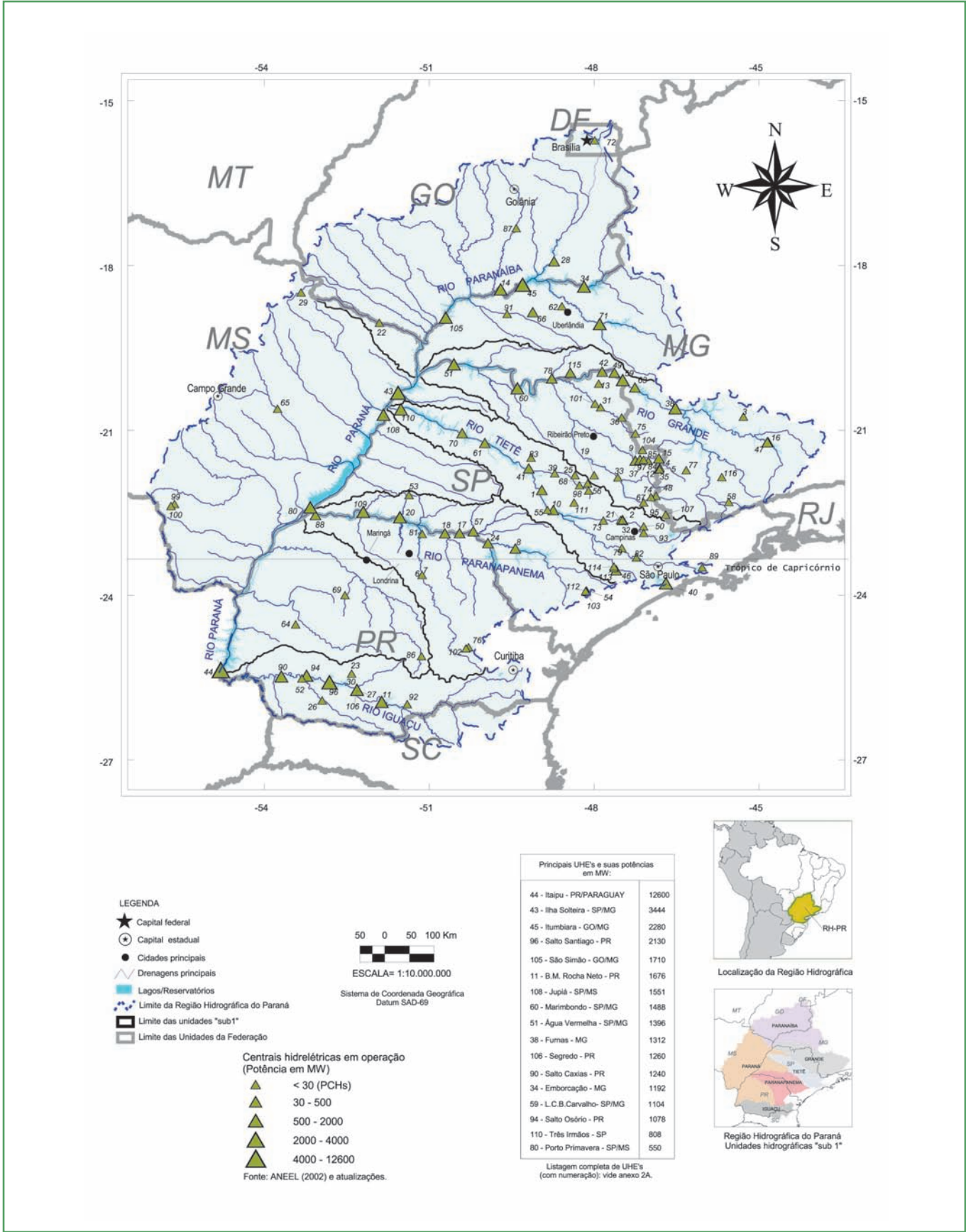
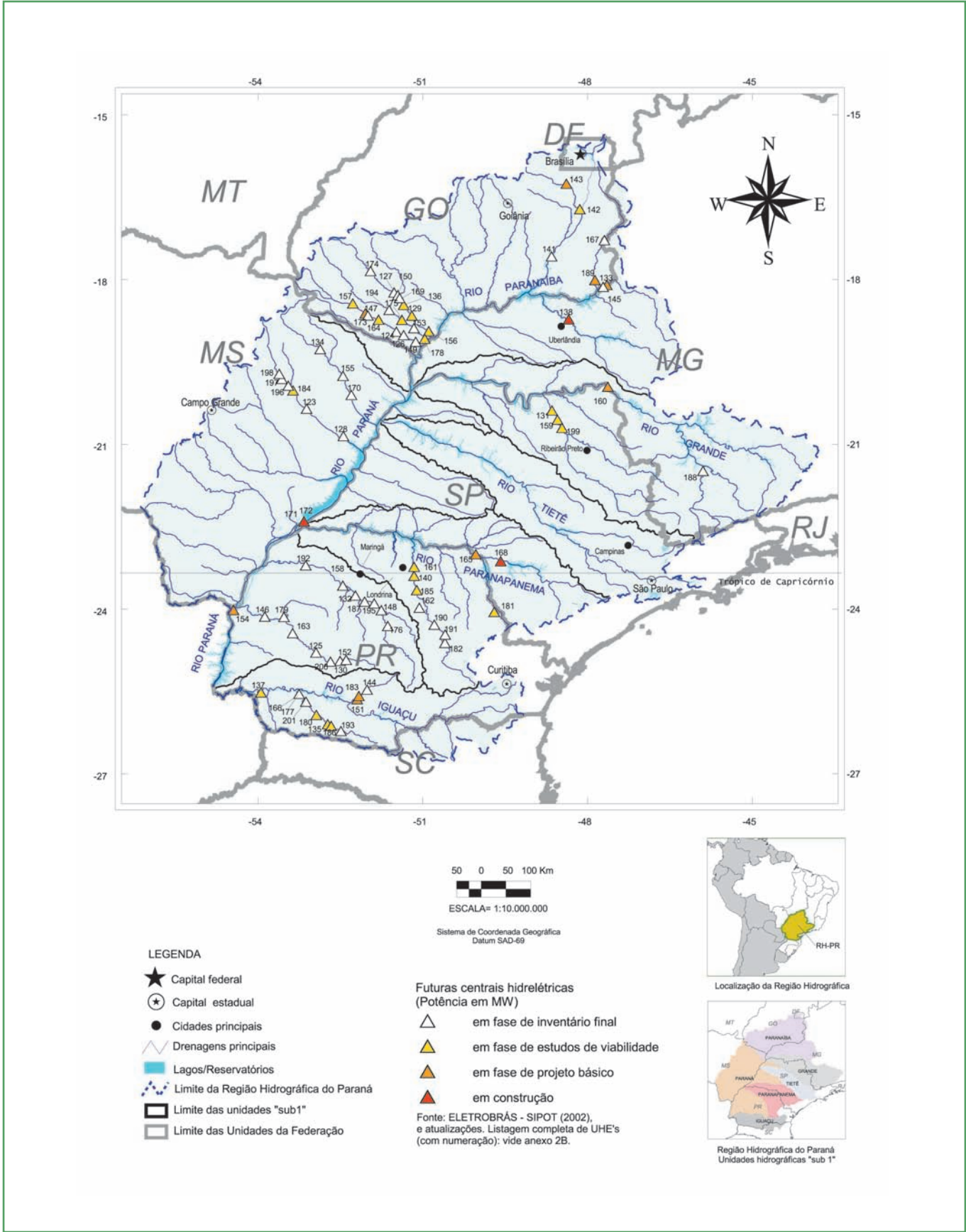


Figura 88 - Capacidade atual de geração de energia hidrelétrica nas Sub 1 da Região Hidrográfica do Paraná



Fonte: Bases do PNRH (2005)

Figura 89 - Centrais Hidrelétricas em Operação



Fonte: Bases do PNRH (2005)

Figura 90 - Futuras Centrais Hidrelétricas

Quadro 56 - Capacidade de geração de energia por meio de futuras centrais hidrelétricas na Região Hidrográfica do Paraná, por Sub 1 e por tipo de status

Unidade hidrográfica Sub 1	Potência nominal		Status	Potência nominal		Número de UHEs	
	MW	%		MW	%	Nº	%
Grande	420	2,8	Em construção	5.340,0	36,15	6	7,5
Iguaçu	1.885,9	12,8	Estudos de viabilidade	3.036,1	20,56	20	25,0
Paraná	8.234,9	55,8	Inventário final	4.052,4	27,44	45	56,3
Paranaíba	2.670,3	18,1	Projeto básico	2.341,6	15,85	9	11,2
Paranapanema	1.559,00	10,6	Totais	14.770,1	100	80	100
Tietê	0	0					

Fonte: ELETROBRAS-SIPOT (2002)

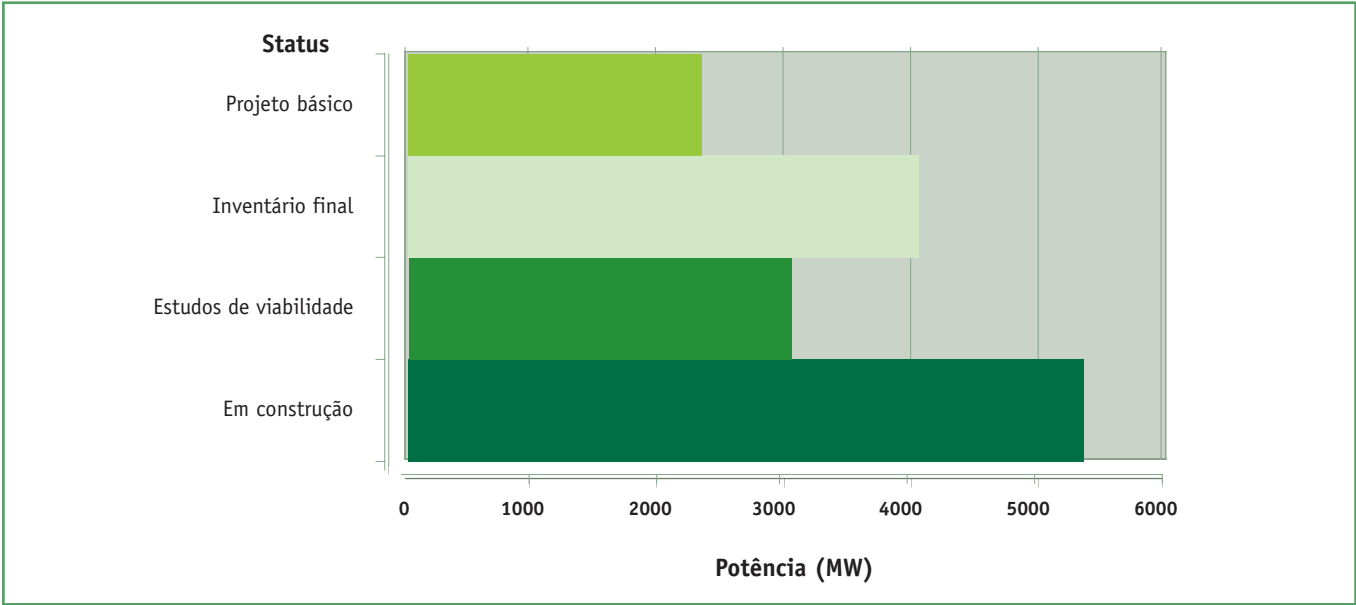


Figura 91 - Capacidade de geração de energia por meio de futuras centrais hidrelétricas na Região Hidrográfica do Paraná, por Sub 1 e por tipo de status

Estes dados foram previamente disponibilizados para os participantes das reuniões de trabalho e da CER-PR, com representantes do setor elétrico, sendo que nos casos da Cemig e Copel, foram revisadas as informações da base do PNRH.

Deve-se considerar a existência de diferenças nos dados presentes nas diversas bases de dados existentes (FGV, 1998; ANEEL, 2002; ELETROBRÁS-SIPOT, 2002; PNRH-BASE, 2005; ONS, 2005; entre outras), de tal forma que as totali-

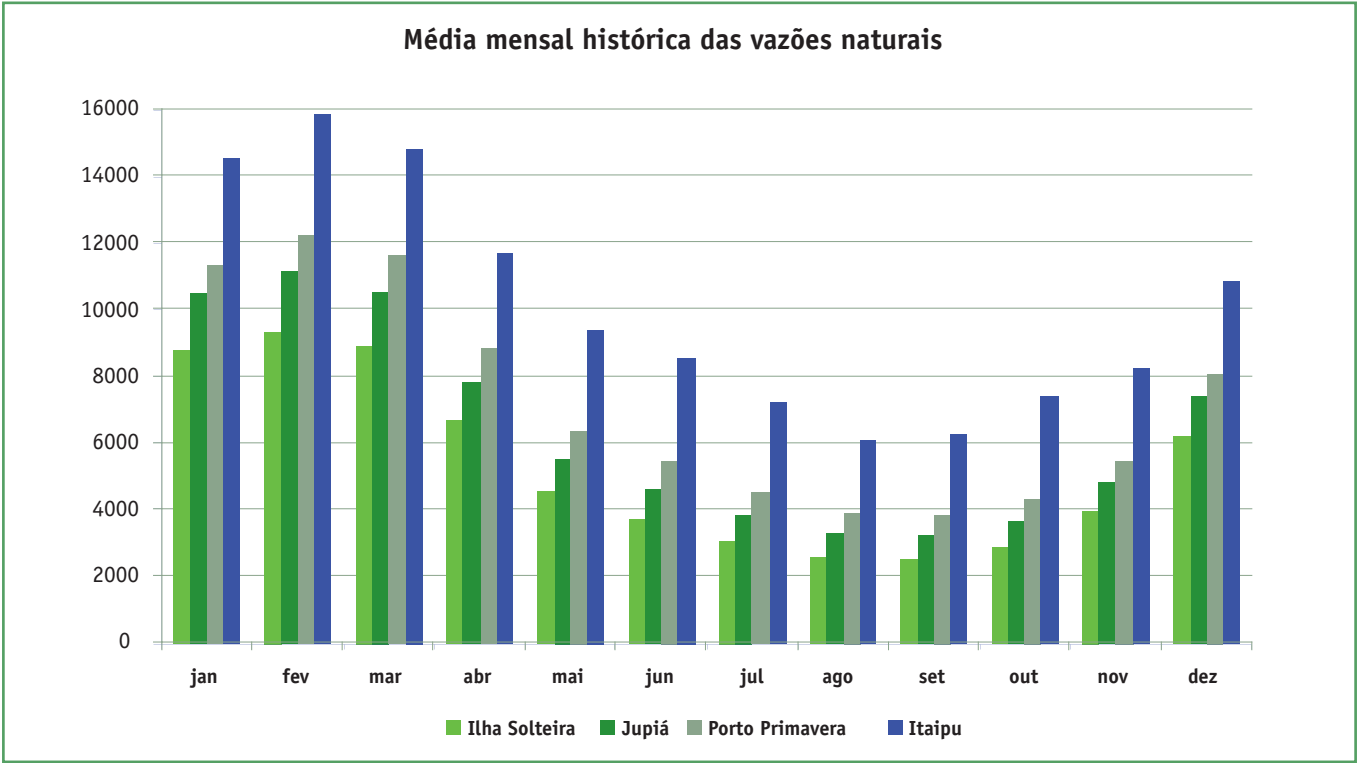
zações (potências diversas, volumes de reservatórios, áreas de drenagem etc.) por vezes apresentam algumas discrepâncias. Assim, recomenda-se consulta aos sites do ONS (www.ons.org.br), da ANEEL (www.aneel.gov.br), Ministério das Minas e Energia (www.mme.gov.br) e da Eletrobrás (www.eletrobras.gov.br), além das diversas concessionárias.

De forma geral, destacam-se as grandes hidrelétricas em operação, a exemplo de Itaipu (rio Paraná, com 12.600MW

de potência instalada, sendo 6.300MW produzidos pela brasileira Itaipu Binacional e a outra metade pela equivalente paraguaia), Ilha Solteira (rio Paraná, com 3.444 MW), Itumbiara (rio Paranaíba, com 2.124 MW), São Simão (rio Paranaíba, com 1.710 MW), Foz do Areia (rio Iguaçu, com 1.676 MW), Jupiá (rio Paraná, com 1.551 MW), Marimbondo (rio Grande, com 1.440 MW), Salto Santiago (rio

Iguaçu, com 1.420 MW), Água Vermelha (rio Grande, com 1.396 MW) e Furnas (rio Grande, com 1.270MW).

A Figura 84 apresenta as vazões médias mensais históricas naturais nos locais das UHEs de Ilha Solteira, Jupiá, Porto Primavera e Itaipu, evidenciando comportamento sazonal. Este comportamento não se repete no rio Iguaçu, no qual as chuvas são mais bem distribuídas ao longo do ano.



Fonte: ONS (2005)

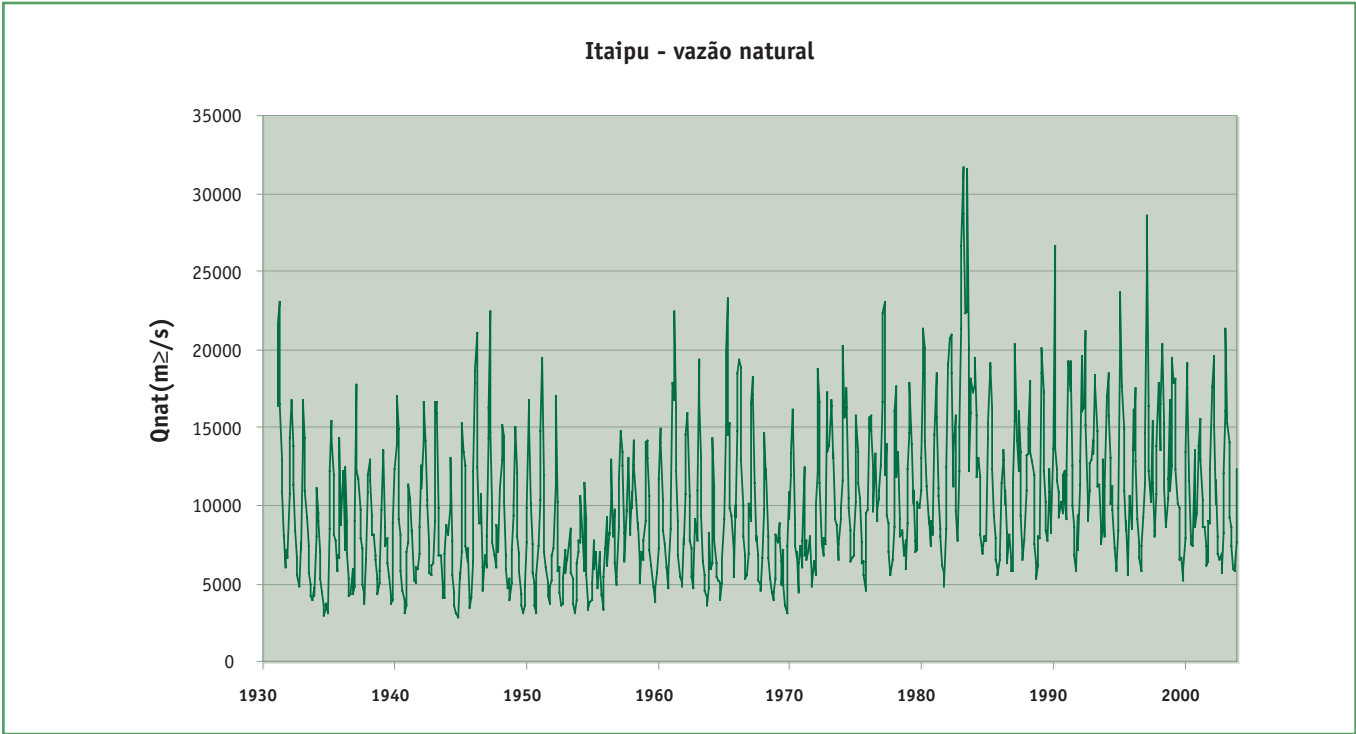
Figura 92 - Vazões médias mensais históricas naturais, em m³/s, nos locais das UHEs de Ilha Solteira, Jupiá, Porto Primavera e Itaipu (ONS, 2005)

A UHE de Itaipu (Foto 21) é a maior hidrelétrica em operação no mundo. Com 18 unidades geradoras de 700 MW (turbinas do tipo Francis), Itaipu é responsável atualmente por cerca de 25% de toda energia elétrica consumida no Brasil. As obras civis tiveram início em janeiro de 1975 e a usina entrou em operação comercial em maio de 1984. A última unidade geradora entrou em operação em abril de 1991. Atualmente estão sendo instaladas mais duas unidades geradoras, o que aumentará sua capacidade nominal para 14.000 MW (ANEEL, 2002). A Figura 85 apresenta as vazões médias históricos no local da UHE de Itaipu (ONS, 2005).



Fonte: ITAIPU, 2005

Foto 21 - Vista da UHE de Itaipu

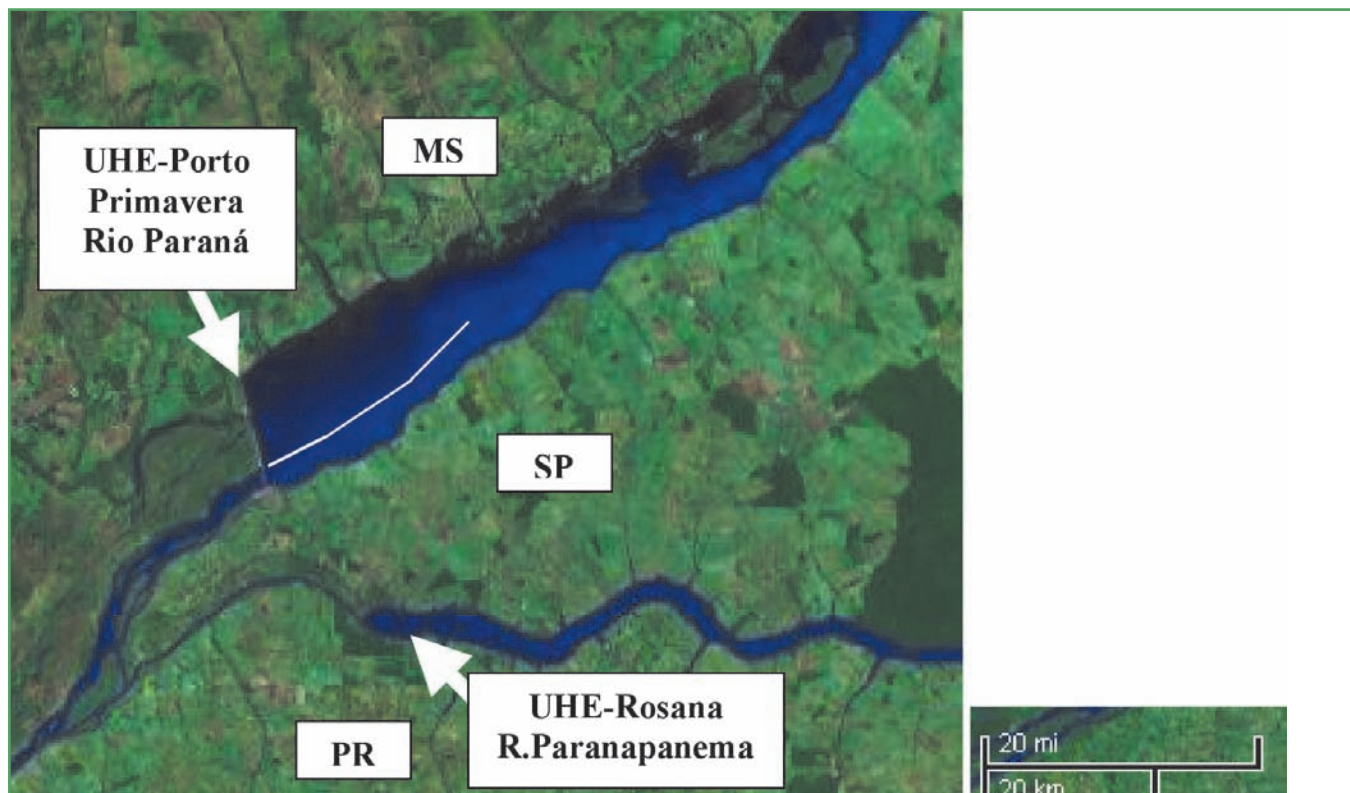


Fonte: (ONS, 2005)

Figura 93 - Vazões médias mensais históricas, em m³/s, no local da UHE de Itaipu

Quanto aos reservatórios, destacam-se, em área de inundação, os gerados para as UHEs do rio Paraná (de Itaipu, Ilha Solteira, Jupiá e Porto Primavera) e Furnas, no rio Grande, respectivamente, com 1.549 km², 1.230 km², 344km², 2.312km² e 1.522,6km². A UHE de Porto Primavera, como se nota na Figura 86, apresentou ampla área de inundação, com predominância de sua extensão no Estado do Mato

Grosso do Sul, devido a aspectos morfo-topográficos. Estes e outros impactos socioambientais negativos da geração de reservatórios artificiais (deslocamento de populações e de atividades econômicas; impactos a comunidades locais e à biota; ascensão da superfície potenciométrica de aquíferos; entre outros) são desafios decorrentes de empreendimentos hidrelétricos e devem ser considerados.



Fonte: <http://maps.google.com/?ll=-22.555684,-53.024139&spn=0.62651,0.925598&t=h&om=1>.

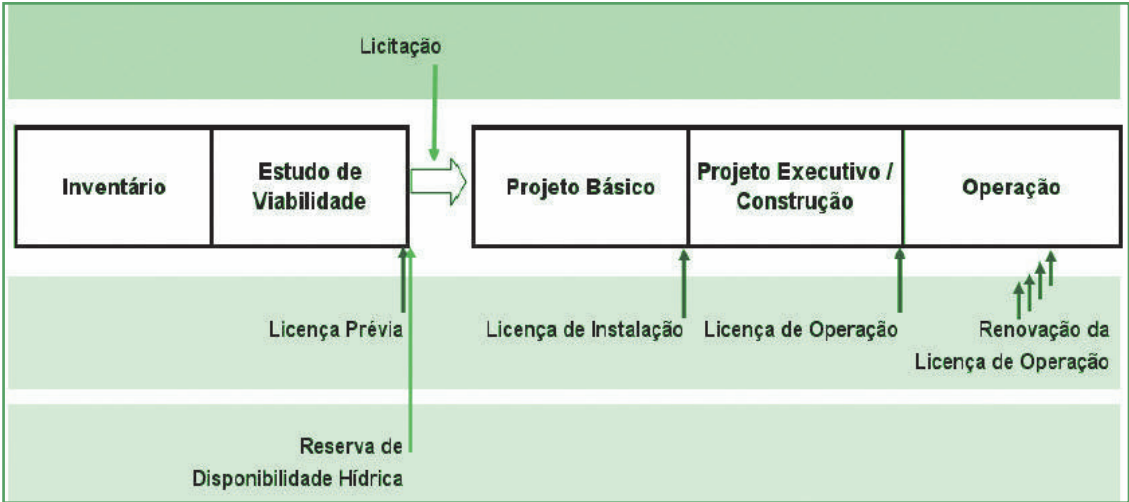
Figura 94 - Ilustração parcial dos reservatórios das UHEs de Porto Primavera, no rio Paraná e Rosana, no rio Paranapanema

A implantação de usinas com potência instalada maior que 30 MW ou até 30 MW que não se enquadram na condição de PCH, são objeto de concessão, mediante licitação. Com base nos estudos de viabilidade, a ANEEL (até a instalação da Empresa de Pesquisa Energética – EPE) solicita declaração de reserva de disponibilidade hídrica à ANA ou ao órgão gestor Estadual, que será transformada em outorga de direito de uso de recursos hídricos após o recebimento da concessão ou da autorização.

No modelo em vigor até o final de 2003, o processo para obtenção da Licença Prévia – LP era iniciado pelo interes-

sado executor do estudo de viabilidade, não sendo pré-requisito para a aprovação do estudo, e tinha prosseguimento com o vencedor da licitação. Entretanto, desde 2004, esta Licença é necessária para que qualquer empreendimento passe a fazer parte do programa de licitações.

O início da construção do empreendimento está condicionado à aprovação do projeto básico, à apresentação da Licença de Instalação – LI. O início da operação está condicionado à apresentação da Licença de Operação – LO. A Figura 87 apresenta processo atual para implantação de UHEs (ANA, 2005e).



Fonte: ANA (2005e)

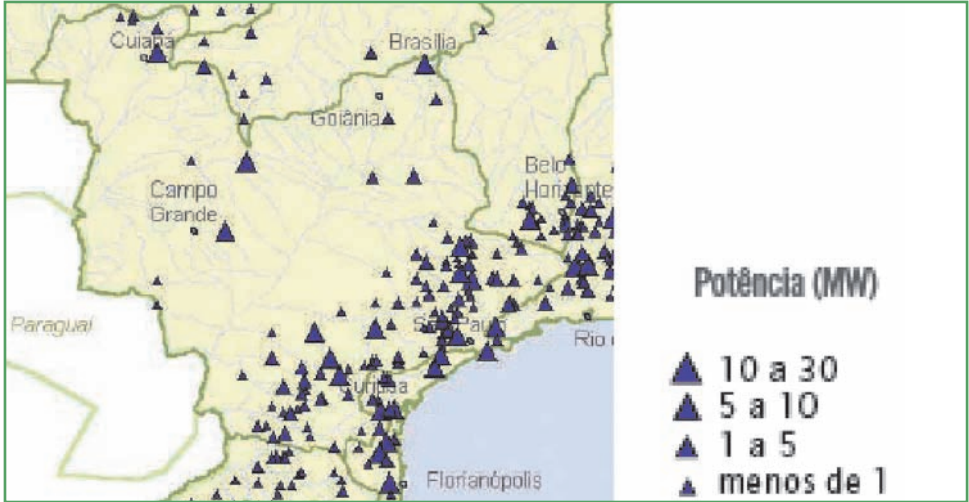
Figura 95 - Procedimentos para implantação de aproveitamentos hidrelétricos com potência acima de 30 MW – UHEs

Embora não haja muita disponibilidade remanescente para futuros empreendimentos, ocorre atualmente uma tendência de desenvolvimento de projetos de pequenas centrais hidrelétricas em rios de menor porte. Segundo dados de ANEEL (2002), em janeiro de 2002, havia no Brasil 337 micro e pequenas centrais hidrelétricas – PCHs em operação, correspondendo a 1.507MW de potência, ou 2,4% do total (62.020MW).

Assim, embora a geração hidrelétrica no Brasil seja constituída predominantemente de grandes empreendimentos – a capacidade instalada das UHEs com potência acima de

1.000MW é de 44.260MW ou 71,4% do total –, as micro e PCHs têm papel importante, pois procuram atender demandas próximas aos centros de carga, em áreas periféricas ao sistema de transmissão e, no caso, da Região Hidrográfica do Paraná, uma alternativa devido à impossibilidade de se construir novos grandes empreendimentos (ANEEL, 2002).

A Figura 88 apresenta a distribuição de micro e pequenas centrais hidrelétricas em operação segundo ANEEL (2002), sendo que predominam centrais num eixo NE, desde Belo Horizonte (RH-São Francisco), passando por São Paulo e Curitiba, ou seja, na parte sudeste da Região Hidrográfica do Paraná.

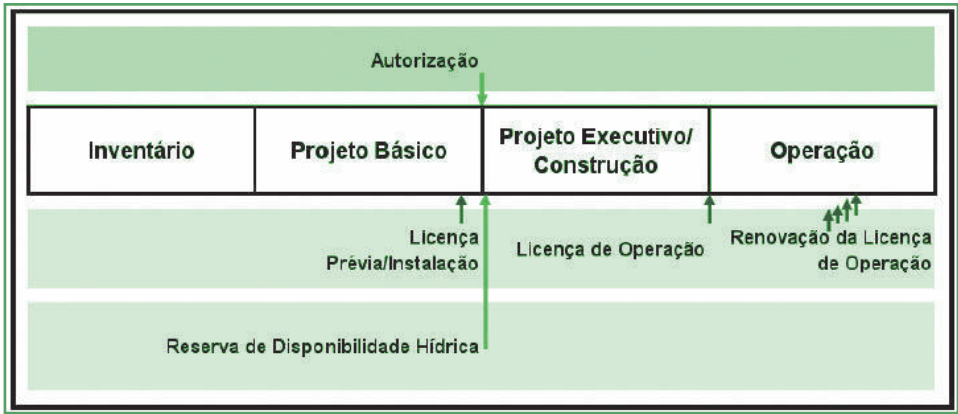


Fonte: ANEEL (2002)

Figura 96 - Localização dos pequenos aproveitamentos hidrelétricos (micro e PCHs) existentes na Bacia do Paraná

A implantação de usinas com potência entre 1 e 30 MW e com área total de reservatório igual ou inferior a 3 km² (Resolução ANEEL n.º 652/2003) depende de autorização do Poder Concedente. Para autorizar esses aproveitamentos, deve ser obtida a LP/LI (como para estes aproveitamentos, não é necessária a elaboração de Estudos de Viabilidade, o

processo de obtenção da LP e LI podem ser simultâneos) e a declaração de reserva de disponibilidade hídrica. O início da construção do empreendimento está condicionado à apresentação da Licença de Instalação. O início da operação está condicionado à apresentação da Licença de Operação – Figura 89 (ANA, 2005e).



Fonte: ANA (2005e)

Figura 97 - Procedimentos para implantação de aproveitamentos hidrelétricos com potência entre 1 e 30 MW – PCHs

O Quadro 57 apresenta a vazão regularizada pelas principais UHEs da Região Hidrográfica do Paraná.

Quadro 57 - Vazão regularizada pelas principais UHEs da Região Hidrográfica do Paraná.

Rio	Usina	Área de drenagem (km ²)	Vazão média (m ³ /s)	Vazão regularizada (m ³ /s)	Grau de regularização (%)
Bacia Hidrográfica do Rio Paranaíba					
Araguari	Nova Ponte	15.480	532	261	49
Araguari	Miranda	18.124	349	288	82
Corumbá	Corumbá I	27.604	452	172	38
Paranaíba	Emborcação	29.050	483	384	80
Paranaíba	Itumbiara	94.728	1.548	1.214	78
Paranaíba	Cachoeira Dourada	99.775	1.624	1.240	76
Paranaíba	São Simão	171.474	2.363	1.734	73
Bacia Hidrográfica do Rio Grande					
Pardo	Caconde	2.588	54	30	56
Pardo	Euclides da Cunha	4.392	88	38	43
Pardo	Limoeiro (A. S. Oliveira)	4.471	89	39	44
Grande	Camargos	6.279	133	76	57
Grande	Funil	15.153	322	76	24
Grande	Furnas	52.138	929	678	73
Grande	Mascarenhas de Moraes	59.600	1.016	768	76
Grande	Luiz Carlos Barreto (Estreito)	61.942	1.035	775	75
Grande	Jaguara	62.700	1.045	777	74
Grande	Igarapava	63.693	1.103	783	71
Grande	Volta Grande	68.800	1.133	794	70
Grande	Porto Colômbia	77.427	1.328	828	63
Grande	Marimbondo	118.515	1.847	1.174	64
Grande	Água Vermelha	139.427	2.089	1.367	65

Rio	Usina	Área de drenagem (km²)	Vazão média (m³/s)	Vazão regularizada (m³/s)	Grau de regularização (%)
Bacia Hidrográfica do Rio Tietê					
Guarapiranga	Guarapiranga	631	12	7	58
Pinheiros	Pedreira (Billings)	560	19	19	100
Tietê	Ponte Nova	320	8	8	100
Tietê	Edgard de Souza	4.844	105	42	40
Tietê	Barra Bonita	33.156	435	205	47
Tietê	Bariri	36.708	486	261	54
Tietê	Ibitinga	44.923	581	300	52
Tietê	Promissão	58.106	699	383	55
Tietê	Nova Avanhandava	62.727	747	385	52
Tietê	Três Irmãos	71.221	797	480	60
Bacia Hidrográfica do Rio Paranapanema					
Paranapanema	Jurumirim	17.891	220	161	73
Paranapanema	Piraju	18.326	225	163	72
Paranapanema	Chavantes	27.769	338	240	71
Paranapanema	Ourinhos	28.160	342	240	70
Paranapanema	Canoas III	39.531	459	243	53
Paranapanema	Canoas I	41.276	477	243	51
Paranapanema	Capivara	84.715	1.077	658	61
Paranapanema	Taquaruçu	88.707	1.137	672	59
Paranapanema	Rosana	100.799	1.281	702	55
Bacia Hidrográfica do Rio Paraná					
Paraná	Porto Primavera	571.855	7.130	4.368	61
Paraná	Ilha Solteira	377.197	5.243	3.400	65
Paraná	Souza Dias (Jupiá)	476.797	6.341	3.880	61
Paraná	Itaipu	823.555	10.027	5.370	54
Bacia Hidrográfica do Rio Iguaçu					
Jordão	Desvio Jordão	4.682	126	10	-
Iguaçu	Foz do Areia (Munhoz)	30.127	654	328	50
Iguaçu	Segredo (G. Ney Braga)	34.346	749	377	50
Iguaçu	Salto Santiago	43.852	994	517	52
Iguaçu	Salto Osório	45.769	1.041	523	50
Iguaçu	Salto Caxias	56.977	1.336	530	40

Fonte: ANA (2005a)

A totalização das vazões regularizadas por unidade Sub 1 é a seguinte (ANA, 2005a):

- Grande: 8.403 m³/s;
- Iguaçu: 2.205 m³/s;
- Paraná: 17.018 m³/s;
- Paranaíba: 5.293 m³/s;
- Paranapanema: 3.522 m³/s;
- Tietê: 2.090 m³/s.
- Pesca, Turismo e Lazer

A pesca esportiva, o turismo e o lazer são praticados principalmente nos reservatórios ao longo dos rios Tietê, Grande, Paranapanema e Paranaíba (PNRH-DBR, 2005). De grande potencial, porém ainda incipiente prática, esse segmento carece de definição de políticas e estratégias de uso racional dos lagos dos reservatórios como instrumento de ofertar lazer de baixo custo à sociedade (ANA, 2005f).

O turismo, pela natureza de suas atividades e pela dinâmica de crescimento nos últimos anos, é um dos segmentos da economia que pode atender a vários desafios existentes ao mesmo tempo, como gerar empregos e divisas, proporcionando a inclusão social. Além disso, o turismo pode transformar-se em um agente da valorização e conservação do patrimônio ambiental, cultural e natural, fortalecendo o princípio da sustentabilidade. Esta prática sustentável tem correlação direta com o exercício da educação ambiental, ações preventivas e conservacionistas, e respostas rápidas aos impactos resultantes das atividades propostas.

A poluição hídrica de represas, rios, lagos e cachoeiras representa um dos maiores impactos negativos causados pelo crescimento descontrolado de atividades de turismo e recreação, devido ao lançamento de esgotos, à geração e disposição inadequada de resíduos sólidos, à ineficiência ou falta de coleta desses resíduos e à falta de orientação dos próprios usuários.

ANA (2005f) lista locais conhecidos para práticas de turismo, lazer e pesca em reservatórios:

Reservatório de Furnas (MG): considerado o “Mar de Minas”, o Lago de Furnas é a maior extensão de água no Estado de MG, com superfície de 1.458km². No entorno do lago foi criado o chamado “Circuito Turístico Lago de Fur-

nas”, formado pelos municípios de Alfenas, Alterosa, Areado, Campos Gerais, Divisa Nova, Fama, Machado, Monte Belo, Paraguaçu, Poço Fundo, Serrania e Varginha.

Reservatório de Itaipu (PR): o reservatório da maior usina hidrelétrica do mundo, com 1.350km² de extensão, sendo 770 km² no lado brasileiro e 580 km² no lado paraguaio, é o sétimo em tamanho no Brasil, margeando 16 cidades no Estado do Paraná. Há terminais turísticos, balneários e praias localizadas em oito cidades: Foz do Iguaçu, Santa Terezinha de Itaipu, São Miguel do Iguaçu, Itaipulândia, Missal, Entre Rios e Guaira. “Costa Oeste” é um programa de desenvolvimento econômico da região no entorno do Lago de Itaipu, sendo o segundo pólo de atrações turísticas do Brasil e o terceiro parque hoteleiro nacional (Foz do Iguaçu, PR). Suas principais atrações turísticas são: Parque Nacional do Iguaçu, Cataratas do Iguaçu, Macuco Safári, Parque das Aves, Itaipu Binacional, Centros Náuticos de Guaira e Santa Helena.

Represa Caconde (SP): oferece lago de cerca de 30km² de espelho de água e contornos de montanhas remanescentes do complexo da Mantiqueira, propício aos esportes e atividades de turismo. Os principais atrativos são: corredeiras do rio Pardo, cachoeira do Lafaeti, mata da Fortaleza, trilha da Fuga, morro do Pontal e escarpas do Rosseto.

Lago Paranoá (DF): formado artificialmente em 1959 pelo represamento do rio Paranoá, que recebe os afluentes Bananal e Torto pelo lado norte, e Vicente Pires, Riacho Fundo, Guará, Gama e Cabeça de Veado pelo sul. A Bacia do Paranoá é a única integralmente localizada em território do Distrito Federal – Foto.

Também merece menção o uso da água para turismo contemplativo, com inúmeras quedas de água de grande beleza, além do uso de reservatórios para esportes aquáticos. Alguns exemplos marcantes são as Cataratas do Iguaçu (Foto 22), na fronteira entre Brasil e Argentina; e, antes do enchimento do reservatório de Itaipu, as Sete Quedas (Foto 23). A Foto 24 apresenta uma vista do reservatório de Furnas, no município mineiro de Capitólio.



Fonte: Secretaria Municipal do Turismo de Foz do Iguaçu, PR

Foto 22 - Vista parcial das Cataratas do Iguaçu



Fonte: Prefeitura Municipal de Guairá, PR

Foto 23 - Vista parcial das antigas “Sete Quedas”, em Guaíra, PR, no rio Paraná



Fonte: Prefeitura Municipal de Capitólio, MG

Foto 24 - Vista parcial do reservatório de Furnas, no rio Grande – Capitólio, MG

Navegação e Transporte fluvial

Com relação à navegação e Transporte fluvial, menção deve ser feita à hidrovía Tietê-Paraná, que possibilita a navegação entre São Paulo, Goiás, Paraná, Minas Gerais e Mato Grosso do Sul, em um total de 220 municípios – Figura 90.

A hidrovía Tietê-Paraná representa importante fator de estímulo à industrialização e ao desenvolvimento do turismo no interior paulista, reordenando a matriz de transportes das regiões Centro-Oeste, Sudeste e Sul, e ampliando a integração multimodal, com redução dos fretes, custos e emissão de poluentes para o transporte de produtos da região – Quadro 58 (Garcia, 2005; PNRH-DBR, 2005; ST-SP, 2005). Por outro lado, outros fatores devem ser observados em uma análise in-

tegrada, incluindo potenciais interferências na qualidade das águas que porventura afetem a vida aquática.

A hidrovía Tietê-Paraná apresenta três tramos, interligados entre si (Ferreira, 2000):

- O Tramo Tietê, que se entende desde o município de Santa Maria da Serra – SP, no rio Piracicaba, e o município de Conchas – SP, no rio Tietê, até o canal de Pereira Barreto.
- O Tramo Sul do rio Paraná, estendendo-se desde o município de Foz de Iguaçu, PR – Brasil e Ciudad del Leste – Paraguai, até o canal de Pereira Barreto.
- O Tramo Norte do rio Paraná, que vai do município de São Simão – GO, no rio Paranaíba e Iturama – MG, no rio Grande, até a entrada do canal de Pereira Barreto, no reservatório de Três Irmãos.



Fonte: ST-SP (2005)

Figura 98 - Vista da hidrovía Tietê-Paraná e seus principais elementos

Quadro 58 - Comparativo de custos e outros itens entre os modais

Item	Hidroviário	Ferrovário	Rodoviário
Custo de construção (US\$/km)*	34.000	1.400.000	440.000
Custo do frete (US\$/t km)**	0,014	0,021	0,039
Custo do frete (US\$/t km)***	0,025	0,064	0,084
Eficiência Energética (kg/HP)***	4.000	500	150
Emissão de CO2 (kg/1000 tku)*	20	34	116
Emissão de CO (g/1000 tku)*	91	291	863
Emissão de NOx (g/1000 tku)*	254	831	4.617
Equipamentos para transporte de 1000 toneladas***	1 empurrador + 1 chata	1 locomotiva + 20 vagões	40 cavalos + 40 reboques
Vida útil equipamentos***	50 anos	30 anos	10 anos

Fonte: * ST-SP (2005); ** média de seis referências citadas por ST-SP (2005); *** Schneider (2000) in Garcia (2005)

A operação comercial da hidrovía do Tietê é recente, tendo iniciando em 1981, com o transporte regional de cana-de-açúcar, material de construção e calcário, ao longo de uma extensão de 300 km. Em 1991, começou o transporte de longa distância, através do rio Tietê e do tramo norte do rio Paraná, ligados pelo canal artificial de Pereira Barreto (Foto 25), possibilitando a navegação até o sul do Estado



Fonte: ST-SP, 2005

Foto 25 - Vista do canal artificial de Perei-ra Barreto, parte da hidrovía Tietê-Paraná

de GO e oeste de MG, perfazendo cerca de 1.100 km de hidrovía. Mais recentemente concluída, as eclusas de Jupia e Porto Primavera (Foto 26) permitiram a conexão do rio Tietê ao tramo sul do rio Paraná e que o estirão navegável atinja o reservatório de Itaipu. São mais 750 km de hidrovias principais e 550 km de secundárias, totalizando 2.400 km navegáveis atualmente (FGV, 1998; ST-SP, 2005).



Fonte: ST-SP, 2005

Foto 26 - Vista da eclusa e barragem (parcial) da UHE Três Irmãos, no rio Paraná, parte da hidrovía Tietê-Paraná

O projeto completo da hidrovía prevê a navegação nos seguintes trechos (ANA, 2005g):

- No rio Paraná, desde a confluência de seus formadores, os rios Grande e Paranaíba, até a barragem da UHE de Itaipu, localizada no município de Foz do Iguaçu (PR), numa extensão de 740 km.
- No rio Tietê, desde a cidade paulista de Conchas até a confluência do Tietê com o Paraná, numa extensão de 573 km.
- No rio Paranaíba, desde o sopé da barragem da UHE de São Simão até a confluência do rio Paranaíba com o rio Grande, numa extensão de 180 km.
- No rio Grande, desde a barragem da Usina Hidrelétrica de Água Vermelha, localizada no município de Ouroeste (SP), até sua confluência com o rio Paranaíba, numa extensão de 59 km.
- No canal Pereira Barreto (Foto 10), que liga o lago das barragens da UHE de Três Irmãos, no rio Tietê, ao rio São José dos Dourados, afluente da margem esquerda do rio Paraná, no Estado de São Paulo, numa extensão de 53 km, sendo 36 km no rio São José dos Dourados e 17 km no canal Pereira Barreto propriamente dito.
- No rio Paranapanema, desde sua foz na margem esquerda do rio Paraná até a barragem da UHE de Rosana, em um trecho com cerca de 70 km. O rio Paranapanema poderia ser navegável em até 610 km, permitindo conexão intermodal hidro-ferroviária, desde que as diversas usinas existentes em seu leito contassem com sistemas de transposição de desnível.
- No rio Ivaí, desde sua foz na margem esquerda do rio Paraná até a cidade de Doutor Camargo (PR), em um estirão de 220 km. Uma série de aproveitamentos hidrelétricos estão inventariados para o rio Ivaí. Se esses forem construídos seguindo o conceito dos usos múltiplos do rio, a hidrovía pode alcançar a cidade de Teresa Cristina (PR), apresentando uma extensão navegável de 632 km. Do contrário, a navegação poderá ser limitada ao trecho de 150 km que vão da foz até o local planejado para a construção da barragem de Três Figueiras.

O modal hidroviário apresenta características operacionais totalmente diferentes dos demais meios de transportes,

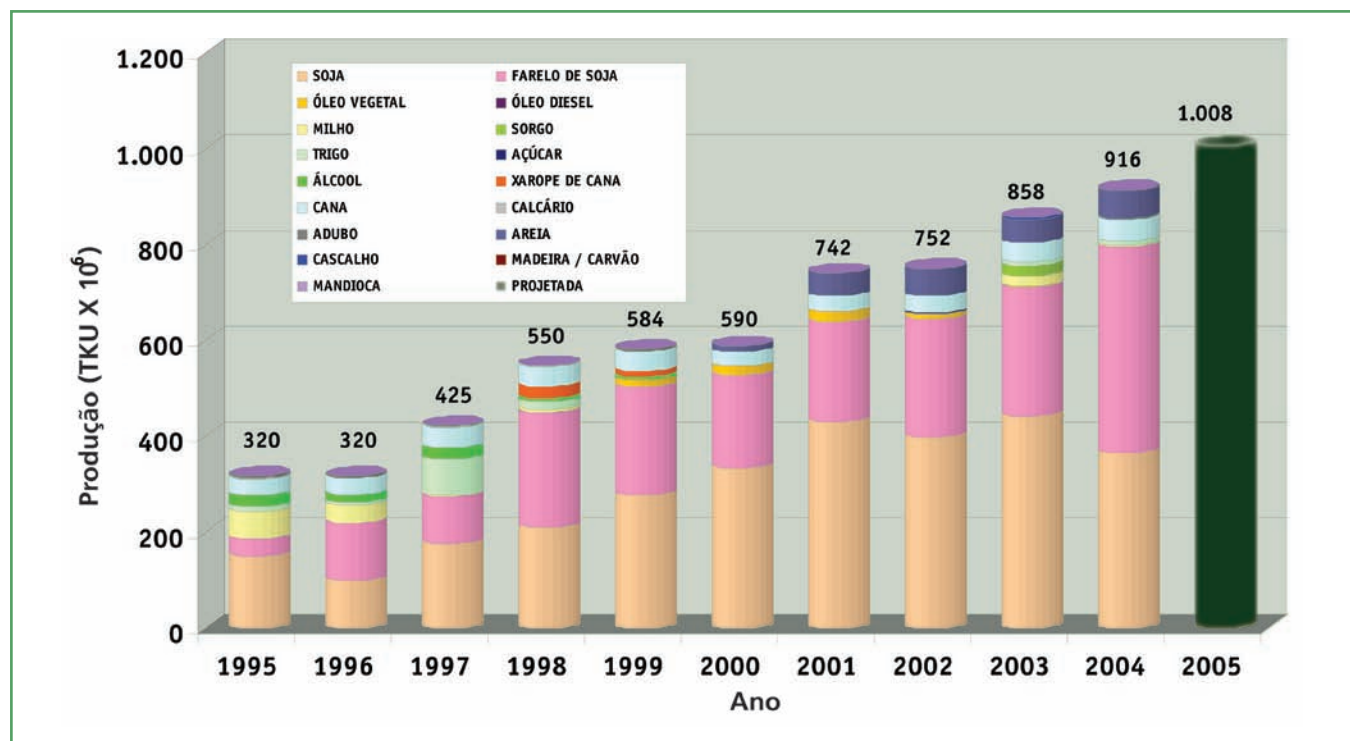
pois, o funcionamento de sua infra-estrutura está atrelado a outras atividades, meios de transporte e Sub estruturas. São estas (ST-SP, 2005):

- Atividades – As embarcações que navegam pela Hidrovía compartilham do mesmo espaço físico das barragens das UHEs que foram construídas com o conceito de aproveitamento múltiplo das águas – abastecem o SIN (energia) e possibilitam a navegação, a irrigação de culturas agrícolas, o turismo fluvial, os esportes náuticos e o lazer, entre outras atividades.
- Meios de Transporte – Para que a carga transportada chegue a seu destino é necessário que a hidrovía esteja integrada a outros modais como o rodoviário, o marítimo, o dutoviário e o ferroviário.
- Sub-estruturas – os 30 terminais intermodais, localizados nas proximidades da Hidrovía Tietê-Paraná e de responsabilidade do setor privado, servem para processar a matéria-prima ou armazená-la até sua transferência para outro modal. Nos 19 estaleiros existentes foram construídas todas as embarcações que operam no sistema, compondo uma frota de 39 empurradores e 151 barcas.

O comboio-tipo para a Hidrovía Tietê-Paraná tem 200 m de comprimento e 16 m de boca o que, para um calado de 2,50 m, resultam em uma capacidade de carga de 2.200 t (ou 4.400 t, para o comboio duplo Tietê, com 22 m de boca) – ANA (2005g).

A hidrovía dispõe de dez eclusas, sendo oito no rio Tietê (Barra Bonita, Bariri, Ibitinga, Promissão, Nova Avanhandava – dupla, Três Irmãos – dupla) e duas no rio Paraná (Jupia e Porto Primavera). As eclusas do rio Tietê possuem 142 m de comprimento, 12 m de largura e 3 m de lâmina de água (2,5 m de calado mais 0,5 m de margem de segurança), à exceção da Eclusa de Três Irmãos, cujo calado é de 3,5 m. Já as eclusas do rio Paraná têm 210 m de comprimento, 17 m de largura e 4,5 m de profundidade em Jupia e 4,8 m em Porto Primavera.

As principais cargas transportadas na hidrovía são grãos sólidos (70%), carga geral (20%) e granel líquido (10%) (PNRH-DBR, 2005; ANA, 2005g). Dados históricos mais completos são apresentados na Figura 91 (ST-SP, 2005).



Fonte: ST-SP (2005)

Figura 99 - Evolução da produção transportada na hidrovía Tietê-Paraná (tku x 106)

A jurisdição dos 2.400 km de vias navegáveis atuais da hidrovía Tietê-Paraná é efetuada da seguinte forma (ST-SP, 2005):

- Rio Paraná: responsabilidade da Administração da Hidrovía do Paraná – AHARANA, ligada ao Ministério dos Transportes.
- Rios Tietê e Piracicaba: responsabilidade do Departamento Hidroviário, subordinado à Secretaria de Estado de São Paulo dos Transportes.

Além destas vias navegáveis, Garcia (2005) cita outros 2.900 km potencialmente navegáveis na Região Hidrográfica do Paraná. SÃO PAULO (2004), citando SRHSO & DAEE (1999), indica 4.166km de rios potencialmente navegáveis no Estado de São Paulo, sendo 3.666km na Região Hidrográfica do Paraná. O Plano de Nacional de Viação – PNV, da década de 1970, cita outros cursos de água potencialmente navegáveis: Paranapanema, Ivaí e Ivinhema. Estes dados permitem esperar que, ao médio e longo prazos, seja possível expandir a rede hidroviária atual, considerando-se o potencial ainda não utilizado.

Segundo Garcia (2005), há os seguintes marcos legais quanto às vias navegáveis:

- Constituição 1988, Artigo 21, inciso XII, alíneas d e f – competência; Artigo 21, inciso XXI – estabelecer o PNV;
- Lei n.º 5.917, de 10 de setembro de 1973: Plano Nacional de Viação;
- Lei n.º 6.630, de 16 de abril de 1979: complementa o PNV;
- PL n.º 1.176-B/1995: definirá o Sistema Nacional de Viação;
- Lei n.º 8.617 de 4 de janeiro de 1993 e o Decreto n.º 4.983, de 10 de fevereiro de 2004, definem águas interiores brasileiras e navegação interior.

Balanço entre disponibilidade e demandas

ANA (2005a) analisa a situação do balanço entre disponibilidade e demandas estimadas de recursos hídricos nas diferentes RHs do Brasil segundo duas situações diferentes:

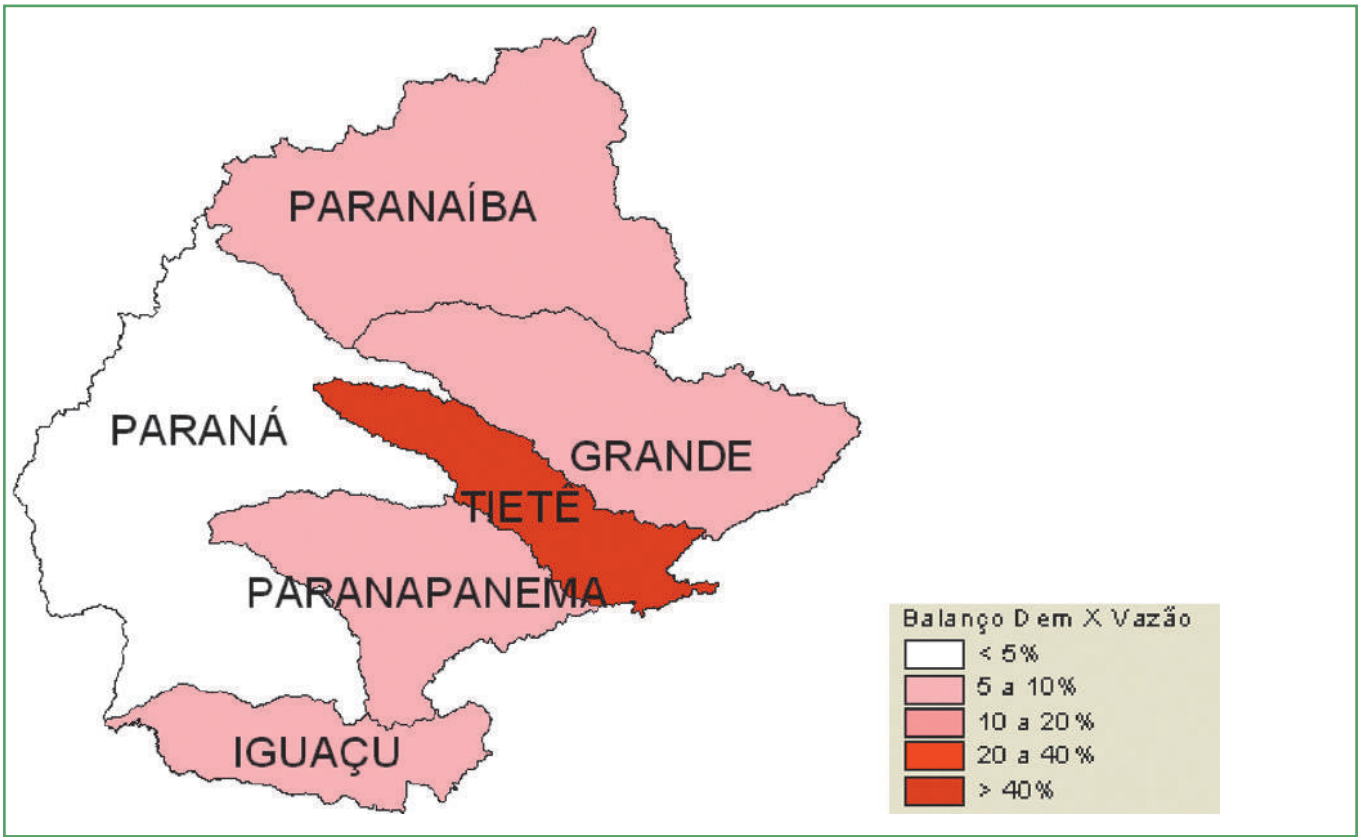
(1) A razão entre a vazão de retirada para os usos consuntivos e a vazão média. A *European Environment Agency* e as Nações Unidas utilizam o Índice de Retirada de Água ou *Water Exploitation Index*, que é igual ao quociente entre a retirada (demanda) total anual e a vazão média de longo período. Este índice adota a seguinte classificação:

- < 5% – Excelente. Pouca ou nenhuma atividade de gerenciamento é necessária. A água é considerada um bem livre;
- 5 a 10% – A situação é confortável, podendo ocorrer necessidade de gerenciamento para solução de problemas locais de abastecimento;
- 10 a 20% – Preocupante. A atividade de gerenciamento é indispensável, exigindo a realização de investimentos médios;
- 20% a 40% – A situação é crítica, exigindo intensa atividade de gerenciamento e grandes investimentos;
- > 40% – A situação é muito crítica.

(2) A razão entre a vazão de retirada para os usos consun-

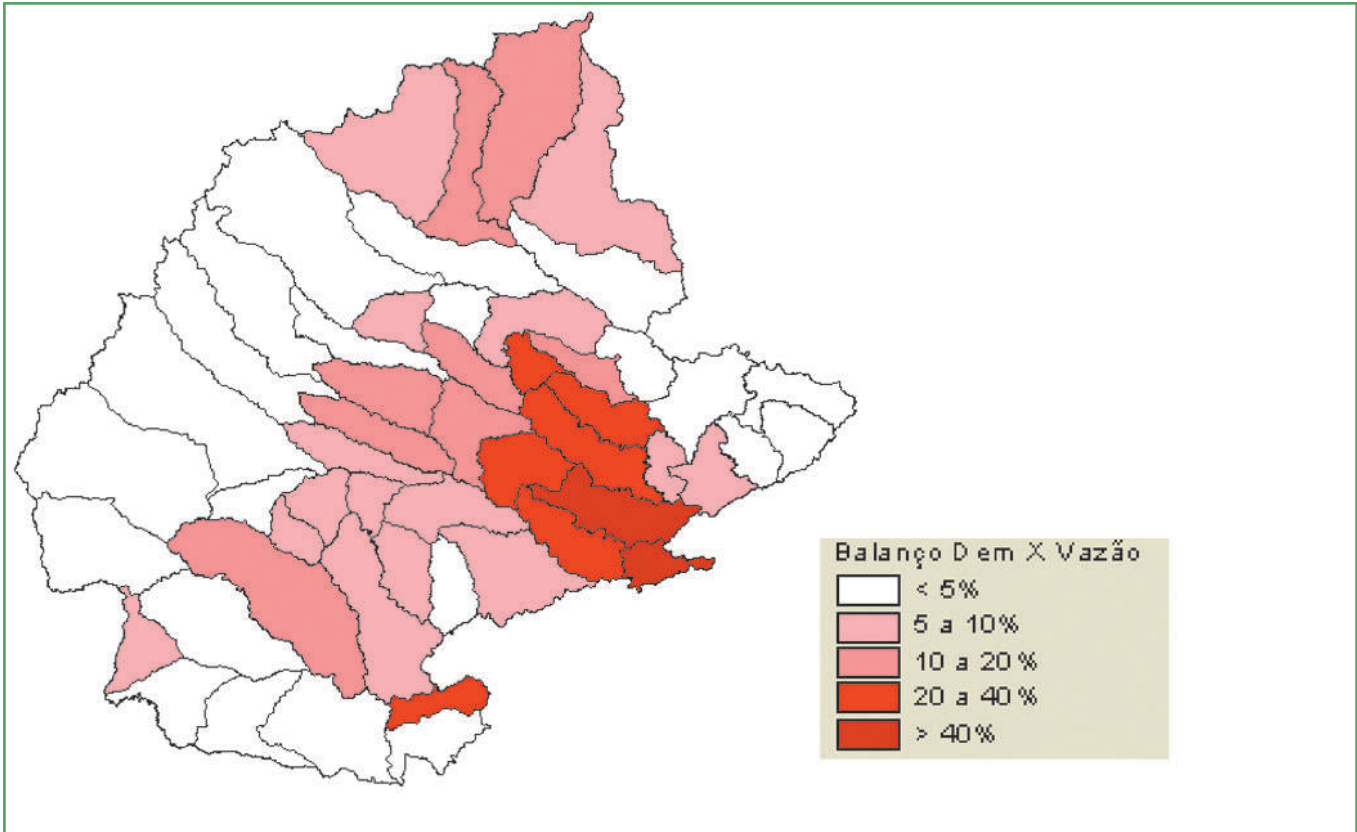
tivos e a disponibilidade hídrica, neste caso, considerando-se a vazão de estiagem com permanência de 95% (Q_{95}). Para a definição de faixas de classificação deste índice, são adotadas as mesmas faixas de (1).

As situações presentes na Região Hidrográfica do Paraná segundo método (2), ou seja, das demandas estimadas em relação às vazões de estiagem Q_{95} (em %), são apresentadas nas Figuras 92 a 93 e no Quadro 59, evidenciando criticidade no caso da unidade Sub 1 Tietê (63,9%, ou muito crítica), com destaque para as unidades Sub 2 do Tietê-02 (Alto Tietê), com 249,1% (muito crítica), e Tietê-01 (PCJ), com 62,2% (crítica).



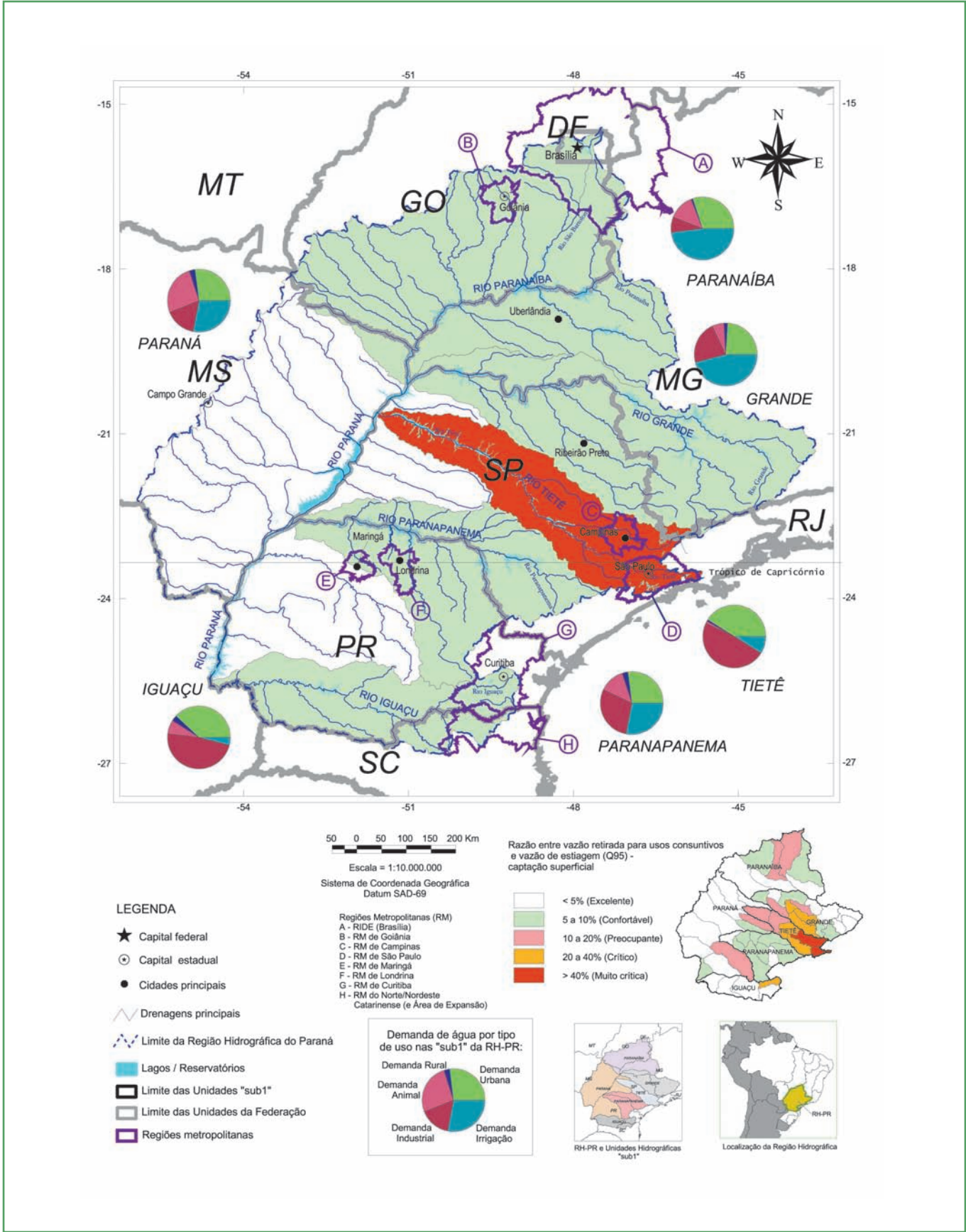
Fonte: PNRH-BASE (2005)

Figura 100 - Balanço entre demandas e vazões de estiagem Q_{95} nas unidades Sub 1 da Região Hidrográfica do Paraná



Fonte: PNRH-BASE (2005)

Figura 101 - Balanço entre demandas e vazões de estiagem Q_{95} (%) nas unidades Sub 2 da Região Hidrográfica do Paraná



Quadro 59 - Balanço entre demandas e vazões de estiagem Q95 nas unidades Sub 1 e Sub 2 da Região Hidrográfica do Paraná

Sub 1	Q95 X Demandas (%Dem./Q95)	Sub 2	Q95 X Demandas (%Dem./Q95)
Grande	9,0 (confortável)	Grande PR 01	3,0
		Grande PR 02	0,7
		Grande PR 03	4,9
		Grande PR 04	6,3
		Grande PR 05	8,3
		Grande PR 06	3,3
		Grande PR 07	28,0
		Grande PR 08	27,5
		Grande PR 09	3,1
		Grande PR 10	13,0
		Grande PR 11	20,0
		Grande PR 12	8,0
		Grande PR 13	12,9
		Grande PR 14	3,9
		Grande PR 15	7,7
Iguaçu	5,3 (confortável)	Iguaçu 01	33,7
		Iguaçu 02	1,9
		Iguaçu 03	1,9
		Iguaçu 04	1,4
		Iguaçu 05	2,4
Paraná	3,6 (excelente)	Aguapeí	11,3
		Ivaí	14,2
		Paraná 01	2,6
		Paraná 02	1,5
		Paraná 03	8,9
		Paraná 04	3,5
		Pardo PR	2,8
		Peixe SP	5,6
		Piquiri	3,2
		Sucuriú	1,1
Paranaíba	5,3 (confortável)	Verde PR	2,7
		Araguari	3,8
		Bois	9,5
		Corumbá	10,1
		Meia Ponte	19,1
		Paranaíba 01	5,6
		Paranaíba 02	2,4
Paranapanema	6,4 (confortável)	Paranaíba 03	1,0
		Cinzas	8,8
		Itararé	3,7
		Paranapanema 01	5,4
		Paranapanema 02	7,4
		Paranapanema 03	8,0
		Paranapanema 04	5,6
		Paranapanema 05	3,1
Tietê	63,9 (muito crítica)	Pirapó	5,6
		Tibagi	9,3
		Tietê 01	62,2
		Tietê 02	249,1
		Tietê 03	21,3
		Tietê 04	22,8
		Tietê 05	11,2
		Tietê 06	18,5

Fonte: ST-SP, 2005

Estes dados indicam também uma situação de disparidade nos balanços, variando de muito crítica na unidade Sub 1 do Tietê a confortável nas demais, chegando a excelente na unidade Sub 1 do Paraná. Por outro lado, se forem consideradas as unidades Sub 2, várias outras apresentam-se críticas: Grande-07, Grande-08, Grande-11, Iguaçu-01, Tietê-03 e Tietê-04. Ademais, a situação é preocupante nas seguintes unidades Sub 2: Grande-10, Grande-13, Aguapeí, Ivaí, Corumbá, Meia Ponte, Tietê-05 e Tietê-06.

Balanço entre vazão média acumulada e demandas para usos consuntivos

Uma outra modalidade de balanço pode ser efetuada, neste caso entre as demandas para usos consuntivos e a vazão média acumulada, da seguinte forma:

Balanço = a razão entre o total das demandas nas unidades Sub 2 e a vazão média acumulada na Sub 2, já considerando o resultado do balanço da Sub 2 de montante;

Demandas = total das vazões de retirada para os usos consuntivos na Sub 2;

Vazão Média Acumulada = Vazão média de longo período acumulada de montante para jusante, para a Sub 2.

Este índice também adota os intervalos e categorias apresentadas anteriormente:

- < 5% – Excelente. Pouca ou nenhuma atividade de gerenciamento é necessária. A água é considerada um bem livre;
- 5 a 10% – A situação é confortável, podendo ocorrer necessidade de gerenciamento para solução de problemas locais de abastecimento;
- 10 a 20% – Preocupante. A atividade de gerenciamento é indispensável, exigindo a realização de investimentos médios;
- 20% a 40% – A situação é crítica, exigindo intensa atividade de gerenciamento e grandes investimentos;
- > 40% – A situação é muito crítica.

Para a determinação da vazão média acumulada, foram observadas as interações, de montante para jusante, entre as unidades Sub 2, conforme mostrado nas Figuras 94 a 99.

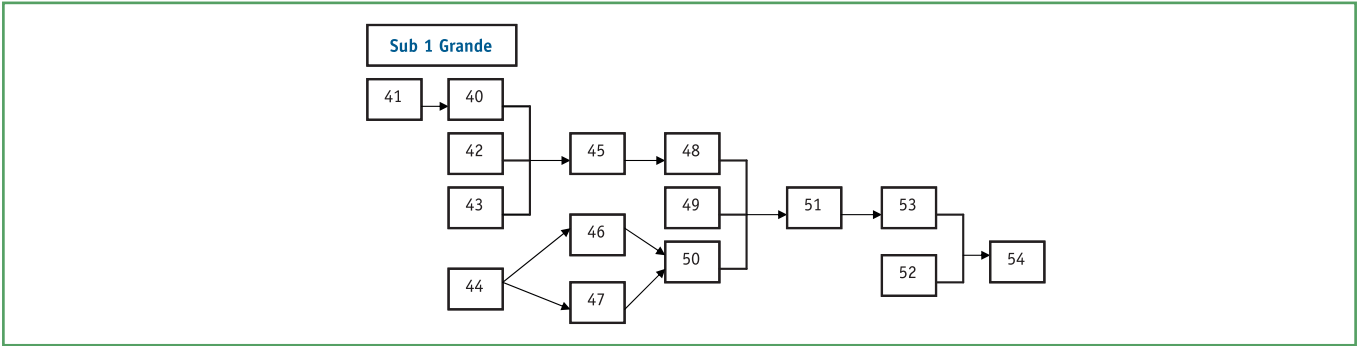


Figura 103 - Interações, de montante para jusante, entre as unidades Sub 2, na obtenção da vazão média acumulada – Sub 1 Grande

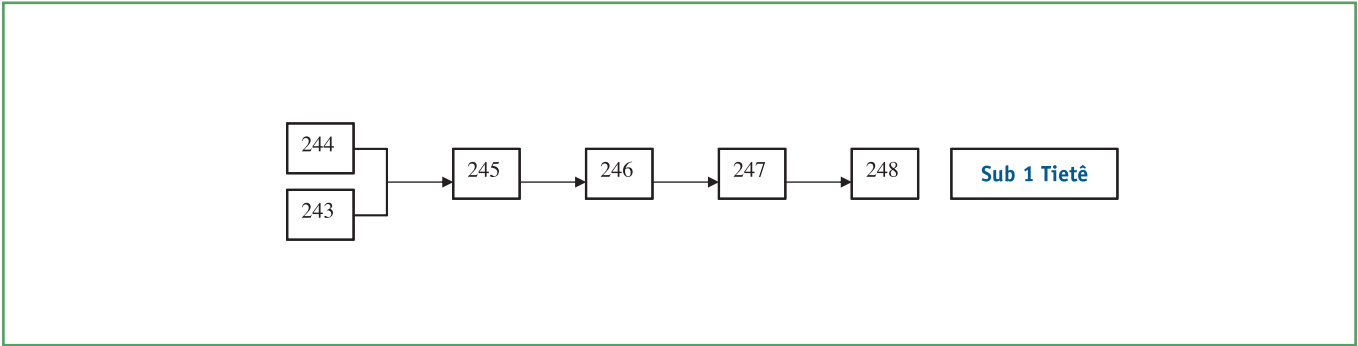


Figura 104 - Interações, de montante para jusante, entre as unidades Sub 2, na obtenção da vazão média acumulada – Sub 1 Tietê

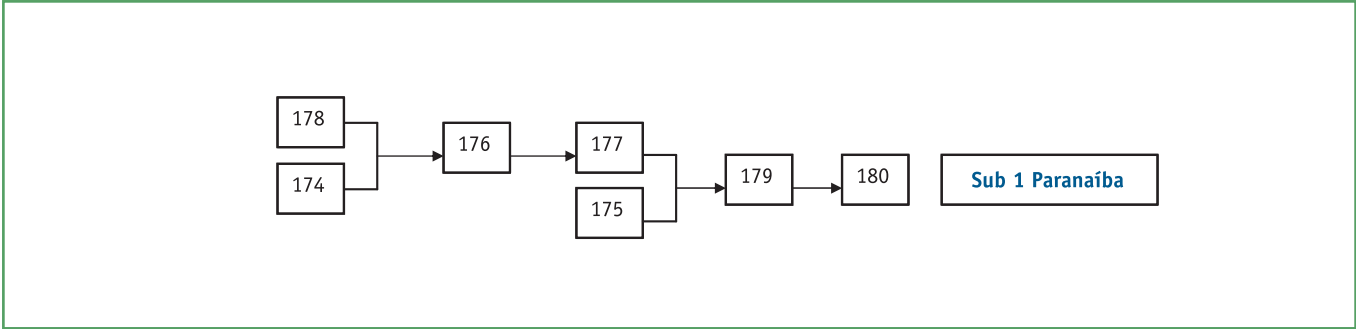


Figura 105 - Interações, de montante para jusante, entre as unidades Sub 2, na obtenção da vazão média acumulada – Sub 1 Paranaíba

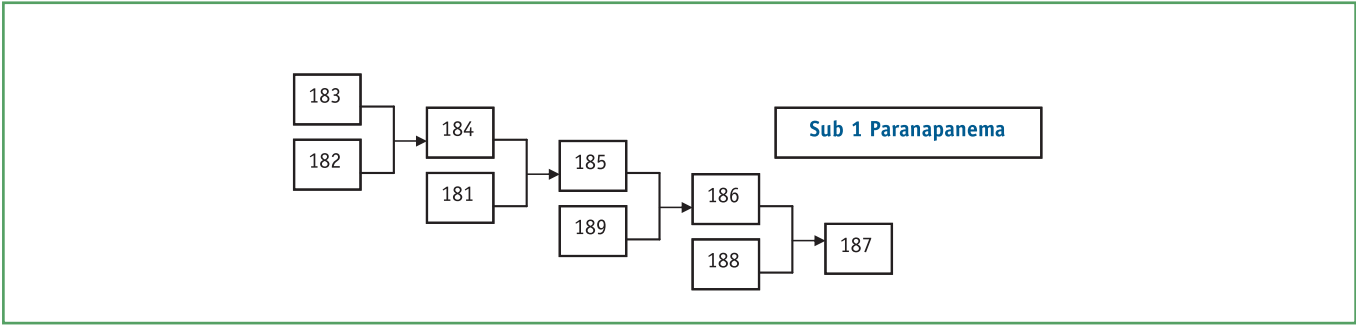


Figura 106 - Interações, de montante para jusante, entre as unidades Sub 2, na obtenção da vazão média acumulada – Sub 1 Paranapanema

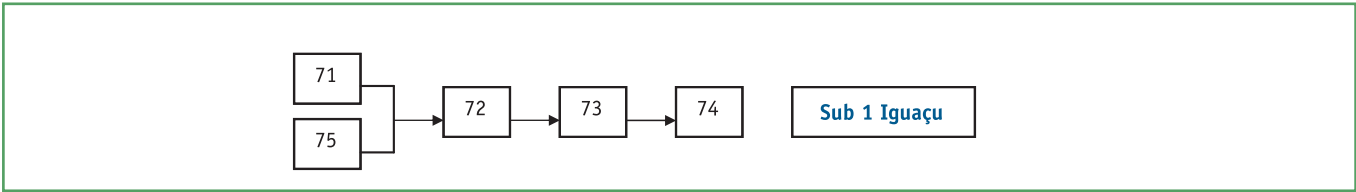


Figura 107 - Interações, de montante para jusante, entre as unidades Sub 2, na obtenção da vazão média acumulada – Sub 1 Iguaçu

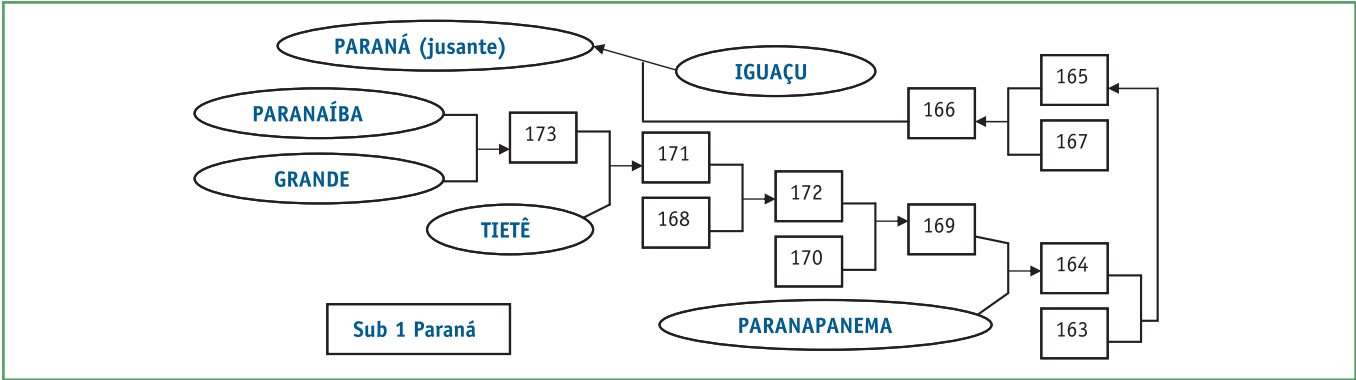
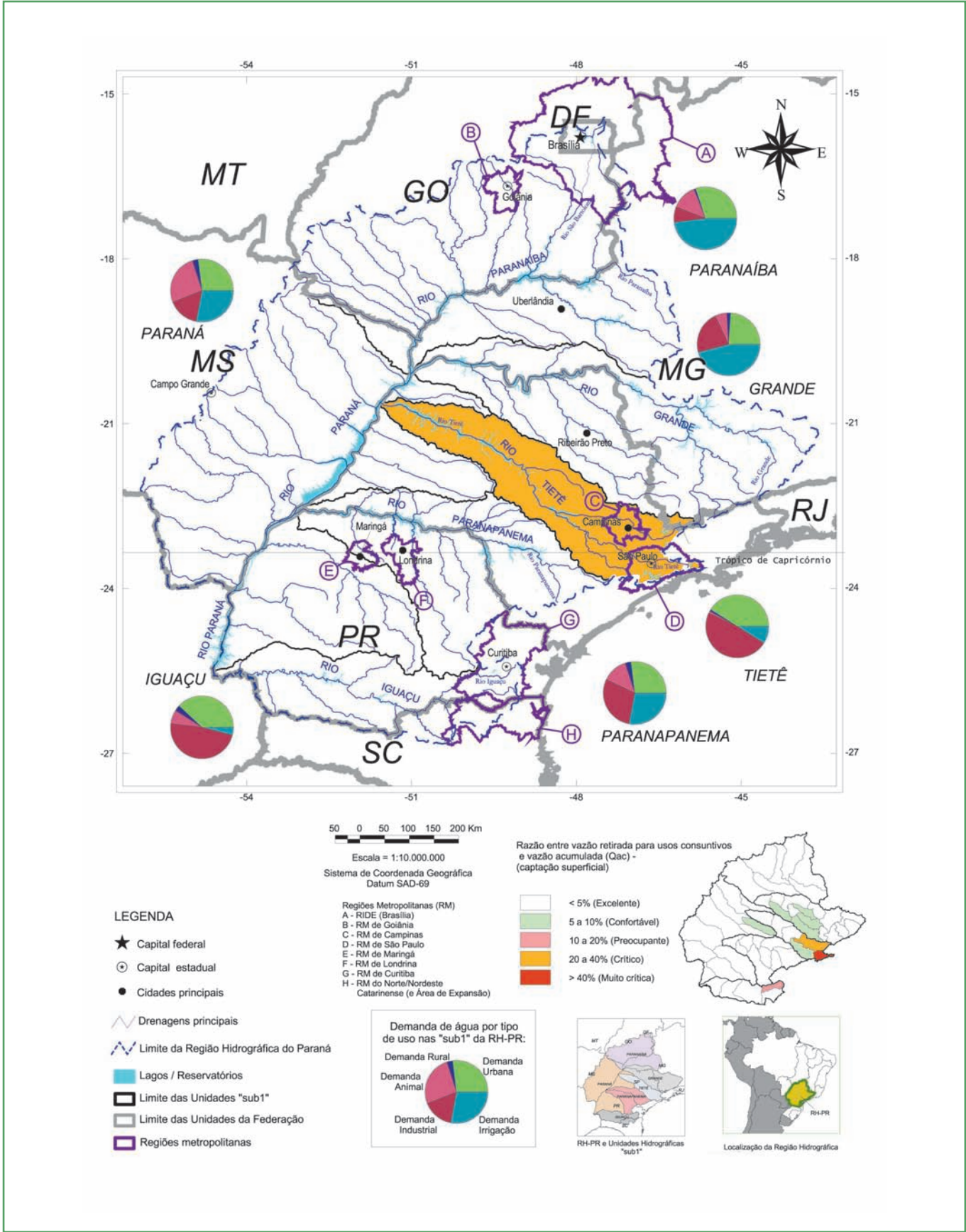


Figura 108 - Interações, de montante para jusante, entre as unidades Sub 2, na obtenção da vazão média acumulada – Sub 1 Paraná e interação com demais unidades Sub 1 da Região Hidrográfica do Paraná

Os Quadros 60 e 61 apresentam os balanços entre vazões médias acumuladas e demandas para usos consuntivos nas uni-

dades Sub 2 e Sub 1 da Região Hidrográfica do Paraná, a partir da base do PNRH PNRH-BASE (2005), revisada em 2006.



Fonte: Bases do PNRH (2005)

Figura 109 - Demanda X Disponibilidade (Considerando-se $Q_{acumulada}$)

Quadro 60 - Balanços entre vazões médias acumuladas e demandas para usos consuntivos nas unidades Sub 2 da Região Hidrográfica do Paraná

Sub 1	Sub 2	Código	Contribuinte de montante (Sub 2) *	Qm – mont. (m³/s) (1)	Qm – Sub 2 (m³/s) (2)	Demanda – Sub 2 (m³/s) ** (3)	Qac (m³/s) (4) = (1) +(2)–(3)	Razão = [(3)/(4)] x100 (%)
Grande	Grande PR 01	40	41	192,658	197,750	2,786	387,621	0,719
	Grande PR 02	41	-	0,000	193,320	0,663	192,658	0,344
	Grande PR 03	42	-	0,000	122,920	2,229	120,692	1,847
	Grande PR 04	43	-	0,000	170,160	3,550	166,610	2,131
	Grande PR 05	44	-	0,000	69,842	2,330	67,512	3,452
	Grande PR 06	45	40+42+43	674,923	286,455	3,767	957,610	0,393
	Grande PR 07	46	44	35,646	206,675	20,558	221,763	9,270
	Grande PR 08	47	44	31,866	129,027	13,678	147,214	9,291
	Grande PR 09	48	45	957,610	136,646	1,785	1092,471	0,163
	Grande PR 10	49	-	0,000	85,090	4,220	80,870	5,219
	Grande PR 11	50	46+47	368,978	70,891	6,749	433,120	1,558
	Grande PR 12	51	48+49+50	1606,461	203,202	7,211	1802,451	0,400
	Grande PR 13	52	-	0,000	135,813	7,673	128,140	5,988
	Grande PR 14	53	51	1802,451	94,885	1,639	1895,697	0,086
	Grande PR 15	54	52+53	2023,838	108,260	3,703	2128,394	0,174
Iguaçu	Iguaçu 01	71	-	0,000	144,802	16,882	127,920	13,198
	Iguaçu 02	72	72+75	346,805	499,264	2,326	843,743	0,276
	Iguaçu 03	73	72	843,743	393,443	2,181	1235,005	0,177
	Iguaçu 04	74	73	1235,005	312,891	1,326	1546,570	0,086
	Iguaçu 05	75	-	0,000	220,714	1,828	218,885	0,835
Paraná	Aguapeí	163	-	0,000	400,037	8,751	391,286	2,236
	Ivaí	164	169 + Paranapanema	8033,316	439,026	6,195	8466,148	0,073
	Paraná 01	165	163 + 164	8857,433	260,152	2,105	9115,480	0,023
	Paraná 02	166	165 + 167	9378,055	96,435	4,154	9470,336	0,044
	Paraná 03	167	-	0,000	265,716	3,141	262,575	1,196
	Paraná 04	168	-	0,000	115,679	6,062	109,617	5,530
	Pardo PR	169	170 + 172	6382,947	355,272	7,660	6730,559	0,114
	Peixe SP	170	-	0,000	103,628	2,365	101,263	2,336
	Piquiri	171	173 + Tietê	5743,414	211,789	1,694	5953,508	0,028
	Sucuriú	172	168 + 171	6063,125	223,199	4,640	6281,684	0,074
	Verde PR	173	Paranaíba + Grande	4964,480	101,127	1,880	5063,727	0,037
Paranaíba	Araguari	174	-	0,000	432,484	6,790	425,694	1,595
	Bois	175	-	0,000	382,712	8,917	373,795	2,386
	Corumbá	176	174 + 178	814,891	555,496	13,400	1356,986	0,988
	Meia Ponte	177	176	1356,986	210,052	10,862	1556,175	0,698
	Paranaíba 01	178	-	0,000	401,166	11,970	389,197	3,075
	Paranaíba 02	179	175 + 177	1929,970	267,266	2,524	2194,712	0,115
	Paranaíba 03	180	179	2194,712	644,413	3,039	2836,086	0,107
Paranapanema	Cinzas	181	-	0,000	132,821	1,348	131,473	1,025
	Itararé	182	-	0,000	108,802	1,755	107,047	1,640
	Paranapanema 01	183	-	0,000	256,365	6,221	250,144	2,487
	Paranapanema 02	184	182 + 183	357,192	145,224	4,580	497,836	0,920
	Paranapanema 03	185	181 + 184	629,309	55,557	2,125	682,741	0,311
	Paranapanema 04	186	185 + 189	1050,855	104,081	2,428	1152,508	0,211
	Paranapanema 05	187	186 + 188	1214,583	89,383	1,209	1302,757	0,093
	Pirapó	188	-	0,000	63,602	1,527	62,076	2,459
Tietê	Tibagi	189	-	0,000	377,538	9,425	368,114	2,560
	Tietê 01	243	-	0,000	182,794	47,553	135,241	35,162
	Tietê 02	244	-	32,72****	154,738	135,773	18,965	715,932
	Tietê 03	245	243 + 244	18,965	147,084	13,517	152,532	8,862
	Tietê 04	246	245	287,773	152,921	13,526	427,168	3,166
	Tietê 05	247	246	427,168	122,250	5,483	543,935	1,008
	Tietê 06	248	247	543,935	144,876	9,124	679,686	1,342

Fonte: PNRH-BASE (2005, 2006)

Obs.: * unidades hidrográficas Sub 2 situadas a montante da Sub 2 em análise, segundo esquema das Figuras 103 a 108; ** demandas de usos consuntivos segundo ANA (2005a);

*** Vazões acumuladas, considerando-se métodos descritos na página 152. **** considerando-se importação do Sistema Cantareira de 31,5m³/s, Guaratuba de 0,22m³/s e Capivari de 1,0m³/s (FUSP, 2002)

Quadro 61 - Balanços entre vazões médias acumuladas e demandas para usos consuntivos nas unidades Sub 1 da Região Hidrográfica do Paraná

Sub 1	Contribuinte de montante (Sub 2)*	Qac – mont. (m3/s) (1)	Qm – Sub 2 (m3/s) (2)	Demanda – Sub 2 (m3/s) ** (3)	Qac*** (m3/s) (4) = (1) + (2) – (3)	Razão = [(3)/(4)] x100 (%)
Grande	-	0,000	2.210,9	82,543	2.128,36	3,9
Iguaçu	-	0,000	1.571,1	24,544	1.546,56	1,6
Paraná	Paranaíba, Grande, Tietê, Paranapanema	6.946,9	2.572,1	48,648	9.470,38	0,5
Paranaíba	-	0,000	2.893,6	57,503	2.836,10	2,0
Paranapanema	-	0,000	1.333,4	30,617	1.302,78	2,4
Tietê****	-	0,000	871,9	224,976	646,92	33,1
RH-PR*****	-	-	11.453,0	468,831	11.016,906	4,3

Fonte: PNRH-BASE (2005, 2006)
* unidades hidrográficas Sub 1 situadas a montante da Sub 1 em análise, segundo esquema da Fig. 108; ** demandas de usos consuntivos segundo ANA (2005a); *** Vazões acumuladas, considerando-se métodos descritos na página 152; **** considerando-se importação do Sistema Cantareira de 31,5m³/s, Guaratuba de 0,22m³/s e Capivari de 1,0m³/s (FUSP, 2002); ***** soma de vazões acumuladas das Sub 1 Iguaçu e Paraná

Os resultados desta avaliação com vazões acumuladas indicam situação crítica na Sub 1 Tietê (33,1%), que, em verdade, reflete a situação das unidades Sub 2 de seus trechos alto e médio, nos quais estão as Sub 2 Tietê-02 (>100%) e Tietê-01 (35,2%), com correlação direta à RM-SP e RM-Campinas, respectivamente. Também merece destaque a situação preocupante na Sub 2 Iguaçu (13,2%), na qual está a RM-Curitiba.

Situação das águas subterrâneas

Para as águas subterrâneas, foi realizado por ANA (2005a) um balanço, considerando a relação entre a vazão de retirada para os usos consuntivos (demanda potencial), na área de recarga do Aquífero, e a vazão explotável – Quadro 62. Esse indicador aponta a possibilidade, ou não, das águas subterrâneas atenderem a demanda total.

Quadro 62 - Estimativa potencial de disponibilidade hídrica x demanda potencial de água nos principais sistemas aquíferos presentes na Região Hidrográfica do Paraná

Sistema Aquífero	Vazão de Retirada Potencial (m³/s) ¹	Reserva Explotável(m³/s) ²	Vazão de Retirada Potencial/ Reserva Explotável (%)
Bambuí	81,4	40,3	202
Bauru-Caiuá	123,7	587,9	21
Serra Geral	298,8	746,3	40
Guarani	91,8	161,1	57
Ponta Grossa	15,1	29,1	52
Furnas	17,2	28,6	60
Total	949,2	4.094,6	23

Fonte: ANA (2005a) - Dados para o Brasil
¹ Consumo total de água dos municípios situados sobre a área de recarga do Sistema Aquífero
² 20% das reservas renováveis

Pelas áreas de afloramento na Região Hidrográfica do Paraná, destacam-se os aquíferos Bauru-Caiuá, Serra Geral e Cristalino Pré-Cambriano, que apresentam maiores exposições, conforme verificado no Quadro 18.

Não há estudos e informações detalhadas sobre disponibilidade e demandas específicas para os diversos aquíferos presentes na Região Hidrográfica do Paraná, em espacialização compatível com suas unidades Sub 1 e Sub 2, pois os estudos da ANA (2005a) não foram individualizados para estas unidades, até mesmo pela escala destes estudos. Ademais, não foram repassados dados de vazão dos poços do sistema Siagas (CPRM-SIAGAS, 2005), o que não possibilitaria uma análise mesmo que expedita da situação.

Algumas áreas de maior concentração de poços merecem atenção (ARID *et al.*, 1970; BARCHA, 1992; LOPES, 1994; IPT, 1996; HIRATA & FERREIRA, 2001; OLIVEIRA, 2002; CPTI & IPT, 2003; IPT, 2003; CETESB, 2004; LIMA, 2004; SÃO PAULO, 2004; ANA, 2005a,c; SUDERHSA, 2005; entre outros), sendo potencialmente críticas quanto a balanços demandas x disponibilidade:

- a RM-SP, com cerca de 10 m³/s sendo explotados por aproximadamente 8.000 poços;
- as cidades paulistas de São José do Rio Preto (Bauru e Guarani) e Ribeirão Preto (Guarani), na Sub 1 Grande;
- a RM-Curitiba (principalmente Cristalino Pré-Cambriano);
- a RM-Campinas (Cristalino Pré-Cambriano e Tubarão);
- algumas concentrações de poços no interior dos Estados do Paraná e São Paulo, a RM-Goiânia e a RIDE-Brasília.

4.7 | Histórico dos conflitos e interferências pelo uso de água

Com o advento da Lei Federal n.º 9.433, de 1997, o princípio dos usos múltiplos foi instituído como uma das bases da nossa Política Nacional de Recursos Hídricos e os diferentes setores usuários de recursos hídricos passaram a ter igualdade de direito de acesso à água. A única exceção, já estabelecida na própria lei, é que em situações de escassez, a prioridade de uso da água no Brasil é o abastecimento público e a dessedentação de animais. Todavia, os outros usos, tais como, geração de energia elétrica, irrigação, navegação, abastecimento industrial e lazer, entre outros, não têm or-

dem de prioridade definida. Desde então, o crescimento da demanda por água para os mais variados usos fez crescer e tomar corpo o princípio dos usos múltiplos, gerando uma série de conflitos de interesses (ANA, 2005h).

No ano de 2001, destacou-se o conflito entre o setor hidroviário – Hidrovia Tietê-Paraná e o setor elétrico. Por ocasião da crise de energia, no mês de abril de 2001, houve uma proposta do setor elétrico de utilizar um dos reservatórios da bacia do Tietê-Paraná (Ilha Solteira), até o seu volume mínimo, para produzir uma quantidade de energia da ordem de 4.700 MW por mês. Para isso, era necessário construir uma barreira no Canal Pereira Barreto, que impediria temporariamente a navegação. Esta situação era inaceitável pelo setor hidroviário, em função da interrupção da navegação e de uma eventual demora na sua retomada. A partir de reuniões entre os setores envolvidos, com a participação e mediação da ANA, foram definidas novas regras operativas do sistema e, ao invés de paralisar o setor hidroviário, houve um aumento de 26% na carga de grãos transportada, com grande benefício para o setor de transporte hidroviário e para o Brasil (ANA, 2005h).

Regras operativas das UHEs pertencentes ao Sistema Integrado Nacional – SIN estão detalhadas no documento do “Inventário de Restrições Operativas Hidráulicas dos Aproveitamentos Hidrelétricos” do ONS (ONS, 2002) e outros textos do ONS citadas na bibliografia.

Na análise do histórico e realidade de conflitos na Região Hidrográfica do Paraná, sejam estes evidentes, sejam latentes ou potenciais, deve-se considerar, conforme sugerido por LANNA (2005), a existência de duas classes de interferências entre usuários de água que devem ser primeiro avaliadas para melhor consideração da natureza dos conflitos de uso de água:

- Uma delas é quando um usuário, ao atender a uma demanda própria de uso de água causa impactos sobre outros usuários aproveitando-se, de forma consciente ou não, de uma fragilidade do sistema de gerenciamento de recursos hídricos. Um exemplo é a poluição de um corpo de água devido aos despejos de poluentes sem autorização do órgão outorgante e, portanto, sem observância à capacidade de assimilação do meio hídrico.

- Um segundo tipo de interferência é quando existem usuários que disputam o uso de água em um corpo hídrico cuja disponibilidade é insuficiente para atender ambas as demandas. Ambos os usos podem ser outorgados, mas não ambos por falta de disponibilidade de água. Este pode ser o caso da interferência da operação de uma hidrelétrica na ponta do consumo e a navegação no trecho de jusante.

A Região Hidrográfica do Paraná, abrangendo a área mais desenvolvida do país, apresenta um quadro de uso intensivo dos recursos hídricos e, de resto, de todos os demais recursos naturais, configurando um extenso rol de situações potencialmente conflitivas. Neste sentido, FGV (1998, com modificações), buscou identificar e caracterizar as questões mais importantes quanto ao uso dos recursos hídricos e fazendo avaliações preliminares sobre seu significado no contexto regional, citando os seguintes conflitos de uso ou interferências mais evidentes:

- Diluição de efluentes domésticos e industriais x abastecimento urbano, em que a perda de qualidade das águas acaba por representar uma limitação na disponibilidade efetiva de recursos hídricos, e que encontra na região metropolitana de São Paulo a situação mais crítica, embora ocorra também em outras áreas densamente urbanizadas, principalmente quando próximas aos divisores de água.
- Irrigação x abastecimento urbano, configurando concorrência direta de dois usos consuntivos frente à disponibilidades limitadas e que ocorre em várias áreas das Sub-bacias dos rios Tietê (rios Piracicaba e Tietê/Sorocaba) e Grande (rios Grande, Turvo e Araguari).
- Demanda industrial x abastecimento urbano, novamente configurando dois usos consuntivos concorrentes, dentro de um quadro de disponibilidades limitadas, em que cabe mencionar, exemplificativamente, a região do Baixo Pardo-Mogi, onde há grande concentração de usinas de açúcar e álcool.
- Uso inadequado dos solos x degradação quali-quantitativa dos mananciais, que se refere a perdas ambientais que alteram as disponibilidades hídricas, seja pela modificação do regime fluvial, seja pelo compro-

metimento da qualidade das águas, e que inclui as áreas desmatadas e áreas de cultivos intensivos, além da poluição difusa por agrotóxicos em quase toda a Região Hidrográfica do Paraná.

- Uso intensivo das águas x comprometimento ambiental, referente à utilização de quase toda a disponibilidade hídrica para atendimento das demandas de origem antrópica, descuidando da preservação ambiental.
- Geração hidrelétrica x pesca, em que os reservatórios formados a partir dos barramentos modificam as condições do ambiente, limitando o desenvolvimento da pesca.
- Geração hidrelétrica x controle de cheias, que destaca o aspecto de que as obras não foram projetadas ou ainda não operam para atender a outros propósitos, entre os quais o amortecimento das cheias.

A estes, somam-se os seguintes conflitos ou interferências, reais ou potenciais:

- Atividades antrópicas x preservação ambiental. É a manifestação genérica dos impactos negativos ao ambiente (solo, águas superficiais e subterrâneas, meio atmosférico ou biótico) ou aos “bens a proteger”. Inclui, com maior prioridade: áreas de proteção ambiental; áreas de proteção de mananciais; áreas de cobertura vegetal remanescente (“não antropizadas”) ou em estágio de regeneração; entre outras.
- Cargas poluidoras gerando risco à poluição de aquíferos e do solo, notadamente em áreas urbanas (por vazamentos de combustíveis e efluentes industriais; disposição inadequada de resíduos sólidos; sistemas de saneamento in situ; vazamentos da rede de esgotos; demais fontes de poluição, sejam pontuais ou difusas) x qualidade do solo e águas subterrâneas. Este tipo ocorre quando há contaminação da água subterrânea utilizada para abastecimento público ou outro(s) uso(s), ou comprometimento da qualidade do solo, que implique em restrições a seu uso. A problemática das áreas contaminadas insere-se neste contexto.
- Superexploração de aquíferos gerando interferências entre poços tubulares na exploração de águas subterrâneas e rebaixamento da superfície potenciométrica dos aquíferos.

- Geração hidrelétrica x transporte fluvial, notadamente no rio Tietê, citado anteriormente.
- Cargas poluidoras da suinocultura gerando risco à poluição ambiental, notadamente na unidade Sub 1 do rio Iguaçu.
- Conflitos entre setores, refletindo-se nas discussões e decisões dos sistemas de gestão de recursos hídricos, nas esferas federal e estadual. Estes conflitos podem ser entre setores como, por exemplo: órgãos ambientais e/ou ONGs x setor industrial; órgãos gestores x setores da sociedade civil organizada que reivindicam menor centralização dos sistemas; órgãos ambientais e/ou ONGs x setor elétrico ou setores de obras civis; entre outros.
- Conflitos relativos à cobrança pelo uso da água. Neste caso, há pressões setoriais por isenções ou condições mais favoráveis. Outro conflito é o de tomada de decisão sobre a destinação de recursos provenientes da cobrança, algo que hoje já ocorre no caso dos Fundos Estaduais de Recursos Hídricos.
- Conflitos resultantes da necessidade de melhor aparelhar os órgãos gestores x necessidade de fiscalização de atividades que possam gerar impactos negativos, qualitativos ou quantitativos, aos recursos hídricos. Neste sentido, embora nos últimos tenha havido uma melhoria na infra-estrutura dos órgãos, bem como aperfeiçoamento de seu contingente técnico, ainda estes avanços ainda são insuficientes.
- Demandas atuais por licenciamentos, outorgas e outras formas de concessão ou autorização: conflito entre o tempo necessário, por parte dos órgãos outorgantes ou de licenciamento, de se cumprir o legalismo (necessidade de se efetuar avaliações e procedimentos criteriosos e dentro das leis e normas vigentes) e a minimização de componentes do “custo Brasil”.
- Conflitos pela diferença de “timing” entre o processo de maturação dos sistemas de gestão ambiental e de recursos hídricos, de implementação ainda muito recente, e a necessidade de respostas rápidas aos principais problemas regionais ou nacionais.
- Conflitos decorrentes do complexo emaranhado burocrático-jurídico brasileiro, em suas diversas esferas (federal, estadual, municipal), refletindo-se em maior custo e morosidade a ações para planejamento, pre-

servação e proteção recursos hídricos e recursos naturais de forma geral.

A Figura 110 apresenta alguns dos principais conflitos, efetivos ou potenciais, além de interferências entre usuários da Região Hidrográfica do Paraná.

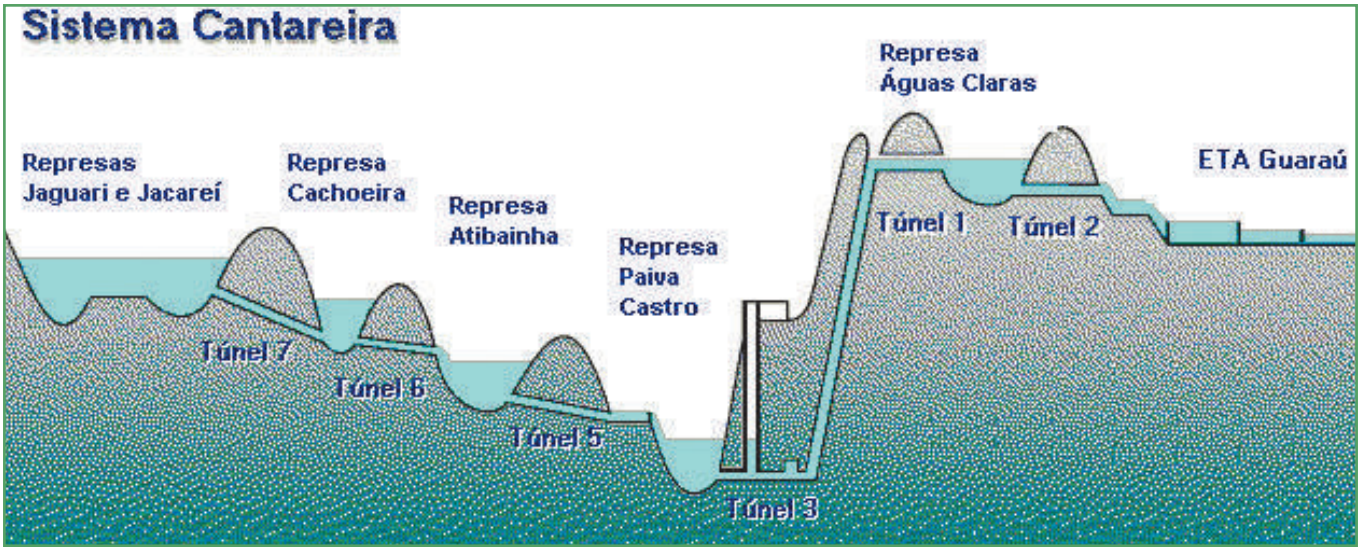
Como se nota, há uma série de conflitos, potenciais ou evidentes, e interferências entre usuários ou mesmo conflitos entre segmentos ou setores representativos nos sistemas de gestão de recursos hídricos.

O caso da transposição do Piracicaba para o Alto Tietê – sistema Cantareira

O denominado Sistema Cantareira é formado por quatro reservatórios (Atibainha, da Cachoeira, Jaguari-Jacareí e Paiva Castro ou Juqueri, este localizado na Sub 2 do Tietê 02 e os demais na Sub 2 do Tietê 01/PCJ). Eles regularizam vazões e transferem mais de 30 m³/s de água para a Sub 2 Tietê 02 (Alto Tietê), atendendo cerca de 50% das necessidades da Região Metropolitana de São Paulo (RMSP). É um dos maiores sistemas produtores de água do mundo, tendo iniciado sua construção em 1966.

Seus represamentos estão situados em diferentes níveis e são interligados de tal maneira que, desde a represa do Jaguari-Jacareí, que contribui para a vazão do sistema com 22 m³/s, as águas passam por gravidade, pelas represas da Cachoeira (5 m³/s), Atibainha (4 m³/s) e finalmente a represa do Juqueri ou Paiva Castro (2 m³/s), e chegam à Estação Elevatória de Santa Inês, onde todo o volume produzido é bombeado para a represa de Águas Claras, construída no alto da Serra da Cantareira. Desta represa as águas passam, por gravidade, para a Estação de Tratamento de Água – ETA de Guaraú, posteriormente para a RMSP – Figuras 100.

Recentemente, foi renovada a outorga deste sistema. A resolução conjunta ANA/DAEE, que propõe as diretrizes de operação do sistema é sintetizada no Quadro 63. Se, por um lado, a criticidade observada na unidade do rio Atibaia denota situação de escassez e conflito potencial, por outro lado, as discussões que resultaram nesta resolução conjunta envolveram representantes das duas bacias (doadora e receptora de água), o que evidencia um amadurecimento dentro do sistema de gestão de recursos hídricos.



Fonte: DAEE (2005)

Figura 110 - Esquema em perfil do Sistema Cantareira e suas represas

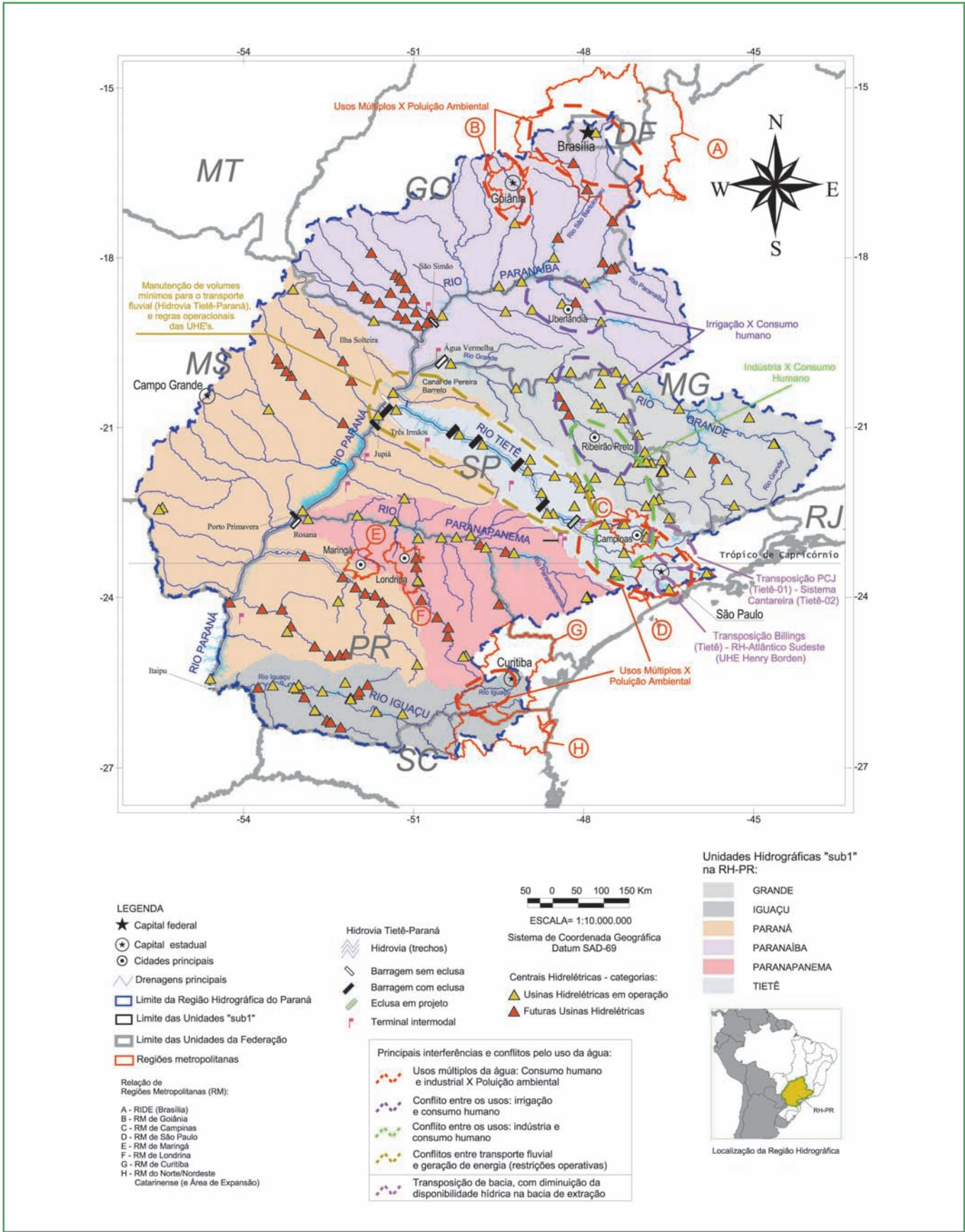
Quadro 63 - Valores das vazões a serem liberadas do Sistema Equivalente – conforme Resolução Conjunta ANA/DAEE nº 428, de 04 de agosto de 2.004

Estado do Sistema Equivalente (% do Volume Útil)	(*) Vazão retirada (m³/s)											
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
27	16,3	15,7	15,8	15,8	16,6	15,3	12,9	9,9	6,6	3,0	0,0	0,0
28	22,7	21,9	21,7	21,5	22,0	20,4	17,7	14,5	10,9	7,1	3,8	2,5
29	29,2	28,1	27,6	27,1	27,4	25,5	22,6	19,1	15,2	11,1	7,5	6,0
30	35,6	34,3	33,5	32,7	32,8	30,6	27,4	23,6	19,4	15,1	11,3	9,5
31	42,1	40,4	39,4	38,4	38,1	35,7	32,2	28,2	23,7	19,1	15,0	13,0
32	48,5	46,6	45,3	44,0	43,5	40,8	37,1	32,8	28,0	23,2	18,8	16,5
33	55,0	52,8	51,2	49,7	48,9	45,9	41,9	37,3	32,3	27,2	22,6	20,0
34	61,4	59,0	57,1	55,3	54,2	51,0	46,7	41,9	36,6	31,2	26,3	23,5
35	67,8	65,2	63,0	60,9	59,6	56,1	51,6	46,4	40,9	35,3	30,1	27,0
36	74,3	71,3	68,9	66,6	65,0	61,2	56,4	51,0	45,2	39,3	33,8	30,5

Fonte: Resolução Conjunta ANA/DAEE nº 428, de 04 de agosto de 2.004
(*)Máxima vazão possível de ser retirada do sistema equivalente para abastecimento da RMSP e para jusante da bacia do Piracicaba

Considerando-se o aumento das demandas na Sub 2 Tietê-01 (PCJ) e situações de criticidade no cotejo demandas x disponibilidade já observadas no último relatório de situação dos recursos hídricos do PCJ (IRRIGART, 2005), nota-

damente na unidade local do Atibaia, há de se considerar a situação de transposição de vazões expressivas desta bacia para a do Tietê 02 (Alto Tietê), a fim de satisfazer as necessidades da RMSP.



Fonte: Bases do PNRH (2005)

Figura 111 - Conflitos e interferências entre usuários

Usina Henry Borden

Além da transposição para o sistema Cantareira, que é intra-regional (entre diferentes Sub 2 da Região Hidrográfica do Paraná e dentro da Sub 1 do Tietê), merece menção aquela relativa à usina Henry Borden, em que cerca de 20 m³/s são utilizados na geração de energia, a partir da Sub 2 Tietê-02, em sentido à Baixada Santista, que se situa na RH-Atlântico Sudeste, portanto inter-regional. Trata-se de volume expressivo, considerando-se as criticidades observadas nos Capítulos anteriores.

O complexo Henry Borden, localizado no sopé da Serra do Mar, em Cubatão (Foto 27), é composto por duas

usinas de alta queda (720m), denominadas de Externa e Subterrânea, com 14 grupos de geradores acionados por turbinas Pelton, perfazendo uma capacidade instalada de 889MW. Desde outubro de 1992, a operação desse sistema vem atendendo às condições estabelecidas na Resolução Conjunta SMA/SES 03/1992, de 04/10/1992, atualizada pela Resolução SEE-SMA-SRHSO-I, de 13/03/1996, que só permite o bombeamento das águas do rio Pinheiros para o Reservatório Billings para controle de cheias, reduzindo em 75% aproximadamente a energia produzida em Henry Borden (DAEE, 2005).



Fonte: DAEE (2005)

Foto 27 - Vista da usina Henry Borden

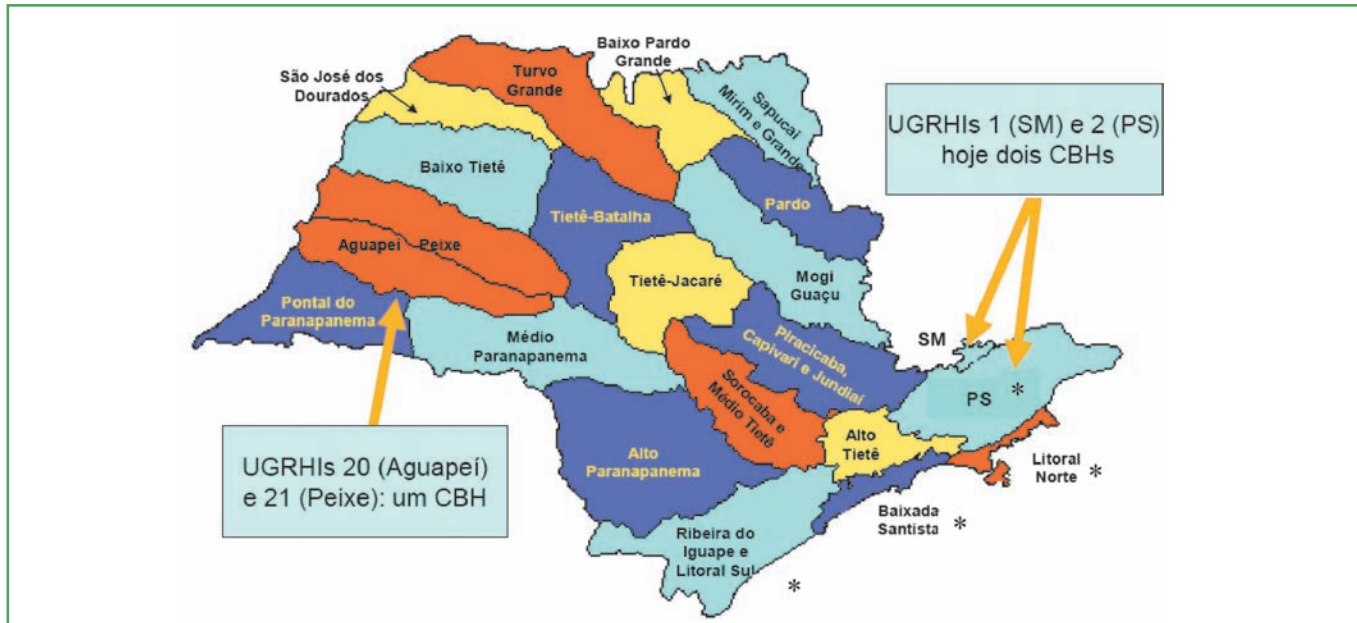
4.8 | A Implementação da Política de Recursos Hídricos

Esse Capítulo tem o objetivo de avaliar o processo de implementação de ambas as políticas e dos respectivos sistemas, tendo como referência os aspectos institucionais e legais, os seus estágios sucessivos de regulamentação, a implementação dos instrumentos de gestão, bem como o funcionamento dos órgãos e entidades que integram os Sistemas, incluindo organismos colegiados, instâncias de participação e de diálogo com a sociedade.

Unidades de gestão de recursos hídricos

Estão sendo considerados os sistemas de todas as Unidades da Federação – UF com área na RH Paraná: PR, SC, SP, MS, GO, MG e DF.

Em São Paulo, há 22 Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos – UGRHs, sendo que destas, 18 estão na Região Hidrográfica do Paraná, ou seja, exceto as UGRHs do Paraíba do Sul, Litoral Norte, Baixada Santista e Iguape/Litoral Sul – Figura 101. Todas as 18 UGRHs apresentam comitês de bacia, sendo que Aguapeí (UGRHI-20) e Peixe (UGRHI-21) formam apenas um CBH; assim, há 17 CBHs em SP na área da Região Hidrográfica do Paraná. Em relação às unidades do PNRH, há algumas diferenças, notadamente das áreas limítrofes com PR, MS e MG.



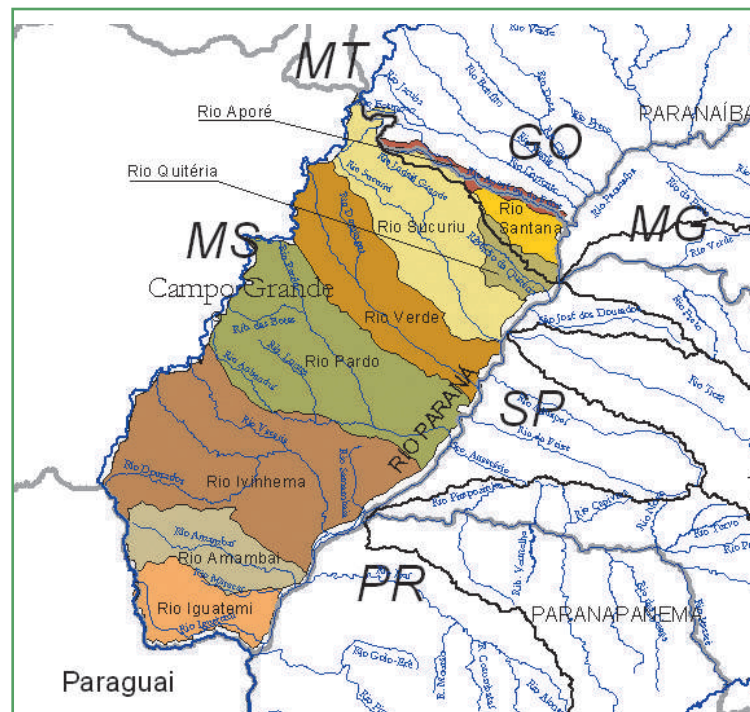
Fonte: (SIGRH, 2005)

* não pertencem à Região Hidrográfica do Paraná

Figura 112 - Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos – UGRHIs em São Paulo

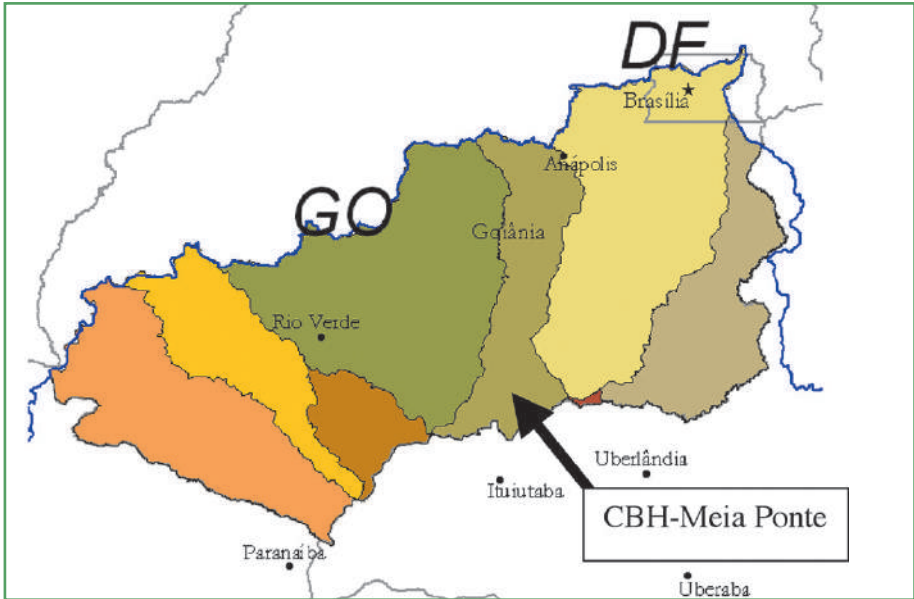
No Mato Grosso do Sul, há 9 unidades (bacias hidrográficas), apresentadas na Figura 102, com destaque para as unidades do Ivinhema (região de Dourados) e Pardo (região de Campo Grande). Não há, ainda, CBHs instalados nestas

unidades do Mato Grosso do Sul. Em verdade, a vertente do Estado que está na Região Hidrográfica do Paraná carece de estudos e instrumentos de gestão, devendo ser objeto prioritário de ações regionais.



Fonte: SEMA-MS (2005)

Figura 113 - Bacias hidrográficas do Mato Grosso do Sul



Fonte: SEMARH/DMG-GO (2005)

Figura 114 - Bacias (divisão Otto nível 4) de Goiás

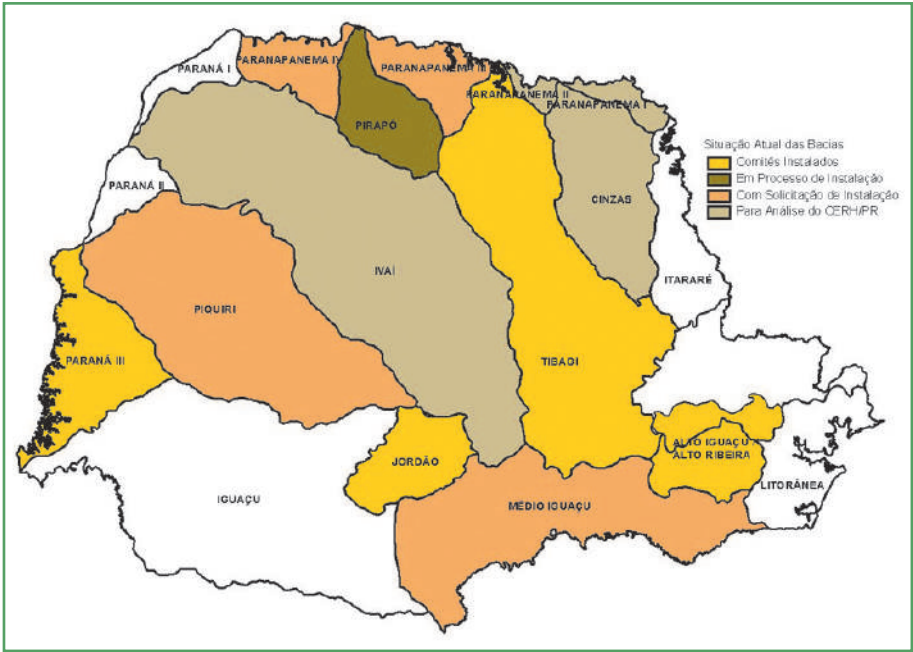
No Paraná, há 14 unidades de gerenciamento (divisões hidrográficas) – Figura 104, sendo que a única diferença em relação às unidades do PNRH é que neste, a Sub 1 do Iguaçu apresenta cinco subdivisões Sub 2. O estágio de implementação de CBHs no PR é apresentado na Figura 105,

sendo que há quatro CBHs paranaenses na RH Paraná: Alto Iguaçu, Jordão, Tibagi e Paraná III, correspondentes, respectivamente, a áreas parciais ou totais das unidades Sub 2 Iguaçu-01 (região de Curitiba), Iguaçu-02 (Guarapuava), Tibagi e Paraná-03.



Fonte: SUDERHSA (2005)

Figura 115 - Bacias (unidades hidrográficas) do Paraná

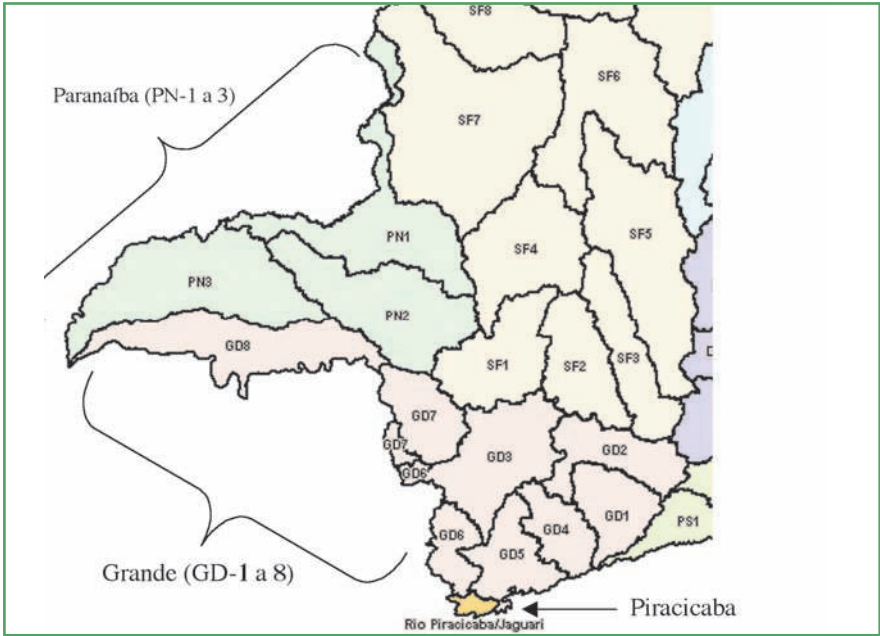


Fonte: SUDERHSA (2005)

Figura 116 - Estágio de implementação de CBHs no Paraná

Em Minas Gerais, há três unidades principais com área na RH Paraná: Paranaíba, Grande e Piracicaba (PCJ). A unidade do Grande apresenta 8 Sub-divisões (GD-1 a GD-8); a unidade do Paranaíba, 3 Sub-divisões (PN-1 a PN-3) – Figura 106. Contando com a unidade do PCJ,

somam-se 12 Sub-divisões, denominadas “Unidades de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos – UPGRH”. Segundo dados do IGAM (2005), há sete CBHs mineiros em funcionamento com área na Região Hidrográfica do Paraná (dados de 2004).

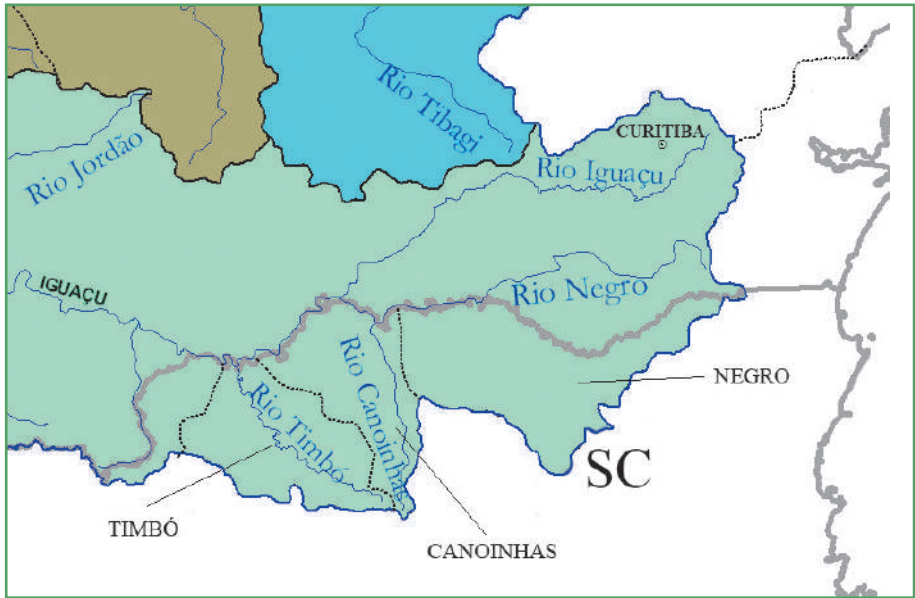


Fonte: IGAM (2005)

Figura 117 - Unidades de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos – UPGRH de Minas Gerais, com destaque para aquelas presentes na RH Paraná: Paranaíba (PN), Grande (GD) e Piracicaba

Em Santa Catarina, a Região Hidrográfica do Paraná está na divisão catarinense RH-5 (Planalto de Canoinhas), que agrega as bacias dos rios Negro, Canoinhas e Timbó – Fi-

gura 107. Nestas, há dois CBHs já instalados: Canoinhas e Timbó (SIEVERS, 2004; SANTA CATARINA, 2004; SDS-SC, 2005).



Fonte: SDS-SC (2005); PNRH-BASE (2005)

Figura 118 - Bacias hidrográficas da RH-5 em Santa Catarina

No Distrito Federal, há cinco unidades presentes na Região Hidrográfica do Paraná, todas na Sub 1 do Paranaíba: Descoberto, Paranoá, São Bartolomeu, Corumbá e São Mar-

cos, sendo que apenas a do Paranoá está totalmente no DF – Figura 108. Não há registro de CBHs (DISTRITO FEDERAL, 2005).

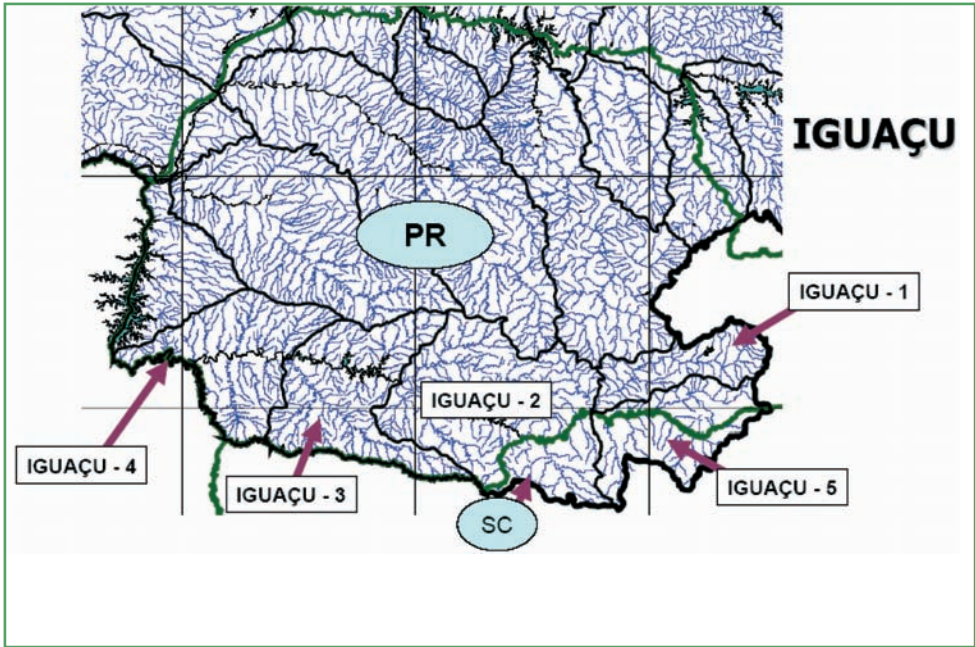


Fonte: DISTRITO FEDERAL (2005); PNRH-BASE (2005)

Figura 119 - Bacias hidrográficas do Distrito Federal – Região Hidrográfica do Paraná em marrom

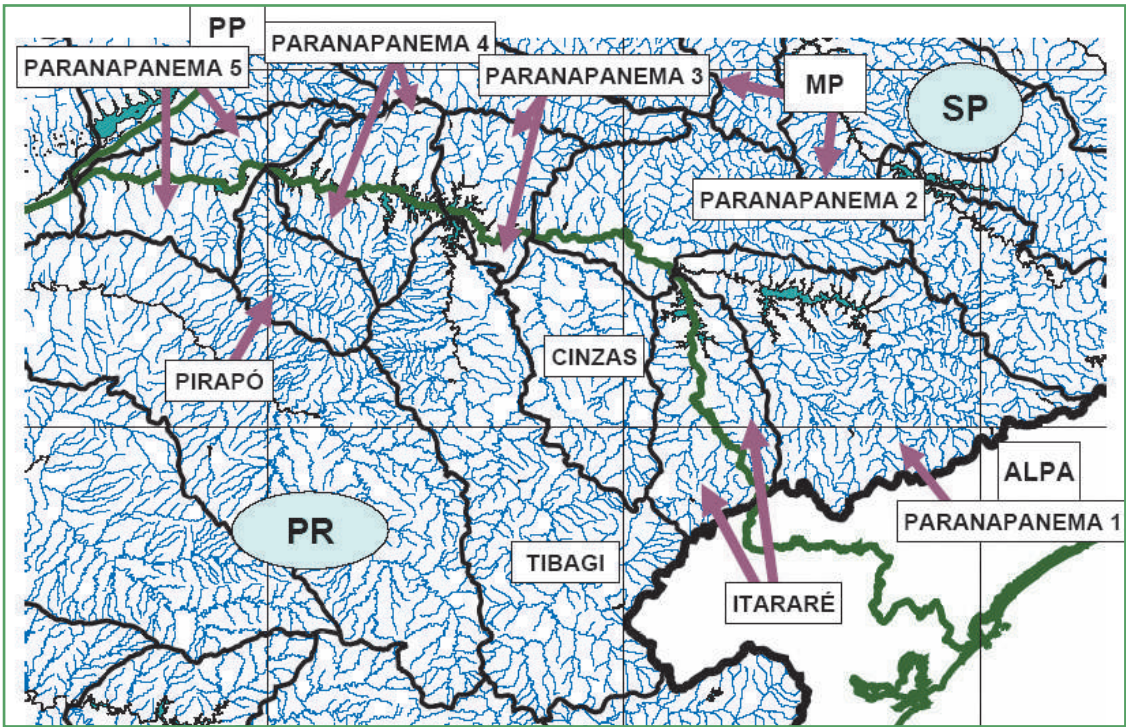
Para facilitar comparações entre as unidades de gestão de recursos hídricos das unidades da Federação e

aquelas presentes no PNRH (Sub 2), são apresentadas as Figuras 109 a 113.



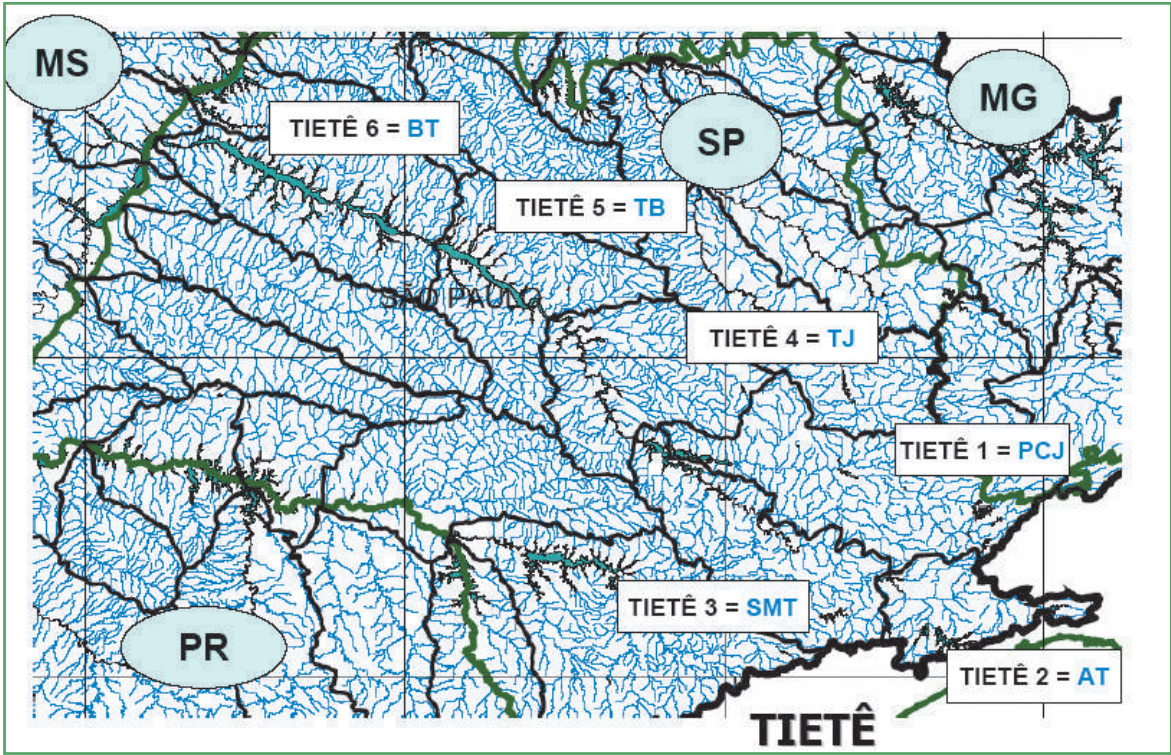
Fonte: PNRH-BASE (2005)

Figura 120 - Unidades Sub 2 (5) presentes na Sub 1 do Iguaçu



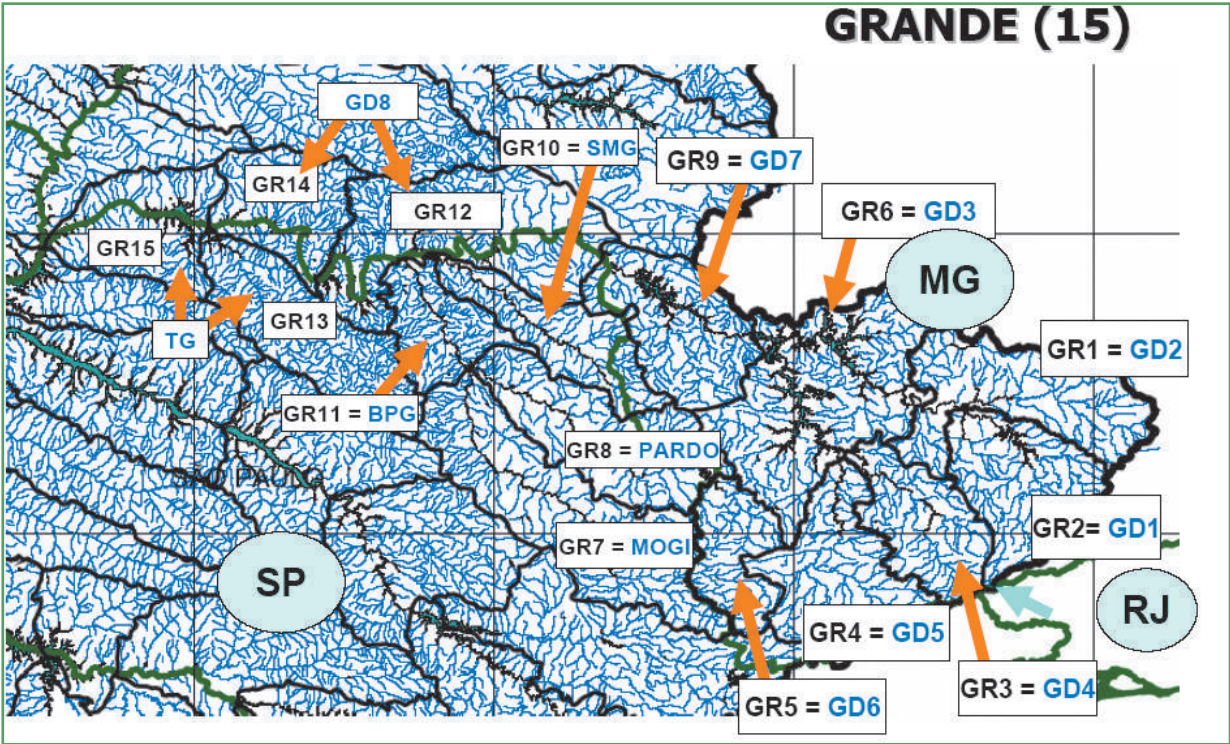
Fonte: PNRH-BASE (2005); SIGRH (2005); SUDERHSA (2005)

Figura 121 - Unidades Sub 2 presentes na Sub 1 do Paranapanema. Para os trechos paulistas, Paranapanema 1 equivale ao Alto Paranapanema (ALPA); Paranapanema 2 e Paranapanema 3 ao Médio Paranapanema (MP); Paranapanema 4 e Paranapanema 5 ao Pontal do Paranapanema (PP), segundo a divisão adotada em SP



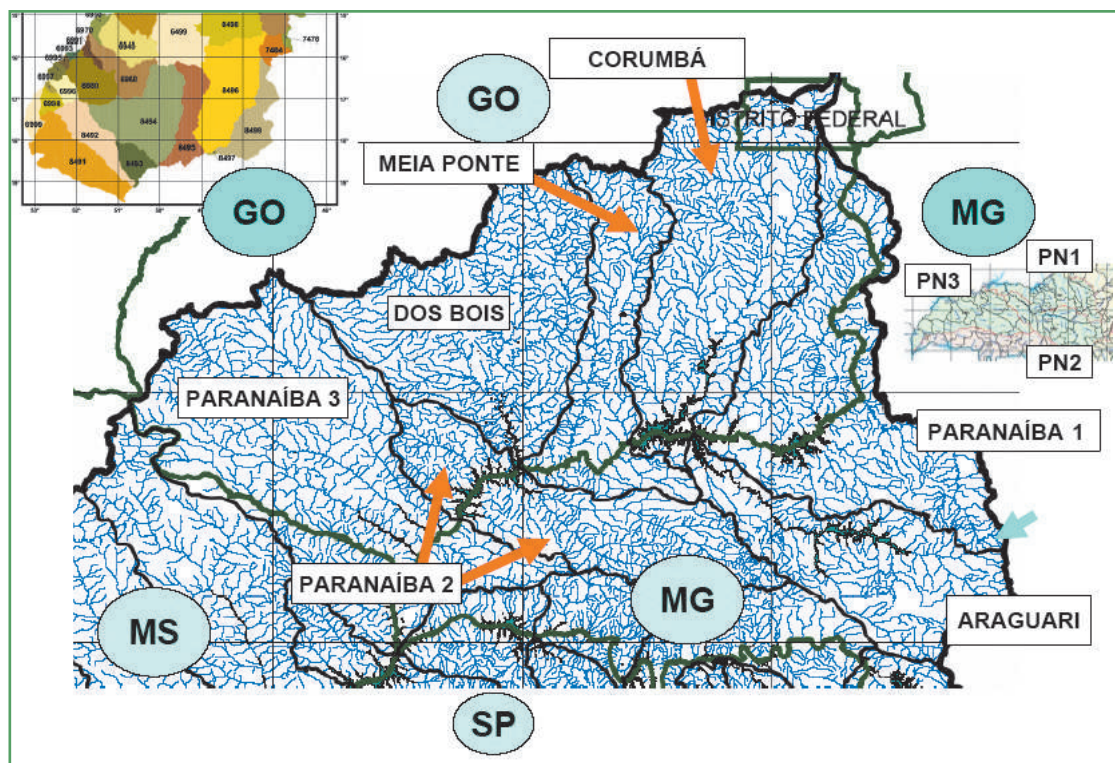
Fonte: PNRH-BASE (2005); SIGRH (2005)

Figura 122 - Unidades Sub 2 (Tietê 1 a Tietê 5, equivalentes, aproximadamente, na divisão adotada em SP, ao PCJ, AT, SMT, TJ, TB e BT) presentes na Sub 1 do Tietê



Fonte: IGAM, 2005; PNRH-BASE (2005); SIGRH (2005)

Figura 123 - Unidades Sub 2 (15) presentes na Sub 1 do Grande em comparação àquelas adotadas pelo DAEE/SP (UGRHIs) e IGAM/MG (UPGRHs), com códigos em azul

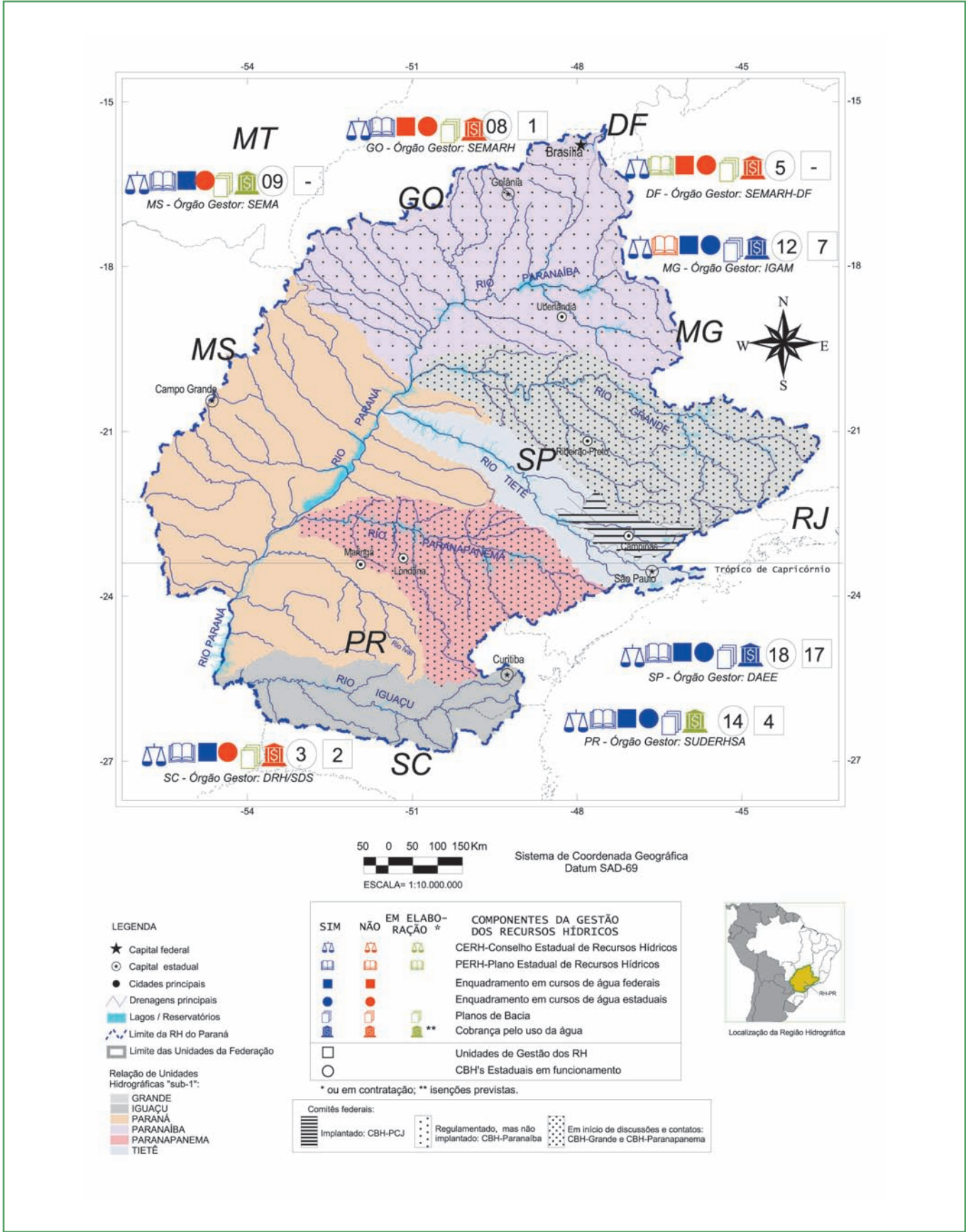


Fonte: IGAM (2005); PNRH-BASE (2005); SEMARH/DMG-GO (2005)

Figura 124 - Unidades Sub 2 (7) presentes na Sub 1 do Paranba em comparação àquelas adotadas pelo IGAM/MG (UPGRHs) e SEMARH/GO

Implementao das Políticas e Instrumentos de Gestão de Recursos Hídricos

Os Quadros 64 e 65 apresentam uma síntese da situao nas Unidades da Federao presentes na Região Hidrográfica do Paraná, quanto  implementao das políticas de recursos hídricos, com base nos dados do SIAPREH – Sistema de Acompanhamento e Avaliao da Implementao da Política de Recursos Hídricos, PNRH-DBR (2005) e consultas aos órgãos gestores. Algumas destas informao estão sendo atualizadas, dadas as mudanças constantes, a exemplo da recente lei de cobrança em SP.



Fonte: Bases do PNRH (2005)

Figura 125 - Análise Institucional

Quadro 64 - Dados do Sistema de Acompanhamento e Avaliação da Implementação da Política de Recursos Hídricos – SIAPREH

Itens	PR	SP	GO	SC	MG	MS	DF
Constituição Estadual							
Consta expressamente	S	S	S	-	S	S	S
Está implícito	-	-	-	-	-	-	-
Domínio das águas	-	-	-	S	-	-	-
Participação da União	-	-	-	-	-	N	-
Participação dos municípios	-	S	S	-	-	-	-
Participação da sociedade	-	S	S	-	-	-	S
Data de lei da política	99	91	97	94	99	02	01
CERH							
Deliberativo	S	S	S	-	S	S	S
Paridade Estado x Município	N	S	S	N	S	-	-
Paridade Poder Público x Sociedade Civil	N	N	N	S	S	S	N
Presença: Estado	50%	S	S	S	S	-	50%+1
Poder Público	-	-	-	-	-	33%	-
Município	S	S	S	N	S	-	-
Usuário	S	N	S	(2)	S	34%	S
Sociedade Civil	S	S	S	(2)	S	33%	S
Assembleia Legislativa	S	N	N	N	N	N	N
Entidades Federais	N	N	N	N	N	-	N
Ministério Público	N	S	S*	N	N	N	N
Representante de Comitês	N	N	N	N	N	N	N
Entidades de Ensino e Pesquisa	N	S	S	N	S	N	N
Presidência do CERH	Sec.	Sec.	Sec.	Sec.	Sec.	El Sec	Sec.
Órgão Outorgante							
Administração Direta	S	S	S	S	S	S	S
Autarquia	S	S	-	-	S	S	-
Autarquia Especial	-	-	-	-	-	-	S
Empresa	-	-	-	-	-	-	-
Órgão gestor	S	-	-	(5)	S	-	S
Coordenador do sistema	S	-	-	-	S	-	-
Órgão de planejamento	-	-	-	-	-	-	-
Respons. Gerenciamento	-	S	S	-	-	-	-
Comitês							
Deliberativo	S	S	S	S	S	S	S
Há recurso ao CERH? (1)	S	-	-	S	-	S	S
Paridade Estado x Município	-	S	S	-	S	-	-
Paridade Poder Público x Sociedade	-	N	N	-	S	-	-
Presença: Poder Público	-	-	-	-	-	-	<50%
Estado	S	1/3	S	20%	1/6	-	-
Município	S	1/3	S	(6)	1/6	-	-
Usuários	S	(4)	S	40%	1/3	S (2)	S
Sociedade	S	(4)	S	40%	1/3	S	S
Entidade federal	-	N	N	S	N	-	S
Entidade de ensino, pesquisa	N	S	N	N	-	-	N
Comunidades Indígenas	N	N	N	N	N	S	N
Funai	N	N	N	N	N	S	N
Instrumentos							
PERH	S	S	S	S	N***	N***	S
PRH	S	S	S	S	N***	S	S
Enquadramento**	S	S	S	S	S	S	S
Outorga**	S	S	S	N	S	N	S
Cobrança**	S	S	S	S	S	S	S
Lei Estadual – cobrança	N	S (2005)	N	N	S (2005)	N	N
Isenção da cobrança	S	N	N	N	N	S	N
Compensação ao Município	N	S	S	S	S	-	N
Compensação	S	N	N	N	N	S	N
Sistema Estadual de Informação	S	S	S	N	S	S	S
Rateio	S	S	S	S	S	S	S
Fundo Estadual de Recursos Hídricos	S	S	(3)	S	S	S	S
Capacitação e Desenv. Tecnológico	N	N	N	N	N	N	N
Educação Ambiental	N	S	N	N	N	N	N
Águas subterrâneas							
Citadas nos Instrumentos – PRH	N	N	S	N	N	S	N
- Outorga	S	S	S	S	S	S	S
Capítulo Específico	S	N	N	N	N	N	N
Lei Específica	-	S	S	N	S	N	S

Fonte: SIAPREH (2005)

(1) a lei prevê recurso ao CERH, das deliberações aprovadas pelos comitês?

(2) paridade entre os usuários e a sociedade civil;

(3) conta específica de recursos hídricos no Fundo Estadual de Meio Ambiente;

(4) paridade entre os usuários e a sociedade civil;

(5) Secretaria é o órgão gestor central;

(6) junto com a sociedade, principalmente por representação do legislativo e como usuário com a companhia de saneamento.

N = Não. S = Sim

* convidado; ** previsão na lei ou instrumento legal vigente; *** em execução.

Quadro 65 - Síntese das informações sobre componentes de gestão de recursos hídricos e meio ambiente nas diversas unidades da Federação presentes na Região Hidrográfica do Paraná

Itens	PR	SP	GO	SC	MG	MS	DF
Órgão outorgante	SUDERHSA	DAEE	SEMARH-GO	DRH-SDS	IGAM	SEMA	SEMARH-DF
CERH	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
PERH	Sim, em atualização	Sim (mais atualizado: 2004)	Sim	Sim	Em elaboração	Em elaboração	Em elaboração
Planos de Bacia	Sim	Sim, vários	Em elaboração (Meia Ponte)	Em elaboração	Sim	Não	Não
Cobrança	Não, mas estão previstas isenções	Sim, Lei de 2005 e regulamento de 2006	Não	Não	Sim, Lei de 2005	Não, mas estão previstas isenções	Não
Existência de trechos enquadrados em cursos de água de domínio federal	Sim	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Não
Existência de trechos enquadrados em cursos de água de domínio Estadual/UF	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Sim (apenas Imbiruçu)	Não
Unidades de gestão de recursos hídricos (na RH-PR)	14	18	08	03	12	09	05
CBHs estaduais em funcionamento (na RH-PR)	04	17 (100% em área)	01	02	07	-	-

Fonte: Órgãos gestores, SIAPREH (2005), PNRH-DBR (2005) Em complementação

Deve-se ressaltar que os sistemas, normas, leis e instrumentos de gestão das diversas unidades da Federação estão em contante atualização, portanto, aos dados e informações dos Quadros 64 e 65 devem ser complementados com consultas aos respectivos órgãos gestores.

O Estado com estrutura mais bem estabelecida quanto aos CBHs é o de SP, em 100% de sua extensão com CBHs, lei estadual de 1991, recente lei de cobrança aprovada, atuante Fundo Estadual de Recursos Hídricos – FEHIDRO, entre outras características.

O Estado menos desenvolvido é o Mato Grosso do Sul, devendo ser priorizado em ações de gestão quanto à implementação não só de CBHs, mas, de forma geral, dos diversos instrumentos de gestão. Também merecem atenção as unidades de SC, DF e GO, estando PR e MG com estruturas comparativamente mais desenvolvidas.

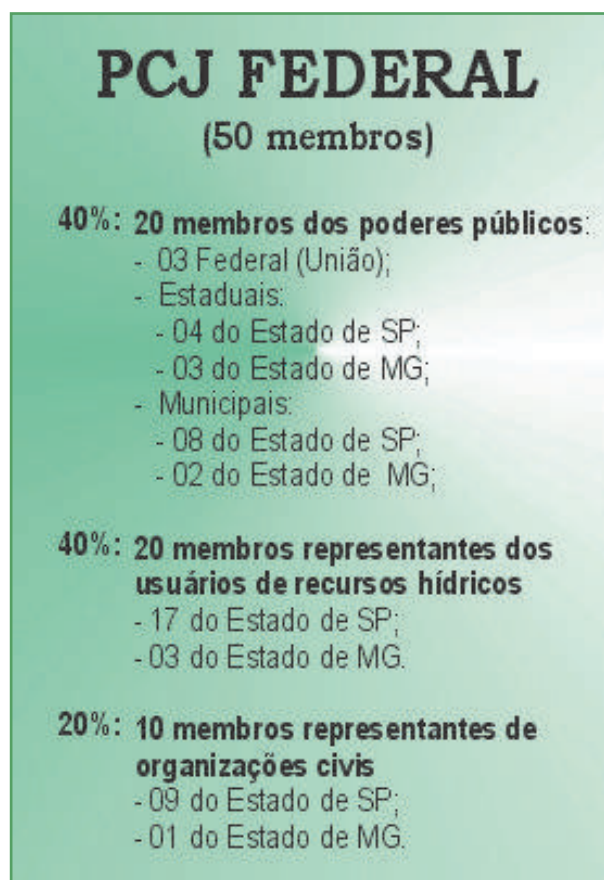
O Sistema de Gestão dos Recursos Hídricos no Estado de São Paulo é composto por três instâncias fundamentais: a instância política ou deliberativa (Conselho Estadual de Re-

ursos Hídricos – CRH), a instância técnica (Comitê Coordenador do Plano Estadual de Recursos Hídricos – CORHI) e a instância financeira (FEHIDRO), cujos recursos, hoje em dia, são provenientes principalmente da compensação financeira que o Estado recebe da União por aproveitamentos hidrelétricos, mas que deve receber recursos da cobrança com a regulamentação de recente lei estadual aprovada.

No âmbito dos CBHs do Estado de São Paulo, há uma divisão tripartite, entre representantes do Estado (1/3), municípios (1/3) e sociedade civil (1/3), portanto, o poder pú-

blico fica com 2/3 dos representantes. Esta divisão destoa daquela adotada ao nível federal, em que a divisão tripartite é: Poder público (40%), usuários de água (40%) e Sociedade Civil (20%).

Há apenas um CBH federal implantado na RH Paraná: PCJ (estrutura na Figura 114). O CBH federal do Paranaíba está regulamentado, mas ainda não implantado; no Grande e no Paranapanema, as unidades da Federação que fazem parte estão em processo de discussão, estando mais adiantado o processo no Grande.



Fonte: CBH-PCJ (2005)

Figura 126 - Composição do CBH-PCJ (Federal)

A cobrança está regulamentada para cursos de água de domínio federal, via ANA. A implementação, no entanto, ainda não foi efetivada na área da Região Hidrográfica do Paraná.

Quanto às unidades da Federação, Minas Gerais, recentemente, regulamentou a cobrança, através do Decreto Estadual 44.046, de 13.06.2005; São Paulo teve aprovação, em dezembro/2005, do Projeto de Lei 676/200, que trata da cobrança

pelo uso da água de domínio Estadual – a nova legislação é formada pela Lei Estadual 12.181, de 29.12.2005, e regulamento pelo Decreto Estadual 50.667, de 30.03.2006.

Mato Grosso do Sul e Paraná apresentam legislação com isenção à cobrança para setores agropecuários.

Quanto ao enquadramento de corpos de água superficiais, está em vigência a Resolução CONAMA n.º 357 de

17 de março de 2005, que “Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências”.

Nas unidades da Federação, estão em vigência os seguintes trechos enquadrados:

- Mato Grosso do Sul: apenas córrego Imbiruçu, na Sub 2 do Pardo PR – Sub 1 Paraná (Deliberação Ceca n. 003 de 20 de junho de 1997).
- Minas Gerais: alguns trechos de domínio estadual enquadrados, como aqueles da Sub 2 Grande PR 03 (GD-4, do rio Verde) – Sub 1 Grande, com conformidade com Deliberação Normativa Copam n. 10 de 16 de dezembro de 1986.
- Paraná: todos os trechos estão enquadrados, de acordo com a Resolução Conama 20/1986, posteriormente substituída pela Resolução Conama 357/2005.
- Santa Catarina: todos os trechos estão enquadrados, de acordo com a Portaria Minter 13/1976. Portaria 24/1979.
- São Paulo: todos os trechos domínio estadual estão enquadrados, de acordo com Decreto Estadual 10.755/1977 (em conformidade com Decreto Estadual 8.468/1976 e atualizações).
- Goiás e Distrito Federal: não há trechos enquadrados.

Outorga de direito de usos dos recursos hídricos

A Lei Federal n.º 9.433/1997, que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, criou o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos – SINGREH e regulamentou o inciso XIX do Art. 21 da Constituição Federal. Esse inciso determina como competência da União a instituição do SINGREH e a definição dos critérios de outorga de direito de uso de recursos hídricos. A outorga é um dos instrumentos de gestão de recursos hídricos.

A determinação das águas como sendo de domínio apenas público gerou a necessidade da utilização de uma forma de autorização do Estado para uso desses recursos hídricos por terceiros. Essa forma de autorização é apresentada na Lei Federal n.º 9.433 por meio do instrumento denominado outorga

de direito de uso de recursos hídricos, o qual tem como objetivos assegurar o controle quantitativo e qualitativo dos usos da água e o efetivo exercício dos direitos de acesso à água.

Para o entendimento da questão da outorga, é necessário observar as variedades de domínio das águas. Neste sentido, a Constituição Federal de 1988 estabeleceu dois domínios para os corpos de água: o da União e o dos Estados (PNRH-DBR, 2005).

Os corpos de água estabelecidos como de domínio da União são os rios ou lagos que banhem mais de uma unidade federada ou que sirvam de divisa entre essas unidades (exemplo dos rios Paraná, Paranapanema, Grande, Iguaçu e Paranaíba na RH-PR), ou de fronteira entre o território do Brasil e o de um país vizinho ou que dele provenham ou para ele se estendam (na Região Hidrográfica do Paraná, é o caso do rio Paraná entre Brasil e Paraguai, e do rio Iguaçu, entre Brasil e Argentina). Aqueles de domínio dos Estados se referem às águas superficiais que nascem e deságuam no seu território, às águas subterrâneas e às águas fluentes, emergentes e em depósito, ressalvadas, nestes casos, na forma da lei, as decorrentes de obras da União.

No caso de exploração de águas subterrâneas, não há uma metodologia específica de análise consolidada para todas as autoridades outorgantes das unidades da Federação. Alguns dos Estados analisam esses pedidos de outorga por meio dos testes de bombeamento dos poços, outros em função da média da capacidade específica dos aquíferos, mas a maior parte se preocupa quanto à tomada de precauções por parte do usuário quanto à qualidade da água de modo a evitar a contaminação do Aquífero (ANA, 2005d). Cabe ressaltar a importância de se observar questões relativas à interferência entre poços; proteção sanitária dos poços; perímetros de proteção de poços; fontes de poluição e vulnerabilidade natural de aquíferos.

Quanto ao lançamento de efluentes, são outorgados atualmente na Região Hidrográfica do Paraná apenas pela ANA e pelo Estado de São Paulo. No caso da ANA, a análise é realizada em função do atendimento à classe em que está enquadrado o corpo de água. Quanto a São Paulo, a análise realizada pela autoridade outorgante (DAEE) é apenas quantitativa e a Cetesb (órgão ambiental) faz a análise qualitativa no momento da emissão da licença ambiental. O Estado do Paraná apresenta critérios, mas não emitiu outorga

ainda com essa finalidade. Quanto aos Estados de Goiás e Minas Gerais, estão em fase de estudos (ANA, 2005d).

Quanto à outorga para aproveitamentos hidrelétricos, apenas a ANA e os Estados do PR e SP emitem outorgas atualmente na Região Hidrográfica do Paraná. A metodologia usada inclui o levantamento dos usos consuntivos a montante e sua evolução prevista no período de outorga. São levantadas, ainda, restrições ecológicas a jusante e a necessidade de alocação de vazões para outros usos (navegação, controle de cheias, outros usos). A outorga é emitida reservando as vazões disponíveis no curso de água, descontando-se os usos consuntivos previstos (ANA, 2005d).

Informações sobre os sistemas de outorga dos órgãos gestores de recursos hídricos Federal (ANA) e das unidades da Federação presentes na Região Hidrográfica do Paraná e que apresentam este instrumento regulamentado (DF, GO, MG, PR e SP) são apresentadas no Quadro 67, a partir da compilação de dados de ANA (2005d) e PNRH-DBR (2005).

Santa Catarina ainda não possui um órgão gestor de recursos hídricos, embora sua criação esteja prevista na minuta de readequação da legislação estadual de recursos hídricos. Esta minuta já foi aprovada pelo Conselho Estadual de Recursos Hídricos, e atualmente se encontra na Assembléia Legislativa do Estado, através do Projeto de Lei n.º 0299.5/2004. Pela Lei Complementar n.º 243 de 30 de janeiro de 2003, que estabeleceu a nova Estrutura Administrativa do Poder Executivo do Estado, coube à Secretaria de Estado do Desenvolvimento Social, Urbano e Meio Ambiente – SDS, através de sua Diretoria de Recursos Hídricos – DRHI, exercer as funções de órgão gestor Estadual de recursos hídricos.

Mato Grosso do Sul possui órgão gestor, a Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (Sema), mas não apresenta regulamentação para outorgas. Apresenta, no entanto, a dita “declaração de viabilidade hídrica”, algo como uma outorga preventiva.

As principais ações pró-ativas dos órgãos gestores têm sido: campanhas de cadastramento (ANA, MG, SP), fiscalização (ANA, PR), acordos com instituições financeiras e com concessionárias de energia elétrica (GO), palestras aos setores usuários (GO), entre outros. A integração entre os instrumentos de outorga e de licenciamento ambiental tam-

bém pode ser apontada como uma ação desenvolvida na busca pela regularização de usos (ANA, 2005d).

Os principais problemas apontados pelos órgãos gestores são: necessidade de maior integração em relação aos órgãos gestores estaduais e a ANA; melhor estruturação dos órgãos gestores, com aumento dos recursos destinados à área de outorga, melhoria nos quadros técnicos, na estrutura física e de equipamentos de informática; necessidade de melhor integração com os órgãos ambientais (ANA, 2005d).

Quadro 66 - Síntese das informações sobre os sistemas de outorga dos órgãos gestores de recursos hídricos Federal (ANA) e das unidades da Federação presentes na Região Hidrográfica do Paraná

Órgão Gestor/ Local	Regulamentação *	Legislação aplicada	Outorgas emitidas/ ano	Vazão máxima outorgável	Legislação referente à vazão máxima outorgável	Limites máximos de vazões insignificantes
ANA/ – Federal (Brasil)	2000	Leis Federais n.º 9.433/1997 e n.º 9.984/2000. Decreto Federal n.º 3.692/2000. Resoluções CNRH n.º 16/2001, 29/2002 e 37/2004. Resoluções ANA n.º 44/2002, 135/2002 e n.º 131/2003	720	70% da Q95, podendo variar em função das peculiaridades de cada região. 20% para cada usuário individual	Não existe, em função das peculiaridades do país	1 L/s. (Resolução ANA 542/2004)
SEMARH/ DF	2001	Lei Distrital n.º 2.725/2001. Decretos Distritais n.º 22.358/2001 e n.º 22.359/2001	-	20% da Q90	-	1 L/s (Decr. Distr. 22.359/01)
SEMARH/ GO	1999	Leis Estaduais n.º 13.123/1997, n.º 13.583/2000 e n.º 14.475/2003. Portaria SEMARH n.º 130/1999. Res. CERH 008/2003 e Res. CERH sobre Outorga	1000	70% da Q95	Não possui legislação específica	Não estão definidos
IGAM/MG	2001	Lei Estadual n.º 13.199/1999. Decreto n.º 41.578/2001. Deliberações Normativas CERH n.º 03/2001, n.º 07/2002 e n.º 09/2004. Portarias administrativas IGAM n.º 10/1998, n.º 07/1999, n.º 01/2000 e n.º 06/2000	4800	30% da Q7,10 para captações a fio de águas. Em reservatórios, podem ser liberadas vazões superiores, mantendo o mínimo residual de 70% da Q7,10 durante o tempo todo	Portarias IGAM n.º 010/1998 e n.º 007/1999	1 L/s para a maior parte do Estado (superficiais); 10m3/dia (subt.) Delib.CERH-MG 09/2004
SUDERHSA/PR	2001	Lei Estadual n.º 12.726/1999. Decreto Estadual n.º 4.646/2001 (outorga). Resolução SEMA n.º 31/04	2400	50% da Q95	Decreto Estadual n.º 4.646/2001	1,8m3/h (0,5L/s)
DAEE/SP	1996	Lei Estadual 7.663/1991. Decreto Estadual n.º 41.258/1996. Portaria DAEE n.º 717/1996. Resoluções CNRH n.º 16/2001; n.º 20/2002 e n.º 37/2004	5000	50% da Q7,10 por bacia. Individualmente nunca ultrapassar 20% da Q7,10	Não existe legislação específica	5,0m3/dia (águas subterrâneas) Decreto Estadual 32.955/91

Fonte: ANA (2005d)
* Ano da regulamentação do instrumento por meio de Decreto, Portaria ou Resolução

Os Quadros e Figuras a seguir apresentam dados de outorgas da ANA (emitidas pela União, Estados e Distrito Federal) e dos Estados de Minas Gerais (Igam) e São Paulo (DAEE).

Quadro 67 - Número de outorgas emitidas na Região Hidrográfica do Paraná e no Brasil, excluindo-se lançamento de efluentes

Local	Número de outorgas			Vazão das outorgas (m³/s)		
	Superficial	Subterrânea	Total	Superficial	Subterrânea	Total
RH-PR	34.568	11.556	46.124	705,13	42,95	748,1
Brasil	50.112	20.548	70.660	1.944,50	89,50	2.044,00
% Brasil	69,0	56,2	65,3	36,3	48,0	36,6

Fonte: ANA (2005d)

Pelo Quadro 67, nota-se que quase 2/3 do número de outorgas emitidas no Brasil para captações (superficiais e subterrâneas) ou alterações do regime dos corpos de água (barramentos, desvios, travessias etc.) situa-se na Região Hidrográfica do Paraná (65,3%). Quanto às vazões, são 36,6% do total do país, sendo que no caso das águas subterrâneas este percentual chega quase à metade do total (48,0%) – ANA (2005d).

Estes números são sensivelmente maiores se forem incluídos dados de lançamento de efluentes: são, no total, 95.107

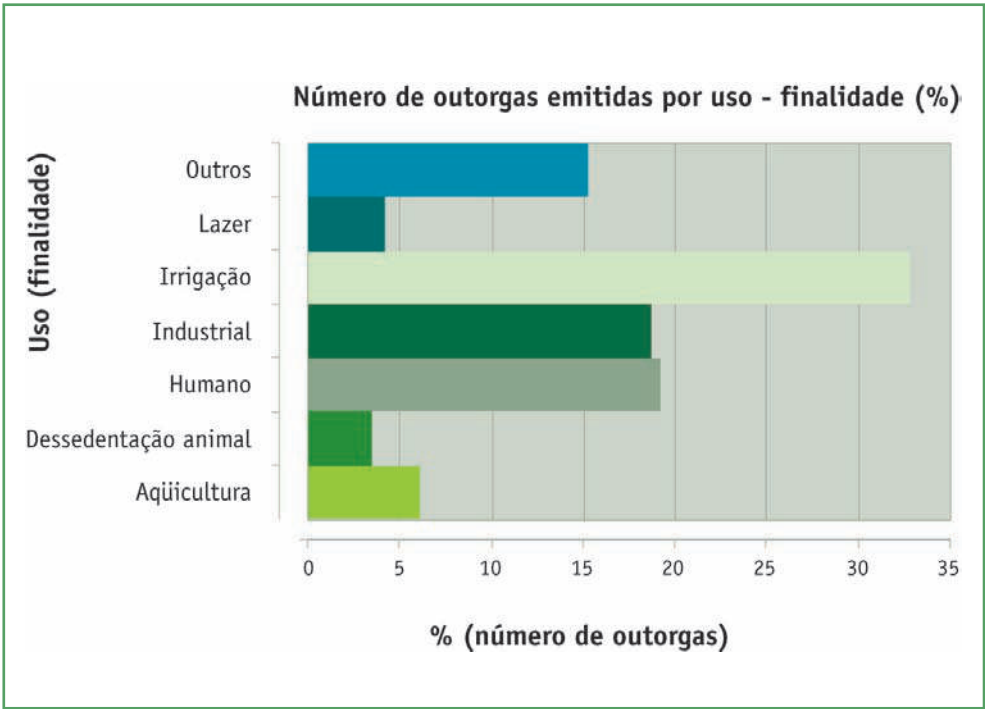
outorgas no país, sendo 73.233 em mananciais superficiais e 21.874 em mananciais subterrâneos. Segundo dados de ANA (2005d), o Estado de São Paulo apresenta mais de 50.000 outorgas emitidas, ou seja, mais da metade do país, seguidos de Paraná e Minas Gerais, todos estados presentes na Região Hidrográfica do Paraná.

Pelo Quadro 68 e Figura 115, nota-se que o maior número de outorgas emitidas na Região Hidrográfica do Paraná é para uso na irrigação (32,9%), seguido de consumo humano (19,2%) e industrial (18,8%).

Quadro 68 - Número de outorgas emitidas na Região Hidrográfica do Paraná por tipo de uso (finalidade)

Outorgas	Aqüicultura	Dessedenta- ção animal	Humano	Industrial	Irrigação	Lazer	Outros	Total
Número	2.835	1.623	8.874	8.658	15.152	1.948	7.034	46.124
%	6,1	3,5	19,2	18,8	32,9	4,2	15,3	100

Fonte: ANA (2005d)



Fonte: ANA (2005d)

Figura 127 - Número de outorgas emitidas na Região Hidrográfica do Paraná por tipo de uso (finalidade)

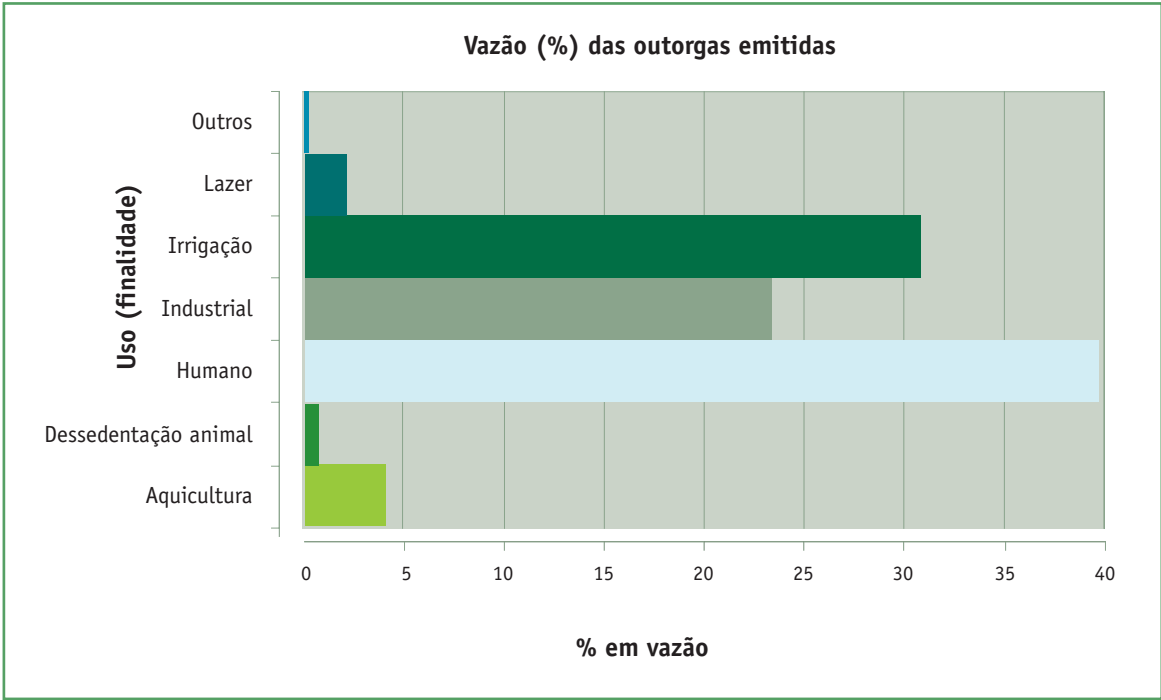
Quanto às vazões outorgadas na Região Hidrográfica do Paraná (Quadro 69 e Figura 116), excluindo-se “outros

usos”, 39,6% são para consumo humano, 30,7% para irrigação e 23,3% para uso industrial (ANA, 2005d).

Quadro 69 - Vazão outorgada na Região Hidrográfica do Paraná por tipo de uso (finalidade)

Outorgas	Aqüicultura	Dessedenta- ção animal	Humano	Industrial	Irrigação	Lazer	Outros	Total
Vazão (m³/s)	30,10	2,08	296,52	174,00	229,82	15,58	-	748,1
%	4,0	0,3	39,6	23,3	30,7	2,1	-	100

Fonte: ANA (2005d)



Fonte: ANA (2005d)

Figura 128 - Vazão outorgada na Região Hidrográfica do Paraná por tipo de uso (finalidade)

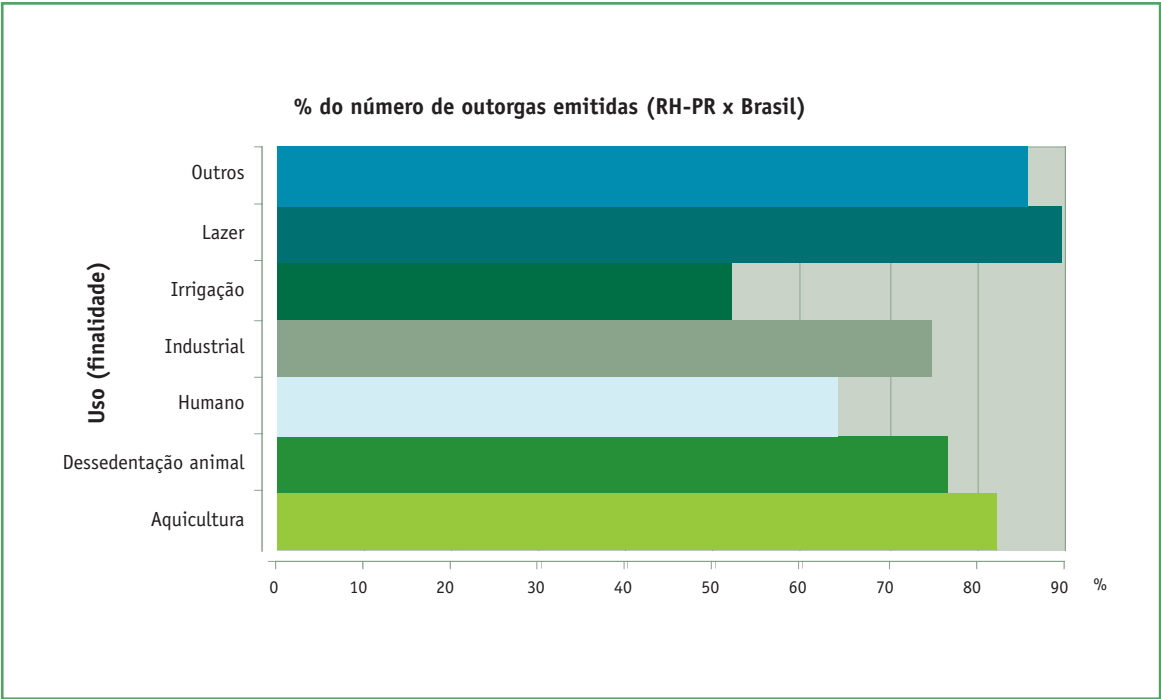
Quanto ao tipo de uso (finalidade), o Quadro 70 e a Figura 117 apresentam o número de outorgas emitidas na Região Hidrográfica do Paraná, em comparação com o Brasil. Destacam-

se os usos para lazer (89,6% do Brasil), aqüicultura (82,2%), dessedentação animal (76,6%) e industrial (75,0%), seguidos de consumo humano (63,9%) e para irrigação (51,8%).

Quadro 70 - Percentual do número de outorgas emitidas na Região Hidrográfica do Paraná em relação ao total do Brasil, por tipo de uso (finalidade)

Número/ outorgas	Aqüicultura	Dessedentação animal	Humano	Industrial	Irrigação	Lazer	Outros
RH-PR	2.835	1.623	8.874	8.658	15.152	1.948	7.034
Brasil	3.450	2.119	13.894	11.546	29.249	2.173	8.229
%	82,2	76,6	63,9	75,0	51,8	89,6	85,5

Fonte: ANA (2005d)



Fonte: ANA (2005d)

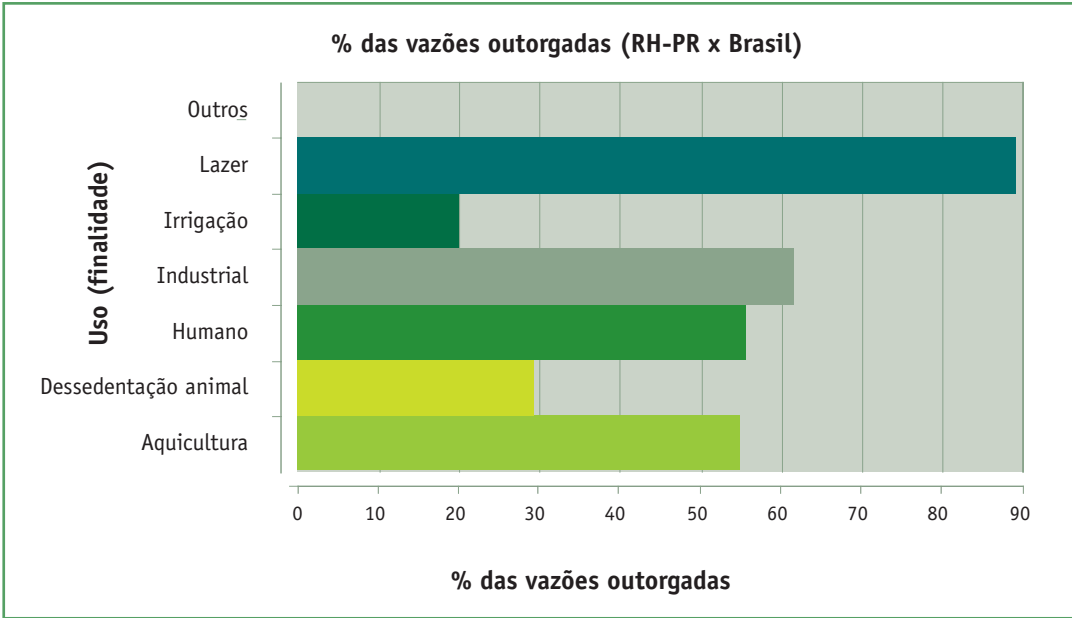
Figura 129 - Percentual do número de outorgas emitidas na Região Hidrográfica do Paraná em relação ao total do Brasil, por tipo de uso (finalidade)

Pelo Quadro 71 e pela Figura 118, nota-se que a Região Hidrográfica do Paraná apresenta 89,2% das vazões outorgadas no Brasil para fins de lazer; 61,7% para uso industrial; 55,8% para consumo humano; 55,1% para aquicultura; 29,5% para dessedentação animal e 20,3% para uso em irrigação.

Quadro 71 - Percentual das vazões outorgas emitidas na Região Hidrográfica do Paraná em relação ao total do Brasil, por tipo de uso (finalidade)

Vazão outorgada	Aqüicultura	Dessedenta-ção animal	Humano	Industrial	Irrigação	Lazer	Outros	Total
RH-PR (m³/s)	30,10	2,08	296,52	174,00	229,82	15,58	-	748,1
Brasil (m³/s)	54,61	7,04	531,5	281,96	1.131,44	17,46	19,99	2.044
%	55,1	29,5	55,8	61,7	20,3	89,2	-	36,6

Fonte: ANA (2005d)



Fonte: ANA (2005d)

Figura 130 - Percentual das vazões outorgas emitidas na Região Hidrográfica do Paraná em relação ao total do Brasil, por tipo de uso (finalidade)

Os Quadros 72 a 76 apresentam dados de outorgas dos Estados de Minas Gerais (IGAM) e São Paulo (DAEE). Estes dados foram inseridos no SIG PNRH-

BASE (2005) a partir de bancos de dados repassados por estas unidades da Federação, através das coordenadas de localização.

Quadro 72 - Vazões outorgadas em Minas Gerais para captações superficiais, por unidade Sub 1, em m³/s

Sub 1	Abasteci-mento	Consumo humano	Irrigação	Dess. Animal	Industrial	Múltiplo	Outros	Total (m³/s)	Nº de Pontos
Grande	7,93	0,00	6,98	0,02	1,69	0,31	0,19	17,12	866
Paranaíba	8,71	0,04	42,73	0,07	2,66	3,74	0,20	58,15	1.724
Tietê	0,11	-	-	-	0,03	0,00	-	0,14	10
Total – MG	16,74	0,04	49,70	0,09	4,38	4,05	0,39	75,40	2600
%	22,2	0,1	65,9	0,1	5,8	5,4	0,5	100	-

Fonte: IGAM (2005)

Quadro 73. Vazões outorgadas em Minas Gerais para captações subterrâneas, por unidade Sub 1, em m³/s

Sub 1	Abasteci-mento	Consumo humano	Irrigação	Dess. Animal	Industrial	Múltiplo	Outros	Total (m³/s)	Nº de Poços
Grande	0,82	0,23	0,04	0,03	0,21	0,70	0,06	2,098	764
Paranaíba	1,01	0,16	2,94	0,07	0,16	1,32	0,03	5,700	1.256
Tietê	0,04	-	-	-	0,01	0,01	-	0,063	22
Total – MG	1,87	0,40	2,99	0,10	0,37	2,03	0,10	7,86	2042
%	23,8	5,0	38,0	1,3	4,7	25,9	1,2	100	-

Fonte: IGAM (2005)

Os Quadros 72 e 73 evidenciam que em Minas Gerais predominam captações na Sub 1 do rio Paranaíba (58,15m³/s ou 77,1% das vazões das captações superficiais e 5,7m³/s ou 72,5% das subterrâneas no trecho mineiro da RH-PR), com ampla margem para uso na irrigação, notadamente por captações superficiais (42,73

m³/s ou 65,9% do volume das captações superficiais e 2,94m³/s ou 38,0% das subterrâneas no trecho mineiro da RH-PR).

Na Sub 1 do rio Grande, há predomínio do uso para abastecimento (46,32% das vazões das captações superficiais nesta unidade e 39,1% das subterrâneas).

Quadro 74 - Vazões outorgadas em São Paulo para captações superficiais, por Sub 1

Sub 1	Abastecimento	Consumo humano	Irrigação	Dess. Animal	Industrial	Múltiplo	Outros	Rural	Total (m³/s)	Nº de Pontos
Grande	8,23	-	81,28	0,16	34,71	0,50	16,79	1,29	142,96	3.555
Paraná	0,51	-	29,44	0,02	3,65	0,00	0,36	0,00	33,98	536
Paranapanema	1,78	-	18,87	0,00	6,85	0,64	0,94	0,02	29,10	732
Tietê	43,17	-	26,87	0,10	70,44	0,12	21,71	0,07	162,48	3.018
Totais	53,68	0,00	156,46	0,28	115,66	1,26	39,79	1,38	368,51	7.841
%	14,6	0,0	42,5	0,1	31,4	0,3	10,8	0,4	100	-

Fonte: DAEE (2005)

Quadro 75 - Vazões outorgadas em São Paulo para captações subterrâneas, por Sub 1

Sub 1	Abastecimento	Consumo humano	Irrigação	Dess. Animal	Industrial	Múltiplo	Outros	Rural	Total (m³/s)	Nº de Pontos
Grande	11,52	-	2,51	0,02	2,72	1,01	0,49	0,23	18,49	3.476
Paraná	2,23	-	0,66	0,03	0,54	0,07	0,10	0,33	3,96	1.190
Paranapanema	1,15	-	0,01	0,01	0,24	0,01	0,05	0,06	1,52	722
Tietê	12,06	-	1,69	0,08	7,49	0,27	1,63	0,30	23,53	10.845
Totais	26,96	0,00	4,88	0,13	10,99	1,35	2,27	0,92	47,50	16.233
%	56,8	0,0	10,3	0,3	23,1	2,9	4,8	1,9	100,0	-

Fonte: DAEE (2005)

Quadro 76 - Vazões outorgadas em São Paulo para pontos de lançamento de efluentes em corpos de água

Sub 1	Abastecimento	Consumo humano	Irrigação	Dess. Animal	Industrial	Múltiplo	Outros	Rural	Total (m³/s)	Pontos
Grande	10,55	-	5,28	0,05	20,74	0,06	20,55	0,21	57,45	1.457
Paraná	2,30	-	0,84	0,00	0,43	0,00	0,69	0,00	4,26	360
Paranapanema	2,41	-	1,73	0,00	3,80	0,00	0,35	0,00	8,29	348
Tietê	29,32	-	2,44	0,02	41,92	0,01	21,27	0,04	95,03	2.327
Totais	44,58	0,00	10,28	0,08	66,89	0,07	42,87	0,25	165,02	4.492
%	27,0	0,0	6,2	0,0	40,5	0,0	26,0	0,2	100,0	-

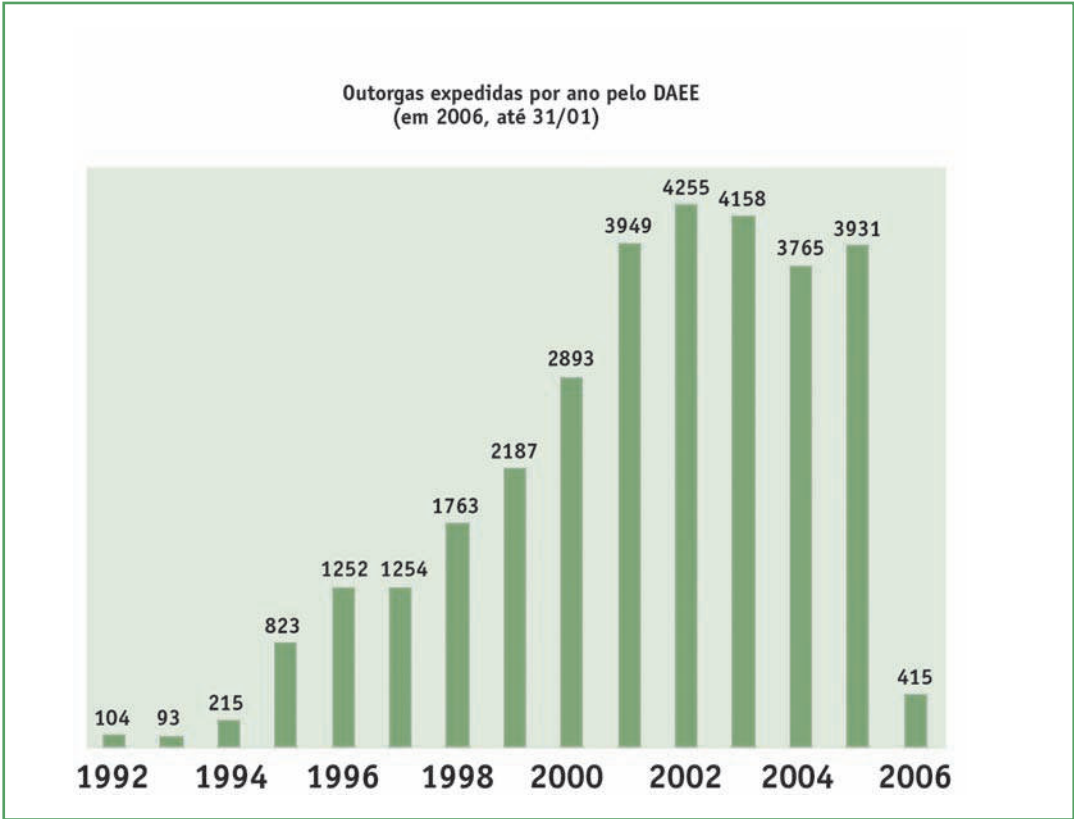
Fonte: DAEE (2005)

Os Quadros 74 a 76 evidenciam que em São Paulo:

- Entre as captações superficiais, predomina o uso para irrigação (42,5% das vazões), seguido de industrial (31,4%) e abastecimento (14,6%). Entre as unidades Sub 1, predominam captações no Tietê (44,1% em volume e 38,5% do número de pontos).
- Entre as captações subterrâneas, predomina o uso para abastecimento (56,8% das vazões), seguido de industrial (23,1%) e irrigação (10,3%). Entre as unidades Sub 1, predominam captações no Tietê (49,5% em volume e 66,8% do número de pontos).
- Entre os pontos de lançamento, predomina o uso para industrial (40,5% das vazões), seguido de abastecimento (27,0%) e irrigação (10,3%). Entre as unidades Sub 1, predominam captações no Tietê (57,6% em volume e 51,8% do número de pontos).

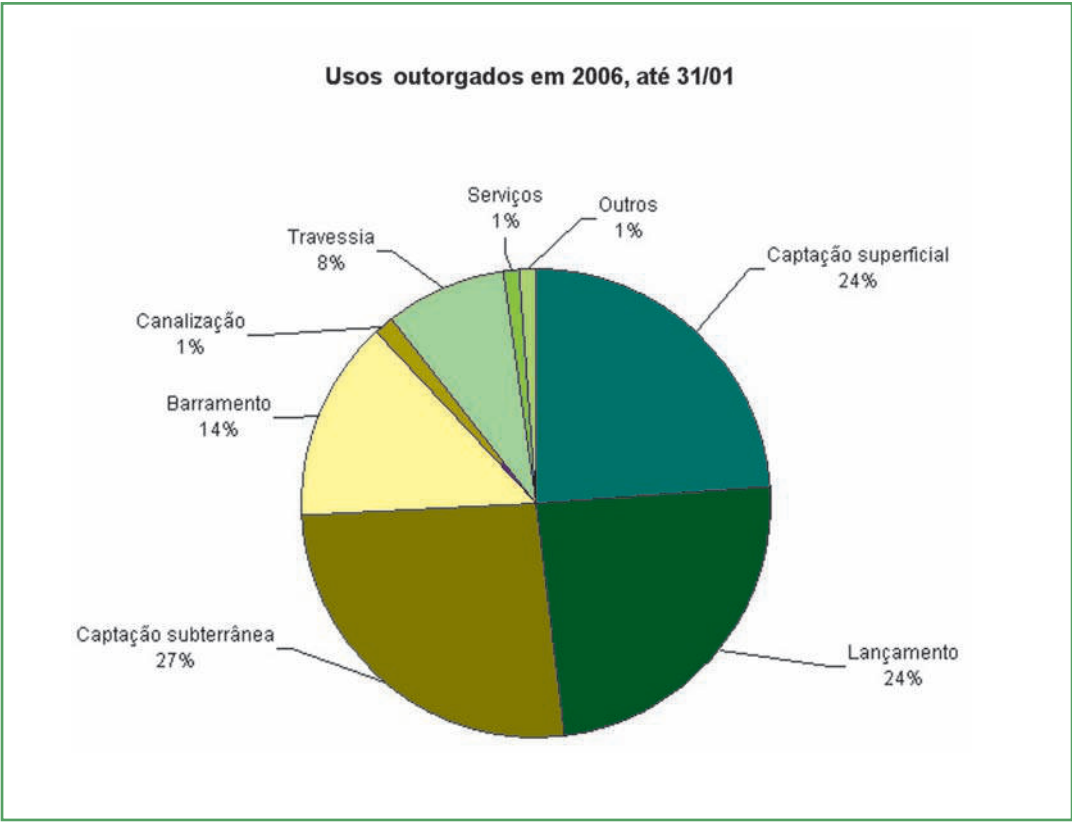
A Figura 119 apresenta a evolução do número de outorgas pelo DAEE, em SP. Esta situação evidencia: a) aumento pela procura dos usuários em regularizar a situação de outorgas; b) aumento da pressão sobre órgãos outorgantes como consequência do aumento das solicitações; c) afloramento de situações de criticidade em algumas bacias; d) aparecimento de situações críticas em pequenas ou microbacias dentro de unidades de planejamento maiores (a exemplo de casos em São Paulo relatados no Turvo-Grande, segundo IPT, 2003 e CPTI (2004); Pardo, segundo CPTI & IPT, 2003; no PCJ, IRRIGART, 2005; e até mesmo em Campos do Jordão, na Serra da Mantiqueira, segundo CPTI, 2003).

A Figura 120 apresenta o % de outorgas no Estado de São Paulo por tipologia – predominam as captações subterrâneas (27%), seguidas de pontos de lançamento e captações superficiais (24% cada).



Fonte: DAEE in SÃO PAULO (2006)

Figura 131 - Evolução do número de outorgas pelo DAEE de 1992 a 2006



Fonte: DAEE in SÃO PAULO (2006)

Figura 132 - Porcentagem de outorgas no Estado de São Paulo por tipologia

Agenda Internacional

Atualmente, o Brasil participa de cerca de uma centena de acordos internacionais sobre meio ambiente e desenvolvimento sustentável. O Quadro 77 apresenta a relação dos

principais tratados e compromissos internacionais relativos aos recursos hídricos assumidos pelo Brasil. Na Região Hidrográfica do Paraná, além dos compromissos internacionais, cabem destacar, pela sua geografia, aqueles relativos à Bacia do Prata e cursos de água limítrofes.

Quadro 77 - Principais Tratados e Compromissos Internacionais relativos aos Recursos Hídricos

Data/Local/Código	Síntese
1969 – DL nº 682	Tratado da Bacia do Prata, incluindo os países Argentina, Bolívia, Brasil, Paraguai e Uruguai – Brasília, Brasil
1971 – Ramsar, Iran	Tratado Intergovernamental de cooperação internacional para conservação e uso racional de áreas úmidas
1972 – Estocolmo	Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano
1973 – DL nº 23	Tratado entre a República Federativa do Brasil e a República do Paraguai para o Aproveitamento Hidroelétrico dos Recursos Hídricos do Rio Paraná – Brasília
1977 – Mar Del Plata	Conferência das Nações Unidas sobre a Água
1992 – Dublin/Irlanda	Conferência Internacional sobre a Água e o Meio Ambiente
1992 – Agenda 21	Estabelece compromissos para mudança de padrão do desenvolvimento sustentável para o século 21 – ECO-92, Rio de Janeiro, Brasil
1996 – Decreto nº 1.806	Acordo entre o Governo do Brasil e o Governo do Paraguai para a Conservação da Fauna Aquática dos Cursos dos Rios Limítrofes – Brasília, Brasil
1997 – DL nº 28	Convenção das Nações Unidas para Combate à Desertificação – Paris, França
2000 – Declaração do Milênio das Nações Unidas	Trata dos valores fundamentais essenciais para relações internacionais no século 21 – Nova York, EUA
2002 – Plano de Implementação	Plano de Implementação que aponta meios de implementação da Agenda 21 – Rio + 10, Johannesburg – África do Sul

Fonte: SRH/MMA (2003) in PNRH-DBR (2005)

Agenda Regional

A América do Sul foi uma das regiões pioneiras na pre-
visão de gestão compartilhada de suas bacias hidrográficas.
Vale lembrar que a totalidade do Paraguai e 97% do Uru-
guai estão contidas dentro de uma bacia internacional, a do
Prata, da qual faz parte a Região Hidrográfica do Paraná.

O Tratado Internacional da Bacia do rio da Prata – TBP, firmado
entre a Argentina, a Bolívia, o Brasil, o Paraguai e o Uruguai, data
de 23 de abril de 1969. Existem, ainda, tratados bilaterais bem
anteriores como, por exemplo, o Tratado de cooperação para um
estudo referente ao uso da energia hidroelétrica dos rios Acarai e
Mondai, entre o Brasil e o Paraguai (de 1956).

O TPB prevê uma cooperação entre as Partes que vai muito
além dos recursos hídricos, abrangendo os aspectos ambientais
e socioeconômicos da bacia. Reflete o consenso segundo o qual
a valorização da bacia é uma necessidade vantajosa para todas as
Partes. Além disso, o TBP serviu de referência para a elaboração do
Tratado de Cooperação Amazônica (TCA) – PNRH-DBR (2005).

Aqüífero Guarani

Conforme observado anteriormente, o Sistema Aqüífero
Guarani está localizado nos territórios da Argentina, Brasil, Pa-
raguai e Uruguai, sendo que, da área total do Aqüífero, ocor-
rem 71% no Brasil, 19% na Argentina, 6% no Paraguai e 4%
no Uruguai. É talvez o maior reservatório de água doce do
mundo. Além de águas, em geral, de boa qualidade, ressalta-se
o potencial energético termal dos recursos do mesmo. Esses
recursos têm sido utilizados para usos diversos como abaste-
cimento público, industrial, irrigação, calefação e recreação.
Entretanto, num cenário de usos crescentes, os diversos países
identificam a necessidade de um arcabouço mais adequado à
gestão sustentável desses recursos.

Essa necessidade levou os Governos dos Países a bus-
carem apoio junto ao *Global Environment Facility (GEF)*,
ou o Fundo para o Meio Ambiente Mundial (FMAM), para
prepararem o Projeto de Proteção Ambiental e Desenvolvi-
mento Sustentável do Sistema Aqüífero Guarani. O apoio

foi concretizado por intermédio do Banco Mundial, como agência implementadora dos recursos, e da Organização dos Estados Americanos (OEA), como agência executora internacional.

Para a sua fase de execução, o projeto foi estruturado em sete componentes (GEF-GUARANI, 2005):

- Expansão e consolidação da base atual do conhecimento científico e técnico do SAG.
- Desenvolvimento e instrumentação conjunta de um marco de gestão para o SAG, baseado em um Programa de Ações Estratégicas consensuado.
- Fomento à participação pública de atores interessados, comunicação social e educação ambiental.
- Avaliação e seguimento do Projeto e disseminação dos seus resultados.
- Desenvolvimento de medidas para a gestão das águas subterrâneas e para a mitigação de danos, de acordo com as características da região, em áreas críticas estabelecidas pela fase e preparação do projeto (*hot spots*).
- Avaliação do potencial para utilização da energia geotérmica “limpa” do SAG.
- Coordenação e gestão do Projeto.

Os tratados internacionais de referência são (GEF-GUARANI, 2005):

- Tratado Ministerial de Haya;
- Transboundary Groundwater: The Bellagio Draft Treaty.

Deve-se observar ainda a existência de uma série de projetos-piloto em andamento na região de Ribeirão Preto, SP (Sub 1 do Grande), envolvendo diferentes abordagens no estudo do Aquífero Guarani (técnica, institucional, educacional) e participação de diversas instituições estaduais, federais, municipais e da sociedade civil.



5 | Análise de Conjuntura

Frente ao panorama prospectivo e evolutivo que foi traçado no Capítulo 4, este visa a sistematizar os condicionantes para o aproveitamento dos recursos hídricos da região e a uma avaliação sobre as necessidades de aperfeiçoamento do processo de gestão.

A problemática relativa à água na Região Hidrográfica do Paraná está amplamente vinculada às questões de abastecimento humano propriamente dito e ao suprimento para uso industrial, visto que se refere à região de mais elevada concentração urbano-industrial do país, embora entre os usos consuntivos, em algumas Sub-bacias, sejam elevadas as demandas para irrigação e dessedentação animal.

Além destes aspectos, outras questões merecem atenção: a degradação do solo e das águas (superficiais e subterrâneas) pelo lançamento de efluentes domésticos e industriais e também pela disposição inadequada de resíduos; a existência de áreas contaminadas; a contaminação com agrotóxicos; o desmatamento de áreas verdes remanescentes ou mesmo em estágio de regeneração; o uso inadequado dos solos; e a ocorrência de cheias, com graves consequências, nas áreas urbanas e rurais.

Há uma sobreposição entre questões sociais, ambientais e de recursos hídricos e mesmo sendo das regiões mais ricas do país, a Região Hidrográfica do Paraná ainda assim não tem encontrado soluções para muitas de suas carências e problemas. Aliás, na Região Hidrográfica do Paraná ficam evidentes as disparidades de distribuição de renda vigentes no Brasil, flagrando graves problemas sociais, com implicações diretas ou indiretas à questão da água.

5.1 | Principais problemas de eventuais usos hegemônicos da água

Este item visa identificar e descrever os principais problemas decorrentes de um eventual uso hegemônico ou quase hegemônico das águas superficiais e subterrâneas que im-

peçam ou limitem a sua utilização para outros fins.

Desde a época de ocupação inicial da Região Hidrográfica do Paraná, os recursos hídricos possuem elevada importância, seja como meio de transporte, seja como recurso de produção, agrário e industrial, além do abastecimento direto das populações.

Os usos econômicos dos diversos rios da região, inicialmente com a implantação de obras para a produção de energia elétrica, diversificaram-se, beneficiando a navegação, a pesca interior e a irrigação, além de ampliar a garantia de água para o para o abastecimento urbano.

Na parte central da Região Hidrográfica do Paraná (médios/baixos cursos dos principais rios das unidades Sub 1 do Iguaçu, Paranapanema, Tietê, Grande e Paranapanema, além da calha do rio Paraná), destaca-se a geração de energia, que é o uso hegemônico, tanto que a Região Hidrográfica do Paraná produz mais de 60% da energia hidrelétrica do país.

Trata-se de uma infra-estrutura de barragens e unidades hidrelétricas em boa parte estabelecida em épocas em que não havia os atuais processos de licenciamento ambiental, portanto, hoje demandam mais ações de mitigação ou de interação pelos usos múltiplos das águas. Mesmo assim, citam-se problemas sociais resultantes dos processos de implantação destes empreendimentos, como: deslocamento de populações; interferências na fauna e flora dentro e nos entornos dos reservatórios; oscilações na superfície piezométrica induzidas pelo enchimento destes reservatórios etc.

O aproveitamento dos recursos hídricos regionais para a geração elétrica, afora as centrais em operação, deverá ser acrescido nos próximos anos de forma percentualmente modesta, devido à inexistência de locais para grandes novos empreendimentos hidrelétricos – isso denota uma situação de aparente estabilização no que tange estritamente às interferências hidráulicas dos empreendimentos. Por outro lado, estes reservatórios já implantados e mesmo os futuros

ampliam as possibilidades de turismo e lazer, além de demandar o aumento da atenção na preservação dos diversos ecossistemas ali presentes.

O setor de geração de energia hidrelétrica apresenta situações potenciais de conflitos, as quais têm relação direta com as interferências decorrentes das demandas antrópicas por água para usos múltiplos, e com aspectos climáticos, notadamente eventos críticos de escassez (baixa precipitação pluviométrica nas bacias de contribuição). Sua relevância é estratégica, pois a matriz energética brasileira depende sobremaneira desta fonte de energia. Sua concentração em grandes UHEs de regularização pertencentes a empresas diversas, gera certa preocupação, tendo em vista dificuldades para se coordenar a operação dos aproveitamentos hidrelétricos, de forma a conciliar a otimização dos sistemas elétricos com o melhor uso das águas. Estes aspectos expõem uma realidade do sistema vigente, que é a interdependência operativa de usinas e bacias multiproprietários.

Os casos do Iguaçu e Tietê evidenciam a relevância econômica das áreas mais afastadas da calha do rio Paraná, notadamente em sua margem esquerda, na qual está a boa parte dos grandes centros e regiões metropolitanas da Região Hidrográfica do Paraná (São Paulo, Campinas, Curitiba, Sorocaba etc.). Estas áreas são conectadas às geradoras de energia, situadas na parte mais central da bacia, por extensas redes de distribuição. Situação semelhante ocorre em relação a Brasília, Goiânia, Uberlândia, Ribeirão Preto, Londrina, entre outros grandes centros regionais.

Por outro lado, a existência de restrições operativas (ONS, 2002) pode disciplinar o aproveitamento múltiplo dos recursos hídricos nesta realidade de grandes regularizações, com destaque para a interação com o setor de navegação e transporte fluvial na hidrovía Tietê-Paraná.

Excetuando-se o consumo humano, nas partes não centrais da Região Hidrográfica do Paraná (médios/altos cursos dos rios das unidades Sub 1 do Iguaçu, Paranaíba, Tietê e Grande), predomina ora o uso industrial (destaque para o Tietê e Iguaçu), ora para irrigação (destaque para o Grande e Paranaíba). Na unidade Sub 1 do Paraná, destaca-se, comparativamente, o uso para dessedentação animal e no Paranapanema distribuído entre industrial, irrigação e des-

sedentação animal. Pode-se considerar estes usos quase hegemônicos ou predominantes.

No caso da irrigação, problemas potenciais de salinização e de contaminação do solo, águas superficiais e subterrâneas por agrotóxicos e fertilizantes atrelados às práticas agrícolas, são considerados os principais problemas a serem atentados. Além disso, há questões de ordem quantitativa (demandas excessivas para uso na irrigação em relação às disponibilidades de água existentes).

O próprio uso do solo, sem medidas conservacionistas eficazes e mesmo a presença de obras lineares (estradas, ferrovias etc.), associadas a fatores do meio físico (susceptibilidade à erosão, entre outros), pode gerar problemas graves de erosão, com perda de solos férteis e degradação dos cursos de água por assoreamento.

O assoreamento, além de comprometer a qualidade das águas (turbidez, sólidos etc.), também pode diminuir a vida útil de reservatórios utilizados para geração de energia e alterar as condições de regularização de vazões.

Devido a fatores intrínsecos do meio físico, curiosamente, as áreas de mais elevada susceptibilidade à erosão são justamente aquelas dos cursos médio a baixo dos principais rios, nos quais se localiza a maioria das UHEs de maior tamanho. Esta situação evidencia a necessidade de visão integrada de processos do meio físico-hídrico, uso e ocupação do solo e usos múltiplos dos recursos hídricos regionais.

No caso do uso industrial, os efluentes líquidos e gasosos e os resíduos sólidos gerados nas atividades fabris são fator de preocupação, pelas consequências à qualidade do solo e das águas superficiais e subterrâneas, além dos bens a proteger (saúde pública e ambiental). O tratamento destes rejeitos diversos é atividade imprescindível, devendo ser inserida no contexto da minimização da geração de resíduos, reuso e reciclagem, além de políticas públicas de gerenciamento de resíduos.

Citam-se os casos conhecidos do cromo hexavalente associado a curtumes; cianetos e metais a galvanoplastias; cargas orgânicas à ferti-irrigação; compostos orgânicos diversos à indústria e distribuição de derivados do petróleo; e uma enorme gama de compostos, orgânicos e inorgânicos, com destaque para aqueles recalcitrantes, os quais são persisten-

tes no ambiente e podem gerar situações de bioacumulação ou biomagnificação. No caso dos aquíferos, as consequências da contaminação são muito sérias e os custos de remediação ou mitigação são tipicamente bastante elevados.

Estes diversos usos hegemônicos ou quase hegemônicos apresentam nítida interface com os ditos usos prioritários, notadamente o consumo humano nas grandes concentrações populacionais e regiões metropolitanas, situadas, em sua maioria, nos altos ou médios cursos das unidades hidrográficas que compõem a Região Hidrográfica do Paraná. Estes locais de concentração populacional demandam grandes quantidades de água para fins de consumo humano e, em seguida, para uso industrial. Neste caso, ações contra o desperdício de uso e reúso de água são importantes para minimizar as situações de criticidade no cotejo demandas x disponibilidades.

5.2 | Principais problemas e conflitos pelo uso da água

No item 4.7 foi verificado que, na análise do histórico e realidade de conflitos na Região Hidrográfica do Paraná, sejam estes evidentes, sejam latentes ou potenciais, deve-se considerar a existência de interferências entre usuários de água. Esta abordagem passa pela interação entre situações “clássicas” de conflitos entre usuários e processos de degradação ambiental que, na maioria dos casos interfere na qualidade das águas e também gera conflitos ou carências. Ademais, não só ocorrem conflitos pelo uso da água (caso de competição entre usos diversos e não prioritários, dentro das prioridades definidas pela Lei Federal n.º 9.433/1997), como também entre os diversos atores sociais participantes dos sistemas de gestão e interagindo das esferas de debate e deliberativas, como os comitês de bacia.

Conflitos existentes ou potenciais

Na parte central da Região Hidrográfica do Paraná, há o conflito potencial entre geração de energia e navegação e transporte fluvial. Este conflito ficou mais evidente em 2001, com a crise de energia (acionamento), ou seja, pode-se considerar este um conflito potencial dependente das disponibilidades hídricas (atreladas às precipitações pluviométricas, portanto um fator ambiental) e do gerencia-

mento do sistema de reservatórios (ação de gestão), numa realidade de predomínio da energia hidrelétrica na matriz energética e que a Região Hidrográfica do Paraná é responsável por mais de 60% do total. Esta realidade reveste o uso para geração de energia como hegemônico, mas pelos benefícios observados do transporte fluvial, deve-se almejar a uma situação de coexistência de usos múltiplos, incluindo aí turismo, lazer e a preservação da vida aquática.

Nas unidades Sub 1 do Paranaíba e Grande, além de parte do Tietê, o intenso uso da água em irrigação leva a situações de conflito. Estas situações só ficam mais evidentes na análise das unidades Sub 2 (dados de ANA, 2005a). Assim, diversos casos de situações no cotejo entre disponibilidades e demandas preocupantes são observados nas unidades Sub 2, enquanto que na totalização pelas unidades Sub 1 as situações apresentam-se confortáveis.

Complementarmente, a observação de dados dos relatórios de situação e planos de bacias, além dos órgãos outorgantes indica que a situação não é apenas potencial, mas efetiva. Citam-se os casos da Sub 2 Grande-PR-07 (Mogi-Guaçu), Grande-PR-08 (Pardo), Grande-PR-11 (Baixo Pardo-Grande) e Tietê-06 (Baixo Tietê), com expressivas demandas registradas para irrigação (entre 9,8 e 15,8 m³/s).

No caso do Mogi-Guaçu, a competição predominante é entre o uso industrial (acima de 25 m³/s, citados por SÃO PAULO, 2004) com usos diversos (irrigação, consumo humano).

No caso das áreas mais populosas, com ênfase para São Paulo, Campinas e Curitiba, mas também Brasília, Goiânia e outras localidades, o conflito ou interferência ocorre quando a poluição ambiental diminui as disponibilidades hídricas para usos de água diversos, como nas situações de captações a jusante de pontos de lançamento de efluentes ou de trechos de rio com qualidade regular a péssima. Considerando-se os dados de esgotos domésticos apresentados, destacam-se estas aglomerações e suas unidades Sub 2 e, individualmente, a unidade Sub 1 do Tietê, esta na qual está cerca de 44,2% da população não atendida por tratamento de esgoto na Região Hidrográfica do Paraná, equivalente a quase 20.000.000 de pessoas.

No total, esgotos domésticos associados a cerca de 45 mi-

lhões de pessoas da Região Hidrográfica do Paraná (82,7% da população da RH-PR) não são tratados.

Ainda quanto aos esgotos domésticos, destacam-se os municípios de Guarulhos, São Bernardo do Campo, Santo André, Diadema, Mauá e Carapicuíba, todos na RM-SP, com populações entre 300.000 e mais de 1.000.000 de habitantes e com % de tratamento do esgoto coletado inferiores a 10%, ou seja, com elevadas cargas poluidoras remanescentes. Dados da CETESB indicam que as cargas poluidoras remanescentes orgânicas de origem doméstica dos municípios com população maior de 300.000 no Estado de São Paulo correspondem a cerca de 627.060 kg DBO_{5,20}/dia.

Além das cargas de origem doméstica, há aquelas de origem industrial (destaque para São Paulo, Campinas e Sorocaba na Sub 1 do Tietê e Curitiba no Alto Iguaçu); e de dejetos e efluentes animais (destaque para as Sub 1 do Iguaçu, Paraná, respectivamente, nos rebanhos suíno e bovino). Estas cargas poluidoras, se não tratadas, não somente diminuem a quantidade de água disponível pelo comprometimento de sua qualidade, como também apresentam elevado impacto negativo à vida aquática.

Um conflito que não fica evidenciado neste Caderno pela escala de trabalho aqui adotada é aquele em pequenas ou microbacias, em que as demandas para usos consuntivos diversos superam as vazões de estiagem Q95 e Q7,10 – situações como esta estão relatadas nos planos de bacia de unidades de gerenciamento de recursos hídricos como do Turvo-Grande (IPT, 2003), Pardo (CPTI & IPT, 2003) e na Serra da Mantiqueira (CPTI, 2003).

A Figura 110 foram apresentados alguns dos principais conflitos, efetivos ou potenciais, além de interferências entre usuários, na Região Hidrográfica do Paraná. Complementarmente a estes conflitos, nesta ilustração também são mostradas as duas situações mais contundentes de interferência envolvendo transposição de bacias na Região Hidrográfica do Paraná, sendo uma intra-regional (sistema Cantareira, com cerca de 31m³/s da Sub 2 Tietê-01/PCJ para a Sub 2 Tietê-02/Alto Tietê) e uma inter-regional (UHE Henry Borden, com cerca de 20m³/s da Sub 2 Tietê-02/Alto Tietê para a RH-Atlântico Sudeste/Baixada Santista). Estas situações podem, potencialmente, gerar futuros conflitos, pois as unidades hidrográficas produtoras já apresentam situação de criticidade, como é o caso do Atibaia, no PCJ (IRRIGART, 2005).

Demais problemas observados

ANA (2002) lista ainda alguns outros aspectos relevantes com repercussão sobre os recursos hídricos da Região Hidrográfica do Paraná:

Necessidade de fomentar programas para uso e manejo adequado dos solos e controle de erosão visando à preservação dos mananciais e o controle dos processos de assoreamento dos rios.

Necessidade de racionalizar o uso da água na irrigação e na indústria e diminuir as perdas nos sistemas de abastecimento.

Necessidade de implementar sistema de outorga e de cobrança pelo uso dos recursos hídricos nas unidades hidrográficas mais críticas.

Ocupação desordenada de áreas sujeitas à inundação, colocando em risco a vida humana e a propriedade, principalmente nas regiões metropolitanas de São Paulo, Campinas, Curitiba e de outros grandes centros urbanos.

Problemas de erosão e degradação do solo. Necessidade de ampliação de programas de extensão rural, baseados em um zoneamento agroclimático e de aplicação de melhores práticas agrícolas, para conter o avanço desses processos. Necessidade de investimentos para programas de recuperação de áreas degradadas.

Poluição difusa nos corpos de água ocasionada pelo uso intensivo de insumos agrícolas.

Necessidade da promoção de ações que permitam avançar na gestão descentralizada dos recursos hídricos.

Uma última observação faz-se necessária, que é a bioinvasão do mexilhão dourado.

Áreas mais críticas – risco de atendimento às demandas

Quanto ao cotejo entre as demandas atuais e as disponibilidades quantitativas de água, a síntese do Quadro 78 indica que a Sub 1 do Tietê é a unidade hidrográfica mais crítica da Região Hidrográfica do Paraná, resultado fortemente influenciado pela RM-SP no Alto Tietê (Sub 2 Tietê-02).

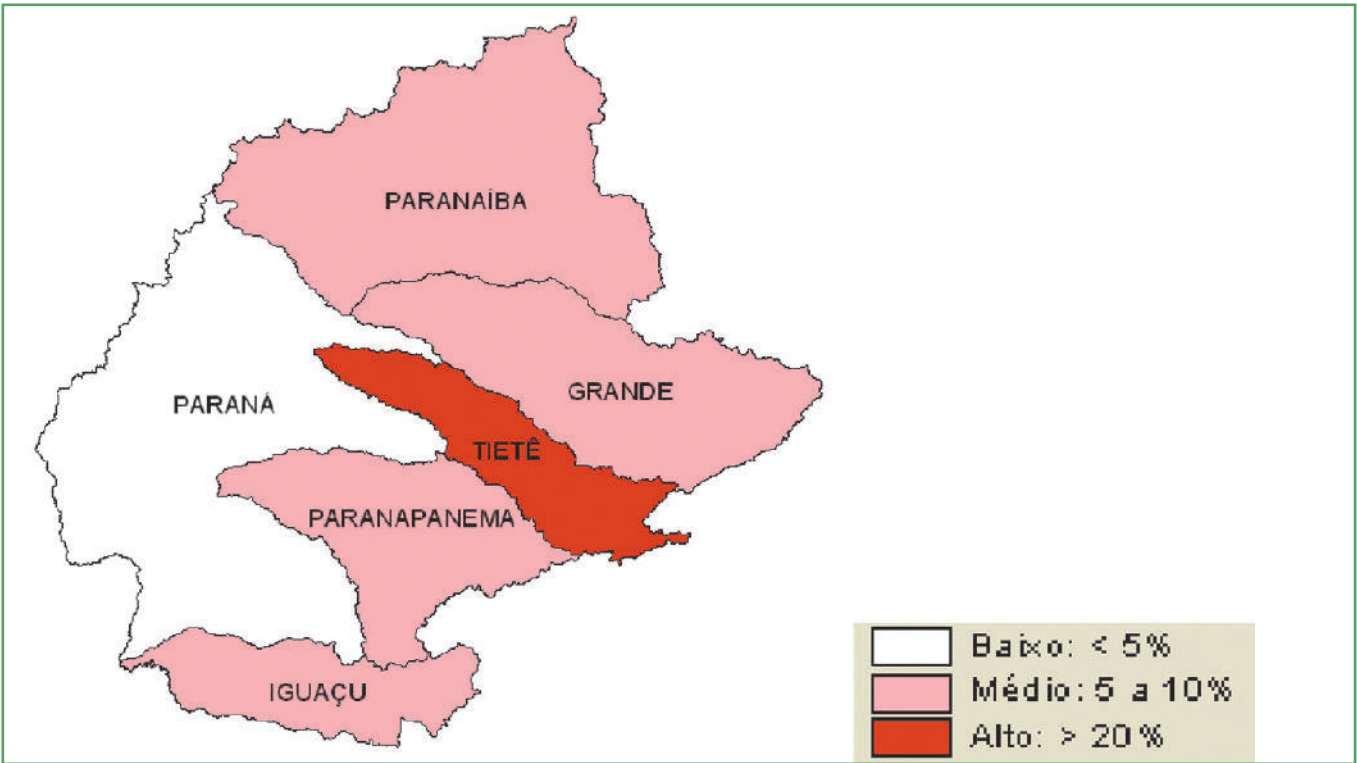
Quadro 78 - Cotejo entre demandas atuais e disponibilidades de água na Região Hidrográfica do Paraná

Unidade hidrográfica Sub 1	Q _m /hab. (m³/hab.ano)	Classificação UNESCO (2003)	Q95 X Demandas (%Dem./Q95)	Classificação UNESCO (2003)
Grande	9.159,1	Confortável	9,0	Confortável
Iguaçu	11.941,2	Confortável	5,3	Confortável
Paraná	14.421,3	Confortável	3,6	Excelente
Paranaíba	12.594,7	Confortável	5,3	Confortável
Paranapanema	10.902,7	Confortável	6,4	Confortável
Tietê	1.051,4	Estresse	63,9	Muito crítica
Sub 2 – Tietê-02 (Alto Tietê)	217,9	Escassez	249,1	Muito crítica

Fonte: PNRH-BASE (2005); Dados de população = IBGE in PNRH-BASE (2005)

A Figura 121 sintetiza esta situação em três diferentes níveis de comprometimento, baixo risco, médio e alto risco, de atendimento à demanda de água para consumo humano,

evidenciando que a Sub 1 Tietê é a unidade mais crítica da Região Hidrográfica do Paraná.



Fonte: ANA (2005a); PNRH-BASE (2005)

Figura 133 - Níveis de comprometimento: baixo risco, médio e alto risco de atendimento à demanda, considerando-se o balanço demandas estimadas x Q95

Fica evidente, que muito embora o enfoque de análise regional para o PNRH sejam as unidades Sub 1, a grande concentração populacional em algumas unidades Sub 2 e nas regiões metropolitanas da Região Hidrográfica do Paraná e, por consequência, com interfaces socioeconômicas e interferências nos recursos hídricos locais, implica em necessária reflexão e destaque para estas áreas mais críticas.

Incrementos populacionais projetados

O Quadro 79 apresenta projeções populacionais para a Região Hidrográfica do Paraná, suas unidades Sub 1 e algumas unidades Sub 2 selecionadas (aquelas de maior população), para o horizonte do PNRH, de 2020, com base nas TGCAs do Censo 2000 (1991-2000).

Quadro 79 - Projeções populacionais para a Região Hidrográfica do Paraná, suas unidades Sub 1 e algumas unidades Sub 2 selecionadas

Local	População em 2000	População em 2005	População em 2010	População em 2020
Sub 1 – Grande	7.612.544	8.254.987	8.967.616	10.637.991
Sub 1 – Iguaçu	4.149.219	4.688.218	5.374.966	7.457.927
Sub 1 – Paraná	5.624.490	5.951.409	6.345.518	7.368.196
Sub 1 – Paranaíba	7.245.268	8.519.116	10.336.572	18.261.971
Sub 1 – Paranapanema	3.856.763	4.115.532	4.405.556	5.093.790
Sub 1 – Tietê	26.154.384	28.833.404	31.953.270	39.949.284
Sub 2 – Tietê-02	17.658.686	19.284.934	21.177.123	26.027.015
Sub 2 – Tietê-01	4.514.250	5.112.070	5.812.429	7.617.533
Sub 2 – Corumbá	3.144.655	3.861.429	4.982.240	10.885.971
Sub 2 – Iguaçu-01	2.599.914	3.072.439	3.675.821	5.515.229
Sub 2 – Meia Ponte	1.845.022	2.158.535	2.568.872	3.851.312
Sub 2 – Tietê-03	1.542.345	1.788.682	2.083.219	2.869.932
RH-PR	54.642.667	60.362.667	67.383.497	88.769.159

Fonte: IBGE in PNRH-BASE (2005)
TGCA = 1991-2000 (Censos IBGE)

Os incrementos populacionais serão de 10,5% de 2000 a 2005; de 23,5% de 2000 a 2010 e de 62,5% de 2000 a 2020. Estes números evidenciam que, mesmo com a diminuição do crescimento populacional observado nos últimos censos demográficos do IBGE, o aumento da população e conseqüente aumento das demandas vai amplificar as situações de escassez ou estresse hídrico, em relação às disponibilidades hídricas existentes. Fatores como uso racional da água e a diminuição das perdas serão de suma importância para que a situação não se agrave ainda mais, consubstanciados em práticas de educação ambiental, que integrem aspectos ambientais, sociais e de recursos hídricos.

Síntese da situação das cargas poluidoras de origem doméstica

A situação das cargas poluidoras domésticas na Região Hidrográfica do Paraná é apresentada de forma sintética no Quadro 80, no qual fica evidente situação péssima existente na Sub 1 do Tietê, com destaque para a Sub 2 Tietê 02 (Alto Tietê), que apresenta relação carga lançada/carga assimilável = 39. Dados mais completos indicam situação ruim nas unidades Sub 2 Iguaçu 01 (RM-Curitiba) e Tietê 01 (PCJ).

Quadro 80 - Síntese das cargas orgânicas domésticas lançada e assimilada, além da estimativa de capacidade de assimilação destas cargas na Região Hidrográfica do Paraná

Unidade Hidrográfica Sub 1	Carga lançada (t DBO/dia)	Carga assimilada (t DBO/dia)	Carga lançada/ assimilada
Grande	356,10	394,63	0,90
Iguaçu	185,39	199,28	0,93
Paraná	248,05	583,55	0,43
Paranaíba	362,92	471,66	0,77
Paranapanema	172,30	206,41	0,83
Tietê	1.333,67	152,15	8,77
Sub 2 – Tietê-02 (Alto Tietê)	918,42	23,55	39,00

Fonte: ANA (2005b) e PNRH-BASE (2005)

5.3 | Vocações Regionais e seus reflexos sobre os recursos hídricos

Considerando as análises retrospectivas e avaliações de conjuntura empreendidas, é de suma importância identificar a vocação econômica regional e os conseqüentes reflexos sobre os recursos hídricos ao curto e médio prazos. No caso da Região Hidrográfica do Paraná, não há apenas uma vocação, mas algumas delas, atreladas aos seguintes fatores:

Tipos predominantes de atividades empreendidas: indústrias, agropecuária, multi-atividades em áreas urbanas etc.

Processo de ocupação: altos percentuais de urbanização e da cobertura vegetal nativa já desmatada; grandes concentrações populacionais em pequenas áreas, notadamente nas regiões metropolitanas; pequenas propriedades mais concentradas no sul – PR e SC, e grandes propriedades concentradas mais na NW, em MS e GO.

A vocações localizadas do uso da água: uso industrial e consumo humano predominante nas áreas mais urbanizadas e geração de energia na parte mais central da Região Hidrográfica do Paraná, possibilitando usos múltiplos na água dos reservatórios.

A Região Hidrográfica do Paraná é área mais desenvolvida do país, ao mesmo tempo que apresenta, de forma amplificada, diversos problemas, decorrentes de uma série de heterogeneidades no processo ocupacional e desigualdades sociais, com reflexos diretos aos recursos hídricos. Assim, muito em-

bora seja uma área de grau comparativamente mais elevado de desenvolvimento em relação à média nacional, apresenta, também em escala incomparavelmente maior, uma série de problemas e disparidades. Um exemplo típico é relativo aos esgotos domésticos: a quantidade gerada é tamanha, que os valores absolutos de cargas poluidoras remanescentes permanecem bem acima das demais regiões brasileiras, mesmo que o percentual de tratamento esteja acima da média nacional. Portanto, um dos aspectos marcantes da Região Hidrográfica do Paraná, senão um de seus maiores desafios, é a grande escala e complexidade de seus problemas.

As maiores vocações da Região Hidrográfica do Paraná são:

- A ocupação do espaço pelas áreas urbanas e as atividades decorrentes dessa ocupação, como indústrias, comércio e serviços, além do transporte, com grande concentração em regiões metropolitanas e nos maiores centros urbanos. O reflexo desta situação é a concentração de demandas para consumo humano nestes locais, promovendo casos de criticidade e escassez, quer por aspectos quantitativos, quer por aspectos qualitativos.
- As atividades agropecuárias, sendo mais marcadamente intensivas no Sul (PR, SC – predominância de suínos) e extensivas a NW (MS e GO, mas também MG, PR e SP – predomínio de gado bovino), além da grande concentração de cultura de cana-de-açúcar,

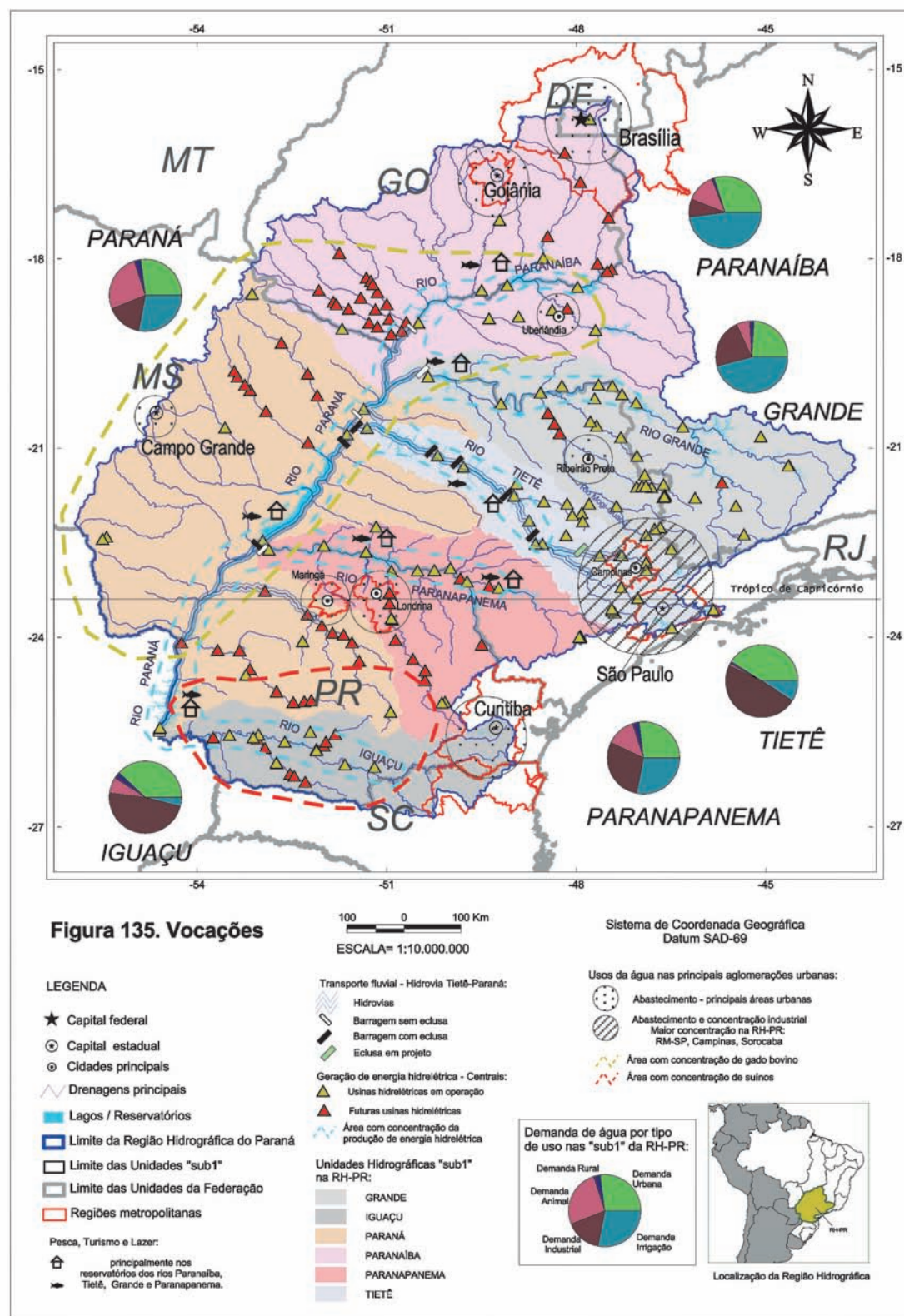
principalmente no interior paulista e de outras culturas (soja, milho etc.). A irrigação concentra-se nas unidades Sub 1 do Grande, Tietê e Paranaíba e nestas regiões, gera situações potenciais de escassez.

- A geração de energia hidrelétrica, notadamente em grandes UHEs situadas na parte mais central e menos densamente ocupada na região. Pela grande quantidade de energia gerada, perfaz uma das grandes vocações regionais, com reflexos sobre a regularização de vazões e, eventualmente, gerando situações de conflito com a navegação e outros usos.
- A existência do Aquífero Guarani, que pelo elevado volume armazenado (considerado um dos maiores do mundo de água doce) e ainda relativamente baixa exploração, constitui-se em reserva estratégica a futuras gerações, ainda mais se forem consideradas as previsões futuras de escassez de água na Terra.

Há diversos documentos de referência na Região Hidrográfica do Paraná, de diferentes tipos e escalas, incluindo os planos estaduais de recursos hídricos, planos de bacia e relatórios de situação, além de planos diretores setoriais, de macrodrenagem, resíduos sólidos, reflorestamento, entre outros. No entanto, as informações não são homogêneas, havendo maior quantidade disponível para São Paulo, seguido de Paraná e Minas Gerais. Goiás, Distrito Federal e Santa Catarina carecem de informações, mas a situação mais crítica é em relação ao Mato Grosso do Sul – este Estado apresenta uma série de projetos na região do Pantanal (Alto Paraguai), mas poucos levantamentos na área da Região Hidrográfica do Paraná.

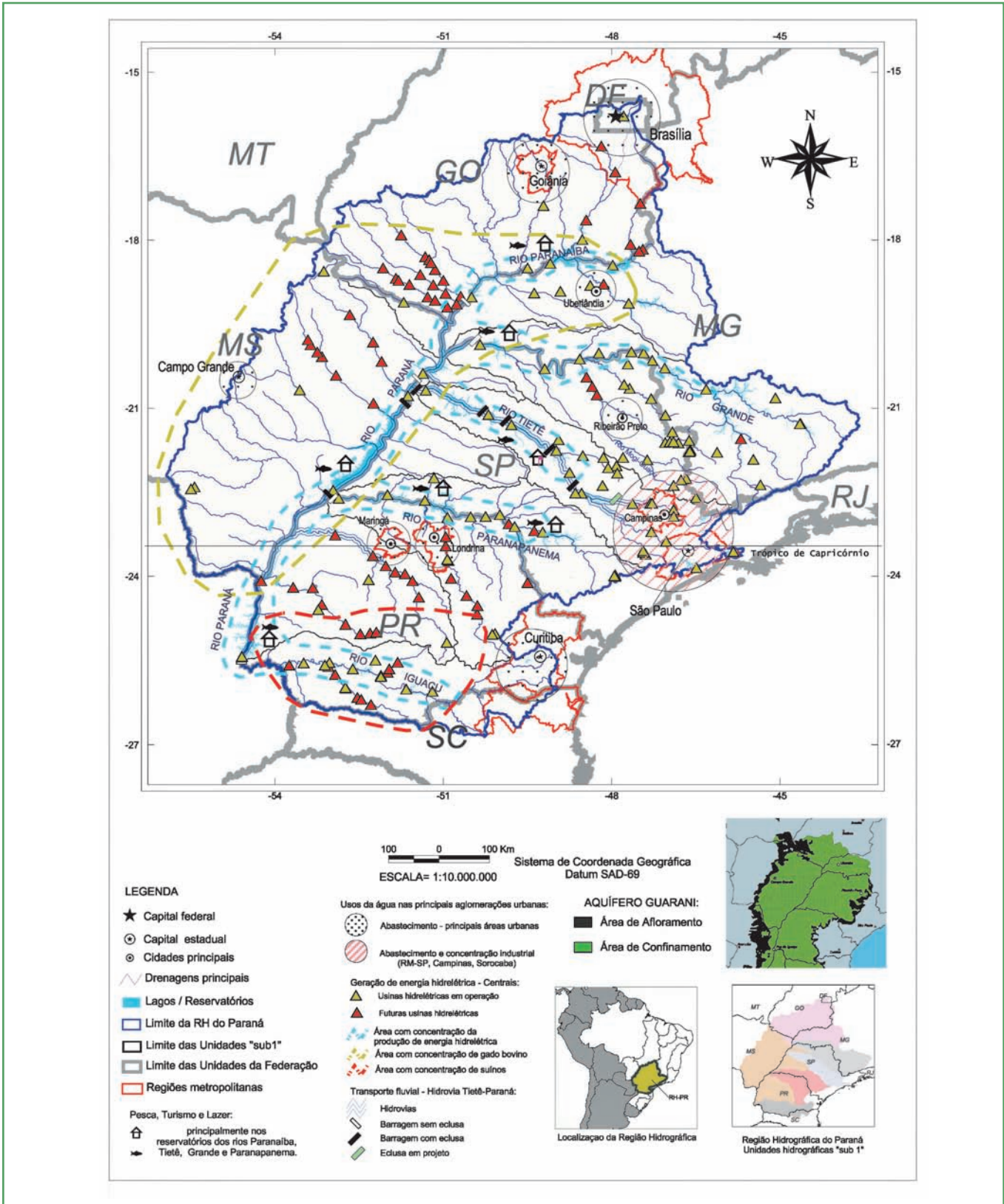
Não há documentos de referência que englobem toda a área da Região Hidrográfica do Paraná, ou seja, não há integração destes planos e relatórios no âmbito da RH, nem há documentos específicos para esta finalidade.

A Figura 122 espacializa as principais vocações da RH-PR; a Figura 123, os principais condicionantes para o aproveitamento dos recursos hídricos da Região Hidrográfica do Paraná.



Fonte: Base Cartográfica Digital do Brasil ao Milionésimo; Hidrografia em escala 1:2.500.000 (IBGE, 2003). Limite de Regiões Hidrográficas - Divisão Hidrográfica Nacional - Resolução CNRH n.º 32 de 16 de outubro de 2003. Divisão da RH-PR em unidades Sub1: Base digital georreferenciada do PNRH; SRH/MMA, 2005. Estudos da ANA sobre disponibilidade hídrica, qualidade das águas, navegação, geração de energia hidrelétrica (2005). Aquífero Guarani: Borghetti et al. (2004). Classificação - UGRHIs: CETESB (2004)

Figura 134 - Vocações da Região Hidrográfica do Paraná



Fonte: Base Cartográfica Digital do Brasil ao Milionésimo; Hidrografia em escala 1:2.500.000 (IBGE, 2003). Limite de Regiões Hidrográficas - Divisão Hidrográfica Nacional - Resolução CNRH n.º 32 de 16 de outubro de 2003. Divisão da RH-PR em unidades Sub1: Base digital georreferenciada do PNRH; SRH/MMA, 2005. Estudos da ANA sobre disponibilidade hídrica, qualidade das águas, navegação, geração de energia hidrelétrica (2005). Aquífero Guarani: Borghetti et al. (2004). Classificação - UGRHIs: CETESB (2004)

Figura 135 - Condicionantes para o aproveitamento dos recursos hídricos da Região Hidrográfica do Paraná

6 | Conclusões

De forma geral, sob uma abordagem integrada e participativa, a água, quer superficial, quer subterrânea, não somente apresenta valor econômico, mas também social e ambiental.

A ocupação atual da Região Hidrográfica do Paraná inclui grandes aglomerações populacionais, mais concentradas nas áreas de cabeceiras das principais drenagens ou nos altos e médios cursos dos principais cursos de água regionais, com pressão direta sobre os recursos hídricos locais (qualidade e quantidade) – destaca-se aí a unidade Sub 1 do rio Tietê.

Na parte central da Região Hidrográfica do Paraná (médios/baixos cursos dos principais rios das unidades Sub 1 do Iguaçu, Paranapanema, Tietê, Grande e Paranapanema, além da calha do rio Paraná), destaca-se a geração de energia, que é o uso hegemônico, tanto que a Região Hidrográfica do Paraná produz mais de 60% da energia hidrelétrica do país.

A disponibilização de água em condições adequadas para a população e demais usos constitui-se grande desafio, ainda mais pelo fato da Região Hidrográfica do Paraná concentrar mais de 32% da população brasileira – mais que o dobro da segunda mais populosa, que é o Atlântico Sudeste.

As regiões metropolitanas, notadamente São Paulo, Brasília, Campinas, Curitiba e Goiânia, bem como Londrina e Maringá, além de outras concentrações populacionais expressivas (Sorocaba, Ribeirão Preto, Uberlândia, Campo Grande etc.) impõem um dos maiores desafios regionais, que é o gerenciamento e a gestão de áreas altamente urbanizadas e povoadas, com evidentes interferências na qualidade das águas, degradadas pelas atividades antrópicas, bem como situações potenciais de escassez (grandes demandas em relação às disponibilidades de água existentes).

O caso mais crítico é a Região Metropolitana de São Paulo, a maior concentração populacional do Brasil e uma das maiores do mundo – a bacia do Alto Tietê (Sub 2 Tietê-02), na qual está situada a maior parte da RM-SP, apresenta disponibilidade hídrica *per capita* de apenas 1.051,4 m³/hab.ano.

A Região Hidrográfica do Paraná apresenta cerca de 30%

das demandas nacionais por água para usos consuntivos, no entanto, possui menos que 7% da disponibilidade hídrica do Brasil, evidenciando potenciais situações de escassez. Além disso, é responsável por mais de 40% do PIB brasileiro.

É a região com o maior e mais desenvolvido parque industrial do Brasil, além de apresentar algumas das maiores aglomerações urbanas do país e a existência de diversificadas atividades agropecuárias. Somadas, as cargas poluidoras de origens diversas (doméstica, industrial, postos e sistemas retalhistas de combustíveis, difusas diversas, sistemas de saneamento *in situ* etc.) constituem outro desafio à Região Hidrográfica do Paraná, merecendo especial atenção os sistemas de tratamento de efluentes domésticos e industriais, a disposição adequada de resíduos sólidos, o manejo do uso do solo e o gerenciamento de resíduos, com práticas de priorizem a redução na geração, a reciclagem e o reuso.

Também está em sua maior extensão na Região Hidrográfica do Paraná o Sistema Aquífero Guarani, um das maiores reservas de água doce do planeta. Suas reservas situam-se, com raras exceções (Ribeirão Preto, São José do Rio Preto), em locais de pequena exploração, portanto, constituem reserva estratégica de água para futuras gerações.

Por outro lado, não somente o Aquífero Guarani é importante, mas outros sistemas, embora apresentem menor volume armazenado e circulante de água, são mais acessíveis e normalmente de qualidade natural boa, como o Bauru – Caiuá e o Serra Geral. A preservação destes mananciais subterrâneos, considerando-se aspectos de vulnerabilidade natural dos aquíferos e de cargas poluidoras, também constitui ação prioritária. Neste sentido, a preservação e o manejo das áreas de recarga constitui-se em ação prioritária, bem como a proteção sanitária dos poços, o controle de interferências por superexploração e os perímetros de proteção entre poços.

Entre as interferências e os conflitos efetivos ou poten-

ciais na Região Hidrográfica do Paraná, citam-se: geração de energia x navegação e transporte fluvial (hidrovia Tietê-Paraná); uso industrial x consumo humano ou irrigação x consumo humano em parte das unidades Sub 2 das unidades Sub 1 dos rios Tietê e Grande; poluição ambiental que diminui as disponibilidades hídricas para usos de água diversos, como nas situações de captações a jusante de pontos de lançamento de efluentes ou de trechos de rio com qualidade regular a péssima (caso das grandes aglomerações humanas); entre outras.

Devido à expressiva contribuição de cargas poluidoras domésticas, pela elevada população, notadamente na Sub 1 Tietê, embora os índices (%) de atendimento de esgoto (coleta e tratamento) na Região Hidrográfica do Paraná sejam superiores à média nacional, os dados absolutos são muito mais expressivos: no total, esgotos domésticos associados a cerca de 45 milhões de pessoas da Região Hidrográfica do Paraná (82,7% da população da RH-PR) não são tratados. Individualmente, destaca-se a unidade Sub 1 do rio Tietê, esta na qual está cerca de 44,2% da população não atendida por tratamento de esgoto na Região Hidrográfica do Paraná, equivalente a quase 20.000.000 de pessoas.

Ainda quanto aos esgotos domésticos, destacam-se os municípios de Guarulhos, São Bernardo do Campo, Santo André, Diadema, Mauá e Carapicuíba, todos na RM-SP, com populações entre 300.000 e mais de 1.000.000 de habitantes e com % de tratamento do esgoto coletado inferiores a 10%. São Paulo, por seu grande porte e por ainda lançar *in natura* cerca de 1/3 de seus esgotos domésticos, apresenta a maior carga poluidora remanescente de origem doméstica da RH Paraná: mais de 250.000 kg DBO_{5,20}/dia. Dados da CETESB indicam que as cargas poluidoras remanescentes orgânicas de origem doméstica dos municípios paulistas com população maior de 300.000 supera 600.000 kg DBO_{5,20}/dia.

Há duas situações de interferência envolvendo transposição de bacias na Região Hidrográfica do Paraná, sendo uma intra-regional (sistema Cantareira, com passagem de cerca de 31m³/s da Sub 2 Tietê-01/PCJ para a Sub 2 Tietê-02/Alto Tietê) e uma inter-regional (UHE Henry Borden, com cerca de 20m³/s da Sub 2 Tietê-02/Alto Tietê para a RH-Atlântico

Sudeste/Baixada Santista). Estas situações podem, potencialmente, gerar futuros conflitos, pois as unidades hidrográficas produtoras já apresentam situação de criticidade, como é o caso da bacia do rio Atibaia, parte integrante do PCJ (Sub 2 Tietê-02).

O mexilhão dourado, dado seu rápido crescimento e reprodução, associado à sua grande capacidade de incrustação, vem trazendo sérios problemas para a manutenção dos equipamentos hidráulicos, principalmente a obstrução de tubulações de captação de água, filtros, motores, além de alterar as atividades de pesca das populações tradicionais, bem como, o próprio ecossistema aquático. Atualmente, trata-se do mais grave caso conhecido de bioinvasão dos ambientes aquáticos da Região Hidrográfica do Paraná.

Em termos dos instrumentos de gestão, o Estado com estrutura mais bem estabelecida quanto aos CBHs é o de SP, em 100% de sua extensão com CBHs, lei estadual de 1991, recente lei de cobrança aprovada e atuante Fundo Estadual de Recursos Hídricos – FEHIDRO. O Estado menos desenvolvido é o Mato Grosso do Sul, devendo ser priorizado em ações de gestão quanto à implementação não só de CBHs, mas, de forma geral, dos diversos instrumentos de gestão. Também merecem atenção as unidades de SC, DF e GO, estando PR e MG com estruturas comparativamente mais desenvolvidas.

No âmbito dos CBHs do Estado de São Paulo, há uma divisão tripartite, entre representantes do Estado (1/3), municípios (1/3) e sociedade civil (1/3), portanto o poder público fica com 2/3 dos representantes. Esta divisão destoa daquela adotada ao nível federal, em que a divisão tripartite é: Poder público (40%), usuários de água (40%) e Sociedade Civil (20%).

Há apenas um CBH federal implantado na RH Paraná: Comitê das Bacias Hidrográficas dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiá – CBH-PCJ. O CBH federal do Paranaíba está regulamentado, mas ainda não implantado; no Grande e no Paranaíba, as unidades da Federação que fazem parte, respectivamente SP/MG e SP/PR, estão em processo de discussão, estando mais adiantado o processo na bacia do rio Grande.

A cobrança está regulamentada para cursos de água de domínio federal, via ANA. A implementação, no entanto,

ainda não foi efetivada na área da Região Hidrográfica do Paraná. Quanto às unidades da Federação, Minas Gerais, recentemente, regulamentou a cobrança, através do Decreto Estadual 44.046, de 13.06.2005; São Paulo teve aprovação, em dezembro/2005, do Projeto de Lei 676/200, que trata da cobrança pelo uso da água de domínio Estadual – a nova legislação é formada pela Lei Estadual 12.181, de 29.12.2005, e regulamento pelo Decreto Estadual 50.667, de 30.03.2006.

Mato Grosso do Sul e Paraná apresentam legislação com isenção à cobrança para setores agropecuários.

De forma sucinta, a RH-Paraná apresenta atributos singulares e sem igual no Brasil:

- Quase 1/3 da população, sendo a mais populosa e mais urbanizada RH do Brasil;
- Terceira RH mais extensa do Brasil, com poucos menos de 880.000 km²;
- Cerca de 30% das demandas nacionais por água para usos consuntivos, em contraponto a menos que 7% da disponibilidade hídrica do Brasil;
- Mais de 40% do Produto Interno Bruto – PIB;
- Mais de 60% da produção de energia hidrelétrica;
- Grande quantidade de importantes Unidades Hidrelétricas – UHEs, incluindo a maior delas (Itaipu);
- Importante hidrovía – Tietê-Paraná;
- Maior, mais avançado e diversificado parque industrial brasileiro;
- Importante parque agropecuário;
- Maior área irrigada, ou cerca de 24% do total brasileiro;
- Enormes extensões de áreas com cobertura vegetal removida ou degradada por atividades antrópicas;
- Grande quantidade e diversidade de unidades de conservação ambiental e áreas de interesse social, necessitando especial atenção quanto ao manejo ou preservação de seus recursos naturais;
- Vários municípios com mais de 100.000 habitantes, inclusive várias das mais populosas cidades e algumas das mais importantes regiões metropolitanas do Brasil (São Paulo, Curitiba, Brasília, Goiânia, Campinas);
- Maior cidade brasileira (São Paulo) e maior região metropolitana (Região Metropolitana de São Paulo),

que também é uma das maiores aglomerações populacionais do mundo;

- Maior parte da área da capital federal (Brasília);
- Maior número de comitês estaduais de bacias no Brasil: 31, sendo 17 deles em SP;
- 85,5% do número de outorgas registradas pela ANA no Brasil;
- 36,6% da vazão outorgada pela ANA no Brasil, sendo que este percentual sobe para 61,7% no caso industrial; entre outros.

Estes atributos dão uma noção da complexidade da Região Hidrográfica do Paraná, com implicações socioeconômicas e ambientais e diversas interferências em seus recursos hídricos superficiais e subterrâneos. Assim, um dos aspectos marcantes da Região Hidrográfica do Paraná, senão um de seus maiores desafios, é a (grande) escala de seus problemas, com implicações socioeconômicas e orçamentárias marcantes.

Ações de gestão, incluindo a implementação dos planos estaduais e planos de bacia, além dos planos diretores setoriais (saneamento, drenagem, reflorestamento, resíduos sólidos, desenvolvimento regional etc.), planos diretores municipais, regulamentação e planos de manejo de unidades de conservação ambiental, zoneamento econômico-ecológico e outros, somados a ações diversas ações estruturais em andamento, visam alterar a realidade atual em termos das criticidades observadas.



Referências

- ABILHOA, V.; DUBOC, L. F. Peixes. *In*: MIKICH, S. B. & BERNILS, R. S. (eds.). **Livro vermelho da fauna ameaçada no Estado do Paraná**. Curitiba: Mater Natura e Instituto Ambiental do Paraná, 2004. p. 579-677.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Overview of hydrographic regions in Brazil**. Brasília: ANA, 2002.
- _____. **Disponibilidade e demandas de recursos hídricos no Brasil**. Brasília: ANA, 2005. 134 p.
- _____. **Panorama da qualidade das águas superficiais no Brasil**. Brasília: ANA, 2005. 177 p.
- _____. **Panorama da qualidade das águas subterrâneas no Brasil**. Brasília: ANA, 2005. 80 p.
- _____. **Diagnóstico da outorga de direito de uso de recursos hídricos no país: diretrizes e prioridades**. Brasília: ANA, 2005. 67 p.
- _____. **Aproveitamento do potencial hidráulico para geração de energia**. Brasília: ANA, 2005.
- _____. **O turismo e o lazer e sua interface com o setor de recursos hídricos**. Brasília: ANA, 2005.
- _____. **Panorama do enquadramento dos corpos de água**. Brasília: ANA, 2005.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Atlas de energia elétrica do Brasil**. Brasília: [s.n.]: 2002. 53 p.
- AGOSTINHO, A. A.; GOMES, L. C. **Reservatório de segredo: bases ecológicas para o manejo**. Maringá: EDUEM, [s.d.]. 387 p.
- AGOSTINHO, A. A.; JÚLIO Jr., H. F. Peixes da bacia do Alto Rio Paraná. *In*: LOWE-MCCONNEL, R. H. **Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais**. São Paulo: EDUSP, 1999. p. 374-400
- ARAÚJO, L.M.; FRANÇA, A.B.; POTTER, P.E. **Aquífero gigante do mercosul no Brasil, Argentina, Paraguai e Uruguai: mapas hidrogeológicos das formações Botucatu, Pirambóia, Rosário do Sul, Buena Vista, Misiones e Tacuarembó**. [S.l.]: Universidade Federal do Paraná; Petróleo Brasileiro S.A, 1995. 16 p.
- _____. Hydrogeology of the mercosul aquifer system in the Paraná and Chaco-Paraná basins, South America, and comparison with the Navajo-Nugget aquifer system. Estados Unidos da América, **Hydrogeology Journal**, n. 7, p. 317-336, 1999.
- ARID, F.M.; CASTRO, P.R.M.; BACHA, S.F. Estudos hidrogeológicos no município de São José do Rio Preto, SP. **Bol. Soc. Bras. Geol.**, v. 1, n. 19, p. 43-69, 1970.
- BARÇA, S.F. Nitratos em água subterrânea no meio urbano. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 37., 1992, São Paulo. **Anais...** São Paulo: SBG. p. 200-201.
- BAUMGARTNER, D. et. al. Salto Osório reservoir, Iguaçu river basin, Paraná state, Brazil. 2006. **Check List** 2 (1): 1-4.
- BERTACHINI, A.C. **Estudo das características hidrogeológicas dos terrenos cristalinos sob clima úmido na região de Jundiá em São Paulo**. [S.l.]: UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, IG. Dissertação de mestrado. 1987. 105 p.
- BITTENCOURT, A.V.L. et. al. A influência dos basaltos e de misturas com águas de aquíferos sotopostos nas águas subterrâneas do sistema aquífero serra geral na bacia do rio Piquiri, Paraná – BR. **Revista Águas Subterrâneas**, n. 17, p. 67-75, 2003.

- BORGHETTI, N.R.B.; BORGHETTI, J.R.; ROSA FILHO, E.F. **Aquífero Guarani**: a verdadeira integração dos países do mercosul. Curitiba: [s.n.], 2004. 218p.
- BUCHMANN FILHO, A.C. et. al. Aspectos da química da água subterrânea da formação Serra Geral no âmbito da bacia hidrográfica rio Piquiri – PR. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, 12., Florianópolis, 2002. **Anais...** Florianópolis: ABAS, 2002. CD-ROM.
- CAMPAGNOLI, F. et. al. **Mapa de produção de sedimentos do Brasil**. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE SEDIMENTOS, 5., [S.l.]: ENES, 2004.
- CAMPOS, H.C.N.S. **Contribuição ao estudo hidrogeoquímico do grupo bauru no Estado de São Paulo**. [S.l.]: UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, IG. Dissertação de Mestrado. 1987.
- CAMPOS, H.C.N.S. **Caracterização e cartografia das províncias hidrogeoquímicas do estado de São Paulo**. São Paulo: [s.n.], 1993.
- CAMPOS, H.C.N.S. Modelación conceptual y matematica del acuífero Guaraní, Cono Sur. **Acta Geológica Leopoldensia**, [S.l.], v. 4, n. 23, p. 3-50, 2000. (Série Mapas, 4).
- CELLIGOI, A. **Recursos hídricos subterrâneos de formação serra geral em Londrina – PR**. [S.l.]: UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, IG. Dissertação de Mestrado. 1993.
- CELLIGOI, A; DUARTE, U. **Conotação hidrogeológica dos lineamentos estruturais E-W na região de Londrina – PR**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, 8., [S.l.], 1994. Anais ... [S.l.]: ABAS, 1994.
- CENTRO DE PESQUISAS EM ÁGUAS SUBTERRÂNEAS (CEPAS). **Diagnóstico hidrogeológico da região metropolitana de São Paulo**: Relatório Final. São Paulo: Convênio SABESP/CEPAS-IGc-USP. 1994. 115 p.
- CHANG, H.K. **Projeto de proteção ambiental e desenvolvimento sustentável do sistema aquífero guarani**: componente 3b: uso atual e potencial do aquífero Guarani-Brasil. São Paulo: GEF/Banco Mundial/OEA, 2001.
- CHRISTOFIDIS, D. **Evolução da área irrigada no Brasil**. Brasília: [s.n.], 2002.
- COMITÊ COORDENADOR DO PLANO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS (CORHI). **Relatório de situação dos recursos hídricos do estado de São Paulo**: sumário executivo: síntese. Disponível em: <<http://www.sigrh.sp.gov.br>> Acesso em: 1999.
- COMITÊ COORDENADOR DO PLANO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS (CORHI). **Minuta do plano estadual de recursos hídricos**: São Paulo. Disponível em: <<http://www.sigrh.sp.gov.br>> Acesso em: 2004.
- COMPANHIA DE PESQUISA E RECURSOS MINERAIS (CPRM). **Hidrogeologia**: conceitos e aplicações. 2. ed. FEITOSA, A.C. e Filho (Coord); J.M. Fortaleza: [s.n.], 2000.
- _____. **Mapa geológico do Brasil**. Brasília: [s.n.], 2001. Escala: 1:2.500.000. CD-ROM.
- COMPANHIA DE PESQUISA E RECURSOS MINERAIS (CPRM-SIAGAS). **Banco de dados de poços e águas subterrâneas do Brasil**: sistema de informações de águas subterrâneas – SIAGAS. Brasília: [s.n.], 2005.
- COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CETESB). **Manual de gerenciamento de áreas contaminadas**. Projeto CETESB: GTZ. São Paulo: Cooperação técnica Brasil – Alemanha. 1999. 385p.
- _____. **Valores orientadores para solos e águas subterrâneas do Estado de São Paulo**: São Paulo. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/Solo/solo_geral.asp> Acesso em: 2001.
- _____. **Relatório da qualidade das águas subterrâneas do Estado de São Paulo: 2001-2003**. São Paulo. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/agua_geral.asp> Acesso em: 2004.
- _____. **Relatório de qualidade das águas interiores do Estado de São Paulo – 2004**. São Paulo. Disponível em:

<<http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/rios/relatorios.asp>> Acesso em: 2005.

_____. **Inventário das áreas contaminadas do Estado de São Paulo:** novembro de 2005. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/Solo/areas_contaminadas/relacao_areas.asp> Acesso em: 2005.

_____. **Valores orientadores para solos e águas subterrâneas do Estado de São Paulo:** atualização: novembro/2005. São Paulo. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/Solo/relatorios/tabela_valores_2005.pdf> Acesso em: 2005.

_____. **Manual de gerenciamento de áreas contaminadas.** São Paulo. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/Solo/areas_contaminadas/manual.asp> Acesso em: 2005. (versão atualizada)

COMPANHIA ENERGÉTICA DE SÃO PAULO (CESP). **Dados sobre o mexilhão dourado:** bioinvasão. São Paulo. Disponível em: <<http://www.cesp.com.br>> Acesso em: 2004.

CONSELHO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS (CRH). **Documentos e deliberações sobre investimentos do FEHIDRO nos diversos CBHs.** São Paulo. Disponível em: <<http://www.sigrh.sp.gov.br/crh>> Acesso em: 2005.

COOPERATIVA DE SERVIÇOS E PESQUISAS TECNOLÓGICAS E INDUSTRIAIS (CPTI). **Plano de bacia da UGRHI-1:** Serra da Mantiqueira. São Paulo: [s.n.], 2003. CD-ROM.

_____. **Subsídios técnicos para a gestão de recursos hídricos visando ao desenvolvimento econômico regional:** mesorregião expandida de São José do Rio Preto. São Paulo: [s.n.], 2004. CD-ROM.

COOPERATIVA DE SERVIÇOS E PESQUISAS TECNOLÓGICAS E INDUSTRIAIS (CPTI); INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO (IPT). **Plano de bacia da UGRHI do Pardo.** São Paulo: [s.n.], 2003. CD-ROM.

CONSELHO ESTADUAL DE POLÍTICA AMBIENTAL (COPAM). **Estabelece normas e padrões para qualidade das águas, lançamento de efluentes nas coleções de águas, e dá outras providências.** deliberação normativa n. 10, de 16 de dezembro de 1986. [S.L.]: Disponível em: <http://www.feam.br/Normas_Ambientais/Deliberacoes_Normativas/1986/dn_copam10-86.PDF> Acesso em: 10 fev. 2001.

CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE (CONAMA). **Resolução N.º 357, de 17 de Março de 2005:** ministério do meio ambiente. [S.L.]: Conselho Nacional de Meio Ambiente. 23 p.

CONSÓRCIO GOLDER/FAHMA. **Plano de Gerenciamento Integrado de Recursos Hídricos do Distrito Federal:** caderno distrital de recursos hídricos. Brasília: Agência Reguladora de Águas e Saneamento do Distrito Federal (ADASA). Jun. 2005.

DAHER, M. **Operação do Sistema Elétrico Interligado:** palestra do assistente técnico da diretoria de planejamento e programação da operação (DPP), operador nacional do sistema (ONS). Brasília: Ministério das Minas e Energia (MME). 2005.

DEFESA CIVIL. **Informações sobre ocorrência de chuvas e inundações:** complementadas com informações das diversas unidades da federação. [S.L.]: Disponível em: <www.defesacivil.gov.br> Acesso em: 2005.

DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA (DAEE). **Estudos de águas subterrâneas:** região administrativa 1 – grande São Paulo. São Paulo: Encibra S/A. 1975. 220 p.

DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA (DAEE). **Estudos de águas subterrâneas:** região administrativa 5 – Campinas. Departamento de Águas e Energia Elétrica. São Paulo: Encibra S/A. 1981.

DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA (DAEE). **Dados de outorga e de recursos hídricos de São Paulo.** São Paulo: Disponível em: <www.daee.sp.gov.br> Acesso em: 2005.

DINERSTEIN, E.; et. al. **A conservation assessment of the terrestrial ecoregions of Latin America and the Caribbean.** Washington, D.C.: Fundo Mundial para a Natureza e Banco Mundial. 1995.

DISTRITO FEDERAL. Lei n. 2.725, de 13 de junho de 2001. Institui a Política de Recursos Hídricos do Distrito Federal, cria o

Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Distrito Federal e dá outras providências. [S.l.]: Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/srh/estagio/legislacao/estados/doc/2725.doc>> Acesso em: [200-?]

ELETROBRÁS. **Plano Diretor de Meio Ambiente do Setor Elétrico 1991/1993**. Rio de Janeiro: Centrais Elétricas Brasileiras. 2 v. 284 p. 1993.

EMPRESA PAULISTA DE PLANEJAMENTO METROPOLITANO (EMPLASA). **Dados da Região Metropolitana de São Paulo**. São Paulo: [s.n.], 2003.

FERREIRA, A.N. **Estudo do Efeito de Acidentes na Hidrovia Tietê-Paraná: aspectos preventivos**. São Paulo: ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. Dissertação de Mestrado. 2000.

FERREIRA, L.M.; DE FREITAS, E.G. **Bacia Hidrográfica Rio Dourados: diagnóstico e implantação da rede básica de monitoramento da qualidade das águas**. Campo Grande: Coordenadoria de recursos hídricos e qualidade ambiental – divisão do centro de controle ambiental. 2000.

FIGUEIREDO, A.P.S. **Determinação da mancha de inundação do município de Itajubá na enchente de Janeiro/2000**. Belo Horizonte: Anais XI SBSR, 05-10 abr. 2003. p. 1791-1794.

FORNASARI FILHO, N. *et al.* **Alterações no meio físico decorrentes de obras de engenharia**. São Paulo: IPT. 1992. 162 p. (IPT- Boletim 61).

FOSTER, S.S.D; HIRATA, R.C.A. **Grondwater pollution risk evaluation: the methodology using available data**. Lima: CEPIS/PAHO/WHO, 1988. 78 p.

FÚLFARO, V.J.; *et. al.* **Revisão estratigráfica da Bacia do Paraná**. São Paulo: Paulipetro, 1980. [Rel. interno].

FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS (FGV). **Plano Nacional de Recursos Hídricos: contrato administrativo Nº 003/96 – relatório de consolidação dos trabalhos realizados e R.H. Paraná**. São Paulo: [s.n.], 1998.

FUNDAÇÃO DE APOIO À UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO (FUSP). **Relatório de Situação (“Relatório Zero”) da UGRHI do Alto Tietê**. São Paulo: Comitê da Bacia Hidrográfica Alto Tietê, 1999.

FUNDAÇÃO DE APOIO À UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO (FUSP). **Plano da Bacia do Alto Tietê**. São Paulo: Comitê da Bacia Hidrográfica Alto Tietê, Set. 2002.

GARCIA, E.L. **Ministério dos Transportes: vias navegáveis, usuárias dos recursos hídricos: palestra do diretor do fundo nacional de infra-estrutura e transportes do ministério dos transportes – MT**. Brasília, 2005.

GLOBAL ENVIRONMENT FACILITY (GEF – Guarani). **Projeto Aquífero Guarani: dados sobre o aquífero guarani e sobre o projeto**. Brasília: OEA/SRH-MMA, 2005.

GLOEDEN, E. Gerenciamento de áreas contaminadas na bacia Hidrográfica reservatório Guarapiranga. São Paulo: UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO - IG. Tese (Doutorado), 1999. 198 p.

GOIÁS. Lei n. 13.123, de 16 de julho de 1997. Estabelece normas de orientação à política estadual de recursos hídricos, bem como ao sistema integrado de gerenciamento de recursos hídricos e dá outras providências. [S.l.]: Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/srh/estagio/legislacao/estados/doc/1312316.doc>> Acesso em: [s.d.].

GOIÁS. Decreto n. 5.327, de 06 de dezembro de 2000. Dispõe sobre o Conselho Estadual de Recursos Hídricos – CERH e dá outras providências. [S.l.]: Disponível em: <http://www.gabcivil.go.gov.br/decretos/2000/decreto_5.327.htm> Acesso em: [s.d.].

GUIDORZI, L.; MARIANO, I.B.; JORBA, A.F. Projeto, construção, exploração e manutenção de poços no Aquífero Bauru. In: **10 Enc. Geol. e Hidrog.**: o grupo bauru no Estado de São Paulo. São Paulo: SBG/ABAS, 1982. p. 57-69.

HALUCH, C.F.; ABILHOA, V. *Astyanax totae*, a new characid species (Teleostei, Characidae) from the upper rio Iguaçu basin,

southeastern Brazil. **Neotrop. Brasil: Ichthyol**, 2005. v. 3, n. 3, p. 383-388. 2005.

HIRATA, M.. **Políticas e Planejamento do Ministério do Desenvolvimento Agrário**: palestra do coordenador geral de monitoramento do DATER do ministério do desenvolvimento agrário (MDA). [S.l.]: [s.n], 2005.

HIRATA, R.C.A.; FERREIRA, L.M.R. Os aquíferos da Bacia Hidrográfica Alto Tietê: disponibilidade hídrica e vulnerabilidade à poluição. **Revista Brasileira de Geociências**. [S.l.]: v. 31, n. 1, p. 43-50, mar. 2001.

INGENITO, L.F.S; DUBOC, L.F.; ABILHOA, V. Contribuição ao conhecimento da ictiofauna da bacia do alto rio Iguaçu, Paraná, **Brasil. Arq. Ciênc. Vet. Zool.** UNIPAR, v. 7, n. 1, p. 23-36. 2004.

INSTITUTE JONNEUM RESEARCH – ÁUSTRIA & SUDERHSA-SANEPAR-UFPRCOMEC PROJETO KARST – IJR – Relatório Final, 2002.

INSTITUTO AGRONÔMICO CAMPINAS (IAC). Solos do estado de São Paulo: descrição das classes registradas no mapa pedológico. **Boletim Científico**, São Paulo, v. 45. 1999.

INSTITUTO BRASILEIRO DE MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS (IBAMA). **Principais biomas brasileiros**. Brasília, Disponível em: <www.ibama.gov.br> Acesso em: 2005.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Macrozoneamento geoambiental do Estado de Mato Grosso do Sul**. Campo Grande: Secretaria de Planejamento e Coordenação Geral (SEPLAN) e Fundação Instituto de Apoio ao Planejamento do Estado (FIPLAN). 1989.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo demográfico no Brasil**. Rio de Janeiro: [s.n.], 2000.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (PNSB)**: 2000. Rio de Janeiro: [s.n.], 2002.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Pesquisa Agrícola municipal**. Rio de Janeiro: [s.n.], 2004a.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Indicadores de desenvolvimento sustentável**: dimensão ambiental: terra Brasil. Rio de Janeiro: [s.n.], 2004b.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Dados socioeconômicos do Brasil**. Rio de Janeiro, Disponível em: <www.ibge.gov.br> Acesso em: 2005.

INSTITUTO GEOLÓGICO (IG); COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL DE SÃO PAULO (CETESB); DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA (DAEE). **Mapeamento da Vulnerabilidade e risco de poluição das águas subterrâneas no Estado de São Paulo**. São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente. 1997. v. 1, 144 p. mapas (Série Documentos, 1).

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO (IPT). **Mapa Geológico do Estado de São Paulo**. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. 1981a. 126 p. Escala 1:500.000.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO (IPT). **Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo**. São Paulo. Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. 1981b. 117 p. Escala 1:500.000.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO (IPT). **Controle de erosão**: bases conceituais e técnicas, diretrizes para o planejamento urbano e regional: orientações para o controle de boçorocas urbanas. São Paulo: IPT/ DAEE, 1989. 92 p.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO (IPT). Orientações para o combate à erosão no Estado de São Paulo: bacia do Pardo/Grande. São Paulo: Convênio IPT/DAEE, 1990. (IPT. Relatório, 28 184).

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO (IPT). **Geologia das folhas Campinas (SF.23-Y-A) e Ribeirão Preto (SF.23-V-C)**. São Paulo. 1993. (IPT. Relatório, 31 723).

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO (IPT). **Carta Geotécnica do Estado de São Paulo**. São

Paulo: IPT/ SCTDE/ DCET. 1994. v. 2. (IPT. Publicação, 2 089). escala 1:500.000.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO (IPT). **Erosão no Estado de São Paulo**. São Paulo. 1995. (IPT. Relatório, 33 402).

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO (IPT). **Diagnóstico básico da situação das águas subterrâneas na cidade de São José do Rio Preto e seus entornos**. São Paulo, 1996. 109 p. (IPT. Parecer Técnico, 6 870).

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO (IPT). **Orientações para o combate à erosão no Estado de São Paulo: síntese**. São Paulo: Convênio IPT/DAEE. 1997b. (IPT. Relatório, 36 071).

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO (IPT). **Base de dados geoambientais do Estado de São Paulo em SIG como subsídio à avaliação e regulamentação de Áreas de Proteção Ambiental, planejamento e gerenciamento de bacias hidrográficas e zoneamento ambiental**. São Paulo, 1999. (IPT. Relatório, 39 295).

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO (IPT). **Plano de bacia da UGRHI do Turvo-Grande**. [S.l.]: 2003. CD-ROM.

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS (IGAM). **Dados sobre instrumentos de gestão de recursos hídricos de Minas Gerais, obtidos em visita técnica ao IGAM**. Minas Gerais: [s.n.], 2005.

IPLAN. **Plano Regional de Desenvolvimento Sustentável da Grande Dourados**. Campo Grande: Instituto de Estudos e Planejamento de Mato Grosso do Sul. 2001. 73 p.

INSTITUTO MUNICIPAL DE PLANEJAMENTO URBANO (PLANURB). **Perfil Socioeconômico de Campo Grande**. Campo Grande: [s.n.] 2005.

IRRIGART: Engenharia e Consultoria em Meio Ambiente e Recursos Hídricos. **Relatório de Situação 2003 das bacias dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiá**. Piracicaba: [s.n.] 2003.

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY (JICA). **Estudo do Plano Diretor da Utilização de Recursos Hídricos no Estado do Paraná**. The Master Plan Study on the utilization of water resources in Paraná State. Curitiba: Secretaria de Estado do Planejamento e Coordenação Geral. 1995.

LANA, E. **Matriz de conflitos pelo uso da água**. Brasília: SRH, 2005.

LIMA, A.A. **Hidrogeologia do Sistema Aquífero Bauru do município de São José do Rio Preto**. São Paulo: UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SÃO PAULO/IGCE. Dissertação de Mestrado. Rio Claro, 2004. 82 p.

LOPES, M.F.C. **Condições de ocorrência de água subterrânea nas bacias dos rios Piracicaba e Capivari**. São Paulo: UNIVERSIDADE DE CAMPINAS. Dissertação de Mestrado, 1994. 82 p.

MAACK, R. **Geografia Física do Estado do Paraná**. Curitiba: Imprensa Oficial, 2002. 3 ed. 438 p.

MARTINS, C.I.D. **Recuperação da Sub-Bacia do Rio Ivinhema: programa nacional do meio ambiente (PNMA)**. [S.l.]: [s.n.], 1995.

MATO GROSSO DO SUL. Lei nº 2.406, de 29 de janeiro de 2002. Institui a Política Estadual dos Recursos Hídricos, cria o Sistema Estadual de Gerenciamento dos Recursos Hídricos e dá outras providências. [S.l.] Disponível em: <[http://www.perh.hpg.ig.com.br/MS/LeiMS2406-02\(Politica%20Estadual\).doc](http://www.perh.hpg.ig.com.br/MS/LeiMS2406-02(Politica%20Estadual).doc)> Acesso em: [s.d.]

MENEZES, N.A.; et. al. **Avaliação e ações prioritárias para conservação do bioma Floresta Atlântica e Campos Sulinos: biota aquática :peixes de água doce**. Atibaia, 1999, Workshop Floresta Atlântica e Campos Sulinos. 23 p.

MINAS GERAIS. Lei n.13.199, de 29 de Janeiro de 1999. Dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos e dá outras providências. Disponível em: <http://www.igam.mg.gov.br/legis/est/lei_13199.doc> Acesso em: [s.d.]

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). **Biodiversidade brasileira: avaliação e identificação de áreas e ações prioritárias para conservação, utilização sustentável e repartição dos benefícios da biodiversidade nos biomas brasileiros**. Brasília: MMA/SBF, 2002.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). Plano de Ação Emergencial: força-tarefa nacional para controle do mexilhão dourado. Brasília: [s.n.] 2004.

MOTA, E.G. Políticas e Planejamento do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento: palestra do secretário substituto de desenvolvimento agropecuário e cooperativismo do ministério da agricultura, pecuária e abastecimento. [S.l.]: MAPA, 2005.

OLIVEIRA, J.N. **Ferramental de Gestão de Águas Subterrâneas para a cidade se São José Do Rio Preto**. São Paulo: EESC-USP, 2002. (Tese de Doutorado)

OPERADOR NACIONAL DO SISTEMA ELÉTRICO (ONS). **Inventário das Restrições Operativas Hidráulicas dos Aproveitamentos Hidrelétricos**. Rio de Janeiro: ONS-DPPQ, 2002.

OPERADOR NACIONAL DO SISTEMA ELÉTRICO (ONS). **Procedimentos de rede do ONS**. [S.l.]: [s.d.]

OPERADOR NACIONAL DO SISTEMA ELÉTRICO (ONS). **Vazões Médias Mensais nos Aproveitamentos Hidrelétricos – período 1931 a 2001**. Rio de Janeiro: ONS, [s.d.]

OPERADOR NACIONAL DO SISTEMA ELÉTRICO (ONS). **Plano Anual de Controle de Cheias da Bacia do rio Paraná**. [S.l.]: ONS, [s.d.]. Disponível em: <<http://www.ons.org.br>>

OPERADOR NACIONAL DO SISTEMA ELÉTRICO (ONS). **Diretrizes para as regras de operação de controle de cheias – Bacia do rio Paraná até Porto São José**. Rio de Janeiro: Disponível em: <<http://www.ons.org.br>> Acesso em dez. 2003. (Elaborado pelo ONS e Agentes de Geração Hidrelétrica)

OPERADOR NACIONAL DO SISTEMA ELÉTRICO (ONS). **Diretrizes para as regras de operação de controle de cheias – Bacia do rio Iguaçu**. Rio de Janeiro: Disponível em: <<http://www.ons.org.br>> Acesso em abr. 2004. (Elaborado pelo ONS e Agentes de Geração Hidrelétrica)

OPERADOR NACIONAL DO SISTEMA ELÉTRICO (ONS). **Séries históricas de vazões naturais médias mensais de 1931 a 2003 – obtidas pelo ONS**. Rio de Janeiro: 2004. Disponível em: <<http://www.ons.org.br>>

OPERADOR NACIONAL DO SISTEMA ELÉTRICO (ONS). **Estimativa das vazões para atividades de uso consuntivo da água nas principais bacias do Sistema Interligado Nacional: SIN**. Brasília: ONS; FAHMA-DREER, ANA; ANEEL; MME, 2003. (Base georreferenciada e texto explicativo detalhado).

PAIVA, M. P. **Grandes represas do Brasil**. Brasília: Editeria Editorial, 192 p. 1982.

SEVERI, W. & CORDEIRO, A. A. M. **Catálogo de peixes da bacia do rio Iguaçu**. Curitiba: IAP/GTZ. 118p. 1994.

PARANÁ. Lei n.º 12.726, de 26 de novembro de 1999. Institui a Política Estadual de Recursos Hídricos, cria o Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.pr.gov.br/meioambiente/suderhsa/index.shtml#>>.

PARANÁ. Decreto n.º 2.317, de 15 de julho de 2000. Regulamenta competências da Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos como órgão executivo gestor e coordenador central do Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos – SEGRH/PR, e adota outras providências. Disponível em: <<http://www.pr.gov.br/meioambiente/suderhsa/index.shtml#>>.

PARANÁ. Decreto n.º 2314, de 17 de julho de 2000. Disponível em: <<http://www.pr.gov.br/meioambiente/suderhsa/index.shtml#>>.

PARANÁ. Decreto n.º 2.315, de 18 de julho de 2000. Regulamenta o processo de instituição de Comitês de Bacia Hidrográfica, e adota outras providências. Disponível em: <<http://www.pr.gov.br/meioambiente/suderhsa/index.shtml#>>.

PARANÁ. Decreto n.º 4.646, de 31 de agosto de 2001. Dispõe sobre o regime de outorga de direitos de uso de recursos hídricos e adota outras providências. Disponível em: <<http://www.pr.gov.br/meioambiente/suderhsa/index.shtml#>>.

PARANÁ. Decreto n.º 5.361, de 26 de fevereiro de 2002. Regulamenta a cobrança pelo direito de uso de recursos hídricos e dá outras providências. Disponível em: <http://www.pr.gov.br/meioambiente/suderhsa/index.shtml#>>.

PARANÁ. Lei Estadual de Recursos Hídricos n.º 12.726/1999. Curitiba: 2002b.

PINTO, I. O. **Planejamento no Setor Elétrico Brasileiro**. [S.L.]: Ministério de Minas e Energia – MME, 2005.

PNRH-BASE. **Base digital georreferenciada do Plano Nacional de Recursos Hídricos**. [S.L.]: 2005.

PNRH-DBR. **Documento Básico de Referência do Plano Nacional De Recursos Hídricos**. [S.L.]: SRH/MMA/ANA/CNRH, maio 2005.

PREFEITURA MUNICIPAL DE ITAJUBÁ. **Relatório da Comissão de Avaliação Técnica para Recuperação e Urbanização das Margens do Rio Sapucaí e seus Afluentes da Área Urbana**. Itajubá: jun. 2000.

RADAMBRASIL. **Levantamento de recursos naturais, Folhas 23/24 – Rio de Janeiro/Vitória**. Rio de Janeiro: MME – Ministério das Minas e Energia, Relatório. Vol. 32, 780p., 1982.

REBOUÇAS, A.C. **Recursos hídricos subterrâneos da Bacia do Paraná – análise de pré-viabilidade**. São Paulo: IG/USP, 1976. (Tese de livre-docência)

REBOUÇAS, A.C. **Potencialidades hidrogeológicas dos basaltos da bacia do Paraná no Brasil**. Anais... XXX Cong.Bras.Geol, v.6, p.2963-2976, 1978.

REBOUÇAS, A. C.; LASTORIA, G. **Potencial hidrogeológico do Aquífero basáltico**. Campo Grande-MS: Anais 1º Cong. Bras. Águas Subterrâneas. p. 415-419. 1980.

ROCHA, G.A.; BERTACHINI, A.C.; CAMPOS, H.N.S.; CAIXETA, J.B. **Tentativa de zoneamento das características hidráulicas e hidroquímicas do Aquífero Bauru**. São Paulo: SBG/ABAS. p.38-56. 1982.

FIGUEIREDO, A. P. S. **Determinação da mancha de inundação do município de Itajubá na enchente de Janeiro/2000**. Belo Horizonte: Anais XI SBSR, 05-10, abr. 2003. p.1791-1794.

FORNASARI FILHO, N. *et al.* **Alterações no meio físico decorrentes de obras de engenharia**. São Paulo: IPT, 1992. 162p.

FOSTER. S. S. D; HIRATA, R.C.A. **Grondwater pollution risk evaluation: the methodology using available data**. Lima: CEPIS/PAHO/WHO, 1988. 78p.

FÚLFARO, V.J.; GAMA JR., E.; SOARES, P.C. **Revisão estratigráfica da Bacia do Paraná**. São Paulo: Paulipetro, 1980. [Rel. interno].

FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS (FGV). **Plano Nacional de Recursos Hídricos – Contrato Administrativo Nº 003/96 – Relatório de Consolidação dos Trabalhos Realizados e R.H. Paraná**. São Paulo: 1998.

FUNDAÇÃO DE APOIO À UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO (FUSP). **Relatório de Situação (“Relatório Zero”) da UGRHI do Alto Tietê. Comitê da Bacia Hidrográfica Alto Tietê**. São Paulo: 1999.

FUNDAÇÃO DE APOIO À UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO (FUSP). **Plano da Bacia do Alto Tietê. Comitê da Bacia Hidrográfica Alto Tietê**. São Paulo: set.2002.

GARCIA, E. L. **Vias Navegáveis, usuárias dos Recursos Hídricos**. Brasília: Ministério dos Transportes 2005. (Palestra do diretor do Fundo Nacional de Infra-Estrutura e Transportes do Ministério dos Transportes).

GLOBAL ENVIRONMENT FACILITY (GEF). **Projeto Aquífero Guarani: Dados sobre o Aquífero Guarani e sobre o projeto.** Brasília: OEA/SRH-MMA, 2005.

GLOEDEN, E. **Gerenciamento de áreas contaminadas na bacia Hidrográfica reservatório Guarapiranga.** São Paulo: Instituto de Geociências, USP, 1999. 198p. (Tese de Doutorado)

GOIÁS. Lei n.º 13.123, de 16 de julho de 1997. Estabelece normas de orientação à política estadual de recursos hídricos, bem como ao sistema integrado de gerenciamento de recursos hídricos e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/srh/estagio/legislacao/estados/doc/1312316.doc>>.

GOIÁS. Decreto n.º 5.327, de 06 de dezembro de 2000. Dispõe sobre o Conselho Estadual de Recursos Hídricos – CERH e dá outras providências. Disponível em: <http://www.gabcivil.go.gov.br/decretos/2000/decreto_5.327.htm>.

GUIDORZI, L.; MARIANO, I.B.; JORBA, A.F. **Projeto, construção, exploração e manutenção de poços no Aquífero Bauru.** São Paulo: SBG/ABAS. p. 57-69, 1982.

HALUCH, C. F. & ABILHOA, V. *Astyanax totae*, a new characid species (Teleostei, Characidae) from the upper rio Iguaçu basin, southeastern Brazil. Brasil: p. 383-388, 2005.

HIRATA, M. **Políticas e Planejamento do Ministério do Desenvolvimento Agrário.** [S.L.]: MDA. 2005. (Palestra do Coordenador Geral de Monitoramento do DATER do Ministério do Desenvolvimento Agrário).

HIRATA, R. C. A; FERREIRA, L. M. R. **Os aquíferos da Bacia Hidrográfica Alto Tietê: disponibilidade hídrica e vulnerabilidade à poluição.** In: Revista Brasileira de Geociências. Volume 31(1):43-50, mar.2001.

INGENITO, L. F. S; DUBOC, L. F. & ABILHOA, V. **Contribuição ao conhecimento da ictiofauna da bacia do alto rio Iguaçu, Paraná, Brasil.** [S.L.]: UNIPAR, p.23-26, 2004.

INSTITUTO AGRÔNOMICO CAMPINAS (IAC). **Solos do estado de São Paulo: descrição das classes registradas no mapa pedológico.** São Paulo: Boletim Científico, n.45. 1999.

INSTITUTO BRASILEIRO DE MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS (IBAMA). **Principais biomas brasileiros.** Disponível em: <<http://www.ibama.gov.br>>. Brasília: 2005.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Macrozoneamento Geoambiental do Estado de Mato Grosso do Sul.** Campo Grande: Secretaria de Planejamento e Coordenação Geral (SEPLAN) e Fundação Instituto de Apoio ao Planejamento do Estado (FIPLAN), 1989.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo demográfico no Brasil.** Rio de Janeiro: 2000.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico: PNSB 2000.** Rio de Janeiro: 2002.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Pesquisa Agrícola municipal.** Rio de Janeiro: 2004a.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Indicadores de desenvolvimento sustentável, Dimensão ambiental: Terra Brasil 2004.** Rio de Janeiro: 2004b.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Dados socioeconômicos do Brasil.** Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Rio de Janeiro: 2005.

INSTITUTO GEOLÓGICO (IG); COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL DE SÃO PAULO (CETESB); DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA (DAEE). **Mapeamento da Vulnerabilidade e risco de poluição das águas subterrâneas no Estado de São Paulo.** São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente. 1997. 2v. v1 144p. v2 mapas (Série Documentos).

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO (IPT). **Mapa Geológico do Estado de São Paulo.** Escala 1:500.000. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, 1981a. 126p.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO (IPT). **Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo.** Escala 1:500.000. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, 1981b. 117p.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO (IPT). **Controle de erosão: bases conceituais e técnicas, diretrizes para o planejamento urbano e regional – orientações para o controle de boçorocas urbanas.** São Paulo: IPT/DAEE, 1989. 92p.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO (IPT). **Orientações para o combate à erosão no Estado de São Paulo – Bacia do Pardo/Grande.** São Paulo: Convênio IPT/DAEE. 1990. (IPT. Relatório, 28 184).

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO (IPT). **Geologia das folhas Campinas (SF.23-Y-A) e Ribeirão Preto (SF.23-V-C).** São Paulo: 1993. (IPT. Relatório, 31 723).

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO (IPT). **Carta Geotécnica do Estado de São Paulo.** Escala 1:500.000. São Paulo: IPT/ SCTDE/ DCET. 2v. 1994. (IPT. Publicação, 2.089).

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO (IPT). **Erosão no Estado de São Paulo.** São Paulo: 1995. (Relatório, 33.402).

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO (IPT). **Diagnóstico básico da situação das águas subterrâneas na cidade de São José do Rio Preto e seus entornos.** São Paulo: 1996. 109p. (Parecer Técnico, 6.870).

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO (IPT). **Orientações para o combate à erosão no Estado de São Paulo – Síntese.** São Paulo: Convênio IPT/DAEE, 1997b. (Relatório, 36.071).

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO (IPT). **Base de dados geoambientais do Estado de São Paulo em SIG como subsídio à avaliação e regulamentação de Áreas de Proteção Ambiental, planejamento e gerenciamento de bacias hidrográficas e zoneamento ambiental.** São Paulo: 1999. (Relatório, 39.295).

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO (IPT). **Plano de bacia da UGRHI do Turvo-Grande.** CD-ROM. 2003.

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS (IGAM). **Dados sobre instrumentos de gestão de recursos hídricos de Minas Gerais.** Minas Gerais: 2005. (Obtidos em visita técnica ao IGAM)

INSTITUTO MUNICIPAL DE PLANEJAMENTO URBANO (PLANURB). **Perfil Socioeconômico de Campo Grande.** Campo Grande: 2005.

IRRIGART (Engenharia e Consultoria em Meio Ambiente e Recursos Hídricos). **Relatório de Situação 2003 das bacias dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiá.** Piracicaba-SP: 2003.

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY (JICA). **Estudo do Plano Diretor da Utilização de Recursos Hídricos no Estado do Paraná.** Curitiba: Secretaria de Estado do Planejamento e Coordenação Geral, dez.1995.

LANA, E. **Matriz de conflitos pelo uso da água.** Brasília: SRH, 2005.

LIMA, A.A. **Hidrogeologia do Sistema Aquífero Bauru do município de São José do Rio Preto (SP).** Rio Claro-SP: IGCE/UNESP, 2004. 82p. (Dissertação de Mestrado).

LOPES, M.F.C. **Condições de ocorrência de água subterrânea nas bacias dos rios Piracicaba e Capivari.** [S.l.]: UNICAMP, 1994. 82p. (Dissertação de Mestrado)

MAACK, R. **Geografia Física do Estado do Paraná.** 3.ed. Curitiba: Imprensa Oficial, 2002. 438 p.

MARTINS, C.I.D. **Recuperação da Sub-Bacia do Rio Ivinhema.** Programa Nacional do Meio Ambiente – PNMA. [S.l.]: nov.1995.

MATO GROSSO DO SUL. Lei nº 2.406, de 29 de janeiro de 2002. Institui a Política Estadual dos Recursos Hídricos, cria o Sistema Estadual de Gerenciamento dos Recursos Hídricos e dá outras providências. Disponível em: [http://www.perh.hpg.ig.com.br/MS/LeiMS2406-02\(Politica%20Estadual\).doc](http://www.perh.hpg.ig.com.br/MS/LeiMS2406-02(Politica%20Estadual).doc).

MENEZES, N. A. (Coord.), GODINHO, A., VIEIRA, F., BUCKUP, P. A., SILVANO, R. & ROSA, R. S. Avaliação e ações prioritárias para conservação do bioma Floresta Atlântica e Campos Sulinos – biota aquática – peixes de água doce. Atibaia, 1999, Workshop Floresta Atlântica e Campos Sulinos. 23 p.

MINAS GERAIS. Lei n.13.199, de 29 de Janeiro de 1999. Dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos e dá outras providências. Disponível em: http://www.igam.mg.gov.br/legis/est/lei_13199.doc.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE – MMA. Biodiversidade brasileira – Avaliação e identificação de áreas e ações prioritárias para conservação, utilização sustentável e repartição dos benefícios da biodiversidade nos biomas brasileiros. Brasília: 2002, MMA/SBF.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE – MMA. Plano de Ação Emergencial – Força-Tarefa Nacional para Controle do Mexilhão Dourado. Brasília, 2004.

MOTA, E. G. Políticas e Planejamento do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – palestra do secretário substituto de Desenvolvimento Agropecuário e Cooperativismo do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA. 2005.

OLIVEIRA, J.N. Ferramental de Gestão de Águas Subterrâneas para a cidade de São José Do Rio Preto, SP. Tese de Doutorado, EESC-USP, 2002.

OPERADOR NACIONAL DO SISTEMA ELÉTRICO – ONS. Inventário das Restrições Operativas Hidráulicas dos Aproveitamentos Hidrelétricos. Rio de Janeiro: ONS-DPPO. Rio de Janeiro, novembro de 2002.

OPERADOR NACIONAL DO SISTEMA ELÉTRICO – ONS. Procedimentos de rede do ONS.

OPERADOR NACIONAL DO SISTEMA ELÉTRICO – ONS. Vazões Médias Mensais nos Aproveitamentos Hidrelétricos – período 1931 a 2001. Rio de Janeiro: ONS

OPERADOR NACIONAL DO SISTEMA ELÉTRICO – ONS. Plano Anual de Controle de Cheias da Bacia do rio Paraná. www.ons.org.br.

OPERADOR NACIONAL DO SISTEMA ELÉTRICO – ONS. Diretrizes para as regras de operação de controle de cheias – Bacia do rio Paraná até Porto São José – elaborado pelo ONS e Agentes de Geração Hidrelétrica, RJ, dezembro de 2003. www.ons.org.br.

OPERADOR NACIONAL DO SISTEMA ELÉTRICO – ONS. Diretrizes para as regras de operação de controle de cheias – Bacia do rio Iguaçu – elaborado pelo ONS e Agentes de Geração Hidrelétrica, RJ, abril de 2004. www.ons.org.br.

OPERADOR NACIONAL DO SISTEMA ELÉTRICO – ONS. Séries históricas de vazões naturais médias mensais de 1931 a 2003 – obtidas pelo ONS. 2004. www.ons.org.br.

OPERADOR NACIONAL DO SISTEMA ELÉTRICO. Estimativa das vazões para atividades de uso consuntivo da água nas principais bacias do Sistema Interligado Nacional – SIN. Brasília: ONS; FAHMA-DREER, ANA; ANEEL; MME, 2003. (Base georreferenciada e texto explicativo detalhado).

PAIVA, M. P. Grandes represas do Brasil. Brasília, 1982. Editerra Editorial, 192 p. SEVERI, W. & CORDEIRO, A. A. M. 1994. Catálogo de peixes da bacia do rio Iguaçu. Curitiba, IAP/GTZ. 118p.

PARANÁ. Lei nº 12.726, de 26 de novembro de 1999. Institui a Política Estadual de Recursos Hídricos, cria o Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos e dá outras providências. Disponível em : <http://www.pr.gov.br/meioambiente/suderhsa/index.shtml#>.

PARANÁ. Decreto n.º 2.317, de 15 de julho de 2000. Regulamenta competências da Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos como órgão executivo gestor e coordenador central do Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos – SEGRH/PR, e adota outras providências. Disponível em: <http://www.pr.gov.br/meioambiente/suderhsa/index.shtml#>. PR, 2000a.

PARANÁ. Decreto nº 2314, de 17 de julho de 2000. Disponível em: <http://www.pr.gov.br/meioambiente/suderhsa/index.shtml#>. PR, 2000b.

PARANÁ. Decreto n.º 2.315, de 18 de julho de 2000. Regulamenta o processo de instituição de Comitês de Bacia Hidrográfica, e adota outras providências. Disponível em: <http://www.pr.gov.br/meioambiente/suderhsa/index.shtml#>. PR, 2000c.

PARANÁ. Decreto n.º 4.646, de 31 de agosto de 2001. Dispõe sobre o regime de outorga de direitos de uso de recursos hídricos e adota outras providências. Disponível em: <http://www.pr.gov.br/meioambiente/suderhsa/index.shtml#>. PR, 2001.

PARANÁ. Decreto n.º 5.361, de 26 de fevereiro de 2002. Regulamenta a cobrança pelo direito de uso de recursos hídricos e dá outras providências. Disponível em: <http://www.pr.gov.br/meioambiente/suderhsa/index.shtml#>. PR, 2002a.

PARANÁ. LEGISLAÇÃO PARANAENSE DE RECURSOS HÍDRICOS – Lei Estadual de Recursos Hídricos nº 12726/99 e Decretos que Estruturam a Gestão de Recursos Hídricos no Estado do Paraná – Curitiba. (ou mais recente), PR, 2002b.

PINTO, I. O. Planejamento no Setor Elétrico Brasileiro. Palestra: Políticas Públicas – Infra-Estrutura. Departamento de Planejamento Energético – SPE/MME, Ministério de Minas e Energia – MME, 2005.

PNRH-BASE – Base digital georreferenciada do Plano Nacional de Recursos Hídricos – PNRH – BASE-PNRH (2005).

PNRH-DBR Documento Básico de Referência do Plano Nacional De Recursos Hídricos – PNRH-DBR (2005). SRH/MMA/ANA/CNRH, versão repassada pela SRH em maio de 2005.

PREFEITURA MUNICIPAL DE ITAJUBÁ. Relatório da Comissão de Avaliação Técnica para Recuperação e Urbanização das Margens do Rio Sapucaí e seus Afluentes da Área Urbana. Itajubá: jun. 2000.

RADAMBRASIL Levantamento de recursos naturais, Folhas 23/24 – Rio de Janeiro/Vitória. Rio de Janeiro, MME – Ministério das Minas e Energia, Relatório – Vol. 32, 780p., 1982.

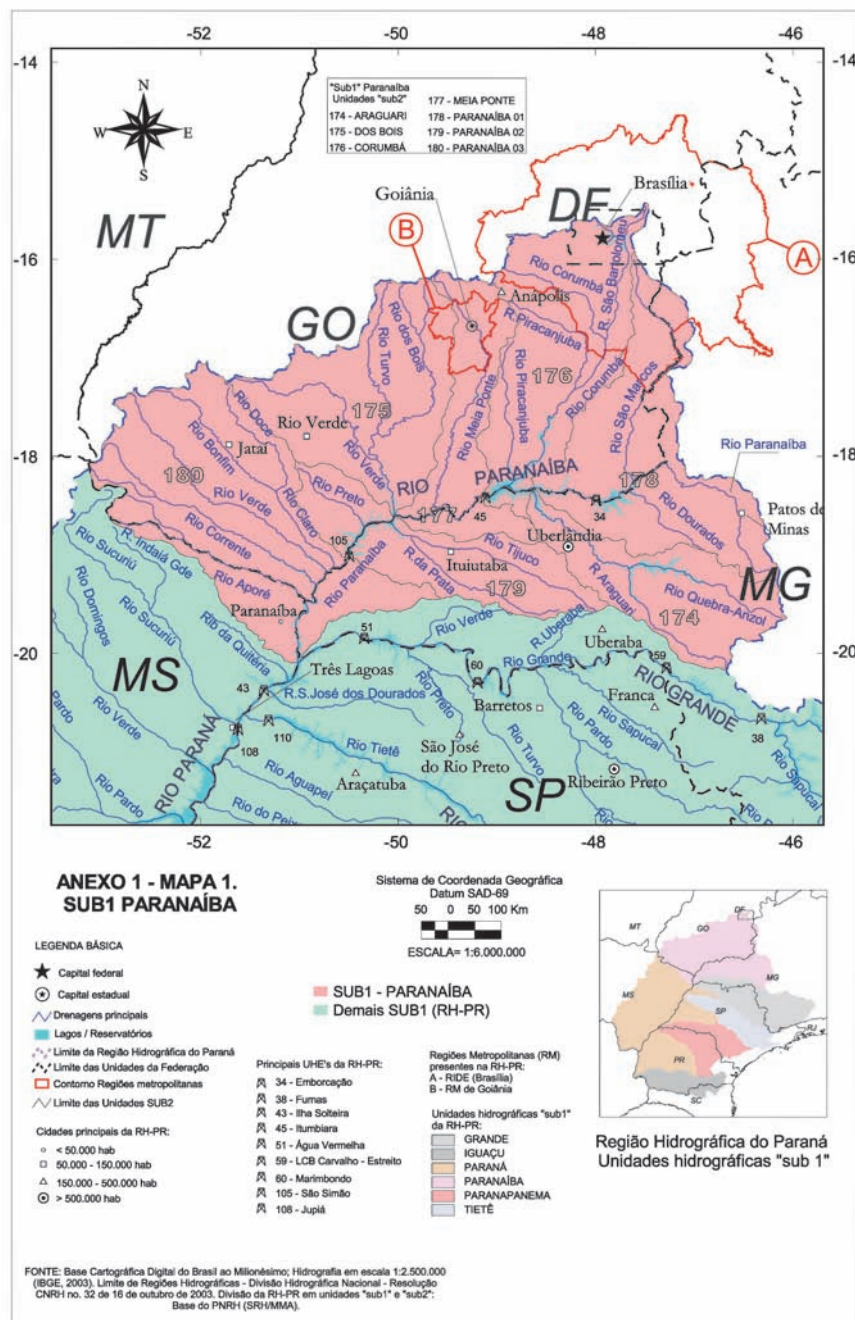
REBOUÇAS, A.C. – Recursos hídricos subterrâneos da Bacia do Paraná – análise de pré-viabilidade. Tese de livre-docência, IG/USP, São Paulo – 1976.

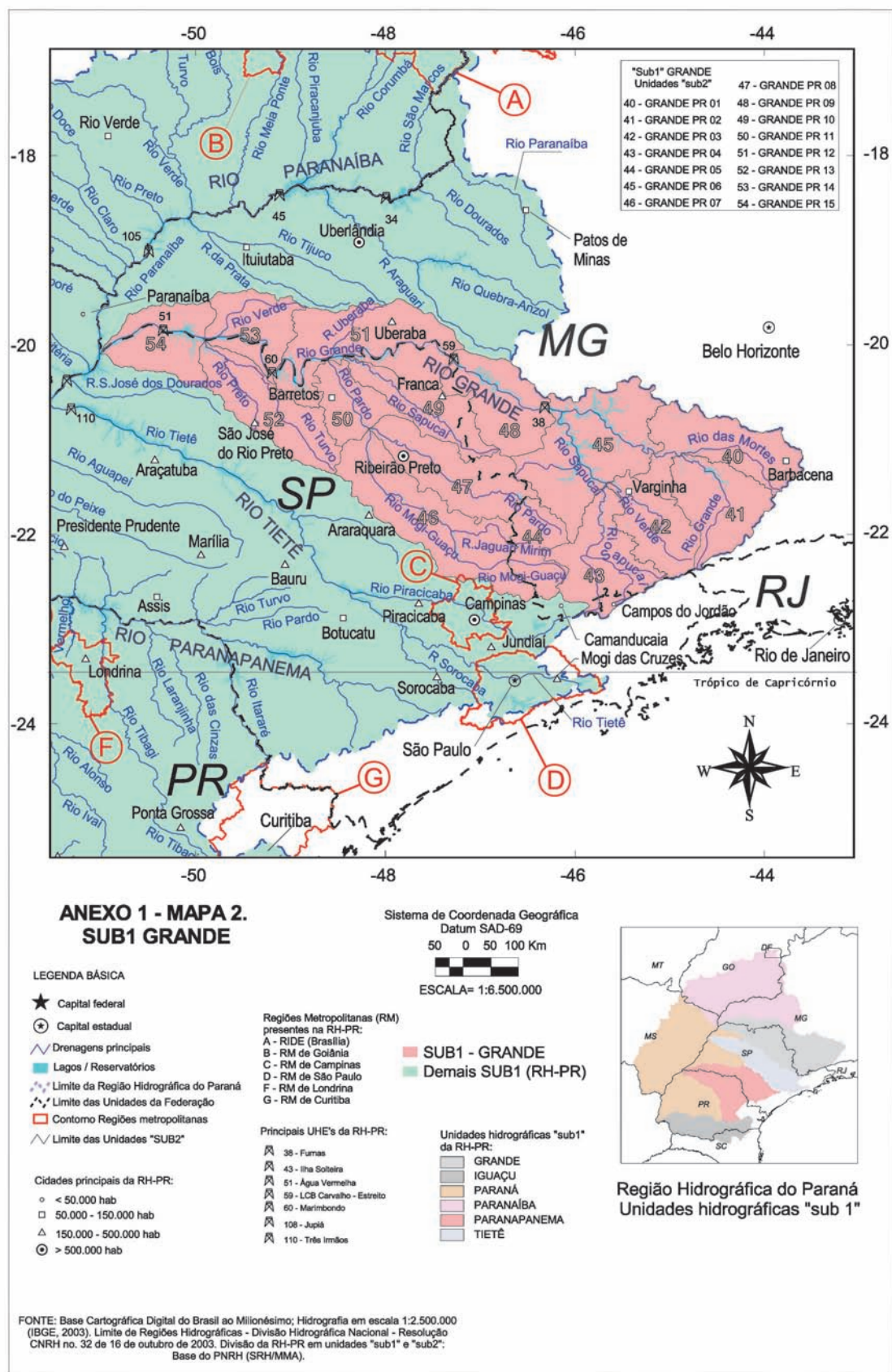
REBOUÇAS, A.C. Potencialidades hidrogeológicas dos basaltos da bacia do Paraná no Brasil. An. XXX Cong.Bras.Geol, v.6, p.2963-2976 – 1978.

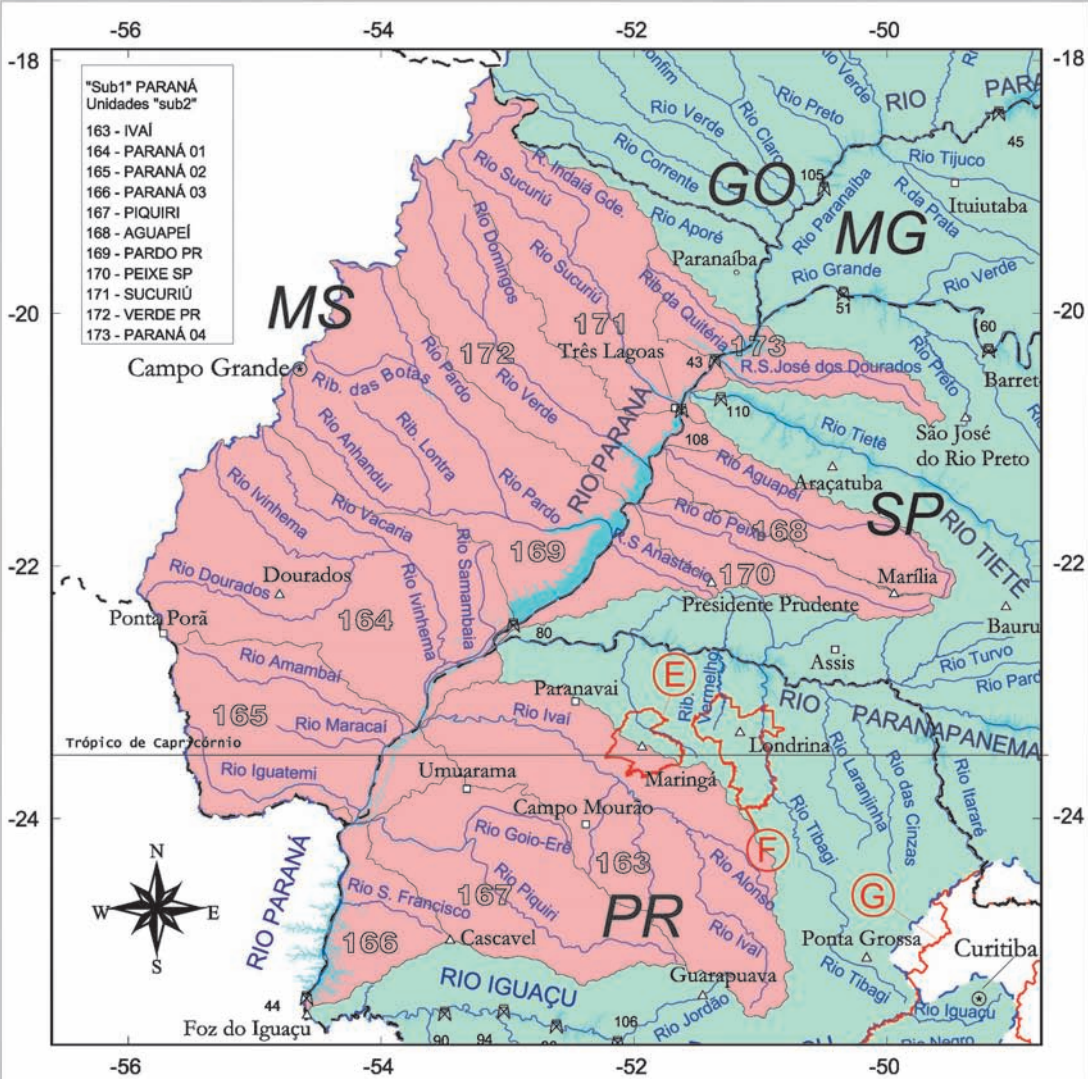
REBOUÇAS, A. C.; LASTORIA, G. – Potencial hidrogeológico do Aquífero basáltico – Campo Grande-MS – Brasil. Anais 1º Cong. Bras. Águas Subterrâneas. p. 415-419. ABAS – 1980.

ROCHA, G.A.; BERTACHINI, A.C.; CAMPOS, H.N.S.; CAIXETA, J.B. Tentativa de zoneamento das características hidráulicas e hidroquímicas do Aquífero Bauru. In: 1o Enc. Geol. e Hidrog.: o Grupo Bauru no Estado de São Paulo. SBG/ABAS. p. 38-56. 1982.

ANEXO 1 – MAPAS DAS UNIDADES HIDROGRÁFICAS SUB 1 DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO PARANÁ







ANEXO 1 - MAPA 3.
SUB1 PARANÁ

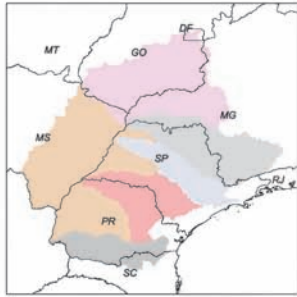
LEGENDA BÁSICA

- ★ Capital federal
 - ☆ Capital estadual
 - ~ Drenagens principais
 - Lagos / Reservatórios
 - Limite da RH do Paraná
 - Limite das Unidades da Federação
 - Contorno Regiões metropolitanas
 - Limite das Unidades SUB2
- Cidades principais da RH-PR:
- < 50.000 hab
 - 50.000 - 150.000 hab
 - △ 150.000 - 500.000 hab
 - ⊙ > 500.000 hab

- Principais UHE's da RH-PR:
- 11 - Gov. B. Munhoz Rocha
 - 34 - Emborcação
 - 38 - Fumas
 - 43 - Ilha Solteira
 - 44 - Itaipu
 - 45 - Itumbiera
 - 51 - Água Vermelha
 - 59 - LCB Carvalho - Estreito
 - 60 - Marimbondo
 - 80 - Porto Primavera
 - 90 - Salto Cascatas
 - 94 - Salto Osório
 - 96 - Salto Santiago
 - 105 - São Simão
 - 106 - Segredo
 - 108 - Jupia
 - 110 - Três Ilhéus

Sistema de Coordenada Geográfica
Datum SAD-69
50 0 50 100 Km
ESCALA= 1:6.000.000

- SUB1 - PARANÁ
 - Demaís SUB1 (RH-PR)
- Regiões Metropolitanas (RM) presentes na RH-PR:
- E - RM de Maringá
 - F - RM de Londrina
 - G - RM de Curitiba
- Unidades hidrográficas "sub1" da RH-PR:
- GRANDE
 - IGUAÇU
 - PARANÁ
 - PARANAÍBA
 - PARANAPANEMA
 - TIETÊ



Região Hidrográfica do Paraná
Unidades hidrográficas "sub 1"

FONTE: Base Cartográfica Digital do Brasil ao Milionésimo; Hidrografia em escala 1:2.500.000 (IBGE, 2003). Limite de Regiões Hidrográficas - Divisão Hidrográfica Nacional - Resolução CNRH no. 32 de 16 de outubro de 2003. Divisão da RH-PR em unidades "sub1" e "sub2": Base do PNRH (SRH/MMA).



ANEXO 1 - MAPA 4.
SUB1 TIETÊ

LEGENDA BÁSICA

- ★ Capital federal
- ⊙ Capital estadual
- ▬ Drenagens principais
- Lagos / Reservatórios
- ▬ Limite da Região Hidrográfica do Paraná
- ▬ Limite das Unidades da Federação
- ▬ Contorno Regiões metropolitanas
- ▬ Limite das Unidades SUB2

- Cidades principais da RH-PR:
- < 50.000 hab
 - 50.000 - 150.000 hab
 - △ 150.000 - 500.000 hab
 - ⊙ > 500.000 hab

- Regiões Metropolitanas (RM) presentes na RH-PR:
- E - RM de Maringá
 - F - RM de Londrina
 - G - RM de Curitiba

Principais UHE's da RH-PR:

- ▬ 38 - Fumas
- ▬ 43 - Ilha Solteira
- ▬ 51 - Água Vermelha
- ▬ 59 - LCB Carvalho - Estreito
- ▬ 60 - Marimbondo
- ▬ 108 - Jupia
- ▬ 110 - Três Irmãos

Unidades hidrográficas "sub1" da RH-PR:

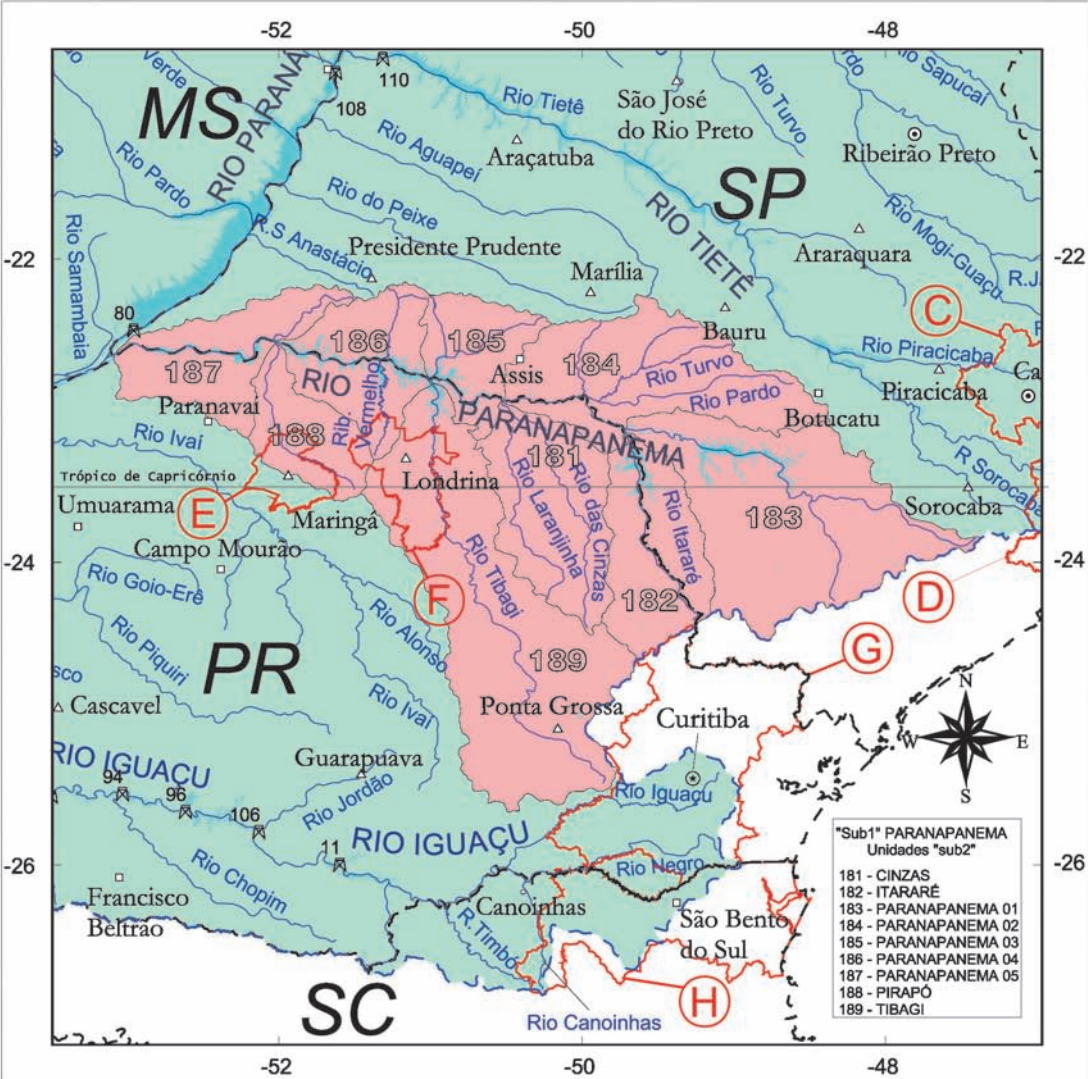
- GRANDE
- IGUAÇU
- PARANÁ
- PARANAÍBA
- PARANAPANEMA
- TIETÊ

Sistema de Coordenada Geográfica
Datum SAD-69
50 0 50 100 Km
ESCALA= 1:5.000.000



Região Hidrográfica do Paraná
Unidades hidrográficas "sub 1"

FONTE: Base Cartográfica Digital do Brasil ao Milionésimo; Hidrografia em escala 1:2.500.000 (IBGE, 2003). Limite de Regiões Hidrográficas - Divisão Hidrográfica Nacional - Resolução CNRH no. 32 de 16 de outubro de 2003. Divisão da RH-PR em unidades "sub1" e "sub2": Base do PNRH (SRH/MMA).



ANEXO 1 - MAPA 5.
SUB1 PARANAPANEMA

LEGENDA BÁSICA

- ★ Capital federal
- ⊙ Capital estadual
- Drenagens principais
- Lagos / Reservatórios
- Limite da RH do Paraná
- Limite das Unidades da Federação
- Contorno Regiões metropolitanas
- Limite das Unidades SUB2

Cidades principais da RH-PR:

- < 50.000 hab
- 50.000 - 150.000 hab
- △ 150.000 - 500.000 hab
- ⊙ > 500.000 hab

Regiões Metropolitanas (RM) presentes na RH-PR:

- C - RM de Campinas
- D - RM de São Paulo
- E - RM de Maringá
- F - RM de Londrina
- G - RM de Curitiba
- H - RM do Norte/Nordeste Catarinense (e Área de Expansão)

Principais UHE's da RH-PR:

- 11 - Gov. B. Munhoz Rocha
- 80 - Porto Primavera
- 94 - Salto Osório
- 96 - Salto Santiago
- 110 - Três Irmãos
- 106 - Segredo
- 108 - Jupia

Sistema de Coordenada Geográfica
Datum SAD-69
50 0 50 100 Km
ESCALA= 1:5.000.000

SUB1 - PARANAPANEMA
Demais SUB1 (RH-PR)

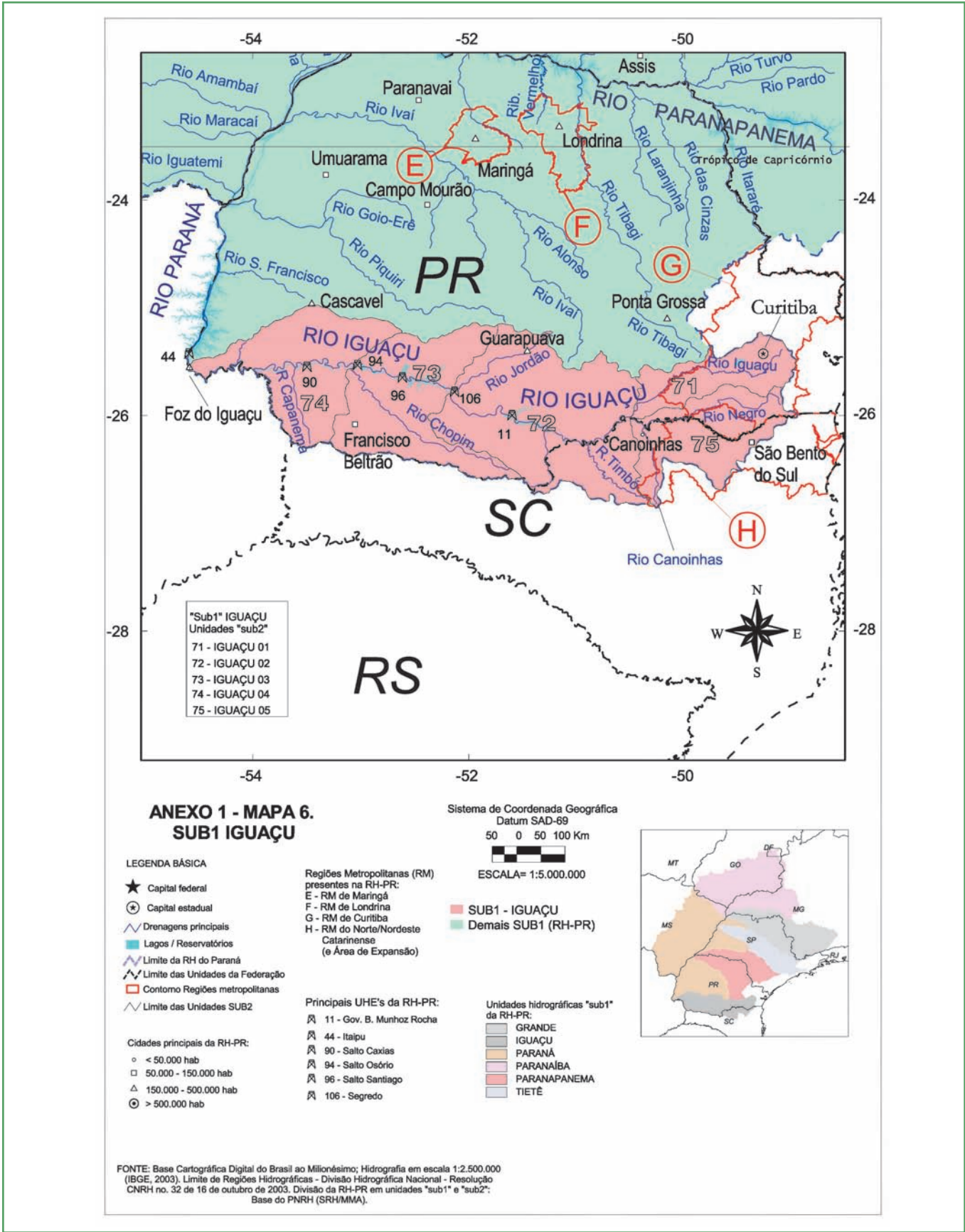
Unidades hidrográficas "sub1" da RH-PR:

- GRANDE
- IGUAÇU
- PARANÁ
- PARANAÍBA
- PARANAPANEMA
- TIETÊ



Região Hidrográfica do Paraná
Unidades hidrográficas "sub 1"

FONTE: Base Cartográfica Digital do Brasil ao Milionésimo; Hidrografia em escala 1:2.500.000 (IBGE, 2003). Limite de Regiões Hidrográficas - Divisão Hidrográfica Nacional - Resolução CNRH no. 32 de 16 de outubro de 2003. Divisão da RH-PR em unidades "sub1" e "sub2": Base do PNRH (SRH/MMA).



ANEXO 2 – SETOR ELÉTRICO: RELAÇÃO DE CENTRAIS HIDRELÉTRICAS ATUAIS E FUTURAS

Quadro 1 - Centrais hidrelétricas em operação na Região Hidrográfica do Paraná

Nº	Nome	Empresa/proprietário	Rio	Sub 1	Potência elétrica (MW)	Área de inundação (km²)
1	Álvaro Souza Lima	Cesp/C.G.E.E. Tietê	Tietê	Tietê	144	72,5
2	Americana	CPFL	Atibaia	Tietê	34	11,57
3	Anil	CEMIG	Jacaré	Grande	2,08	1,5
4	Antas II (Walther Rossi)	DME /MG	Antas	Grande	16,5	0,02
5	Antas I Eng. Pedro A. Junqueira	DME /MG	Antas	Grande	4,78	0,01
6	Apucarantina (Res.Apucarantina)	COPEL	Apucarantina	Paranapanema	9,5	0,5
7	Apucarantina (Reserv. de Fiu)	COPEL	Apucarantina	Paranapanema	-	2
8	Jurumirim	Cesp/C.G.E.E. Paranapanema	Paranapanema	Paranapanema	98	458
9	Limoeiro	C.G.E.E. Tietê	Pardo	Grande	32	3,6
10	Barra Bonita	Cesp/C.G.E.E. Tietê	Tietê	Tietê	140	334
11	Bento Munhoz da Rocha Neto	COPEL	Iguaçu	Iguaçu	1676	-
12	Bortolan (Jose Togni)	DME /MG	Antas	Grande	0,72	-
13	Buritis	CPFL	Bandeira	Grande	0,8	-
14	Cachoeira Dourada	CDSA/Celg	Paranaíba	Paranaíba	658	74
15	Caconde	Cesp/C.G.E.E. Tietê	Pardo	Grande	80	34
16	Camargos	CEMIG	Grande	Grande	46	76
17	Canoas I	Cesp/C.G.E.E. Paranapanema	Paranapanema	Paranapanema	72	31
18	Canoas II	Cesp/C.G.E.E. Paranapanema	Paranapanema	Paranapanema	83	23,61
19	Capão Preto	CPFL	Quilombo 3	Grande	5,52	2,8
20	Capivara	Cesp/C.G.E.E. Paranapanema	Paranapanema	Paranapanema	640	550
21	Cariobinha	CPFL	Quilombo	Tietê	1,3	0,1
22	Cassilândia	ENERSUL	Aporé	Paranaíba	0,5	-
23	Cavernoso	COPEL	Cavernoso	Iguaçu	1,26	2,9

(continuação)

Nº	Nome	Empresa/proprietário	Rio	Sub 1	Potência elétrica (MW)	Área de inundação (km²)
24	Chavantes	Cesp/C.G.E.E. Paranapanema	Paranapanema	Paranapanema	414	416
25	Chibarro	CPFL	Chibarro	Tietê	2,29	0,02
26	Chopim I	COPEL	Chopim	Iguaçu	1,8	2,9
27	Complexo Segredo	Copel	Iguaçu	Iguaçu	1260	-
28	Corumbá 1	FURNAS	Corumbá	Paranaíba	375	65,83
29	Costa Rica	ENERSUL	Sucuriú	Paraná	16	0,31
30	Derivação do Jordão	COPEL	Jordão	Iguaçu	6,54	3,7
31	Dourados	CPFL	Sapucaí Paulista	Grande	6,4	0,54
32	Eloy Chaves	CPFL	Mogi Guacu	Tietê	19	0,41
33	Emas Nova	Elektro	Mogi Guacu	Grande	5	0
34	Emborcação	CEMIG	Paranaíba	Paranaíba	1192	455,32
35	Eng. Ubirajara Machado Moraes	DME /MG	Antas	Grande	0,8	0,01
36	Esmeril	CPFL	Esmeril	Grande	1,76	0,28
37	Euclides da Cunha	C.G.E.E. Tietê	Pardo	Grande	108	1,28
38	Furnas	FURNAS	Grande	Grande	1312	1522,6
39	Gavião Peixoto	CPFL	Jacare Guacu	Tietê	4,17	0,18
40	Henry Borden	Eletropaulo	Cubatão I	Tietê	887	
41	Ibitinga	Cesp/C.G.E.E. Tietê	Tietê	Tietê	132	126,5
42	Igarapava	CVRD/CMM/CSN/CEMIG/ AngloGold	Grande	Grande	210	-
43	Ilha Solteira	CESP	Paraná	Paraná	3444	1230
44	Itaipu I	ITAIPU BINACIONAL	Paraná	Paraná	12600	1549
45	Itumbiara	FURNAS	Paranaíba	Paranaíba	2280	814
46	Itupararanga	CBA	Sorocaba	Tietê	55	24,1
47	Itutinga	CEMIG	Grande	Grande	52	1,64
48	Jacutinga	CEMIG	Mogi-Guacu	Grande	0,72	-
49	Jaguara	CEMIG	Grande	Grande	424	36
50	Jaguari	CPFL	Jaguari	Tietê	11,8	0,33

(continuação)

Nº	Nome	Empresa/proprietário	Rio	Sub 1	Potência elétrica (MW)	Área de inundação (km²)
51	Água Vermelha	Cesp/C.G.E.E. Tietê	Grande	Grande	1396	647
52	Foz do Chopim	Foz do Chopim Energética	Chopim	Iguaçu	29	-
53	Laranja Doce	Caiua	Rio Laranja Doce	Paranapanema	0,72	-
54	Lavrinha	Cia. Sul Paulista de Energia	Lavrinhas	Paranapanema	0,48	0,04
55	Lençóis	CPFL	Lençóis	Tietê	1,68	0,12
56	Lobo	Elektro	Rib. do Lobo	Tietê	3	8
57	Lucas Nogueira Garcez	Cesp	Paranapanema	Paranapanema	72	-
58	Luiz Carlos Barreto Carvalho	FURNAS	Grande	Grande	1104	49,96
59	Luiz Dias	CEMIG	Lourenço Velho	Grande	2,43	-
60	Marimondo	FURNAS	Grande	Grande	1488	459
61	Mário L. Leão	Cesp/C.G.E.E. Tietê	Tietê	Tietê	264	550
62	Martins	CEMIG	Uberabinha	Paranaíba	7,7	0,2
63	Mascarenhas de Moraes	FURNAS	Grande	Grande	478	272,5
64	Melissa	COPEL	Melissa	Paraná	0,8	2,9
65	Mimoso (Assis Chateaubriand)	ENERSUL	Pardo	Paraná	29,5	15,4
66	Miranda	CEMIG	Araguari	Paranaíba	408	50,6
67	Mogi Guacu	C.G.E.E. Tietê	Mogi-Guacu	Grande	7,2	10,95
68	Monjolinho	CPFL	Monjolinho	Tietê	0,6	0,01
69	Mourão	COPEL	Mourão	Paraná	7,5	12,25
70	Nova Avanhandava	Cesp/C.G.E.E. Tietê	Tietê	Tietê	347	218,7
71	Nova Ponte	CEMIG	Araguari	Paranaíba	510	446,58
72	Paranoá	CEB	Paranoá	Paranaíba	26	39,48
73	PCH Boyes	Cia Ind e Agr Boyes	Piracicaba	Tietê	0,98	-
74	Pinhal	CPFL	Mogi Guacu	Grande	6,8	0,07
75	Pinheirinho	Cia. Força e Luz de Mococa S	Pinheirinho	Grande	0,64	0,08
76	Pitangui	COPEL	Pitangui	Paranapanema	0,79	2,9
77	Poço Fundo	CEMIG	Machado	Grande	9,16	3,2
78	Porto Colômbia	FURNAS	Grande	Grande	328	143,9

(continuação)

Nº	Nome	Empresa/proprietário	Rio	Sub 1	Potência elétrica (MW)	Área de inundação (km²)
79	Porto Goes	EMAE	Tietê	Tietê	10,5	0,25
80	Porto Primavera 1	CESP	Paraná	Paraná	550	2312
81	Quatiara	Caiuá	Peixe	Paranapanema	2,6	0,93
82	Rasgão	EMAE	Tietê	Tietê	22	0,81
83	Reinaldo Goncalves	CNEE	Porcos	Tietê	1	2,03
84	Rio do Peixe (Casa de Forca I)	Cia. Paulista de Energia Ele	Peixe	Grande	3,06	1080
85	Rio do Peixe (Casa de Forca II)	Cia. Paulista de Energia Ele	Peixe	Grande	15	1080
86	Rio dos Patos	COPEL	Patos	Paraná	1,5	2,9
87	Rochedo	CELG	Meia Ponte	Paranaíba	4	6,83
88	Rosana	Cesp/C.G.E.E. Paranapanema	Paranapanema	Paranapanema	372	220
89	Salesópolis	EMAE	Tietê	Tietê	2	0,5
90	Salto Caxias	COPEL	Iguaçu	Iguaçu	1240	144
91	Salto do Moraes	CEMIG	Tijuco	Paranaíba	2,39	-
92	Salto do Vau	COPEL	Palmital	Iguaçu	0,96	2,9
93	Salto Grande	CPFL	Atibaia	Tietê	3,35	0,04
94	Salto Osório	GERASUL/Eletrosul	Iguaçu	Iguaçu	1078	57
95	Salto Pinhal	CPFL	Mogi-Guacu	Grande	0,58	0,07
96	Salto Santiago	GERASUL/Eletrosul	Iguaçu	Iguaçu	2130	220
97	Santa Alice	Cia. Paulista de Energia Ele	Fatura	Grande	1	-
98	Santana	CPFL	Jacaré Guacu	Tietê	4,32	0,6
99	São João I	ENERSUL	São João	Paraná	0,59	-
100	São João II	ENERSUL	São João	Paraná	0,66	-
101	São Joaquim	CPFL	Sapucaí Paulista	Grande	5,52	0,84
102	São Jorge (Res.Alagados)	COPEL	Pitangui	Paranapanema	2,34	7,2
103	São Jose	Cia. Sul Paulista de Energia	Turvinho	Paranapanema	0,88	0,97
104	São Sebastião	Cia. Forca e Luz de Mococa S	Canoas	Grande	0,68	0,03
105	São Simão	CEMIG	Paranaíba	Paranaíba	1710	772,25
106	Segredo	COPEL	Iguaçu	Iguaçu	1260	84

(continuação)

Nº	Nome	Empresa/proprietário	Rio	Sub 1	Potência elétrica (MW)	Área de inundação (km²)
107	Socorro	CPFL	Peixe 4	Grande	1	-
108	Souza Dias (Jupiá)	CESP	Paraná	Paraná	1551	344
109	Taquaruçu	Cesp/C.G.E.E. Paranapanema	Paranapanema	Paranapanema	554	80,01
110	Três Irmãos	CESP	Tietê	Tietê	808	785
111	Três Saltos	CPFL	Pinheirinho	Tietê	0,64	0,01
112	Turvinho-Nova do Baixo Turvinho	Cia. Sul Paulista de Energia	Turvinho	Paranapanema	1	0,07
113	UHE Santa Helena	VOTOCEL-S.A.I.V.	Sorocaba	Tietê	2	0,46
114	UHE Votorantim	VOTOCEL-S.A.I.V.	Sorocaba	Tietê	3	0,18
115	Volta Grande	CEMIG	Grande	Grande	380	221,7
116	Xicão	CEMIG	Santa Cruz	Grande	1,81	1,2
117	Funil	CVRD/CEMIG	Grande	Grande	180	-
118	Lajes	CEMIG	Lajes	Paranaíba	0,85	-
119	Pai Joaquim	CEMIG/COPASA	Araguari	Paranaíba	23	-
120	Piçarrão	CEMIG	Piçarrão	Paranaíba	0,8	-
121	Santa Luzia	CEMIG	Piedade	Paranaíba	0,704	-
122	São Bernardo	CEMIG	Piranguçu	Grande	6,82	-

Fonte: ANEEL in PNRH-BASE (2005); Eletrobrás-SIPOT (2005); Atualizações: COPEL, CEMIG.

Quadro 2 - Futuras centrais hidrelétricas (em construção, projeto básico, estudos de viabilidade e inventário final) na Região Hidrográfica do Paraná

Nº	Nome usina	Empresa/proprietário	Rio	Potência elétrica (MW)	Status
123	Água Clara	-	Verde	54	em fase de inventário final
124	Água Limpa	-	Corrente	31	em fase de inventário final
125	Altamira	-	Piquiri	116	em fase de inventário final
126	Alvorada Baixo	-	Corrente	39	em fase de inventário final
127	Ari Franco	-	Claro	62	em fase de inventário final
128	Baixo Verde	-	Verde	72	em fase de inventário final
129	Barra dos Coqueiros	-	Claro	90	em fase de estudos de viabilidade

(continuação)

Nº	Nome usina	Empresa/ proprietário	Rio	Potência elétrica (MW)	Status
130	Barra Grande	-	Piquiri	34	em fase de inventário final
131	Barretos	-	Pardo	51	em fase de estudos de viabilidade
132	Bela Vista do Ivaí	-	Ivaí	96	em fase de inventário final
133	Bocaina	Cemig	Paraibuna	150	em fase de projeto básico
134	Buriti	-	Sucuriú	30	em fase de inventário final
135	Cachoeirinha	-	Chopim	45	em fase de estudos de viabilidade
136	Cacu	-	Claro	65,1	em fase de estudos de viabilidade
137	Capanema	-	Iguaçu	1200	em fase de estudos de viabilidade
138	Capim Branco I	CVRD/CEMIG/CAP/CMM	Araguari	240	em construção
139	Capim Branco II	CVRD/CEMIG/CAP/CMM	Araguari	210	em construção
140	Cebolão	-	Tibagi	156	em fase de estudos de viabilidade
141	Corumbá II	-	Corumbá	235	em fase de inventário final
142	Corumbá III	-	Corumbá	93,6	em fase de estudos de viabilidade
143	Corumbá IV	-	Corumbá	127	em fase de projeto básico
144	Curucaca	-	Jordão	37	em fase de inventário final
145	Davinópolis	-	Paranaíba	40	em fase de inventário final
146	Ercilândia	-	Piquiri	102	em fase de inventário final
147	Espora	Espora Energética	Corrente	32	em fase de projeto básico
148	Foz do Alonzo	-	Ivaí	138	em fase de inventário final
149	Foz do Corrente	-	Corrente	42	em fase de inventário final
150	Foz do Rio Claro	-	Claro	72	em fase de inventário final
151	Fundão	Elejor	Jordão	120	em fase de projeto básico
152	Guampara	-	Piquiri	32	em fase de inventário final
153	Guariroba	-	Verde	74	em fase de inventário final
154	Ilha Grande	-	Paraná	1320	em fase de projeto básico
155	Inocência	-	Sucuriú	111,7	em fase de inventário final
156	Itaguaçu	-	Claro	130	em fase de estudos de viabilidade

(continuação)

Nº	Nome usina	Empresa/ proprietário	Rio	Potência elétrica (MW)	Status
157	Ituririm	-	Corrente	50	em fase de estudos de viabilidade
158	Ivatuva	-	Ivaí	144	em fase de inventário final
159	Jaborandi	-	Pardo	51	em fase de estudos de viabilidade
160	Jaguará – ampliação	-	Grande	216	em fase de projeto básico
161	Jataizinho	-	Tibagi	155	em fase de estudos de viabilidade
162	Mauá	-	Tibagi	388	em fase de inventário final
163	Nova Aurora	-	Piquiri	172	em fase de inventário final
164	Olho d'Água	-	Corrente	33	em fase de estudos de viabilidade
165	Ourinhos	-	Paranapanema	44	em fase de projeto básico
166	Paranhos	-	Chopim	62,5	em fase de inventário final
167	Paulistas	-	São Marcos	81	em fase de inventário final
168	Piraju	CBA	Paranapanema	80	em construção
169	Pontal	-	Claro	99	em fase de inventário final
170	Porto Galeano	-	Sucuriú	139,2	em fase de inventário final
171	Porto Primavera 1/2	Cesp	Paraná	1980	em construção
172	Porto Primavera 2	Cesp	Paraná	1430	em construção
173	Queixada	-	Corrente	35	em fase de inventário final
174	Rochedo II	-	Claro	70	em fase de inventário final
175	Salto	-	Verde	107	em fase de estudos de viabilidade
176	Salto Ariranha	-	Ivaí	168	em fase de inventário final
177	Salto Chopim	-	Chopim	67,5	em fase de inventário final
178	Salto do Rio Verdinho	-	Verde	93	em fase de estudos de viabilidade
179	Salto dos Apertados	-	Piquiri	156	em fase de inventário final
180	Salto Grande do Chopim	-	Chopim	53,4	em fase de estudos de viabilidade
181	Salto Pilão	-	Itajaí-Açu	180	em fase de estudos de viabilidade

(continuação)

Nº	Nome usina	Empresa/ proprietário	Rio	Potência elétrica (MW)	Status
182	Santa Branca	-	Tibagi	67	em fase de inventário final
183	Santa Clara	Elejor	Jordão	120	em fase de projeto básico
184	São Domingos	-	Verde	48	em fase de estudos de viabilidade
185	São Jerônimo	-	Tibagi	330	em fase de estudos de viabilidade
186	São João	-	Chopim	60	em fase de estudos de viabilidade
187	São João do Ivaí	-	Ivaí	98	em fase de inventário final
188	Sapucaí	-	Sapucaí	57	em fase de inventário final
189	Serra do Facão	Gefac	São Marcos	212,58	em fase de projeto básico
190	Telemaco Borba	-	Tibagi	112	em fase de inventário final
191	Tibagi	-	Tibagi	47	em fase de inventário final
192	Três Figueiras	-	Ivaí	120	em fase de inventário final
193	Trindade	-	Chopim	36,5	em fase de inventário final
194	Tucano	-	Verde	157	em fase de inventário final
195	Ubaúna	-	Ivaí	122	em fase de inventário final
196	Verde IV	-	Verde	47	em fase de inventário final
197	Verde IV A	-	Verde	30	em fase de inventário final
198	Verde V	-	Verde	41	em fase de inventário final
199	Viradouro	-	Pardo	45	em fase de estudos de viabilidade
200	Volta Grande	-	Piquiri	34	em fase de inventário final
201	Volta Grande	-	Chopim	84	em fase de inventário final

Fonte: Eletrobrás-SIPOT (2002); Atualizações: COPEL, CEMIG

ANEXO 3 - RELAÇÃO DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO AMBIENTAL E ÁREAS CORRELATAS

ANEXO 3 – Quadro 1 - Relação de Unidades de Conservação Ambiental (UCA) e áreas correlatas presentes na Região Hidrográfica do Paraná

Nº	Nome da Unidade de Conservação	Jurisdição	Sub 1	Sub 2	UF	Uso Sustentável	Proteção Integral	Demais Unidades/ Áreas correlatas
1	E.E. Angatuba	Estadual	Paranapanema	Paranapanema 01	São Paulo		X	
2	E.E. Bauru	Estadual	Tietê	Tietê 05	São Paulo		X	
3	E.E. Caetetus	Estadual	Paranapanema	Paranapanema 02	São Paulo		X	
4	E.E. de Aguas Emendadas	Estadual	Paranaíba	Corumbá	Distrito Federal		X	
5	E.E. de Assis	Estadual	Paranapanema	Paranapanema 02	São Paulo		X	
6	E.E. de Ibicatu	Estadual	Tietê	Tietê 03	São Paulo		X	
7	E.E. de Itaberá	Estadual	Paranapanema	Paranapanema 01	São Paulo		X	
8	E.E. de Itapeva	Estadual	Paranapanema	Paranapanema 01	São Paulo		X	
9	E.E. de Jataí	Estadual	Grande	Grande Pr 07	São Paulo		X	
10	E.E. de Valinhos	Estadual	Tietê	Tietê 01	São Paulo		X	
11	E.E. do Caiúba	Estadual	Paranapanema	Paranapanema 05	Paraná		X	
12	E.E. Itapeti	Estadual	Tietê	Tietê 02	São Paulo		X	
13	E.E. Itirapina	Estadual	Tietê	Tietê 04	São Paulo		X	
14	E.E. Mico Leão Preto Área I	Federal	Paranapanema	Paranapanema 05	São Paulo		X	
15	E.E. Mico Leão Preto Área II	Federal	Paranapanema	Paranapanema 05	São Paulo		X	
16	E.E. Mico Leão Preto Área III	Federal	Paraná	Pardo Pr	São Paulo		X	
17	E.E. Mico Leão preto Área IV	Federal	Paraná	Pardo Pr	São Paulo		X	
18	E.E. Mogi Guaçu	Estadual	Grande	Grande Pr 07	São Paulo		X	
19	E.E. Noroeste Paulista	Estadual	Grande	Grande Pr 13	São Paulo		X	
20	E.E. Paranapanema	Estadual	Paranapanema	Paranapanema 01	São Paulo		X	
21	E.E. Paulo de Faria	Estadual	Grande	Grande Pr 14	São Paulo		X	
22	E.E. Ribeirão Preto	Estadual	Grande	Grande Pr 08	São Paulo		X	

(continuação)

Nº	Nome da Unidade de Conservação	Jurisdição	Sub 1	Sub 2	UF	Uso Sustentável	Proteção Integral	Demais Unidades/ Áreas correlatas
23	E.E. Rio dos Touros	Estadual	Iguaçu	Iguaçu 02	Paraná		X	
24	E.E. Santa Barbara	Estadual	Paranapanema	Paranapanema 02	São Paulo		X	
25	E.E. Santa Maria	Estadual	Grande	Grande Pr 08	São Paulo		X	
26	E.E. São Carlos	Estadual	Tietê	Tietê 04	São Paulo		X	
27	P.E. Alberto Loeffgren	Estadual	Tietê	Tietê 02	São Paulo		X	
28	P.E. Altamiro de Moura Pacheco	Estadual	Paranaíba	Meia Ponte	Goiás		X	
29	P.E. Ara	Estadual	Tietê	Tietê 01	São Paulo		X	
30	P.E. Campos do Jordão	Estadual	Grande	Grande Pr 04	São Paulo		X	
31	P.E. da Cantareira	Estadual	Tietê	Tietê 02	São Paulo		X	
32	P.E. da Mata São Francisco	Estadual	Paranapanema	Cinzas	Paraná		X	
33	P.E. da Serra de Caldas Novas	Estadual	Paranaíba	Corumbá	Goiás		X	
34	P.E. da Serra do Mar	Estadual	Tietê	Tietê 02	São Paulo		X	
35	P.E. das Fontes do Ipiranga	Estadual	Tietê	Tietê 02	São Paulo		X	
36	P.E. das Furnas do Bom Jesus	Estadual	Grande	Grande Pr 12	São Paulo		X	
37	P.E. de Carlos Botelho	Estadual	Paranapanema	Paranapanema 01	São Paulo		X	
38	P.E. de Caxambu	Estadual	Paranapanema	Tibagi	Paraná		X	
39	P.E. de Palmas	Estadual	Iguaçu	Iguaçu 03	Paraná		X	
40	P.E. de Paranapanema	Estadual	Paranapanema	Paranapanema 01	São Paulo		X	
41	P.E. de Paraúna	Estadual	Paranaíba	Bois	Goiás		X	
42	P.E. de Vassununga	Estadual	Grande	Grande Pr 07	São Paulo		X	
43	P.E. de Vila Velha	Estadual	Paranapanema	Cinzas	Paraná		X	
44	P.E. do Cerrado	Estadual	Paranapanema	Itararé	Paraná		X	
45	P.E. do Guartelá	Estadual	Paranapanema	Tibagi	Paraná		X	
46	P.E. do Jaraguá	Estadual	Tietê	Tietê 02	São Paulo		X	
47	P.E. do Juquery	Estadual	Tietê	Tietê 02	São Paulo		X	
48	P.E. do Lago Azul	Estadual	Paraná	Ivaí	Paraná		X	
49	P.E. do Monge	Estadual	Iguaçu	Iguaçu 05	Paraná		X	
50	P.E. do Penhasco Verde	Estadual	Paranapanema	Tibagi	Paraná		X	
51	P.E. dos Mananciais Campos do Jordão	Estadual	Grande	Grande Pr 04	São Paulo		X	
52	P.E. dos Pirineus	Estadual	Paranaíba	Corumbá	Goiás		X	

(continuação)

Nº	Nome da Unidade de Conservação	Jurisdição	Sub 1	Sub 2	UF	Uso Sustentável	Proteção Integral	Demais Unidades/ Áreas correlatas
53	P.E. Intervalos	Estadual	Paranapanema	Paranapanema 01	São Paulo		X	
54	P.E. Ivinhema	Estadual	Paraná	Paraná 01	Mato Grosso Do Sul		X	
55	P.E. João Paulo II	Estadual	Iguaçu	Iguaçu 01	Paraná		X	
56	P.E. Mata dos Godoys	Estadual	Paranapanema	Tibagi	Paraná		X	
57	P.E. Matas_Segredo	Estadual	Paraná	Pardo Pr	Mato Grosso Do Sul		X	
58	P.E. Morro do Diabo	Estadual	Paranapanema	Paranapanema 05	São Paulo		X	
59	P.E. Porto Ferreira	Estadual	Grande	Grande Pr 07	São Paulo		X	
60	P.E. Prosa	Estadual	Paraná	Pardo Pr	Mato Grosso Do Sul		X	
61	P.E. Telma Ortegal	Estadual	Paranaíba	Meia Ponte	Goiás		X	
62	P.E. Turístico do Alto Ribeira	Estadual	Paranapanema	Paranapanema 01	São Paulo		X	
63	P.E. Vila Rica do Espírito Santo	Estadual	Paraná	Ivaí	Paraná		X	
64	P.Ec. de Guarapiranga	Estadual	Tietê	Tietê 02	São Paulo		X	
65	P.Ec. do Tietê	Estadual	Tietê	Tietê 02	São Paulo		X	
66	P.Ec. Monsenhor Emílio José Salim	Estadual	Tietê	Tietê 01	São Paulo		X	
67	P.Ec. Nascentes do Tietê	Estadual	Tietê	Tietê 02	São Paulo		X	
68	P.N. da Serra da Canastra	Federal	Grande	Grande Pr 09	Minas Gerais		X	
69	P.N. das Emas	Federal	Paranaíba	Paranaíba 03	Goiás		X	
70	P.N. de Brasília	Federal	Paranaíba	Corumbá	Distrito Federal		X	
71	P.N. de Ilha Grande	Federal	Paraná	Paraná 03	Mato Grosso Do Sul/Paraná		X	
72	P.N. de Itatiaia	Federal	Grande	Grande Pr 02	Minas Gerais		X	
73	P.N. do Iguaçu	Federal	Iguaçu	Iguaçu 04	Paraná		X	
74	R.B. Barra	Estadual	Grande	Grande Pr 10	Minas Gerais		X	
75	R.B. da Contagem	Federal	Paranaíba	Corumbá	Distrito Federal		X	
76	R.B. de Andradina	Estadual	Tietê	Tietê 06	São Paulo		X	
77	R.B. de Pindorama	Estadual	Grande	Grande Pr 13	São Paulo		X	
78	R.B. de São Camilo	Estadual	Paraná	Piquiri	Paraná		X	
79	R.B. de Sertãozinho	Estadual	Grande	Grande Pr 07	São Paulo		X	
80	R.B. Mogi-Guaçu	Estadual	Grande	Grande Pr 07	São Paulo		X	
81	R.Ec. AMADEU BOTELHO	Federal	Tietê	Tietê 04	São Paulo		X	

(continuação)

Nº	Nome da Unidade de Conservação	Jurisdição	Sub 1	Sub 2	UF	Uso Sustentável	Proteção Integral	Demais Unidades/ Áreas correlatas
82	R.Ec. do Gama	Estadual	Paranaíba	Corumbá	Distrito Federal		X	
83	R.Ec. do Guará	Estadual	Paranaíba	Corumbá	Distrito Federal		X	
84	R.Ec. do IBGE	Estadual	Paranaíba	Corumbá	Distrito Federal		X	
85	R.Ec. DO PANGA	Federal	Paranaíba	Araguari	Minas Gerais		X	
86	A.P.A. Jundiáí	Estadual	Tietê	Tietê 01	São Paulo	X		
87	A.P.A. Cajamar	Estadual	Tietê	Tietê 02	São Paulo	X		
88	A.P.A. Cambreúva	Estadual	Tietê	Tietê 03	São Paulo	X		
89	A.P.A. Campos do Jordão	Estadual	Grande	Grande Pr 04	São Paulo	X		
90	A.P.A. Corumbataí-Botucatu-Tejupá	Estadual	Paranapanema	Itararé	Paraná	X		
91	A.P.A. da Bacia do Rio Descoberto	Federal	Paranaíba	Corumbá	Distrito Federal	X		
92	A.P.A. da Bacia do Rio São Bartolomeu	Federal	Paranaíba	Corumbá	Distrito Federal	X		
93	A.P.A. da Escarpa Devoniana	Estadual	Paranapanema	Tibagi	Paraná	X		
94	A.P.A. da Serra da Esperança	Estadual	Iguaçu	Iguaçu 02	Paraná	X		
95	A.P.A. da Serra da Mantiqueira	Federal	Grande	Grande Pr 04	São Paulo	X		
96	A.P.A. da Serra do Mar	Estadual	Paranapanema	Paranapanema 01	São Paulo	X		
97	A.P.A. das Bacias do Gama e Cabeça de Veado	Estadual	Paranaíba	Corumbá	Distrito Federal	X		
98	A.P.A. de Cafuringa	Estadual	Paranaíba	Corumbá	Distrito Federal	X		
99	A.P.A. de Guaratuba	Estadual	Iguaçu	Iguaçu 05	Paraná	X		
100	A.P.A. do Lago Paranoá	Estadual	Paranaíba	Corumbá	Distrito Federal	X		
101	A.P.A. do Passaúna	Estadual	Iguaçu	Iguaçu 01	Paraná	X		
102	A.P.A. do Planalto Central	Federal	Paranaíba	Corumbá	Distrito Federal	X		
103	A.P.A. do Rio Iraí	Estadual	Iguaçu	Iguaçu 01	Paraná	X		
104	A.P.A. do Rio Pequeno	Estadual	Iguaçu	Iguaçu 01	Paraná	X		
105	A.P.A. do Rio Piraquara	Estadual	Iguaçu	Iguaçu 01	Paraná	X		
106	A.P.A. Fernão Dias	Estadual	Tietê	Tietê 01	Minas Gerais	X		
107	A.P.A. Haras de São Bernardo	Estadual	Tietê	Tietê 02	São Paulo	X		

(continuação)

Nº	Nome da Unidade de Conservação	Jurisdição	Sub 1	Sub 2	UF	Uso Sustentável	Proteção Integral	Demais Unidades/Áreas correlatas
108	A.P.A. Ibitinga	Estadual	Tietê	Tietê 04	São Paulo	X		
109	A.P.A. Iguatemi		Paraná	Paraná 02	Mato Grosso Do Sul	X		
110	A.P.A. Ilhas e Várzeas do Rio Paraná	Federal	Paraná	Paraná 01	Mato Grosso Do Sul	X		
111	A.P.A. Mata do Iguatemi	Estadual	Tietê	Tietê 02	São Paulo	X		
112	A.P.A. Parque e Fazenda do Carmo	Estadual	Tietê	Tietê 02	São Paulo	X		
113	A.P.A. Piracicaba-Juqueri-Mirim	Estadual	Tietê	Tietê 01	São Paulo	X		
114	A.P.A. Represa Bairro da Usina	Estadual	Tietê	Tietê 01	São Paulo	X		
115	A.P.A. Sapucaí-Mirim	Estadual	Grande	Grande Pr 04	São Paulo	X		
116	A.P.A. Serra da Jibóia	Estadual	Paranaíba	Bois	Goiás	X		
117	A.P.A. Serra das Galés e da Portaria	Estadual	Paranaíba	Bois	Goiás	X		
118	A.P.A. Serra dos Pirineus	Estadual	Paranaíba	Corumbá	Goiás	X		
119	A.P.A. Serra São José	Estadual	Grande	Grande Pr 01	Minas Gerais	X		
120	A.P.A. Tietê	Estadual	Tietê	Tietê 01	São Paulo	X		
121	A.P.A. Várzea do Rio Tietê	Estadual	Tietê	Tietê 02	São Paulo	X		
122	A.R.I.E. da Serras do Tigre	Estadual	Iguaçu	Iguaçu 02	Paraná	X		
123	A.R.I.E. Capetinga/Taquara	Federal	Paranaíba	Corumbá	Distrito Federal	X		
124	A.R.I.E. Cerradão	Estadual	Paranaíba	Corumbá	Distrito Federal	X		
125	A.R.I.E. da Cabeça do Cachorro	Estadual	Paraná	Paraná 03	Paraná	X		
126	A.R.I.E. da Granja do Ipê	Estadual	Paranaíba	Corumbá	Distrito Federal	X		
127	A.R.I.E. de São Domingos	Estadual	Paraná	Piquiri	Paraná	X		
128	A.R.I.E. do Bosque	Estadual	Paranaíba	Corumbá	Distrito Federal	X		
129	A.R.I.E. do Buriti	Estadual	Iguaçu	Iguaçu 03	Paraná	X		
130	A.R.I.E. JK	Estadual	Paranaíba	Corumbá	Distrito Federal	X		
131	A.R.I.E. Mata de Santa Genebra	Federal	Tietê	Tietê 01	São Paulo	X		
132	A.R.I.E. Matão de Cosmópolis	Federal	Tietê	Tietê 01	São Paulo	X		
133	A.R.I.E. Paranoá SUL	Estadual	Paranaíba	Corumbá	Distrito Federal	X		
134	A.R.I.E. Pé-de-Gigante	Federal	Grande	Grande Pr 07	São Paulo	X		
135	A.R.I.E. Riacho Fundo	Estadual	Paranaíba	Corumbá	Distrito Federal	X		

(continuação)

Nº	Nome da Unidade de Conservação	Jurisdicção	Sub 1	Sub 2	UF	Uso Sustentável	Proteção Integral	Demais Unidades/ Áreas correlatas
136	A.R.I.E. Vassununga	Federal	Grande	Grande Pr 07	São Paulo	X		
137	A.S.P.E. Córrego Confusão	Estadual	Paranaíba	Araguari	Minas Gerais	X		
138	A.S.P.E. Córrego Espanha e Ribeirão S. Izabel	Estadual	Paranaíba	Paranaíba 01	Minas Gerais	X		
139	A.S.P.E. Córrego Feio e Fundo	Estadual	Paranaíba	Araguari	Minas Gerais	X		
140	A.S.P.E. da Chácara da Baronesa	Estadual	Tietê	Tietê 02	São Paulo	X		
141	F.E. Córrego da Biquinha	Estadual	Paranapanema	Tibagi	Paraná	X		
142	F.E. de Santana	Estadual	Iguaçu	Iguaçu 02	Paraná	X		
143	F.E. do Passa Dois	Estadual	Iguaçu	Iguaçu 01	Paraná	X		
144	F.E. Metropolitana	Estadual	Iguaçu	Iguaçu 01	Paraná	X		
145	F.N. Capão Bonito	Federal	Paranapanema	Paranapanema 01	São Paulo	X		
146	F.N. de Brasília	Federal	Paranaíba	Corumbá	Distrito Federal	X		
147	F.N. de Silvânia	Federal	Paranaíba	Corumbá	Goiás	X		
148	F.N. Ipanema	Federal	Tietê	Tietê 03	São Paulo	X		
149	F.N. Irati	Federal	Paranapanema	Tibagi	Paraná	X		
150	F.N. Piraí do Sul	Federal	Paranapanema	Tibagi	Paraná	X		
151	F.N. Ritópolis	Federal	Grande	Grande Pr 01	Minas Gerais	X		
152	F.N. Três Barras	Federal	Iguaçu	Iguaçu 05	Santa Catarina	X		
153	RPPN LY E CLÉO	Federal	Grande	Grande Pr 05	Minas Gerais	X		
154	RPPN Cachoeira_ Branca		Paraná	Verde Pr	Mato Grosso Do Sul	X		
155	RPPN DAS ARAUCÁRIAS	Federal	Iguaçu	Iguaçu 02	Paraná	X		
156	RPPN Faz_ Douradinho		Paraná	Paraná 01	Mato Grosso Do Sul	X		
157	RPPN Faz_Floresta_ Negra		Paraná	Paraná 02	Mato Grosso Do Sul	X		
158	RPPN JOÃO DE BARRO	Federal	Paranaíba	Corumbá	Goiás	X		
159	RPPN Laranjal		Paraná	Paraná 01	Mato Grosso Do Sul	X		
160	RPPN MITRA DO BISPO	Federal	Grande	Grande Pr 02	Minas Gerais	X		
161	RPPN Ponte_de_ Pedra		Paraná	Sucuriu	Mato Grosso Do Sul	X		

(continuação)

Nº	Nome da Unidade de Conservação	Jurisdição	Sub 1	Sub 2	UF	Uso Sustentável	Proteção Integral	Demais Unidades/ Áreas correlatas
162	RPPN Reserva_Sabiá		Paraná	Paraná 04	Mato Grosso Do Sul	X		
163	RPPN SOBRADO	Federal	Paranaíba	Corumbá	Goiás	X		
164	RPPN UFMS	Federal	Paraná	Pardo Pr	Mato Grosso Do Sul	X		
165	RPPN VALE DO CORISCO	Federal	Paranapanema	Itararé	Paraná	X		
166	P.F. Córrego Maria Flora	Estadual	Paraná	Ivaí	Paraná			X
167	P.F. de Ibicatu	Estadual	Paranapanema	Paranapanema 04	Paraná			X
168	P.F. de Ibioporã	Estadual	Paranapanema	Tibagi	Paraná			X
169	Parque Municipal Bosque de Navir	Municipal	Paraná	Paraná 02	Mato Grosso Do Sul			X
170	Parque Municipal da Laje	Municipal	Paraná	Sucuriu	Mato Grosso Do Sul			X
171	Parque Municipal de Costa Rica	Municipal	Paraná	Sucuriu	Mato Grosso Do Sul			X
172	Parque Municipal Natural de Jupí	Municipal	Paraná	Verde Pr	Mato Grosso Do Sul			X
173	R.Est. de Água da Prata	Estadual	Grande	Grande Pr 07	São Paulo			X
174	R.Est. do Morro Grande	Estadual	Tietê	Tietê 02	São Paulo			X
175	R.Est. Lagoa de São Paulo	Estadual	Paraná	Pardo Pr	São Paulo			X
176	R.Est. Pontal do Paranapanema	Estadual	Paranapanema	Paranapanema 05	São Paulo			X
177	R.F. de Figueira	Estadual	Paraná	Ivaí	Paraná			X
178	R.F. de Jurena	Estadual	Paraná	Ivaí	Paraná			X
179	R.F. do Pinhão	Estadual	Iguaçu	Iguaçu 02	Paraná			X
180	R.F. do Saltinho	Estadual	Paranapanema	Tibagi	Paraná			X

Fonte: PNRH-BASE (2005); Atualizações: SEMA-MS, IBAMA

Foto: Wigold Schaffer (Corupá-SC)





DÉCADA BRASILEIRA
DA ÁGUA
2005-2015

Apoio:



Patrocínio:



Realização:

Ministério do
Meio Ambiente

