



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 Alexandre 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 (km ²)	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 km ² , 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 m ³ /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 Paraná.....	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/km ² .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.km ²)	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 UHs 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 UHs 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 – UHs.....	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 hidrovia Tietê-Paraná e seus principais elementos	162
Figura 99 - Evolução da produção transportada na hidrovia Tietê-Paraná (tku x 106).....	165
Figura 100 - Balanço entre demandas e vazões de estiagem Q ₉₅ nas unidades Sub 1 da Região Hidrográfica do Paraná	166
Figura 101 - Balanço entre demandas e vazões de estiagem 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 – UGRH 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 Paranapanema

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

ELETRORÁIS – 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

Iparδες – 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 Paranapanema

MS – Mato Grosso do Sul

MST – Movimento dos Sem Terra

MT – Ministério dos Transportes

OD – Oxigênio Dissolvido, em mg/L

OEA – Organização dos Estados Americanos

ONS – Operador Nacional do Sistema Elétrico

P – Precipitação pluviométrica média pluriannual, 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 Nacional de Viação

PP – Pontal do Paranapanema

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 n.º 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.



Foto: Wigold Schaffer (Prudentópolis-PR)

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
- Vocaçao 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 Iguazu, 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.

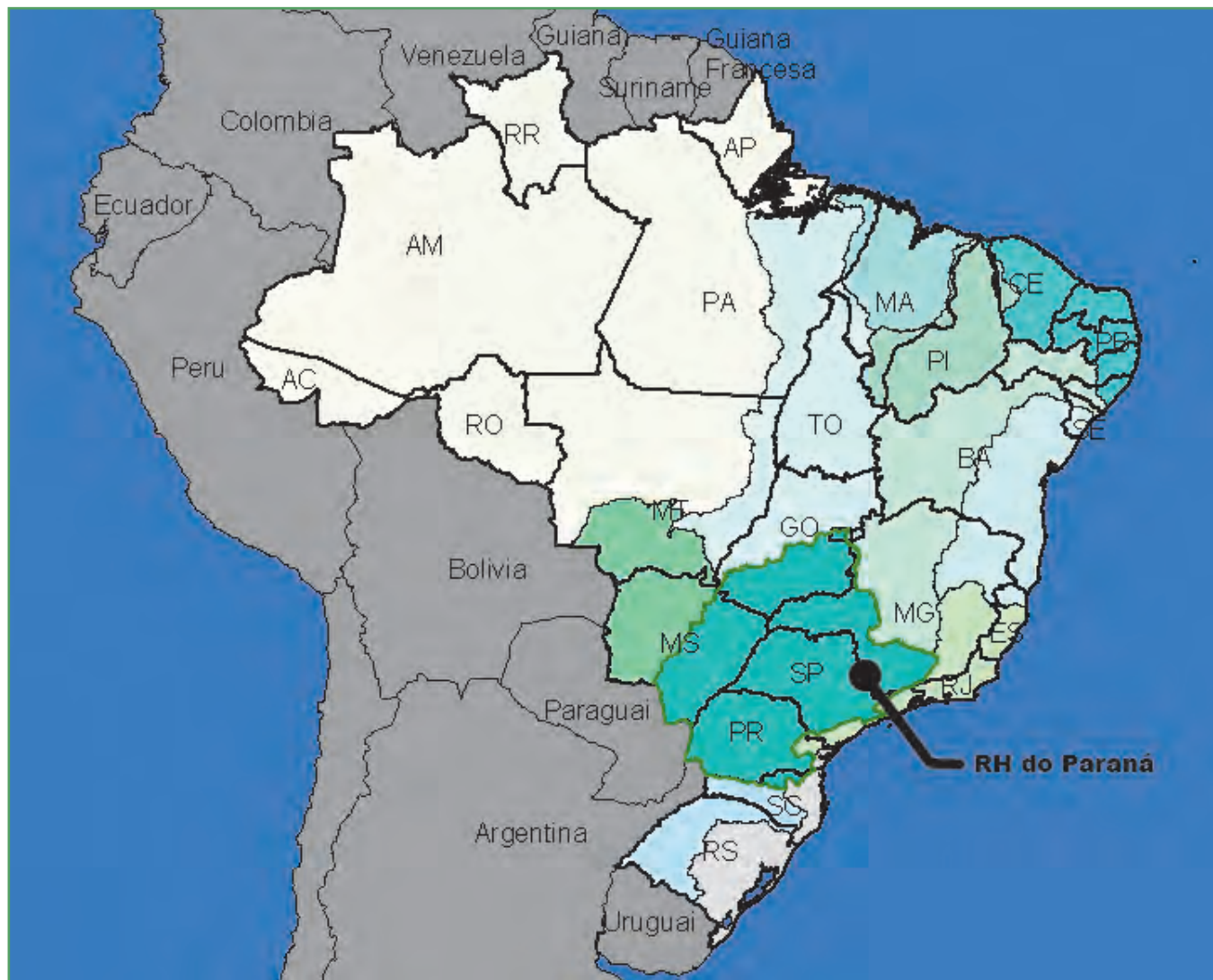
Quadro 1 - Regiões hidrográficas brasileiras e suas áreas (km²)

Região Hidrográfica	Área (km ²)	% 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)

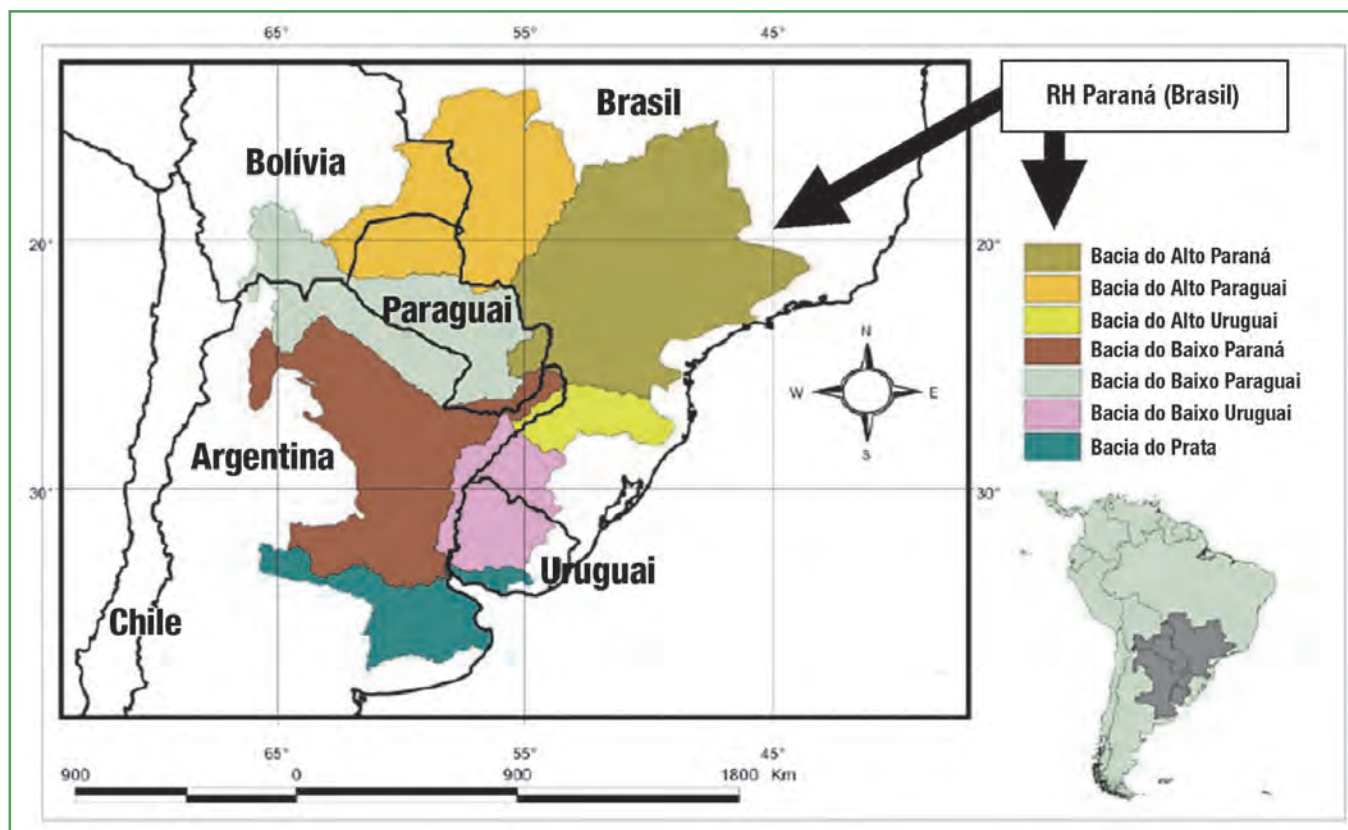
Apresenta extensão em sete unidades da Federação, sendo 24,1% pertencentes à área do Estado de São Paulo, 20,9% do Paraná, 19,3% do Mato Grosso do Sul, 18% de Minas

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 (km ²) – 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)

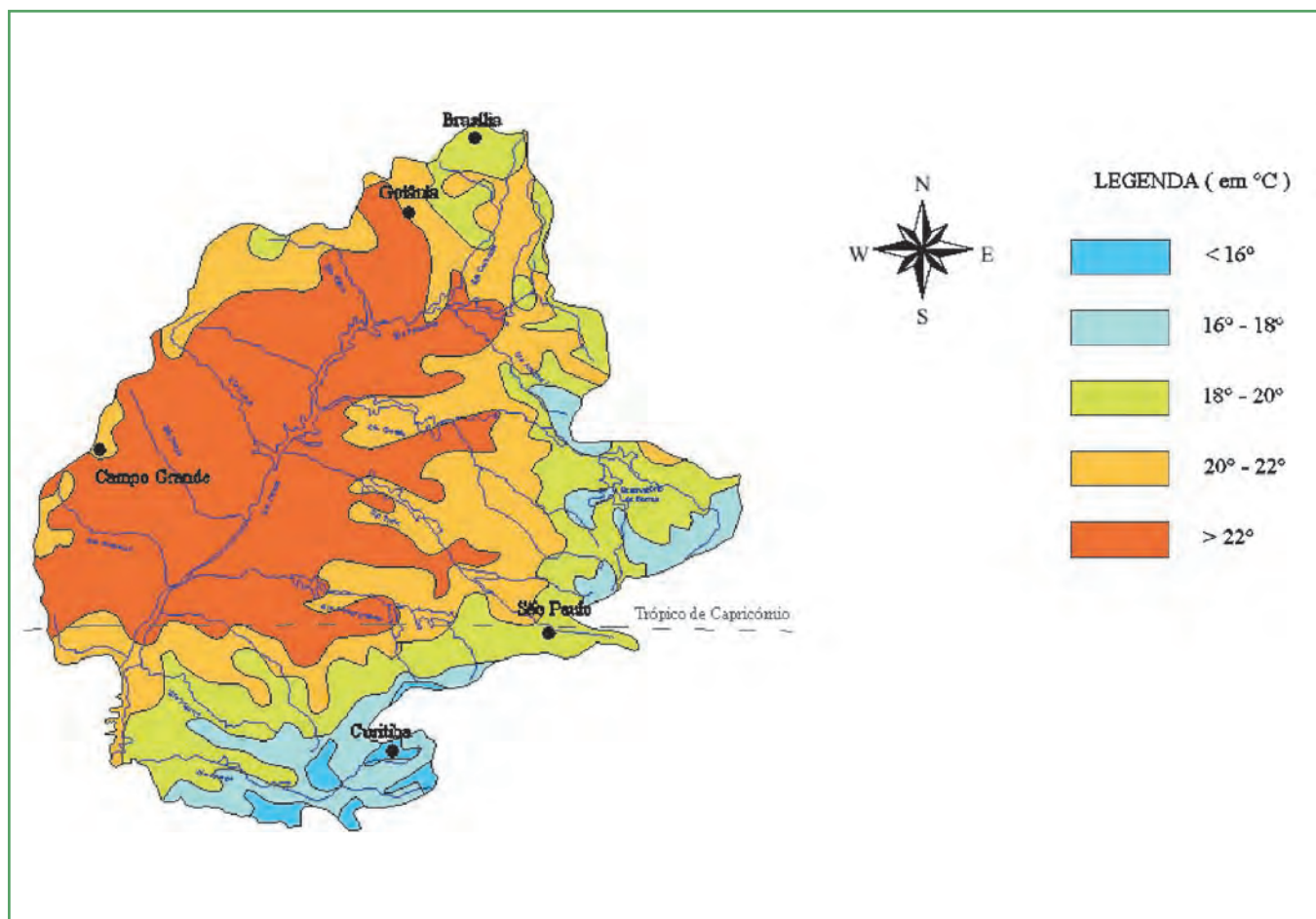
* O valor estimado pelo SIG PNRH-BASE (2005) foi de 877.393 km², com diferença de 0,28% em relação aos valores de PNRH-DBR (2005), de 879.860 km²

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.

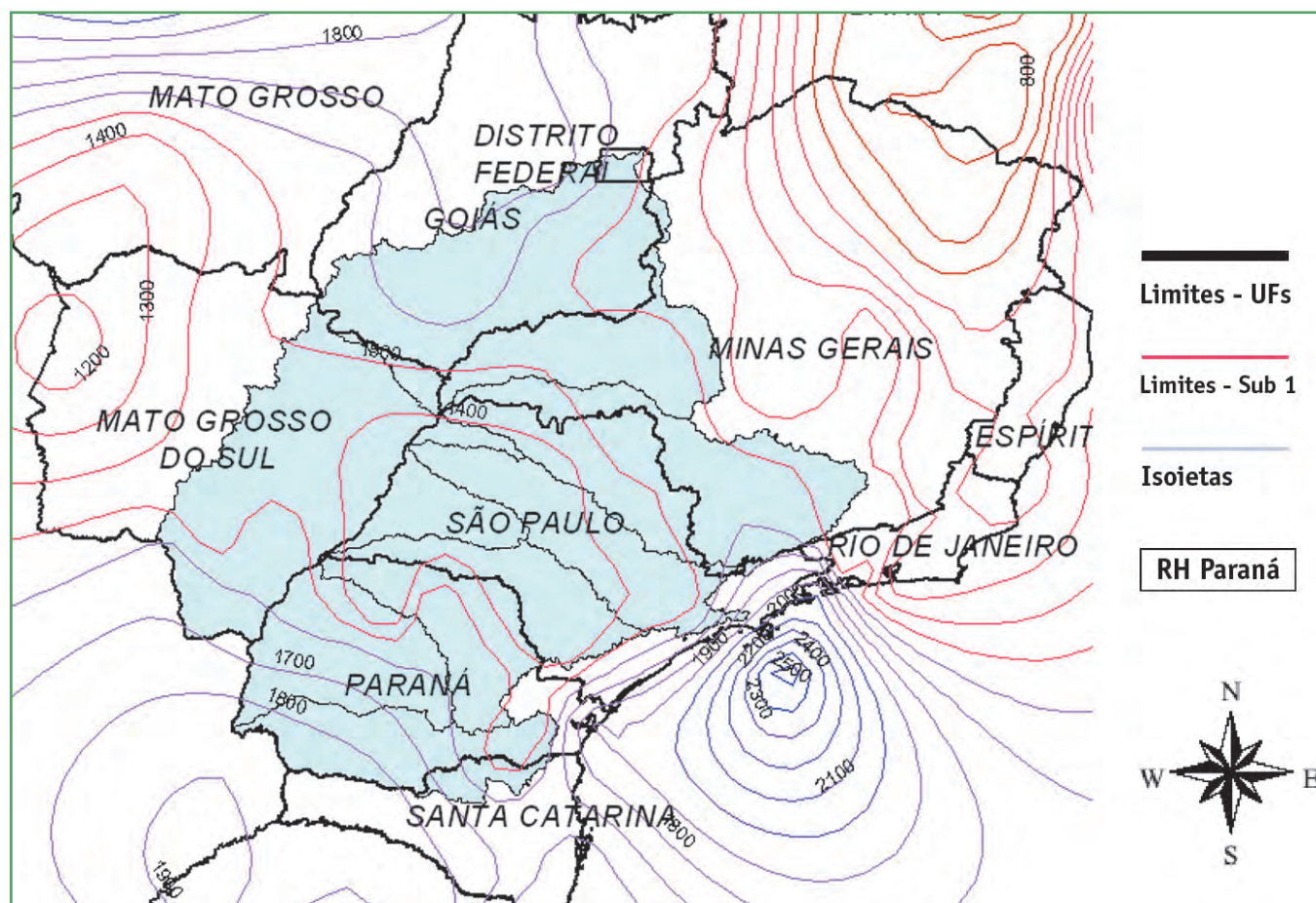


Fonte: FGV (1998)

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 – CP-TEC: <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), Fúlvaro *et al.* (1980), IPT (1981a), Radambrasil (1983), Zalán *et al.* (1986, 1987, 1990), CPRM (2001), entre outros.

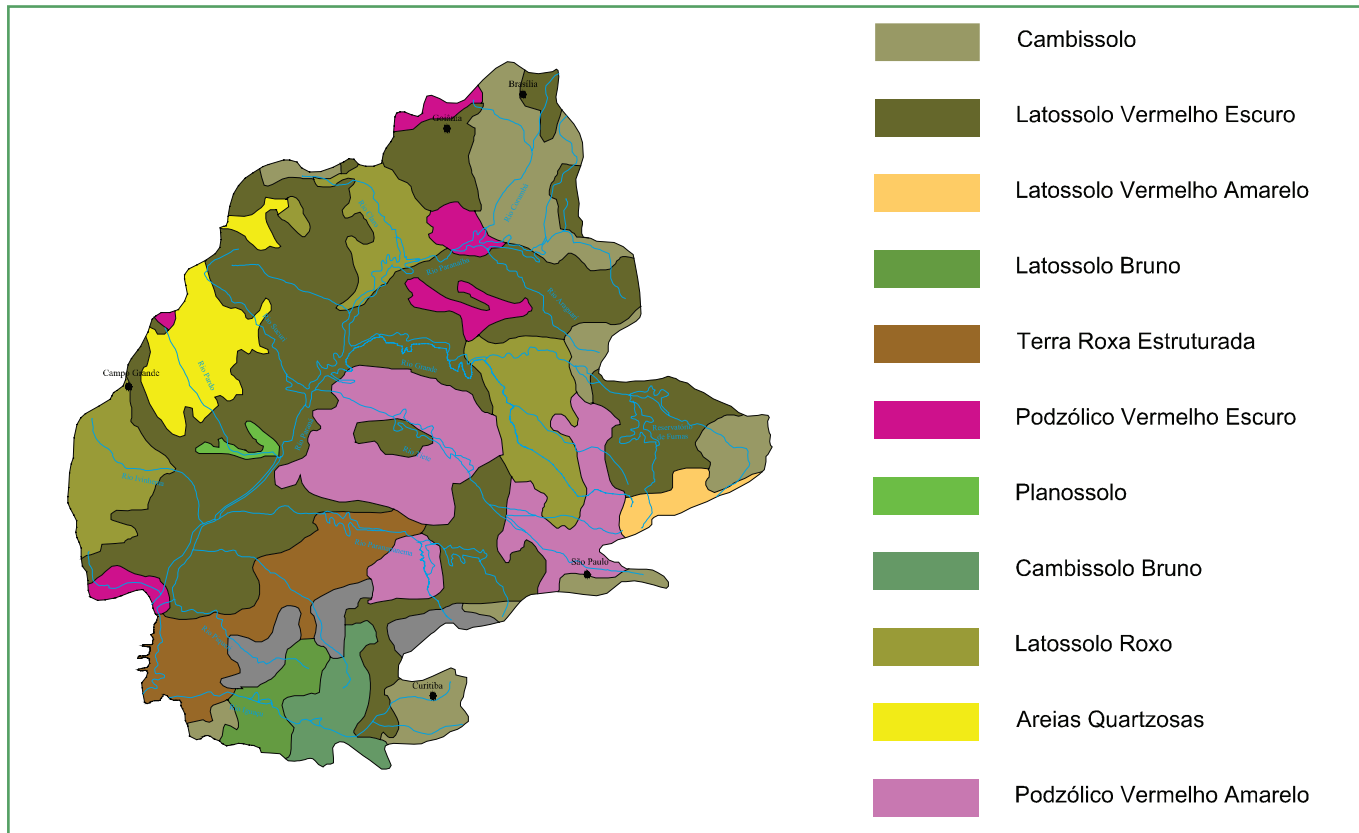
A geomorfologia da Região Hidrográfica do Paraná é caracterizada por uma sucessão de regiões morfo-estruturais, com formas de relevo distintas e continuadas, que incluem o Planalto Atlântico (desde a cota 1.800 m e correspondendo aos terrenos Pré-Cambrianos e sedimentos recentes), a Depressão Periférica (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).

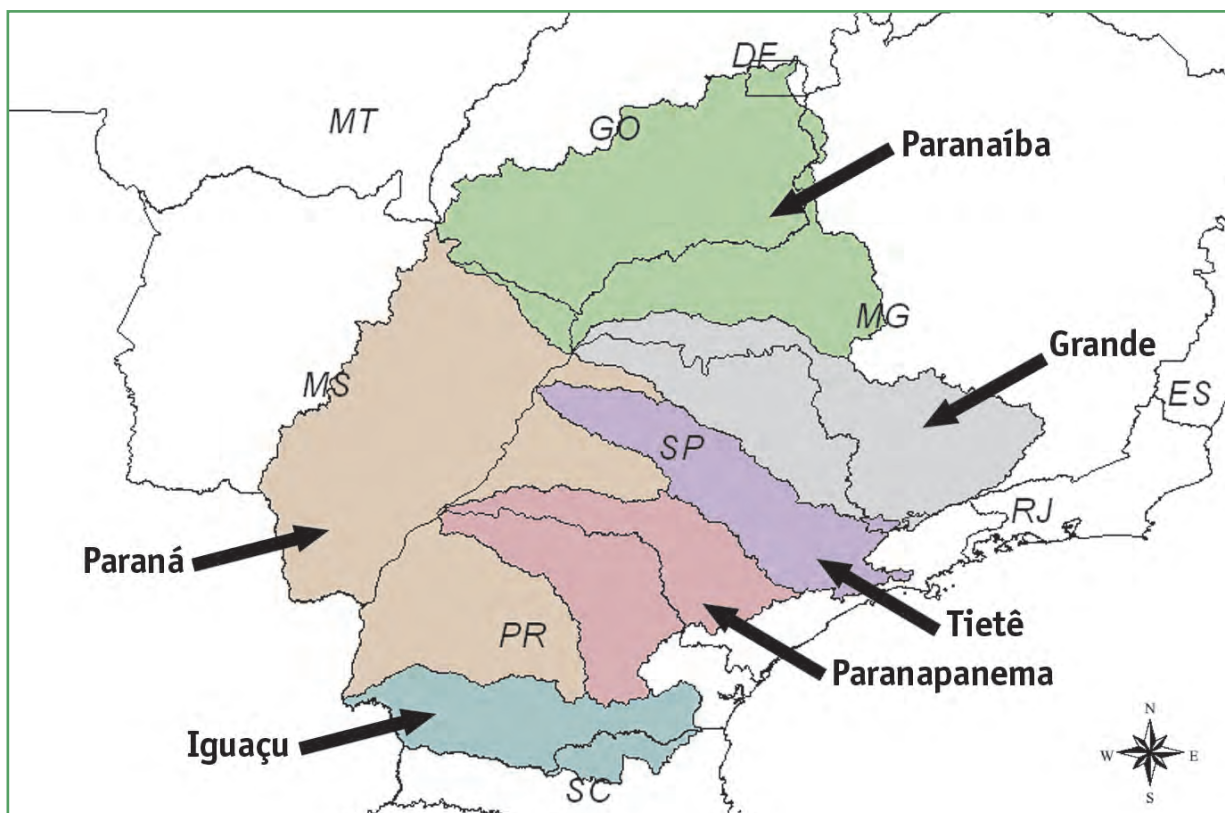


Fonte: RADAMBRASIL, 1992 in FGV, 1998

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

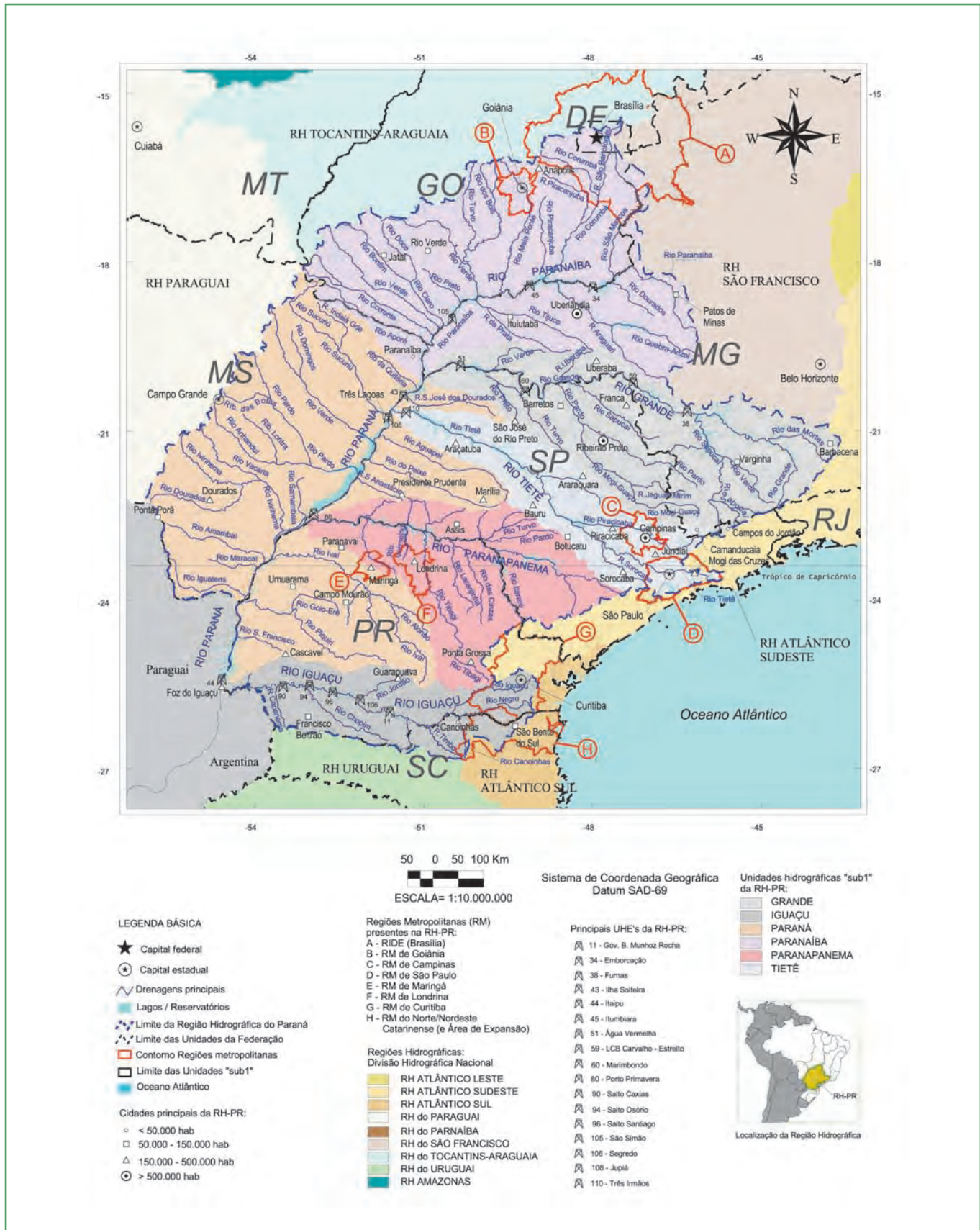
Quanto à distribuição de área, a maior unidade hidrográfica Sub 1 é a do Paraná, com 31,0% de sua extensão, seguida do Paranaíba (25,4%) e Grande (16,3%). Paranapanema

(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 (km ²)	% 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

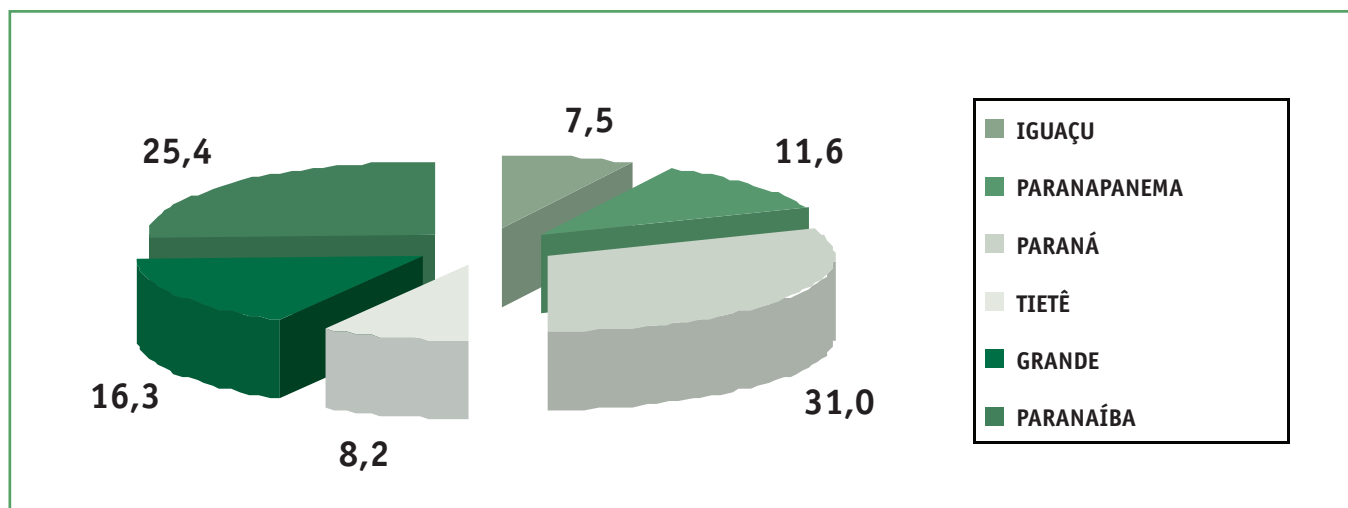


Figura 8 - Percentual em área da extensão das unidades hidrográficas Sub 1 na Região Hidrográfica do Paraná

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 Iguçu 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	Iguçu	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)

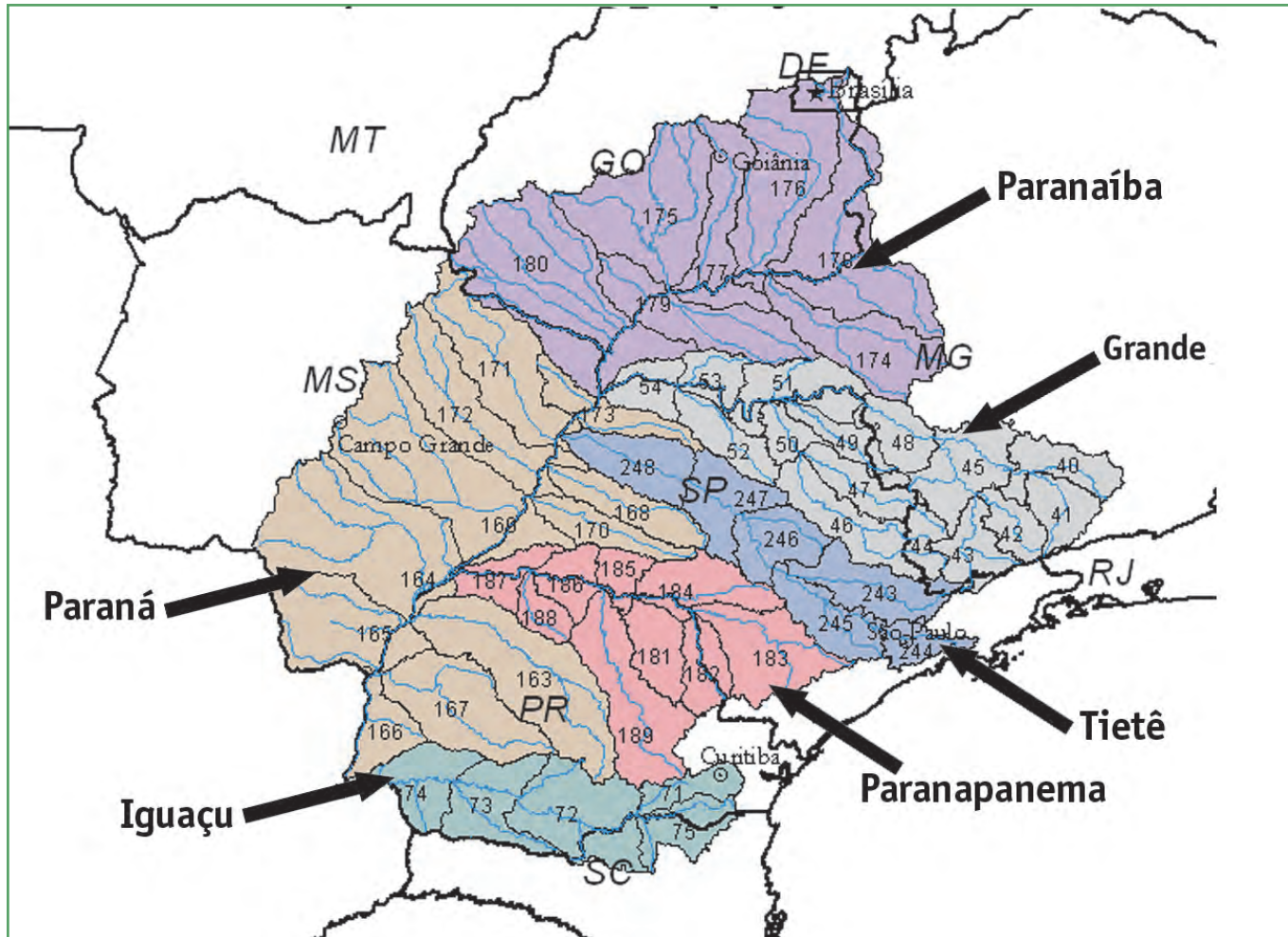
Quadro 5 - Dados e principais rios das unidades hidrográficas Sub 1 e Sub 2 da Região Hidrográfica do Paraná

Sub 1	Sub 2	Código	Área (km ²)	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 (km ²)	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
Parapanema	Cinzas	181	9.817	PR: das Cinzas, Laranjinha, Jacarezinho
	Itararé	182	8.587	SP/PR: Itararé
	Parapanema 01	183	19.265	SP: Parapanema, Itapetininga
	Parapanema 02	184	13.446	SP/PR: Parapanema; SP: Pardo, Turvo, Alambari, Novo, Pari
	Parapanema 03	185	5.335	SP/PR: Parapanema; SP: Capivara, Capivari
	Parapanema 04	186	7.693	SP/PR: Parapanema; PR: Vermelho; SP: Laranja Doce, Anhumas
	Parapanema 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, Jundiá, 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)

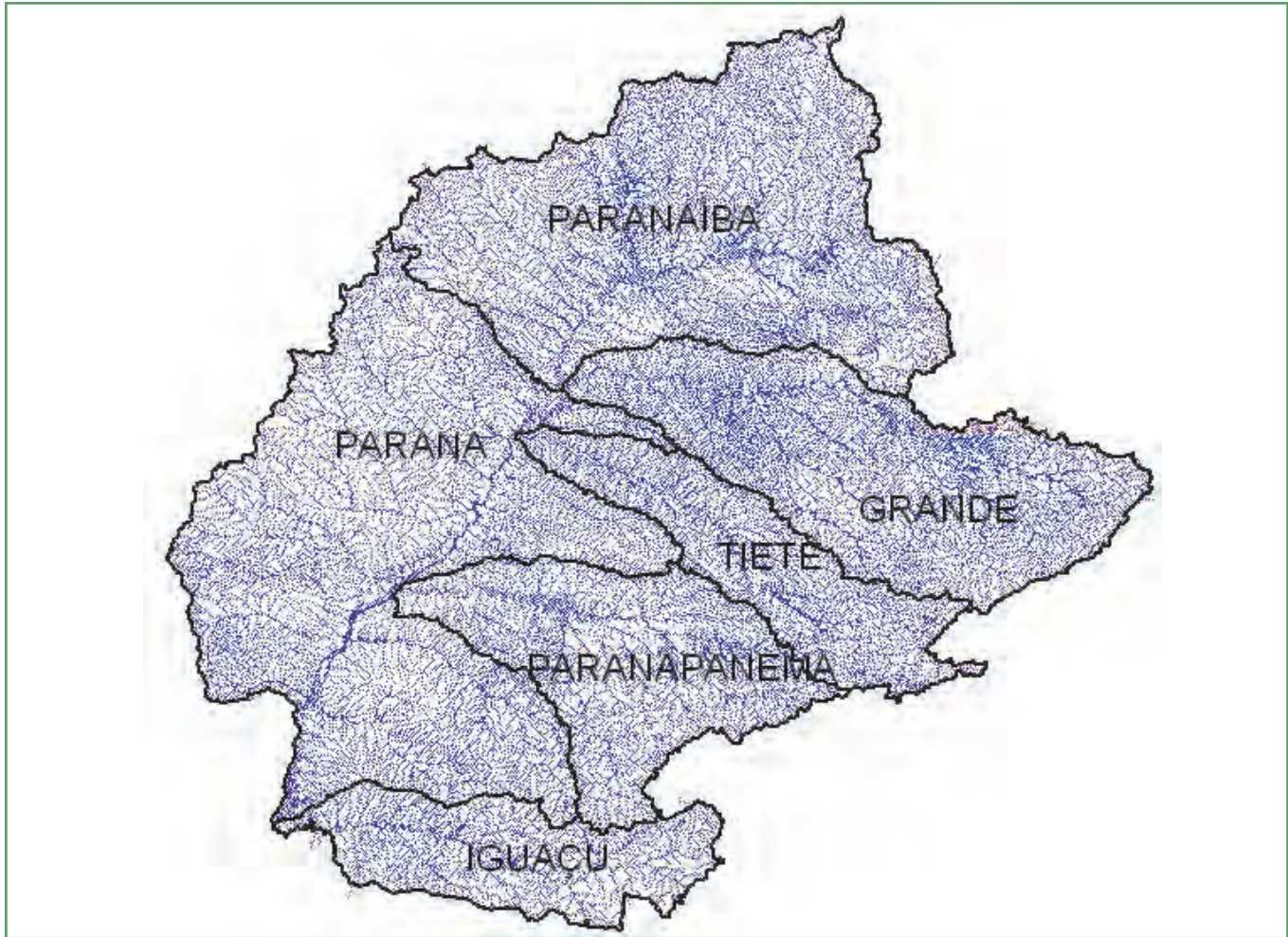
Obs.: numeração das unidades Sub 1 – Quadro 5

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 tríplíce 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 Iguaçú, 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./km ²) (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 Iguazu 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./km ²) (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

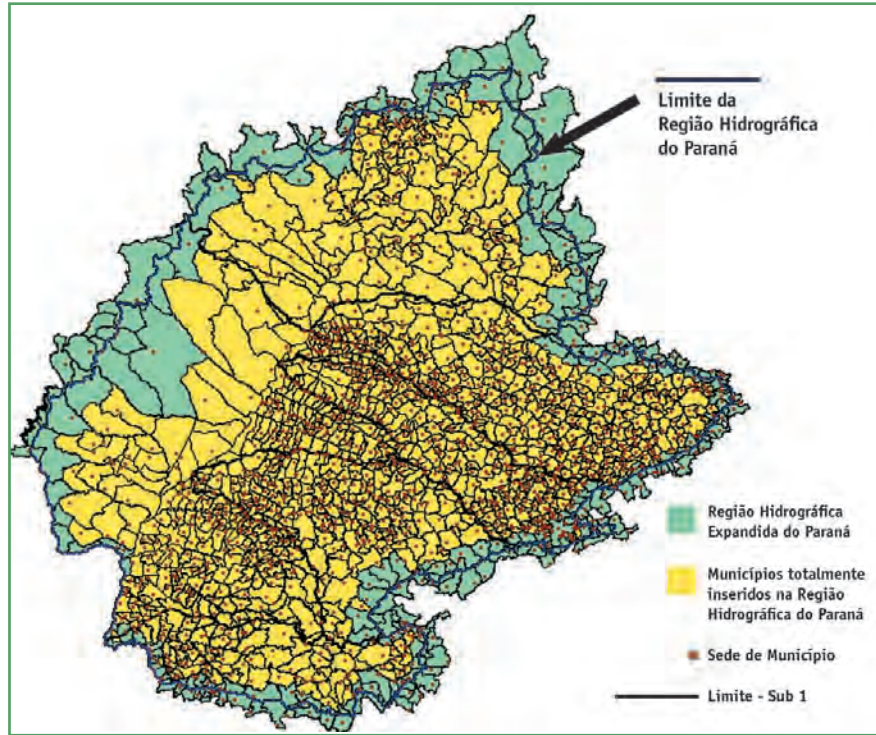
Além do elevado número de municípios, estas informações indicam uma das complexidades observadas na elaboração dos Cadernos Regionais, que é a dificuldade de se trabalhar com as bases de dados existentes, dadas as diferenças entre as divisões políticas (municipais, estaduais etc.) e de bacias hidrográficas (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.

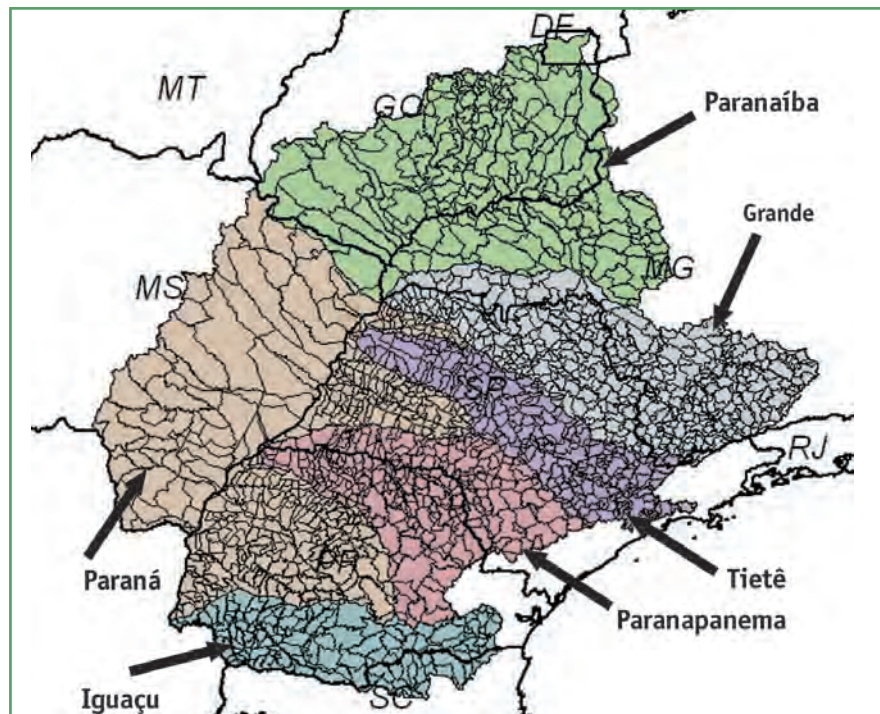
Os maiores municípios da Região Hidrográfica do Paraná, considerando-se apenas a área contida na RH do Paraná, são: Ribas do Rio Pardo, MS, na unidade Sub 2 do Pardo PR (Sub 1 do Paraná), com 12.440 km²; Água Clara, MS, na Sub 2 do Verde PR (Sub 1 do Paraná), com 7.973 km²; Campo Grande, MS, na Sub 2 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)



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)	% urbanização (2000)	Dens. demogr. (hab./km ²) (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)	% urbanização (2000)	Dens. demogr. (hab./km ²) (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
Paranaíba	Verde PR	172	79.958	57.310	22.648	71,7	3,0	-
	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./km ²) (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, Itaquaquetuba, 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), Iguazu-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 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.

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 (km ²)	Q_m (m ³ /s)	Q_{95} (m ³ /s)	q (L/s.km ²)	$Q_{95\text{ esp}}$ (L/s.km ²)	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 (mm): precipitação média, em mm; Q_m (mm): vazão média, em mm; ETr (mm): evapotranspiração real (estimada com base no balanço simplificado: ETr = P - 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 (m ³ /s)	Q_{95} (m ³ /s)	q (L/s.km ²)	$Q_{95\text{ esp}}$ (L/s.km ²)
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
Parapanema	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)

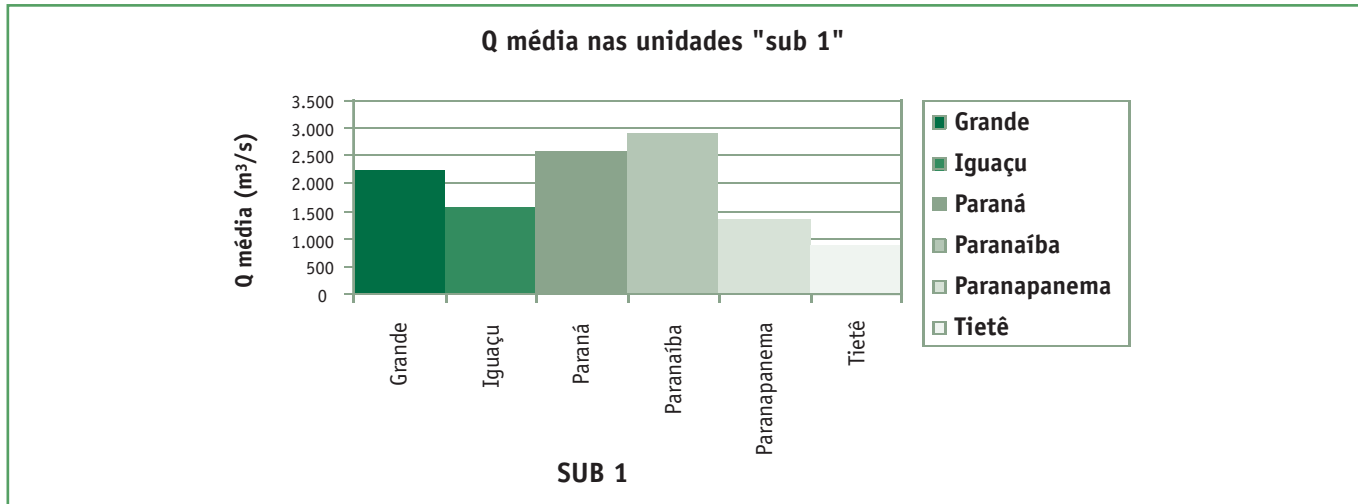


Figura 16 - Vazão média de longo período ($Q_{média}$) nas unidades Sub 1 da Região Hidrográfica do Paraná

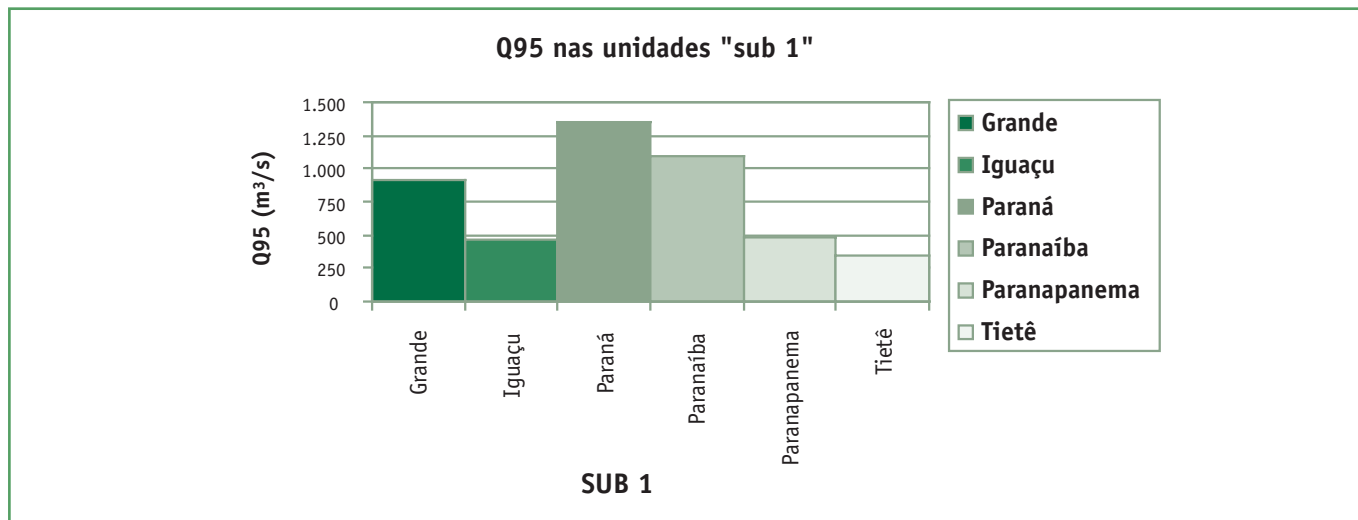


Figura 17 - Vazão de estiagem (Q_{95}) nas unidades Sub 1 da Região Hidrográfica do Paraná

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.

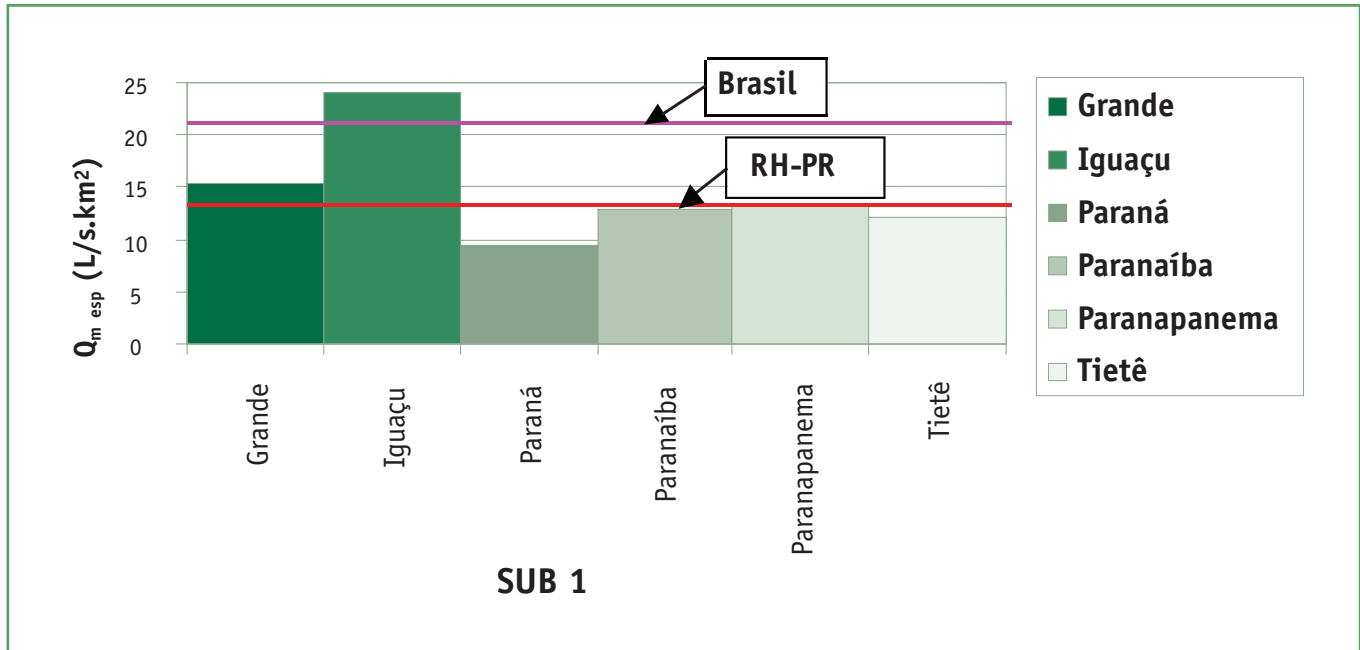


Figura 18 - Vazão média de longo período específica (q) nas unidades Sub 1 da Região Hidrográfica do Paraná

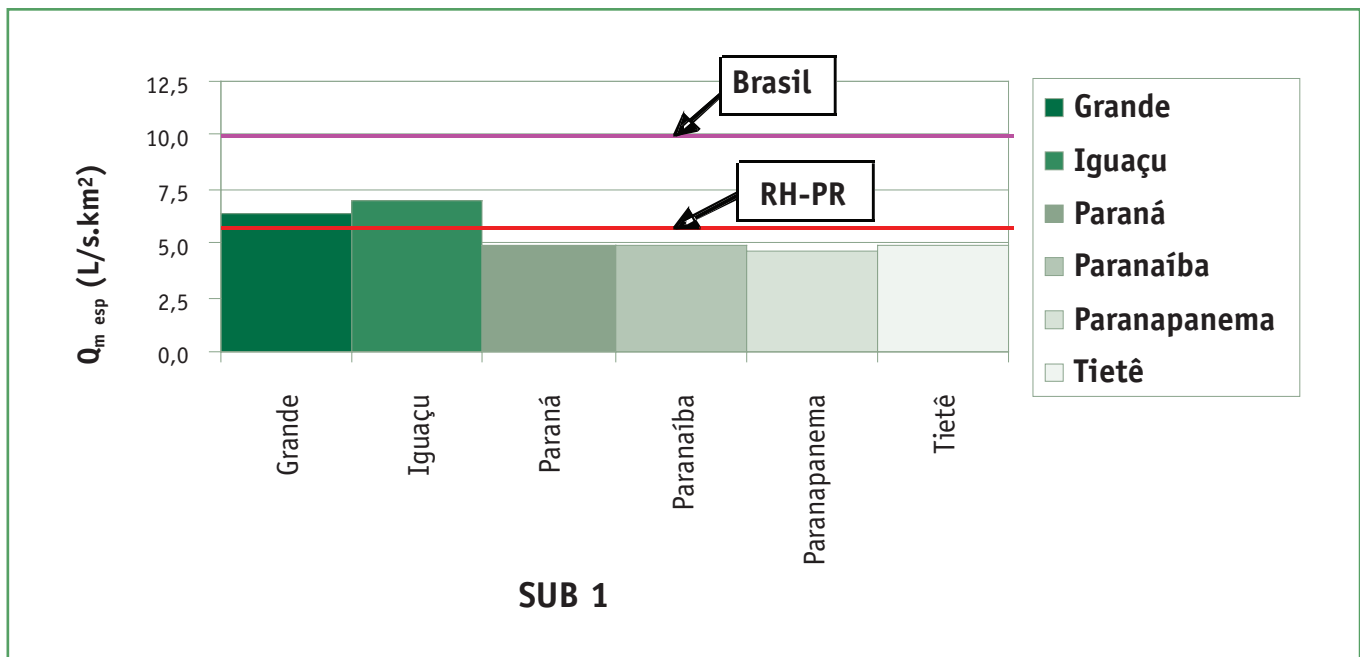


Figura 19 - Vazão de estiagem específica ($Q_{95\ esp}$) nas unidades Sub 1 da Região Hidrográfica do Paraná

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

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
Parapanema	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 ($\text{m}^3/\text{hab.ano}$). 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 $\text{m}^3/\text{hab.ano}$ – Situação de escassez;
- 500 a 1.700 $\text{m}^3/\text{hab.ano}$ – Situação de estresse;
- > 1.700 $\text{m}^3/\text{hab.ano}$ – 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 $\text{m}^3/\text{hab.ano}$ – Situação crítica;
- 1.500 a 2.500 $\text{m}^3/\text{hab.ano}$ – Situação pobre;
- 2.500 a 5.000 $\text{m}^3/\text{hab.ano}$ – Situação adequada;
- 5.000 a 10.000 $\text{m}^3/\text{hab.ano}$ – Situação rica;
- 10.000 a 20.000 $\text{m}^3/\text{hab.ano}$ – Situação muito rica;
- > 20.000 $\text{m}^3/\text{hab.ano}$ – 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)

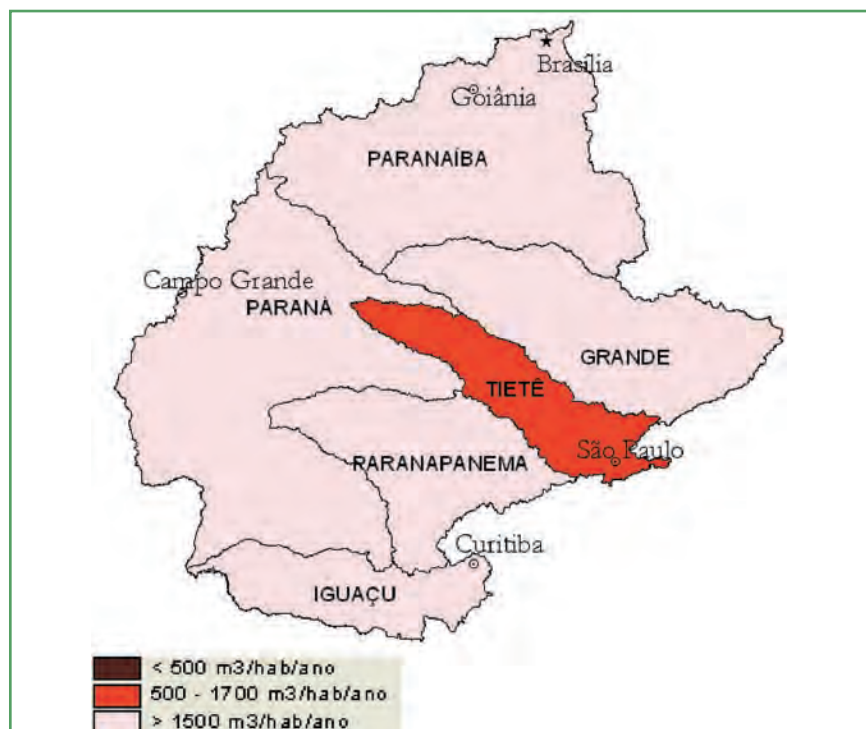
Quadro 16 - Vazões Q_m (por ano) *per capita* nas unidades hidrográficas Sub 2 da Região Hidrográfica do Paraná

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. (m ³ /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
	Tibagi	189	9.024,3	Confortável	Rica
Tietê	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)



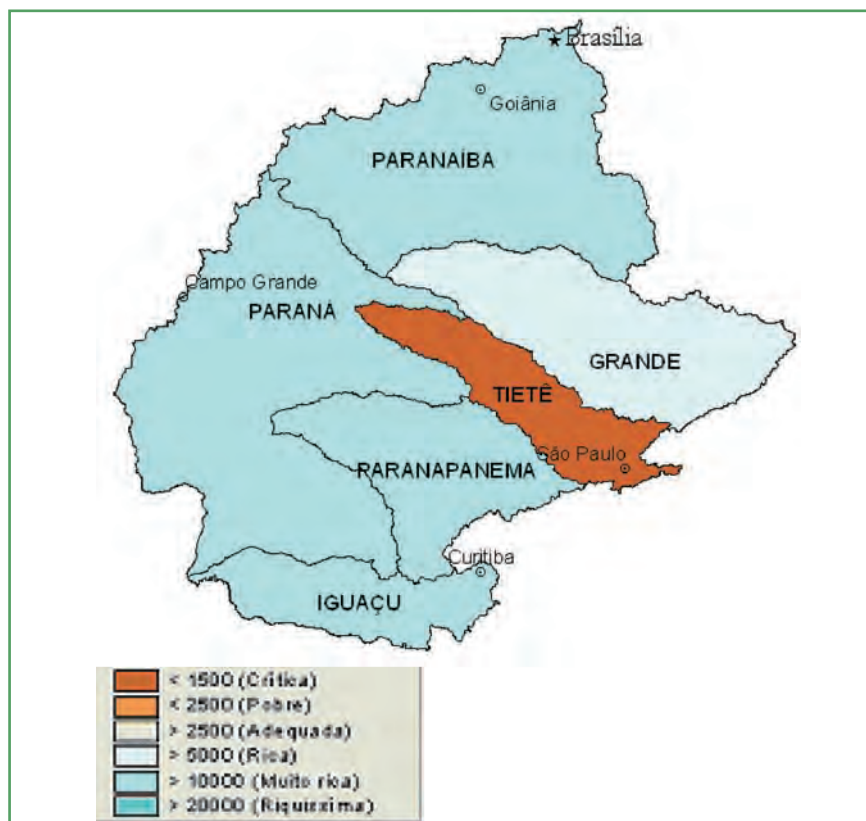
Fonte: Unesco, 2003 in ANA, 2005a

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



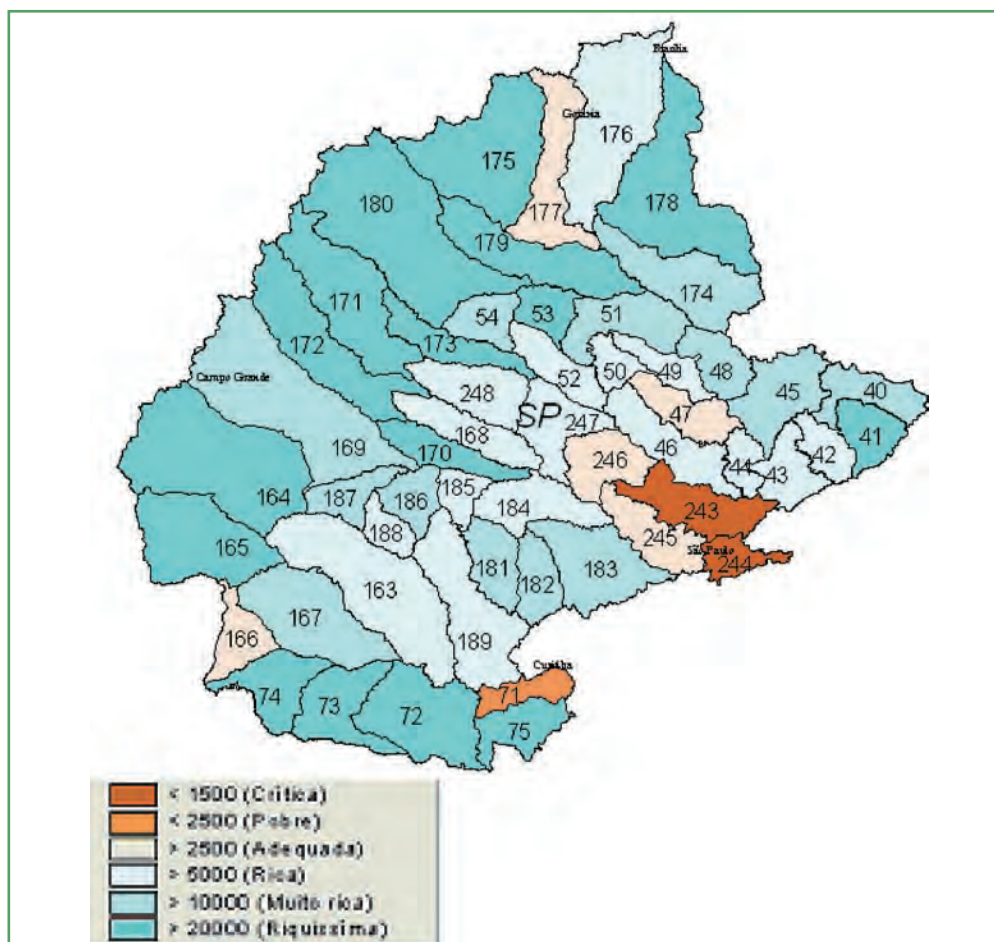
Fonte: Unesco, 2003 in ANA, 2005a

Figura 21 - Vazões Q_m (por ano) *per capita* nas unidades hidrográficas Sub 2 da Região Hidrográfica do Paraná



Fonte: REBOUÇAS, 1994

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 aqüíferos 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

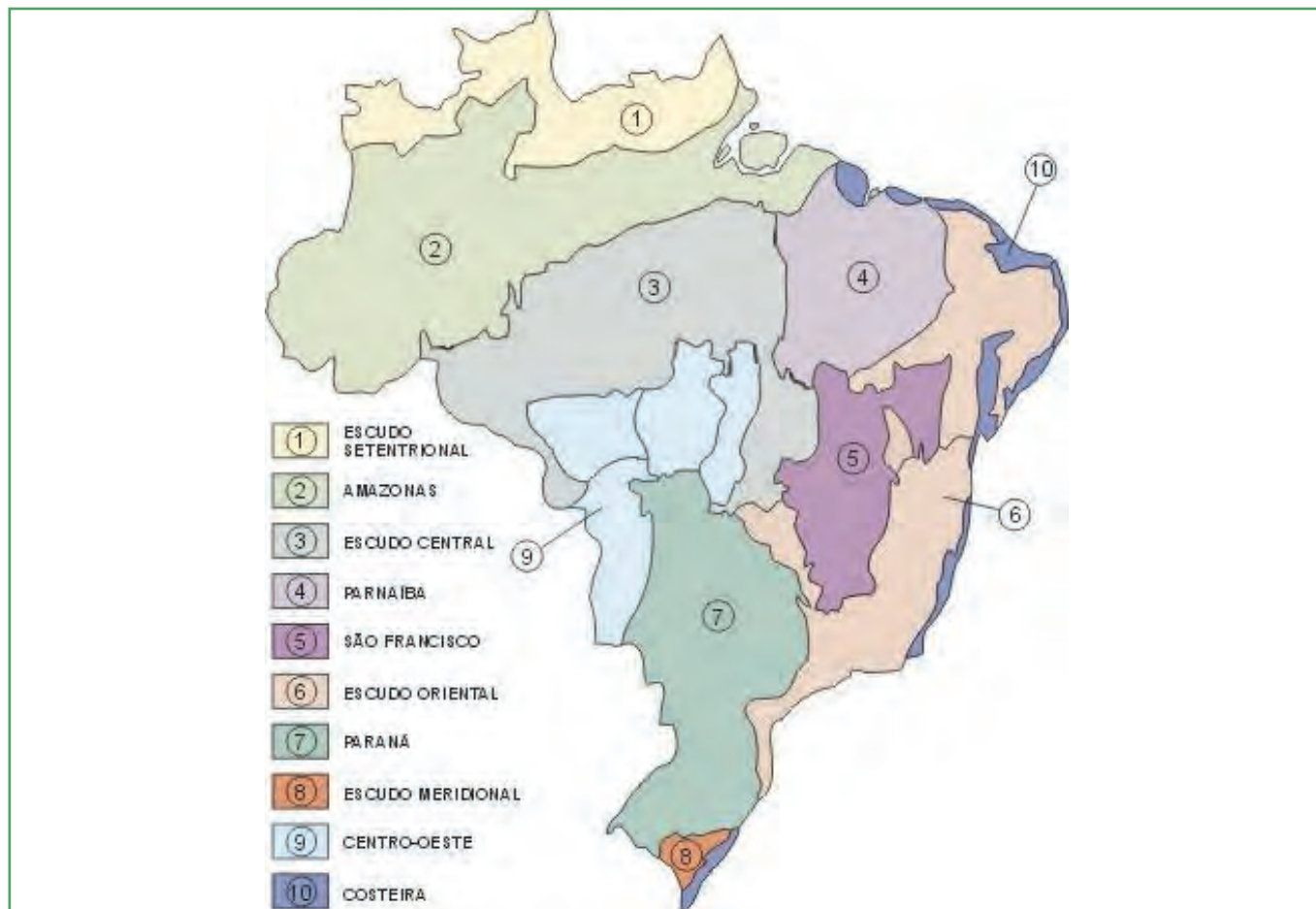
de discontinuidades na rocha, como falhas, fraturas e diáclases, associadas a feições de dissolução. Corresponde à região de ocorrência de rochas sedimentares ou metassedimentares associadas a rochas calcárias.

- 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.

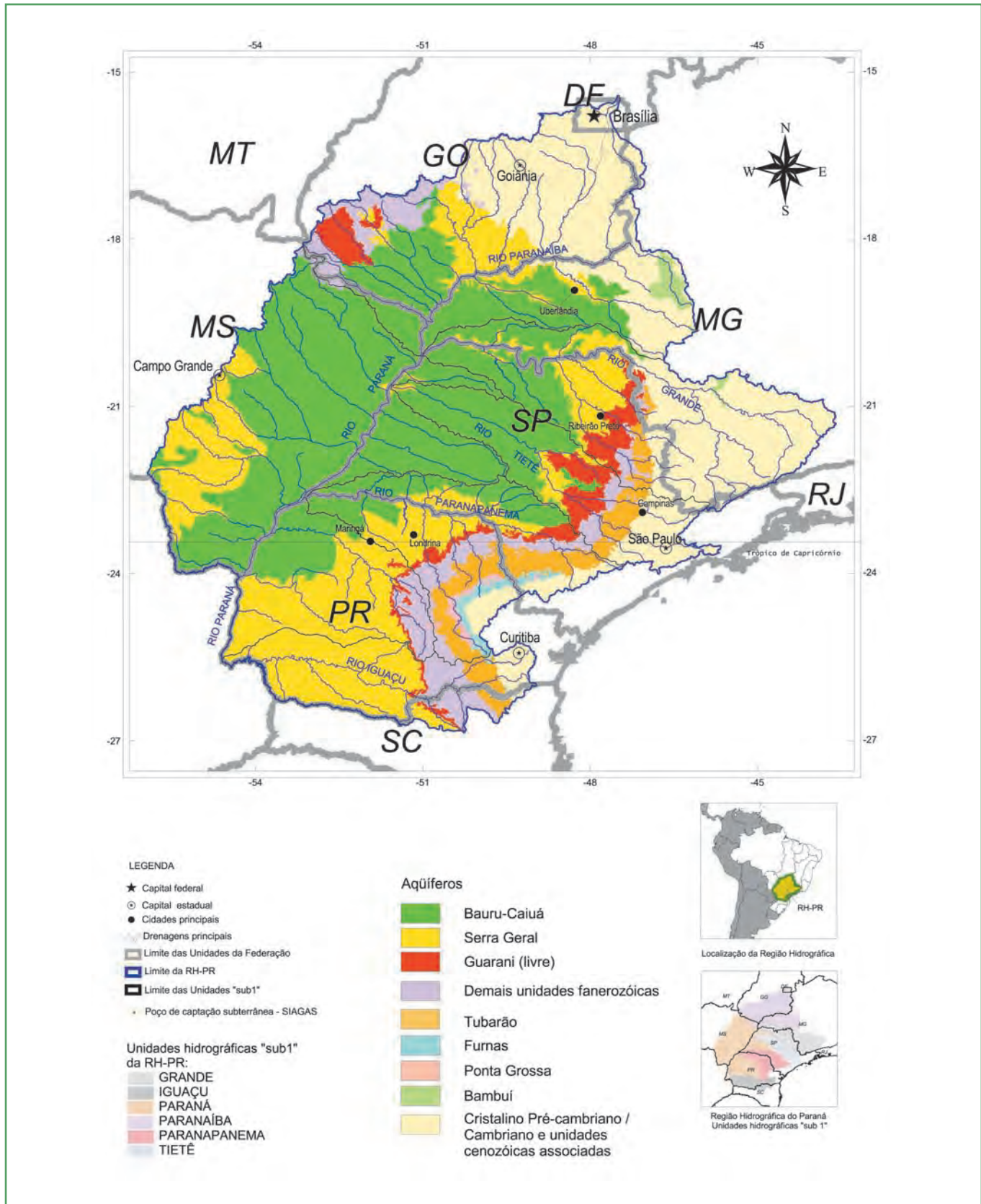
Sabe-se que nas áreas de recarga dos aquíferos, uma parte da água que infiltra no solo, através de sistemas de fluxos locais a intermediários, participa do escoamento básico, enquanto que uma outra parte, que integra o sistema de fluxo intermediário a regional, vai para as porções mais profundas dos 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 (Fanerozóico); 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 Aqüíferos

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-

quema 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 (km ²)**	Espessura média (m)	Precipitação (mm/ano)	Reserva (m ³ /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
Paranapanema	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)

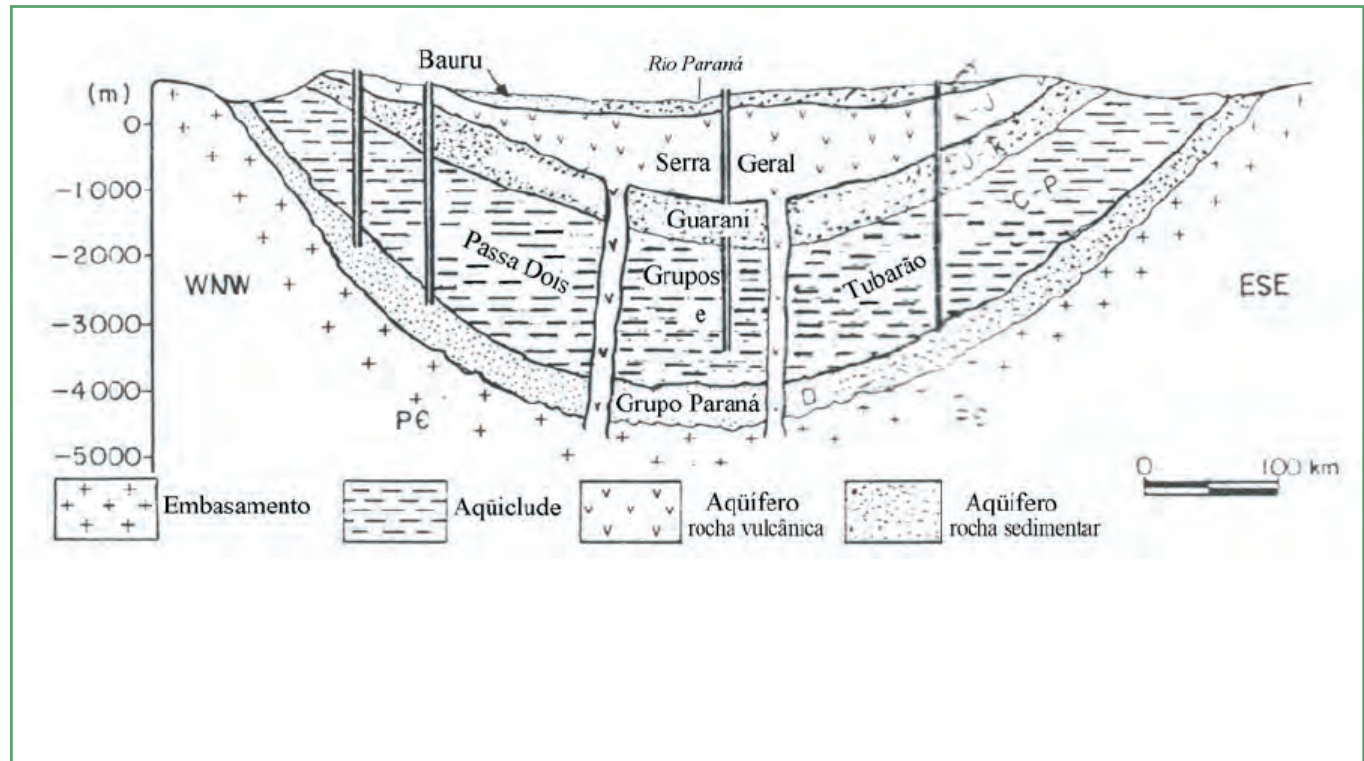
* Correções efetuadas em PNRH-DBR (2005) e ANA (2005a,c), a partir de CPRM (2001)

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 (km ²)	Área recarga (km ²)
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 do SAG: Rebouças (1976), Rocha (1997), Chang (2001) e ANA (2005a,c). Uma síntese é apresentada no Quadro 21.

65

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

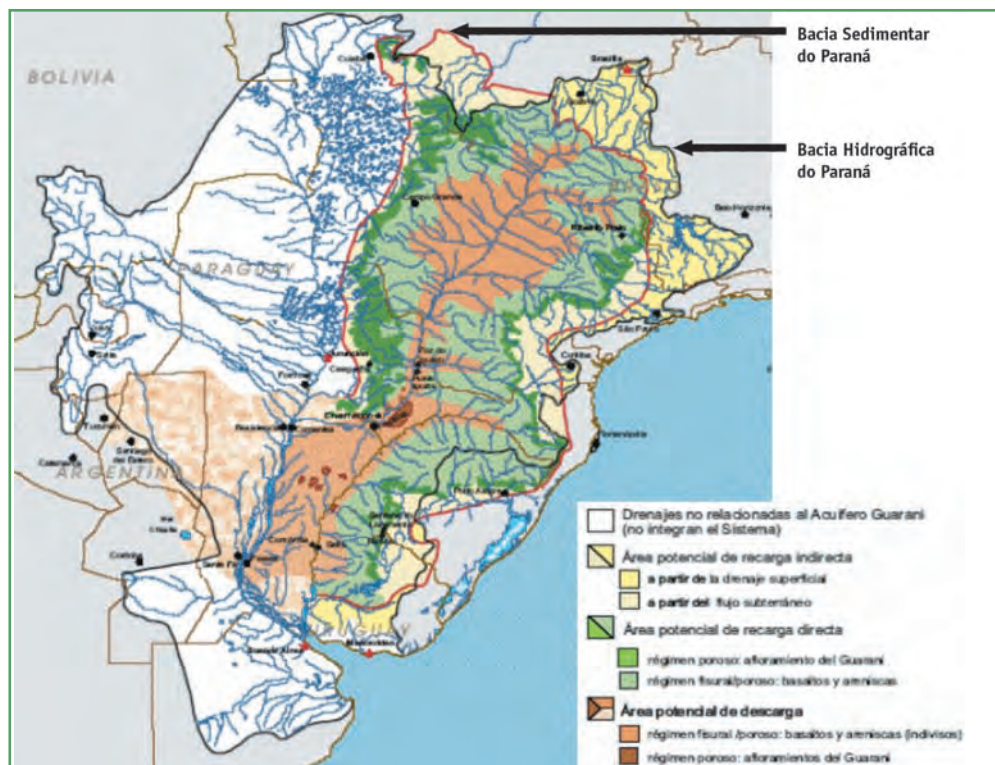
Reserva de água – SAG	Rebouças (1976)	Rocha (1997)	Chang (2001)	ANA (2005a,c)
Ativa (Infiltração direta)	22 km ³ /ano	160 km ³ /ano (ativa total)	5,2 km ³ /ano	-
Ativa (Infiltração indireta)	138 km ³ /ano		-	-
Permanente	48.021 km ³	37.000 km ³	-	-
Explotável	-	40 km ³ /ano	-	5,1 km ³ /ano

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, conseqüência 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,

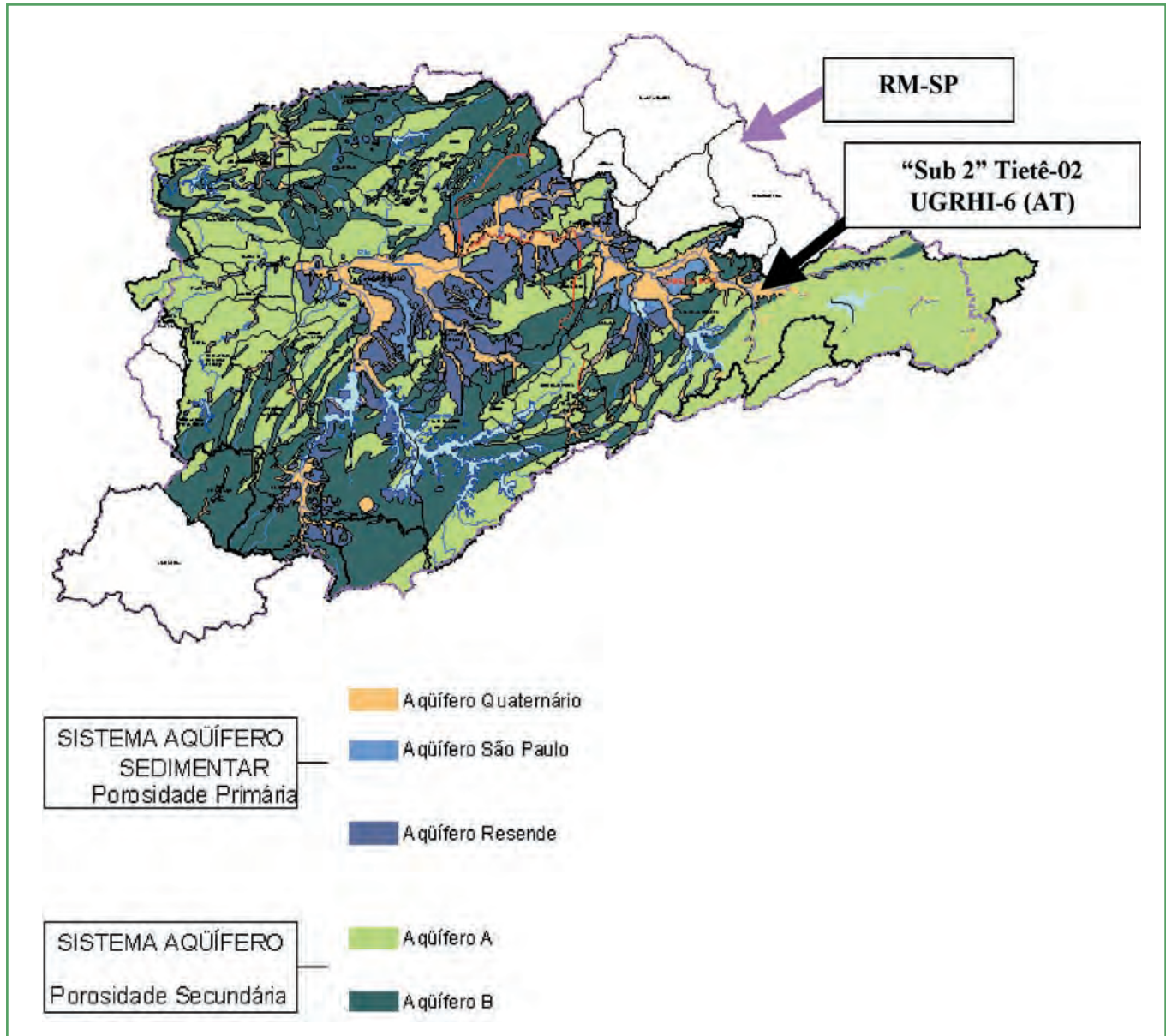
portanto, nas Sub 1 do Paranaíba (maioria) e Grande.

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 m ³ /h e capacidade específica de 0,5 m ³ /(h.m)
	Aquífero Resende	Depósitos de sistemas de leques aluviais a planície fluvial entrelaçada, com predominância de lamitos 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 m ³ /h e capacidade específica de 0,9 m ³ /(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 m ³ /h e capacidade específica de 0,2 m ³ /(h.m)
Sistema Aquífero Cristalino – SAC	Aquífero B	Associação de rochas predominantemente metassedimentares, 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 m ³ /h e capacidade específica de 1,4 m ³ /(h.m)

Fonte: FUSP, 1999; HIRATA 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 abastecimento de água e de coleta de esgoto. Uma vez ingressando no Aquífero, as águas fluem em direção às drenagens superficiais, 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 explorados por aproximadamente 8.000 poços tubulares. 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

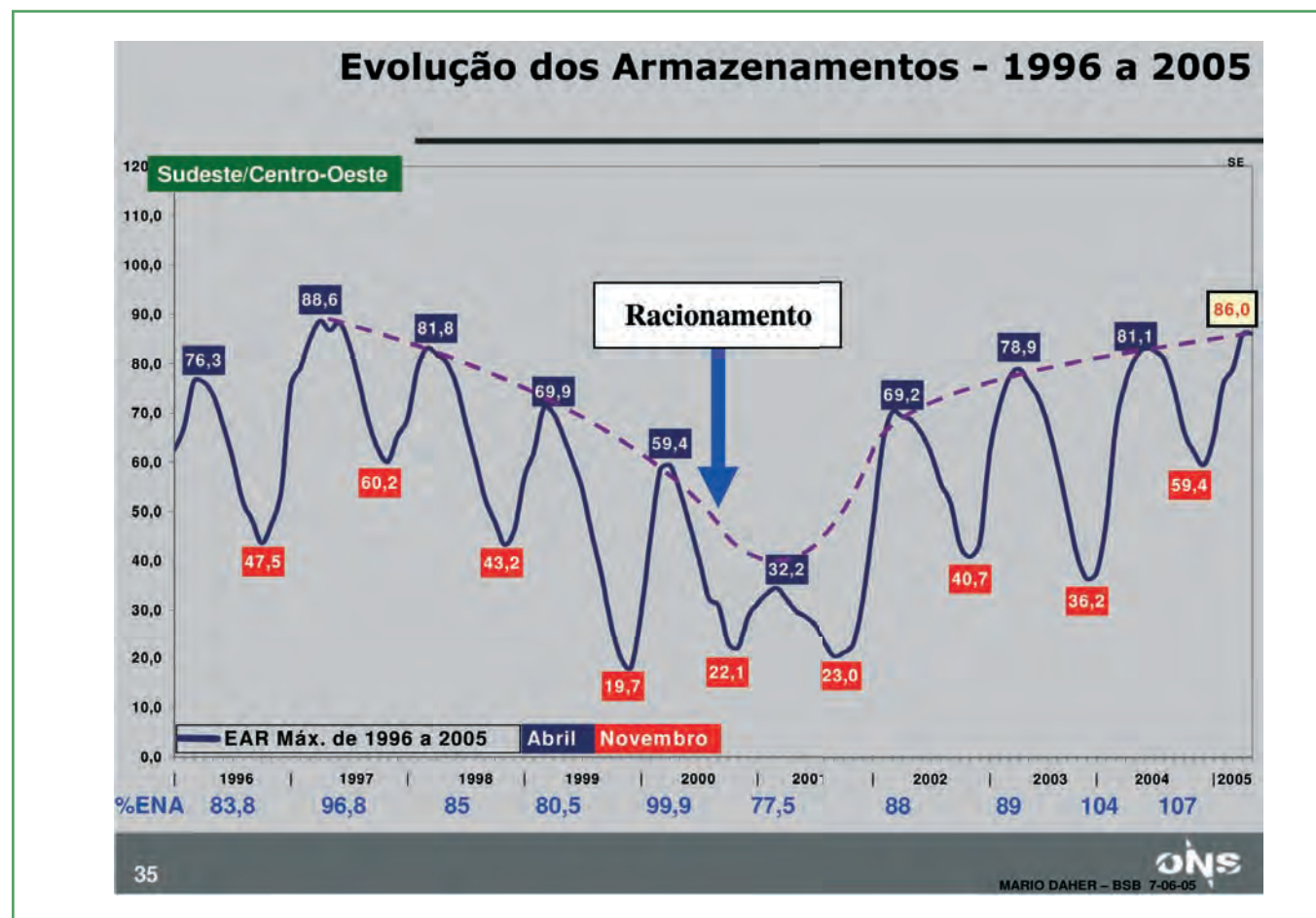
Na análise de situações potenciais de escassez na Região Hidrográfica do Paraná, devem ser considerados os seguintes aspectos: precipitações pluviométricas (quantidade total, distribuição temporal e espacial), sazonalidades climáticas (distribuição das chuvas, com períodos mais secos e mais chuvosos), eventos específicos de menor precipitação em determinados períodos (a exemplo do prolongamento de estações mais secas), eventos críticos 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 superficiais, subterrâneas e intersticiais, além das interconectividades 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 freqüências 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 pra 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 conseqüências 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.

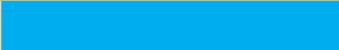




A periodicidade de monitoramento da maioria dos pontos é trimestral. Nas campanhas são avaliados cinco parâmetros: pH, Turbidez, Condutividade Elétrica, Temperatura e Oxigênio Dissolvido, além da determinação de vazão (ANA, 2005b).

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

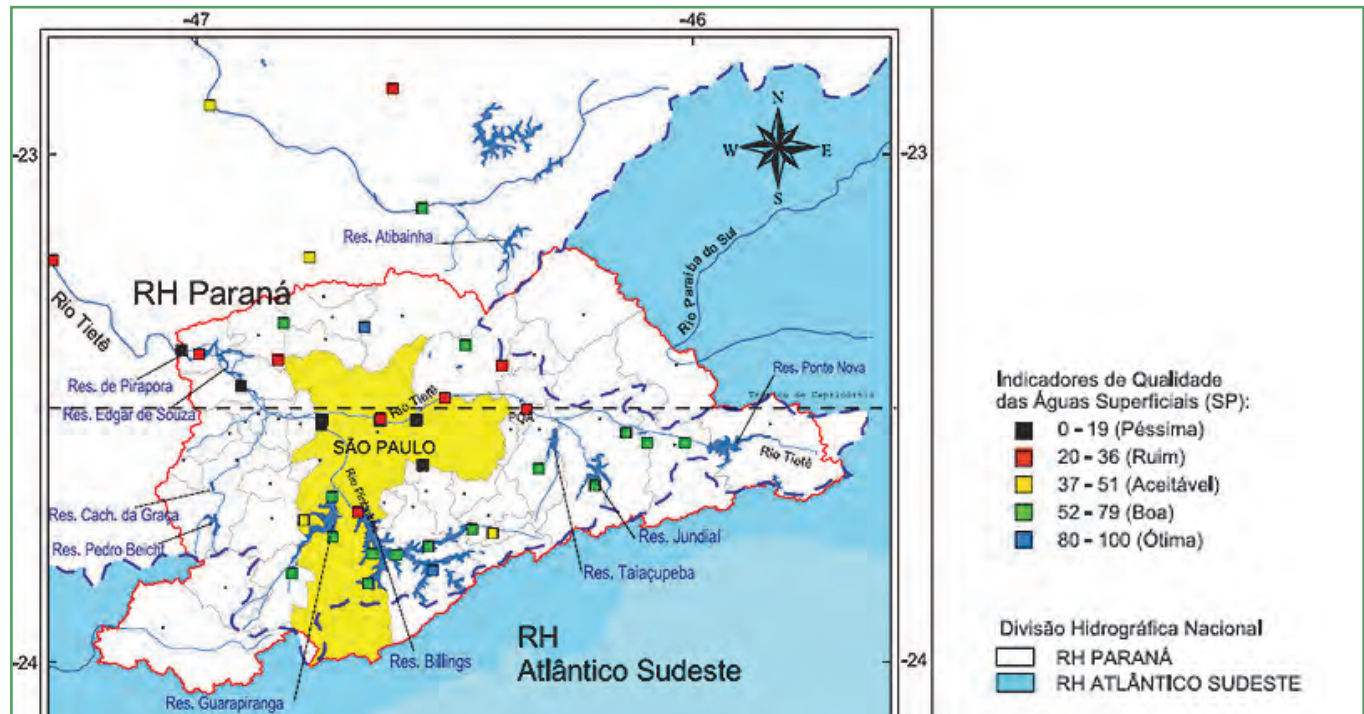
Quadro 24 - Número de pontos de monitoramento da qualidade das águas superficiais e síntese da situação por Sub 1

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	-
Parapanema	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)

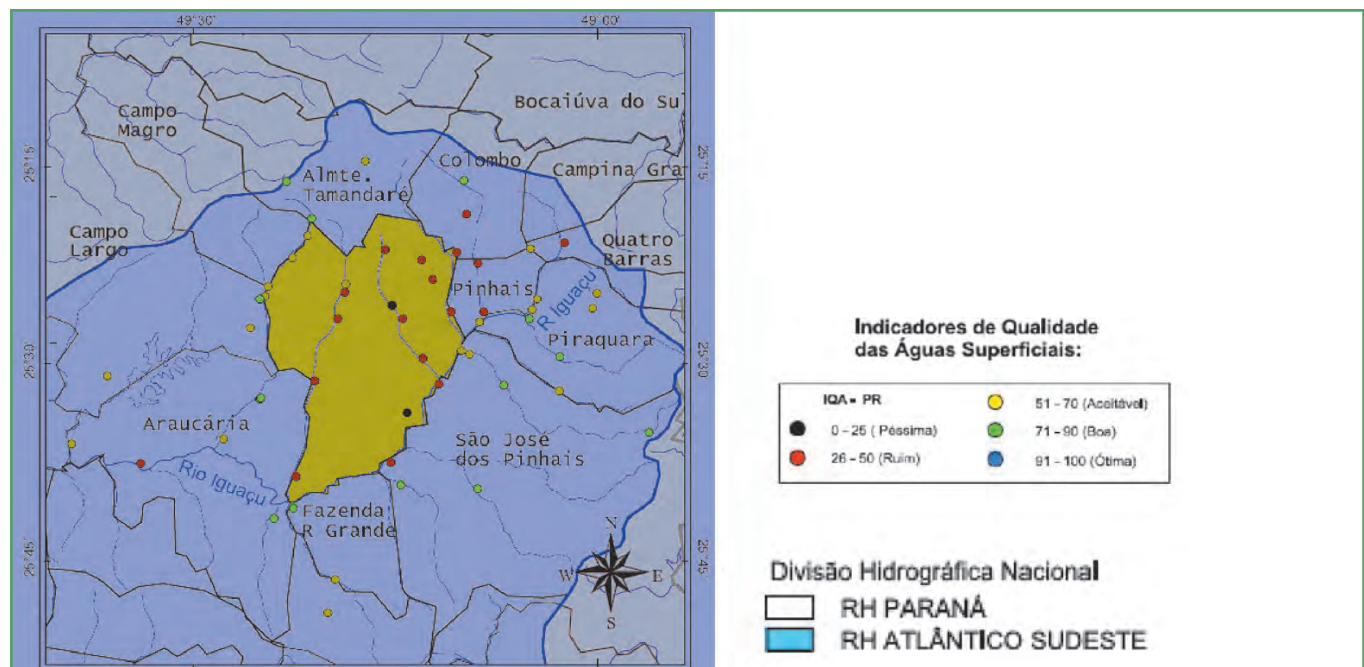
A maior quantidade de casos de criticidade dá-se na Sub 1 do rio Tietê (9 pontos com qualidade considerada péssima), seguida do Iguaçú (2 pontos com qualidade péssima). À luz das unidades

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



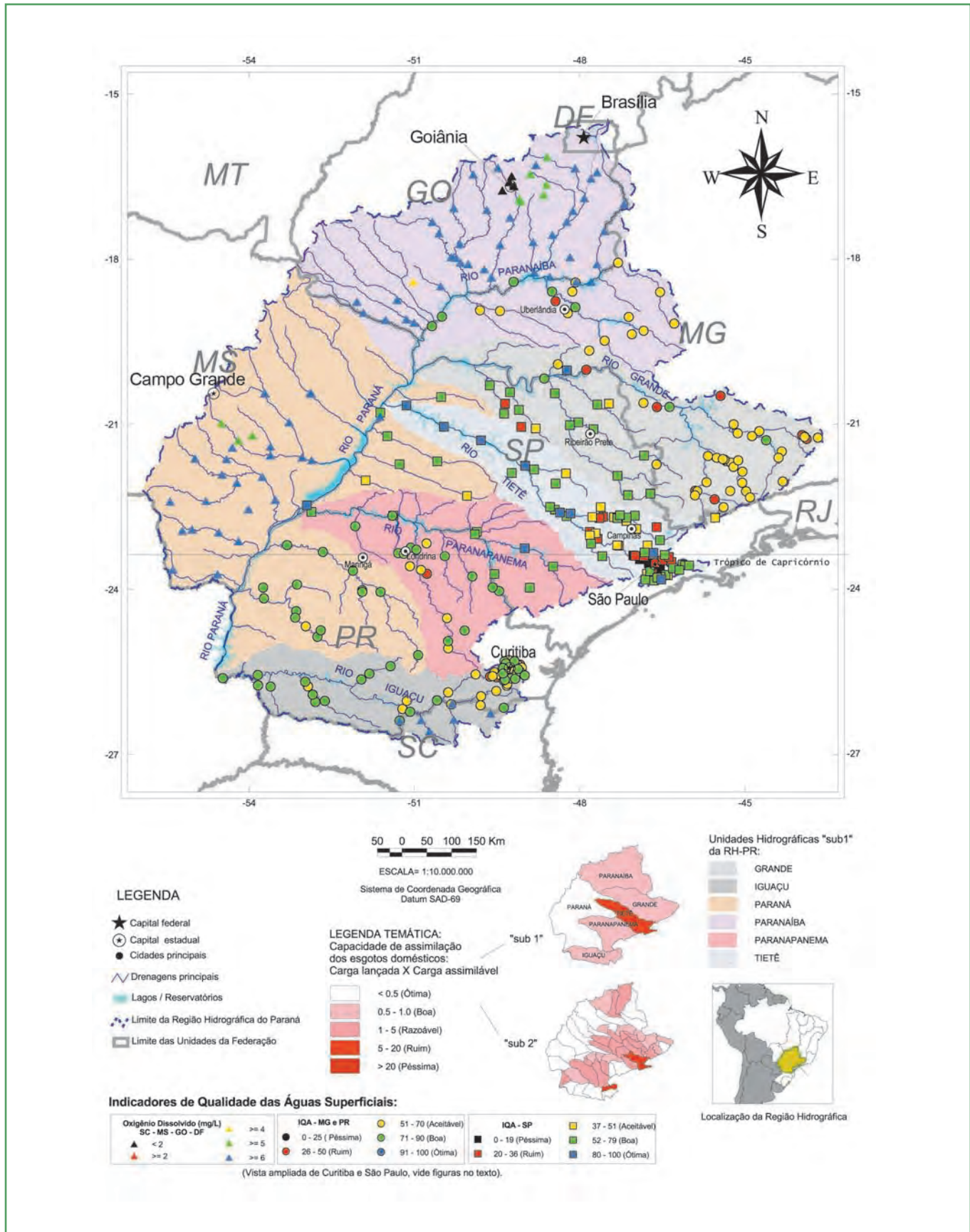
Fonte ANA (2005b) e PNRH-BASE (2005)

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

79

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/Jundiá	-	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%

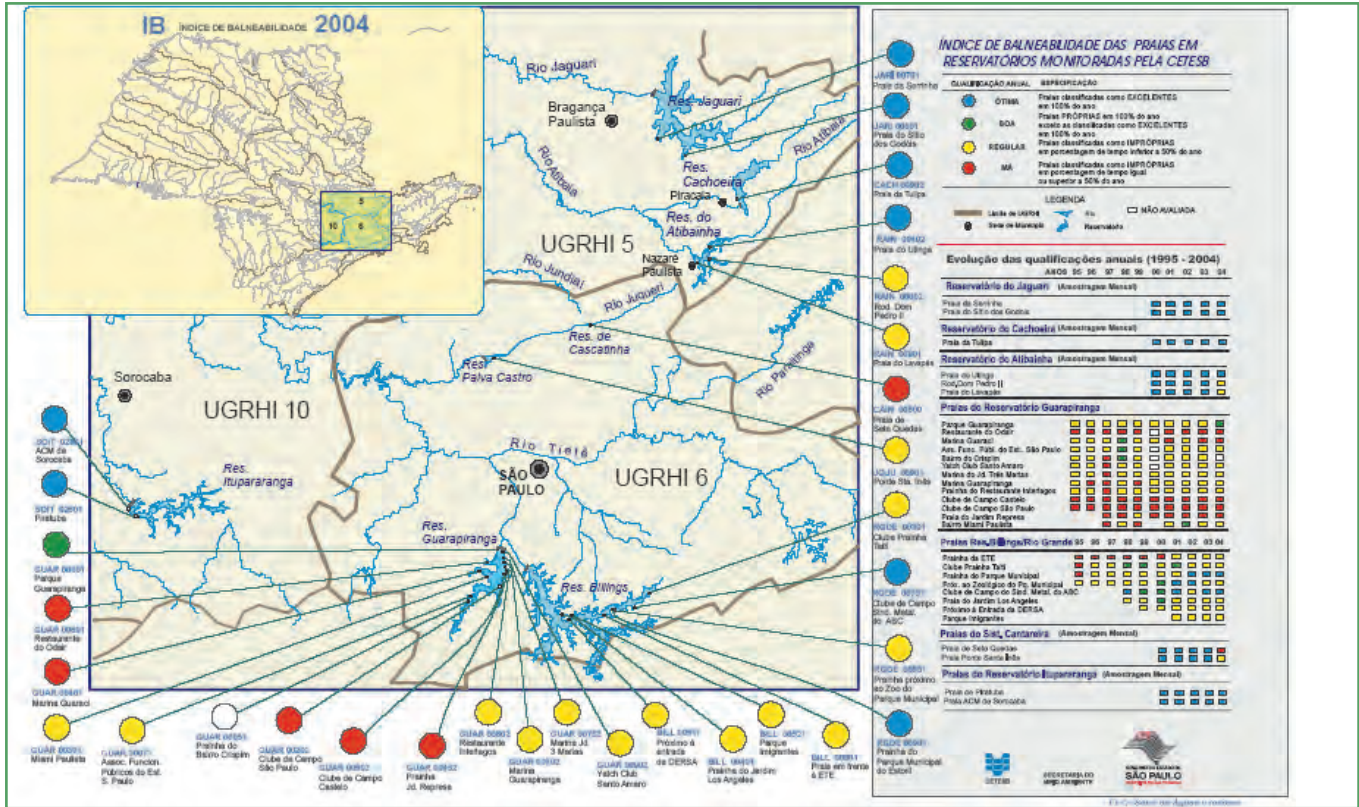
Fonte: CETESB (2005a)

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



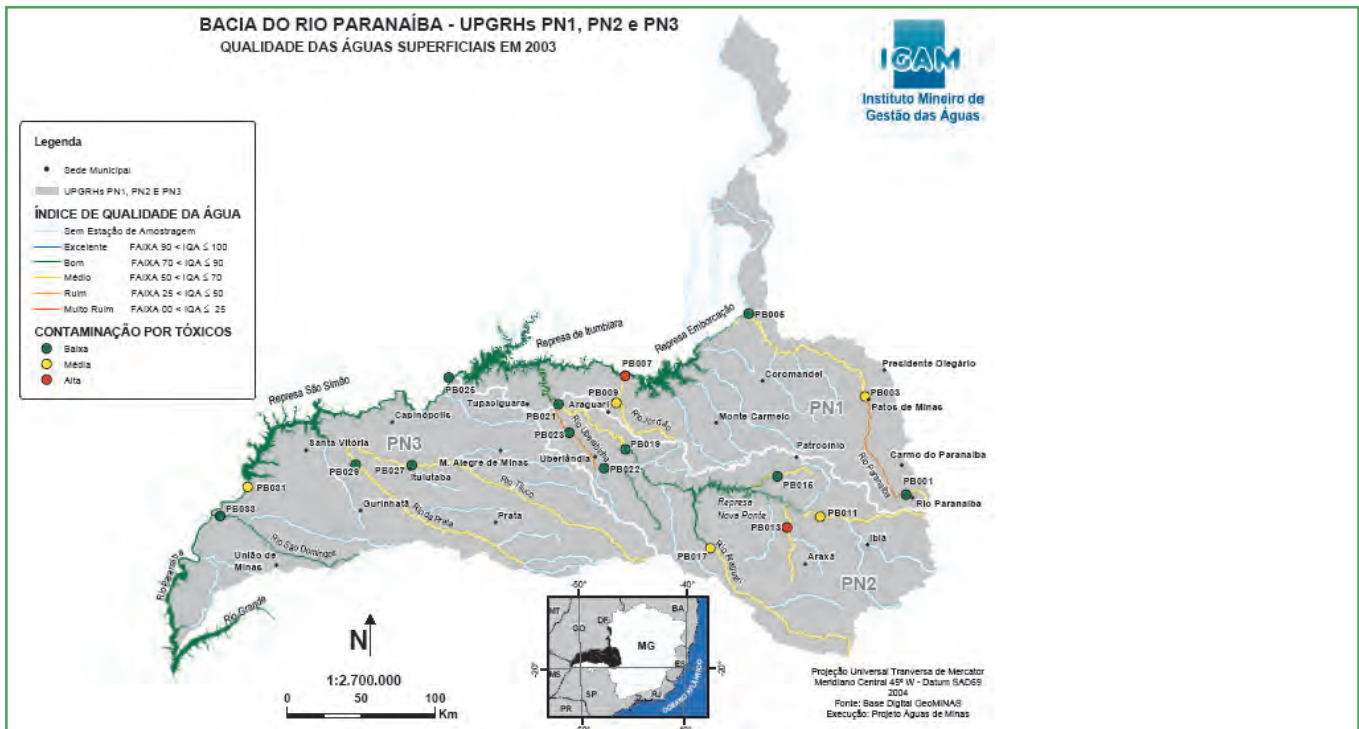
Fonte: CETESB, 2005a

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



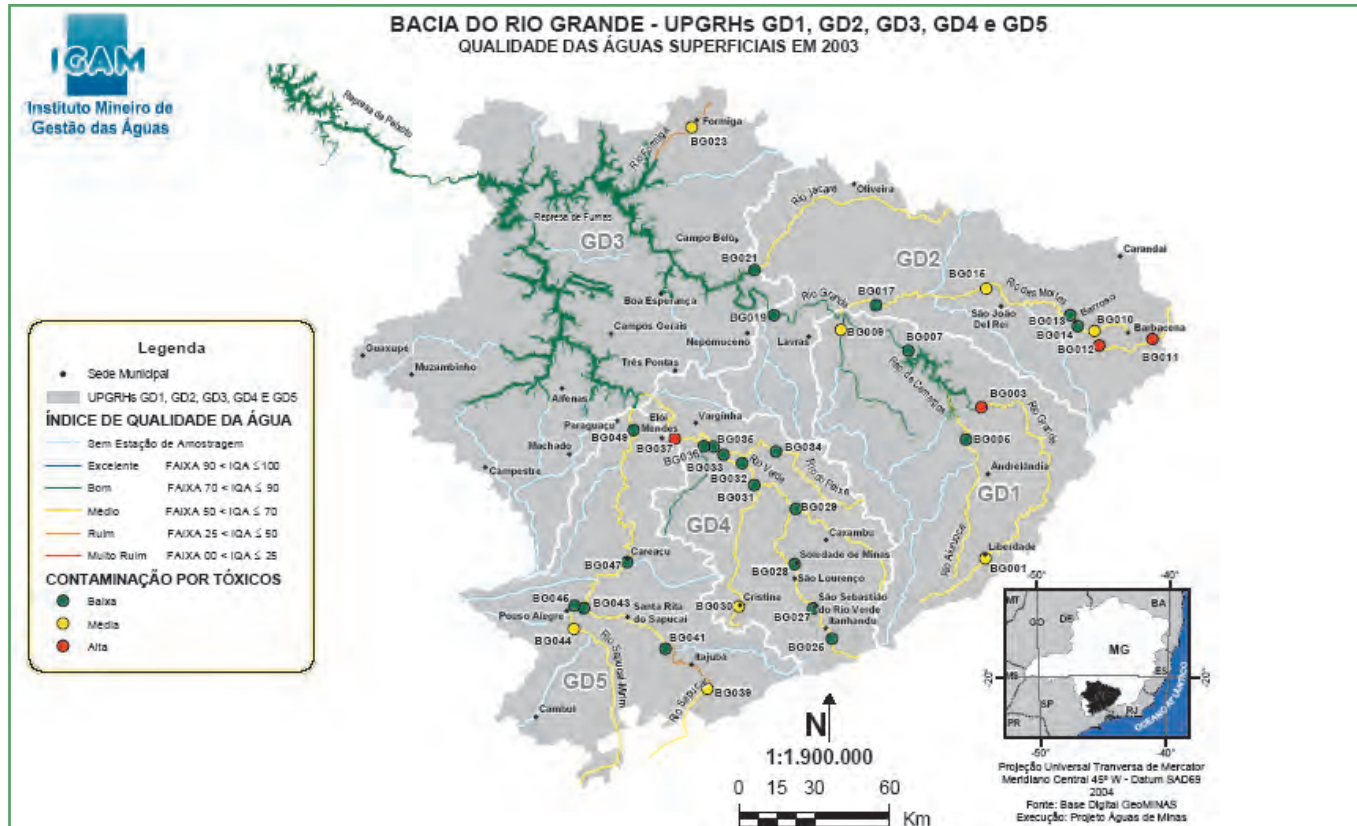
Fonte: CETESB (2005a)

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

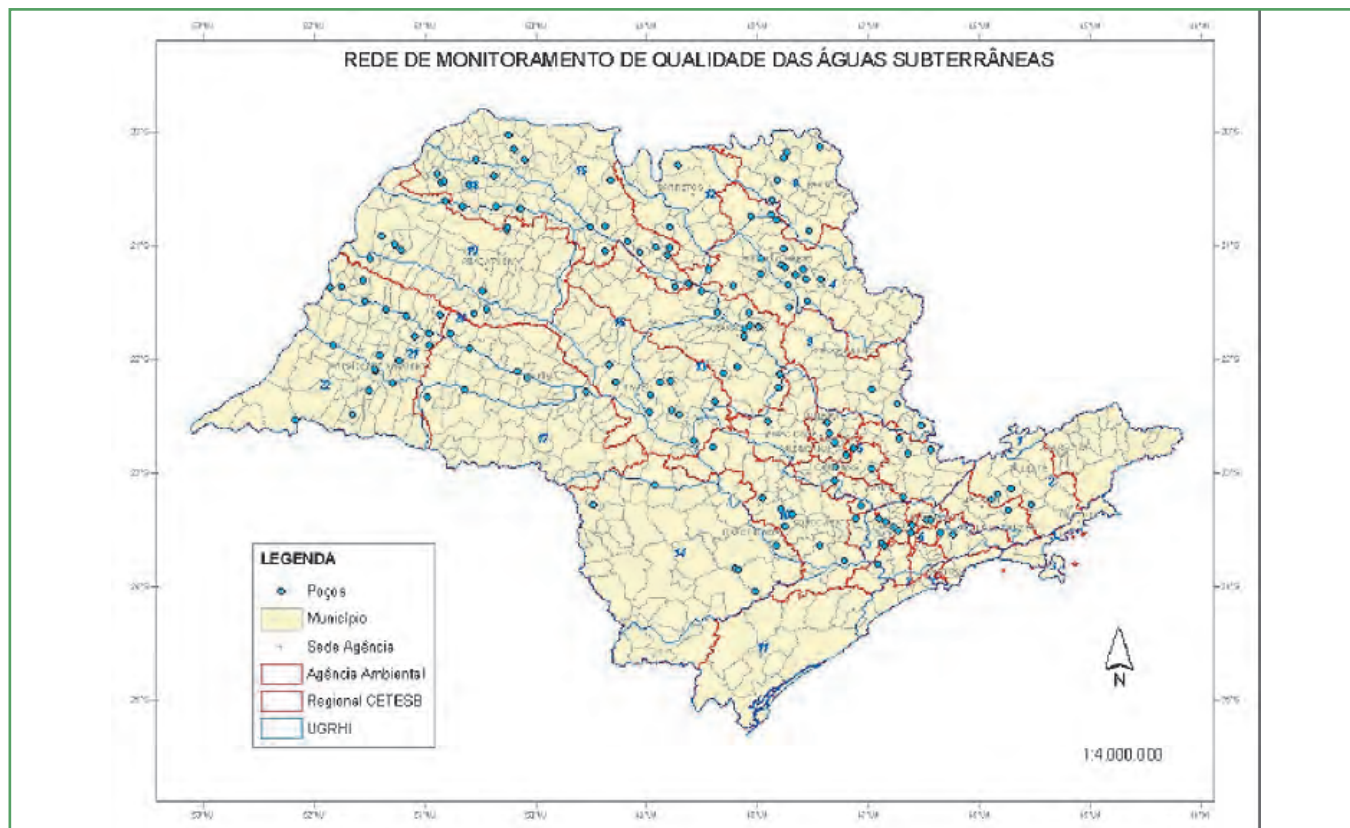
O país não possui uma rede de monitoramento nacional de qualidade das águas subterrâneas.

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

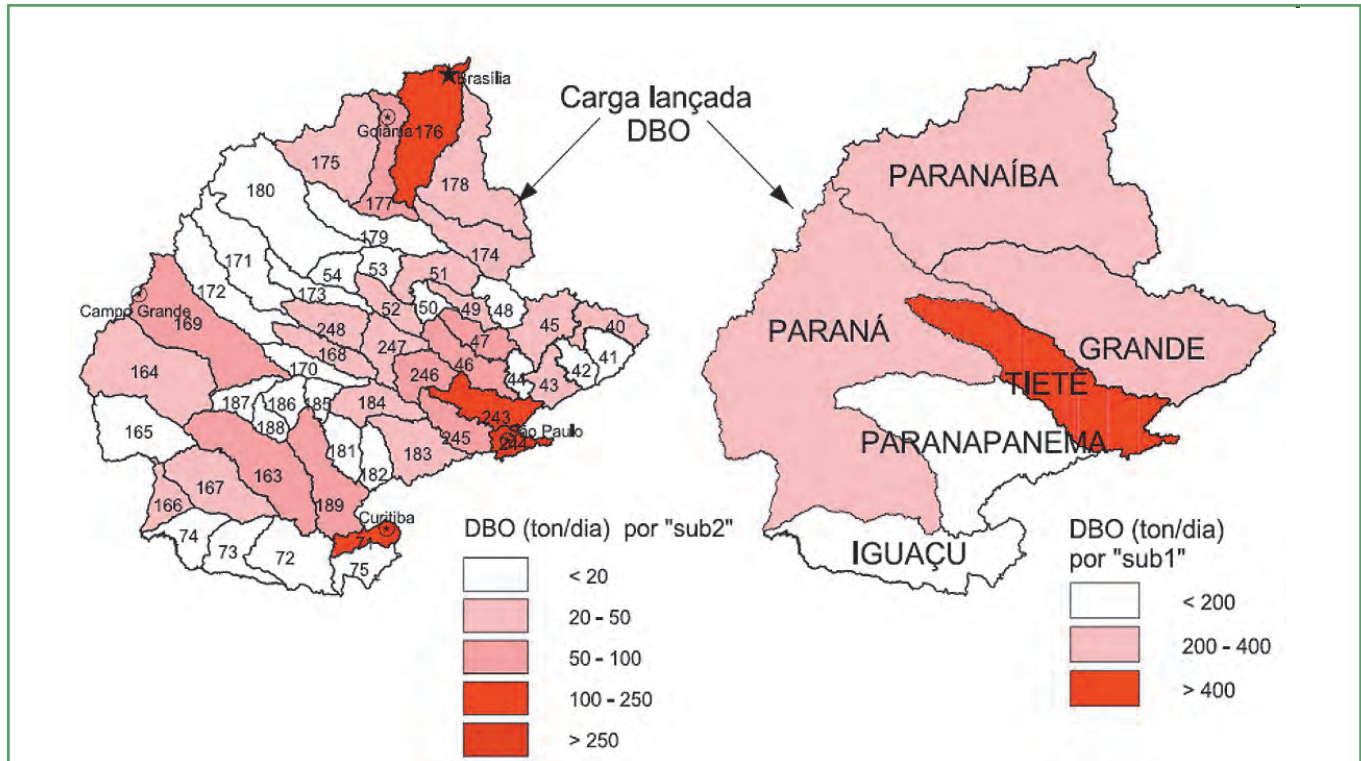
Unidade hidrográfica Sub 1	Carga lançada (t DBO/dia)	Carga assimilada (t DBO/dia)	Carga lançada/assimilada
Grande	356,10	394,63	0,90
Iguaçu	185,39	199,28	0,93
Paraná	248,05	583,55	0,43
Paranaíba	362,92	471,66	0,77
Paranapanema	172,30	206,41	0,83
Tietê	1.333,67	152,15	8,77 (ruim)

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

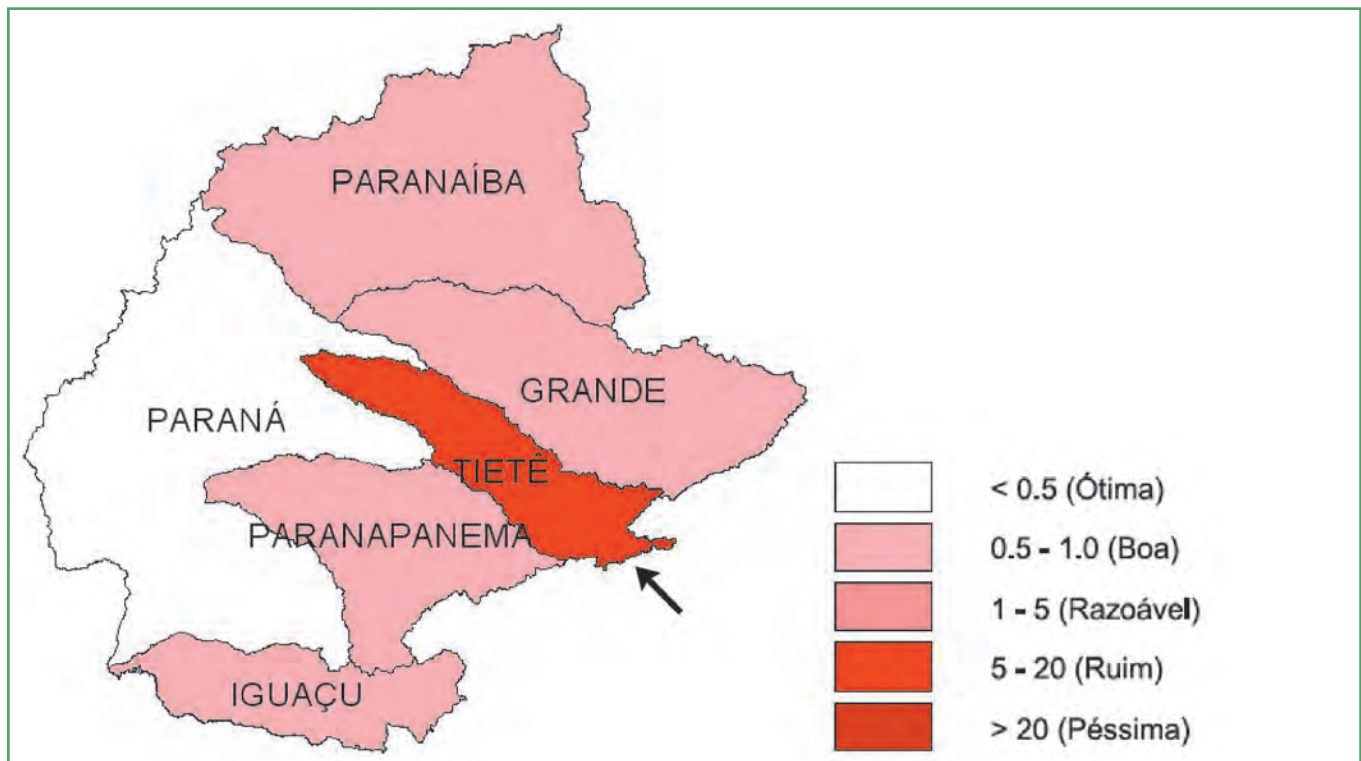
Sub 1	Sub 2	Carga lançada (t DBO/dia)	Carga assimilada (t DBO/dia)	Carga lançada/assimilada
Grande	Grande PR 01	21,06	39,96	0,53
	Grande PR 02	4,46	39,08	0,11
	Grande PR 03	18,41	19,49	0,94
	Grande PR 04	24,57	24,30	1,01
	Grande PR 05	13,45	12,17	1,11
	Grande PR 06	25,11	49,91	0,50
	Grande PR 07	62,16	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
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)



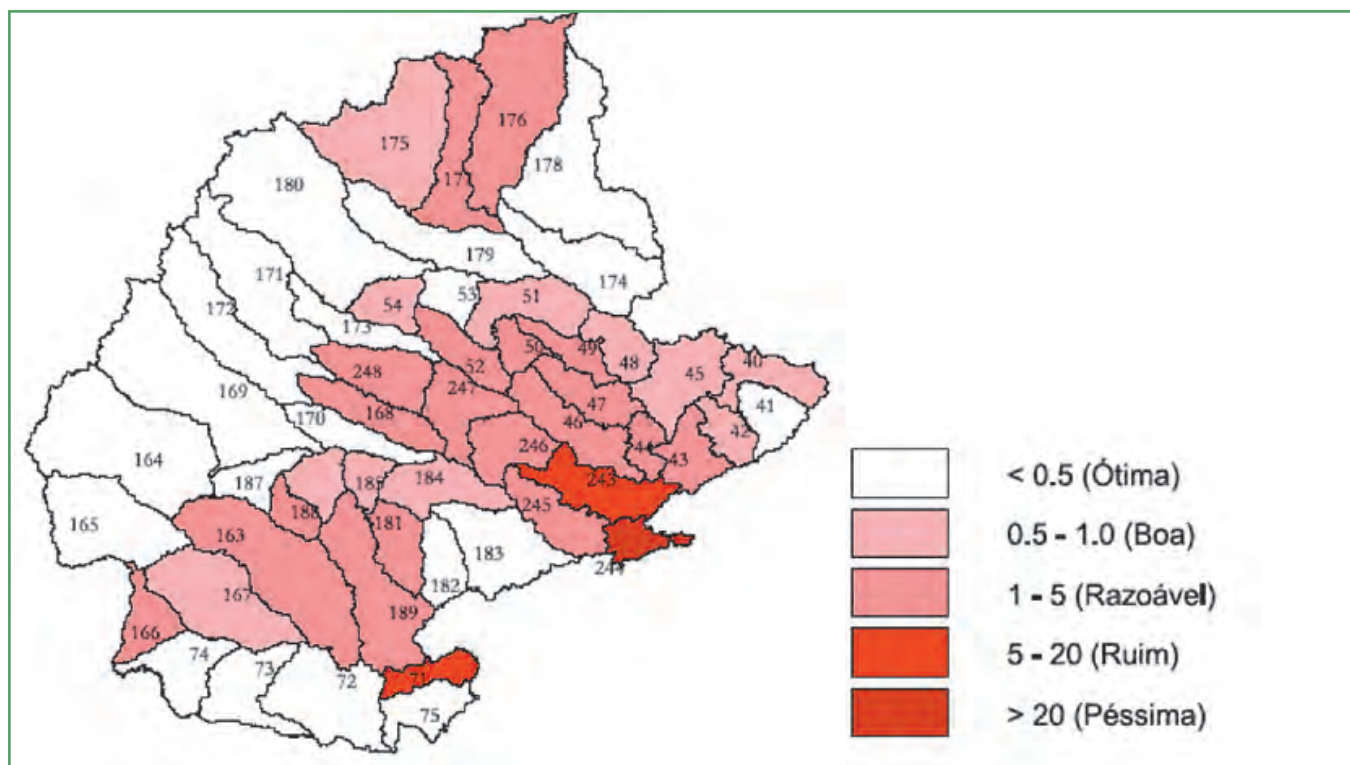
Fonte: ANA (2005b) in PNRH-BASE (2005)

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



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

Figura 41 - Relação carga lançada / carga assimilável (cargas orgânicas domésticas) nas unidades Sub 2 da Região Hidrográfica do Paraná

Cargas poluidoras de origem industrial

Com relação à poluição industrial, destaca-se a concentração de indústrias nas proximidades das regiões metropolitanas de São Paulo e Curitiba.

No Estado de São Paulo a maior parte das indústrias concentra-se nas bacias do Alto Tietê, Piracicaba/Capivari/Jundiá, Tietê/Sorocaba, Mogi-Guaçu e Pardo. A região dos rios Mogi e Pardo reúne número significativo de usinas de açúcar e álcool do Estado, grandes usuárias da água. (SÃO PAULO, 2000 in ANA, 2005b).

A presença das usinas de açúcar e álcool em outras regiões do território paulista também é responsável por mais da metade das demandas, como no caso das bacias do São José dos Dourados, Tietê/Jacaré, Aguapeí e Médio Paranapanema.

Na bacia do Alto Tietê predominam as atividades do setor químico, celulose, mecânica e metalúrgica; nas do Tietê/Sorocaba e Piracicaba/Capivari/Jundiá, particularmente nesta última, há uma distribuição equivalente entre usinas de açúcar e álcool e indústrias química, petroquímica e de celulose (SÃO PAULO, 2000 in ANA, 2005b).

No Estado de São Paulo houve uma redução de 24% na carga industrial gerada no período de 1992 a 1997, o que denota esforços por parte da agência ambiental e dos empreendedores (industriais) no sentido de minimizarem a geração de efluentes, com ênfase na prevenção à poluição e mecanismos de produção mais limpa. Enquanto isso, a carga remanescente representa apenas 4% do total gerado. Já a carga de origem doméstica gerada entre 1992 e 2000 sofreu um incremento de 9%, ou 158 t/dia, das quais apenas 26% foram tratados. Esses dados refletem a expressividade do lançamento de esgotos domésticos sem tratamento para a degradação dos corpos de água (SÃO PAULO, 2004 in ANA, 2005b).

Na Bacia do rio Iguazu, Estado do Paraná a poluição de origem doméstica é ainda agravada pelas cargas poluidoras industriais da Região Metropolitana de Curitiba, que apresenta 306 estabelecimentos considerados poluidores. As cargas poluidoras desses lançamentos contribuem para o aumento de $DBO_{5,20}$, fósforo total e coliformes fecais, sendo estimadas em aproximadamente 140.770 kg de $DBO_{5,20}$ /dia provenientes dos esgotos domésticos e 18.000 kg de

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, aqüicultura 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

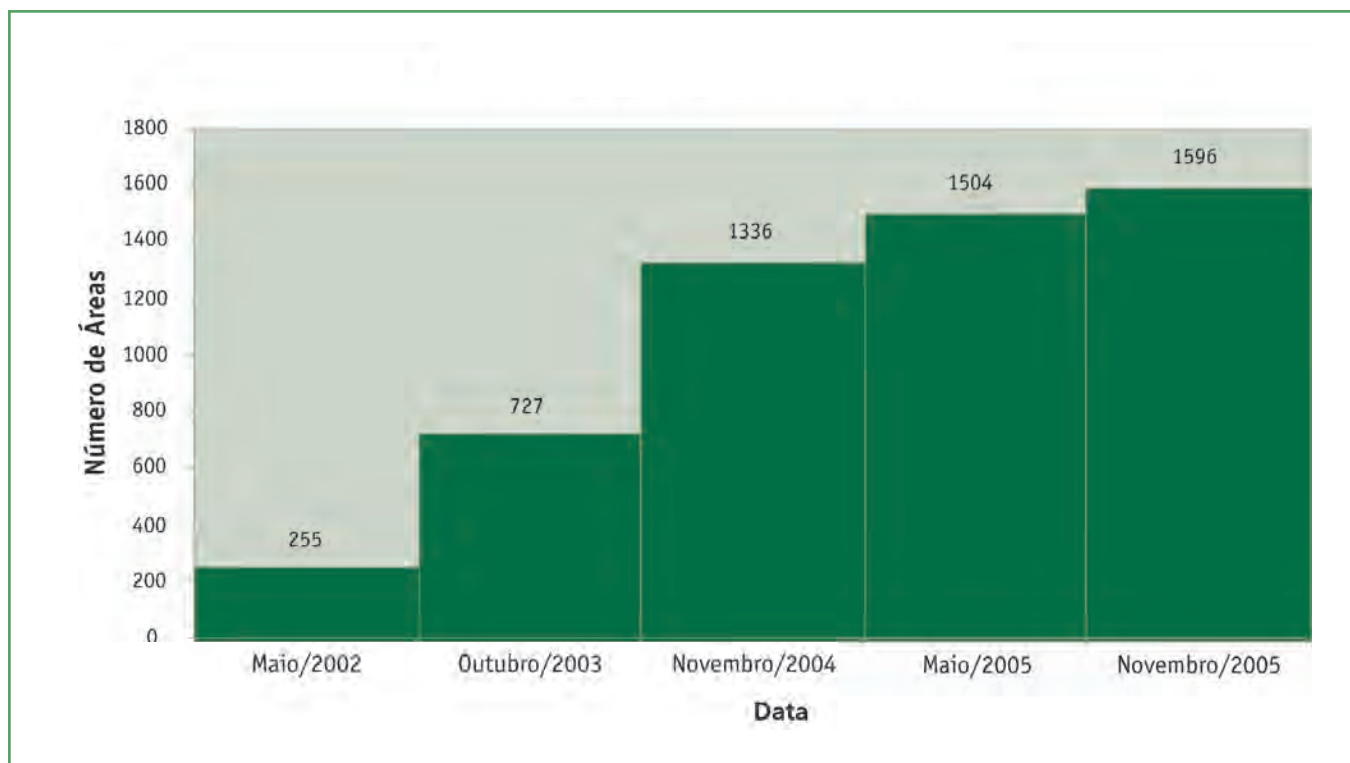
superior àquelas de cunho técnico-científico, o que se justifica pela sua aplicação legal tendo em vista os bens a proteger.

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 conseqüência 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)

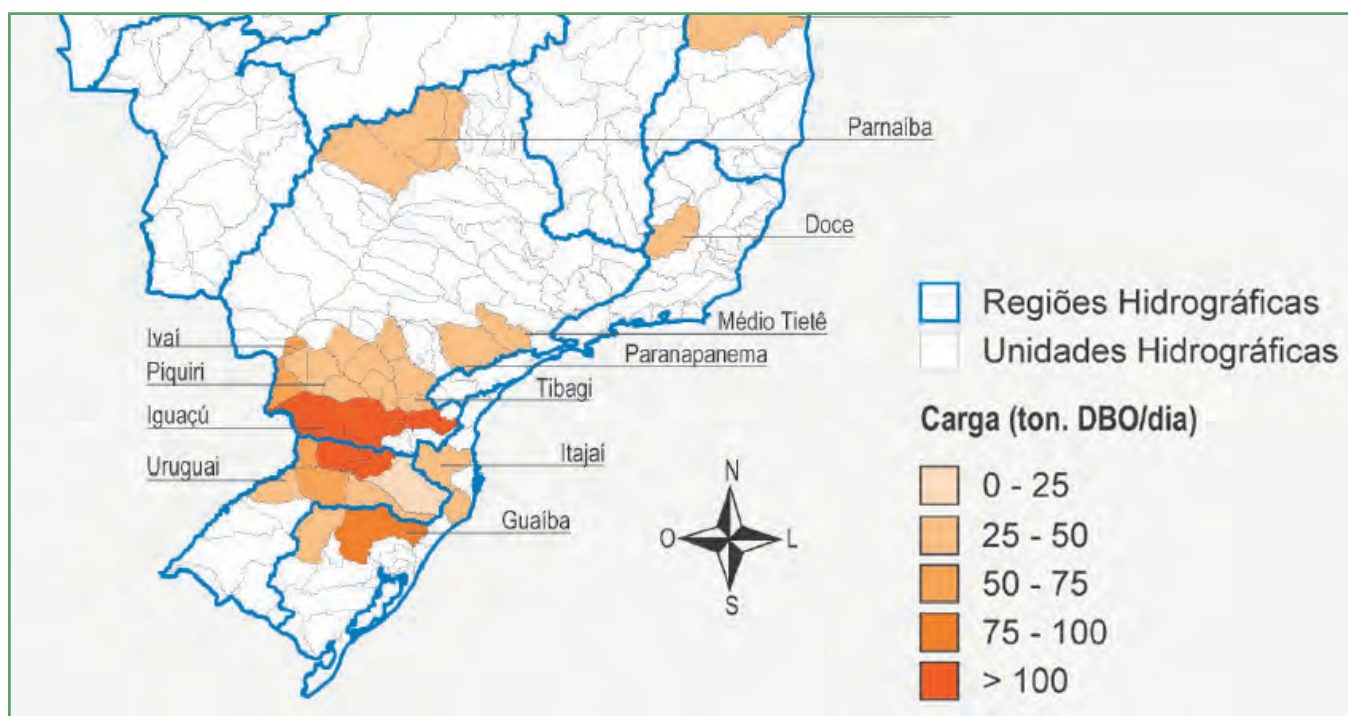
* situadas, em sua grande maioria, na RH-PR; ** situadas fora da Região Hidrográfica do Paraná

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).

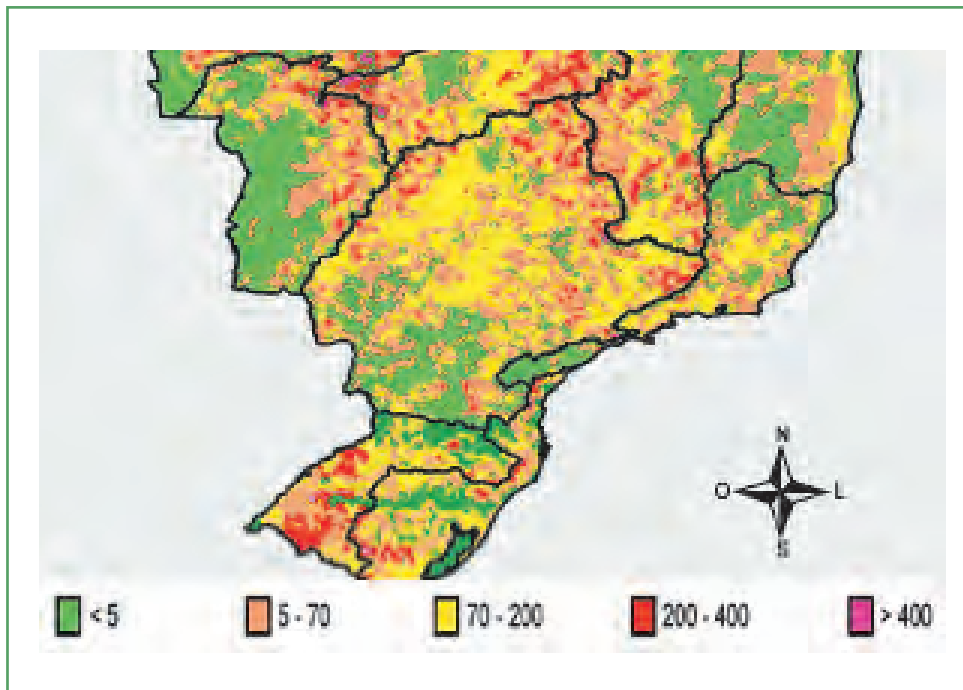


Fonte: ANA (2005b)

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.

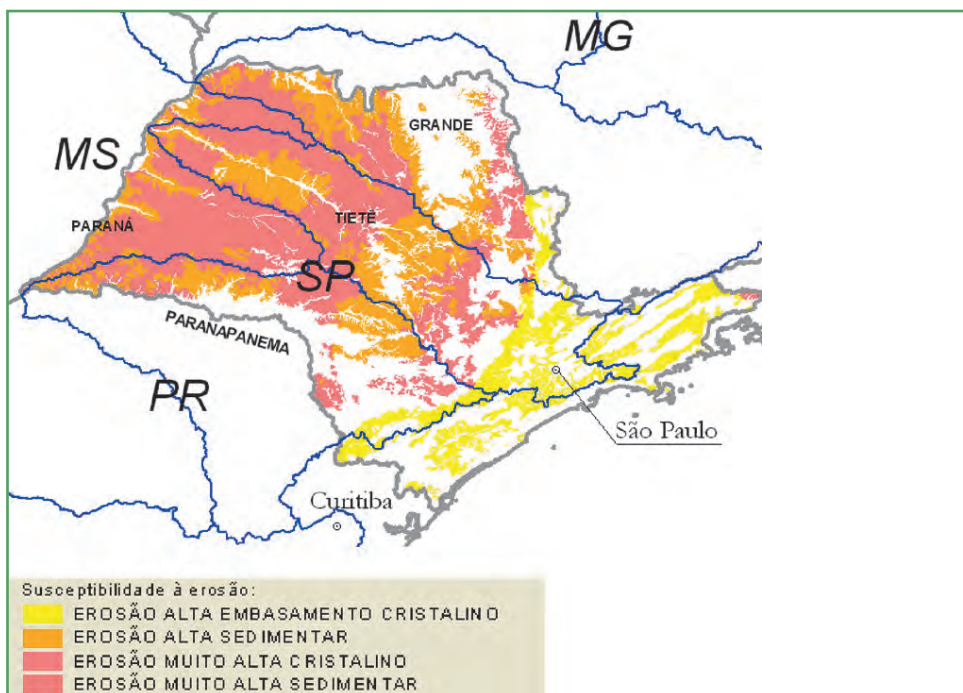


Fonte: Campagnoli *et al* (2004)

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 assoreados 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

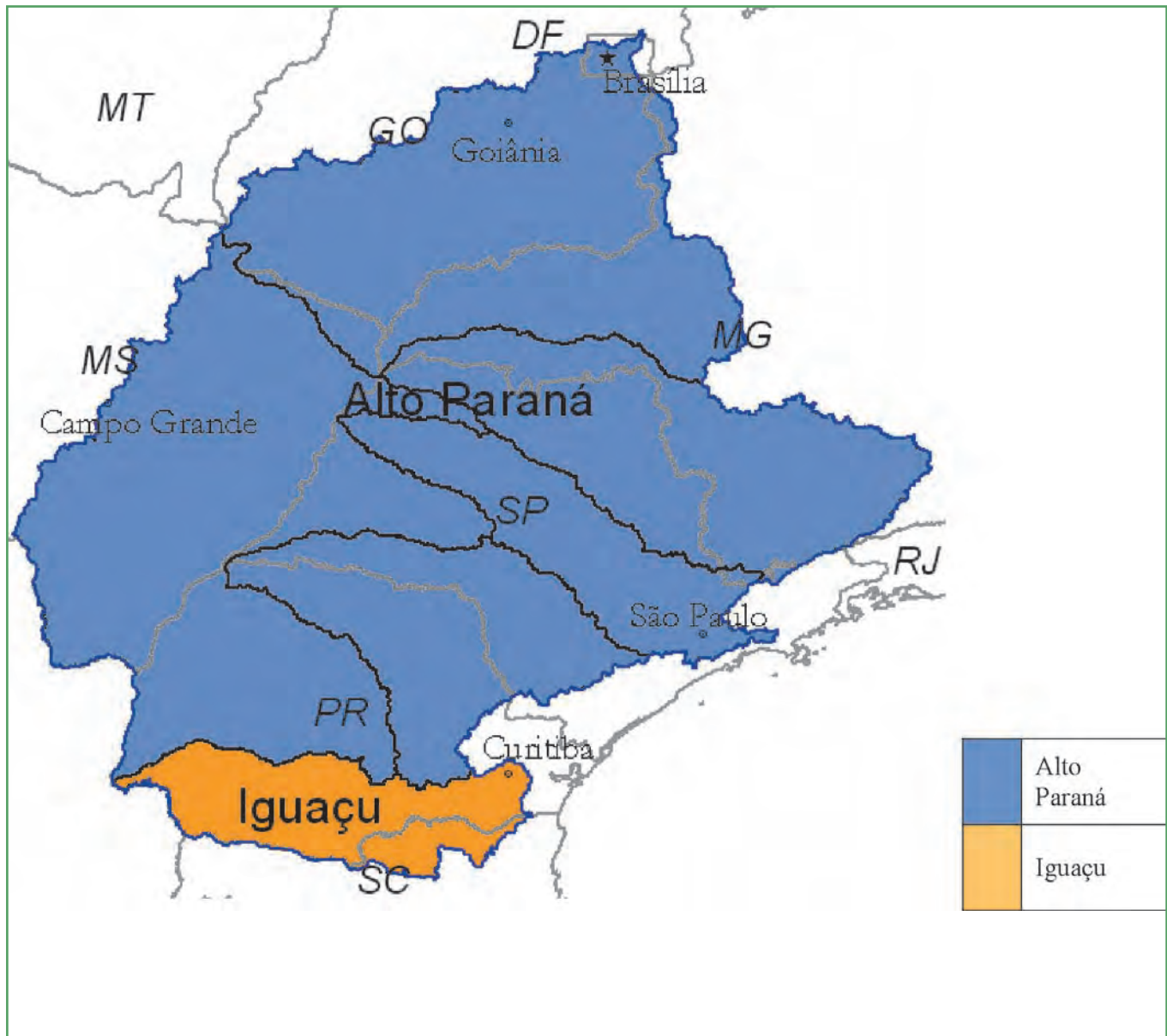
Entende-se por ecorregião um conjunto de comunidades

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 gymnogynys*, *Astyanax ita*, *Austrolebias carvalhoi*, *Bryconamericus ikaa*, *Bryconamericus piau*, *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 gymnogynys*, *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 espciosas 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; MHNCI, 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 inculpta*, *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*, *Symphonichthys boitonei*, *Symphonichthys parallelus*, *Symphonichthys 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).

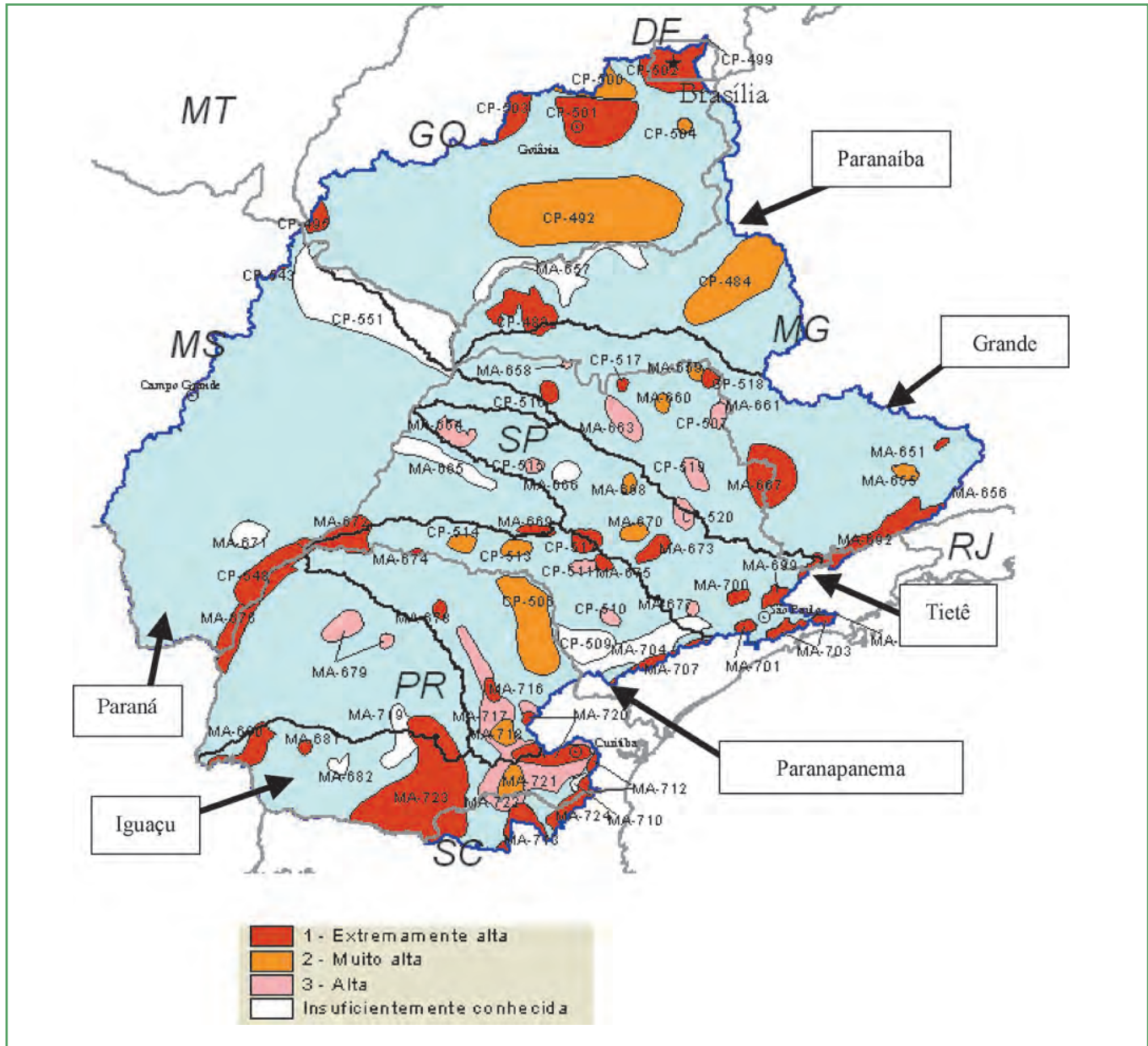
Interesse biogeográfico: Por incluir as principais concentrações urbanas do país, além da intensa exploração agropecuária, trata-se de uma das ecorregiões mais impactadas do Brasil. Sua amplitude e fronteira com diversas outras ecorregiões aumentam seu interesse biogeográfico.

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 conseqüências 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.

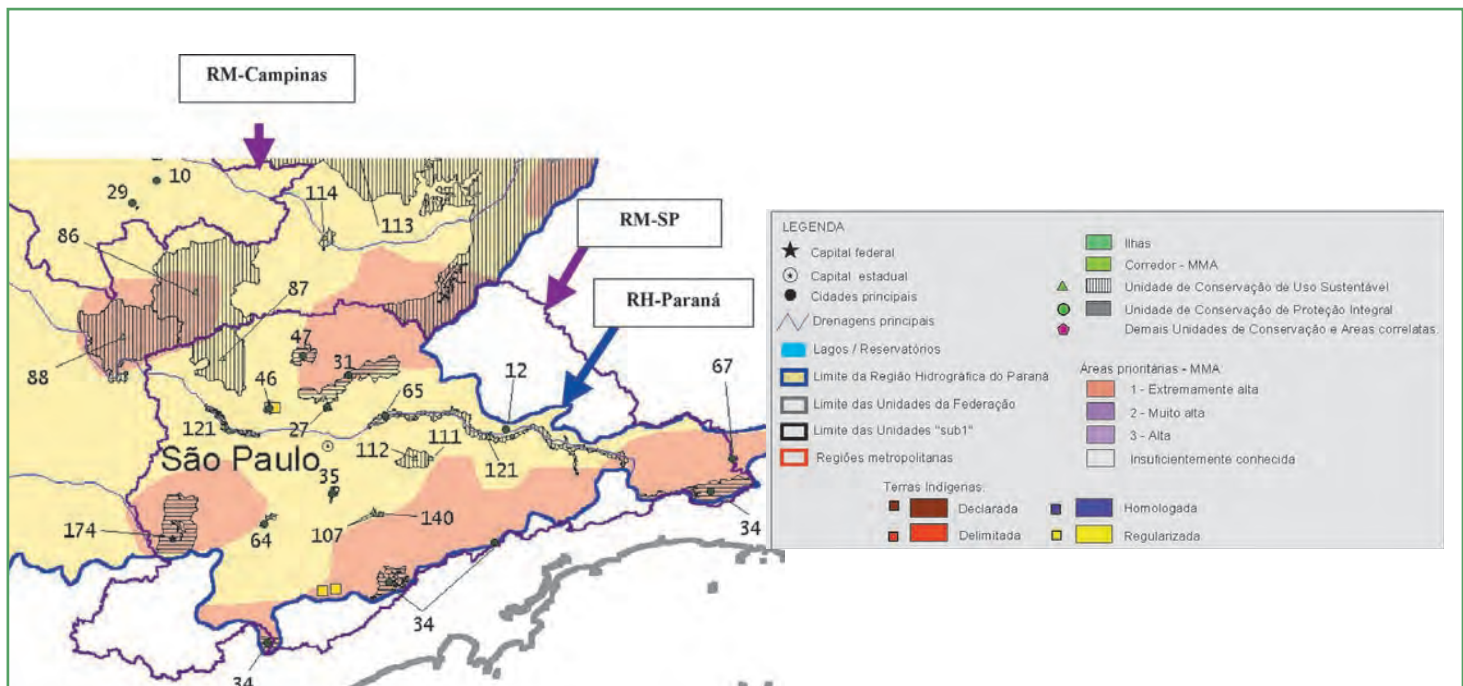
Na avifauna do Estado do Paraná, destacam-se as aves aquá-

licas 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, estenóticos 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).

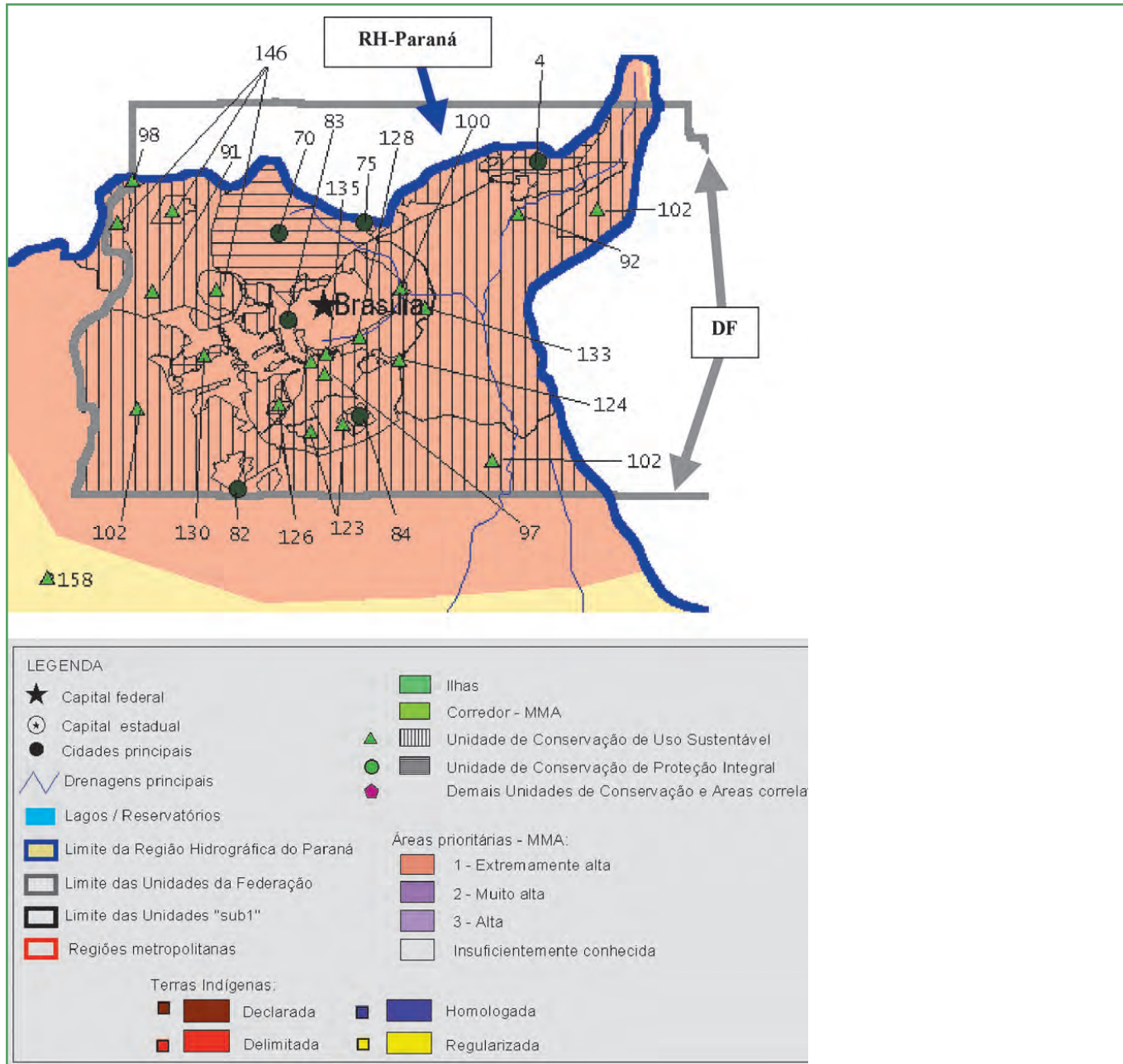
Unidades de Conservação Ambiental, Terras Indígenas e demais aspectos ambientais

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

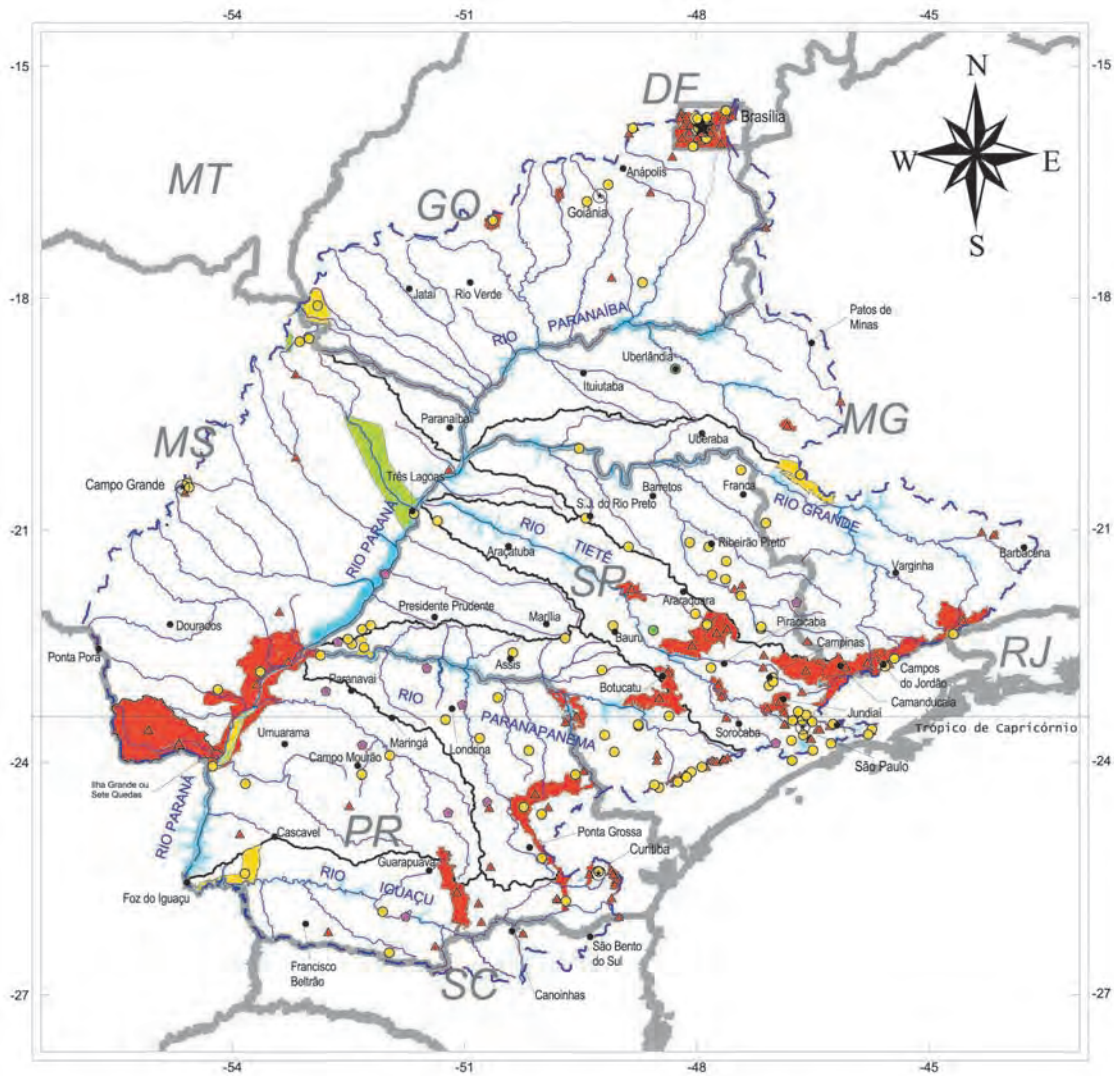


Figura 49. Situação Ambiental - Unidades de Conservação

LEGENDA

- ★ Capital federal
- ⊙ Capital estadual
- Cidades principais
- Drenagens principais
- Lagos / Reservatórios
- ⋯ Limite da Região Hidrográfica do Paraná
- ▭ Limite das Unidades da Federação
- ▭ Limite das Unidades "sub1"
- Corredor - MMA

Unidades de Conservação Ambiental:

- ▲ Unidade de Conservação de Uso Sustentável
- Unidade de Conservação de Proteção Integral
- ⬢ Demais Unidades de Conservação e Areas correlatas.

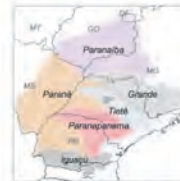


ESCALA= 1:10.000.000

Sistema de Coordenada Geográfica Datum SAD-69



Ecorregiões Aquáticas Região Hidrográfica do Paraná



Região Hidrográfica do Paraná Unidades hidrográficas "sub 1"

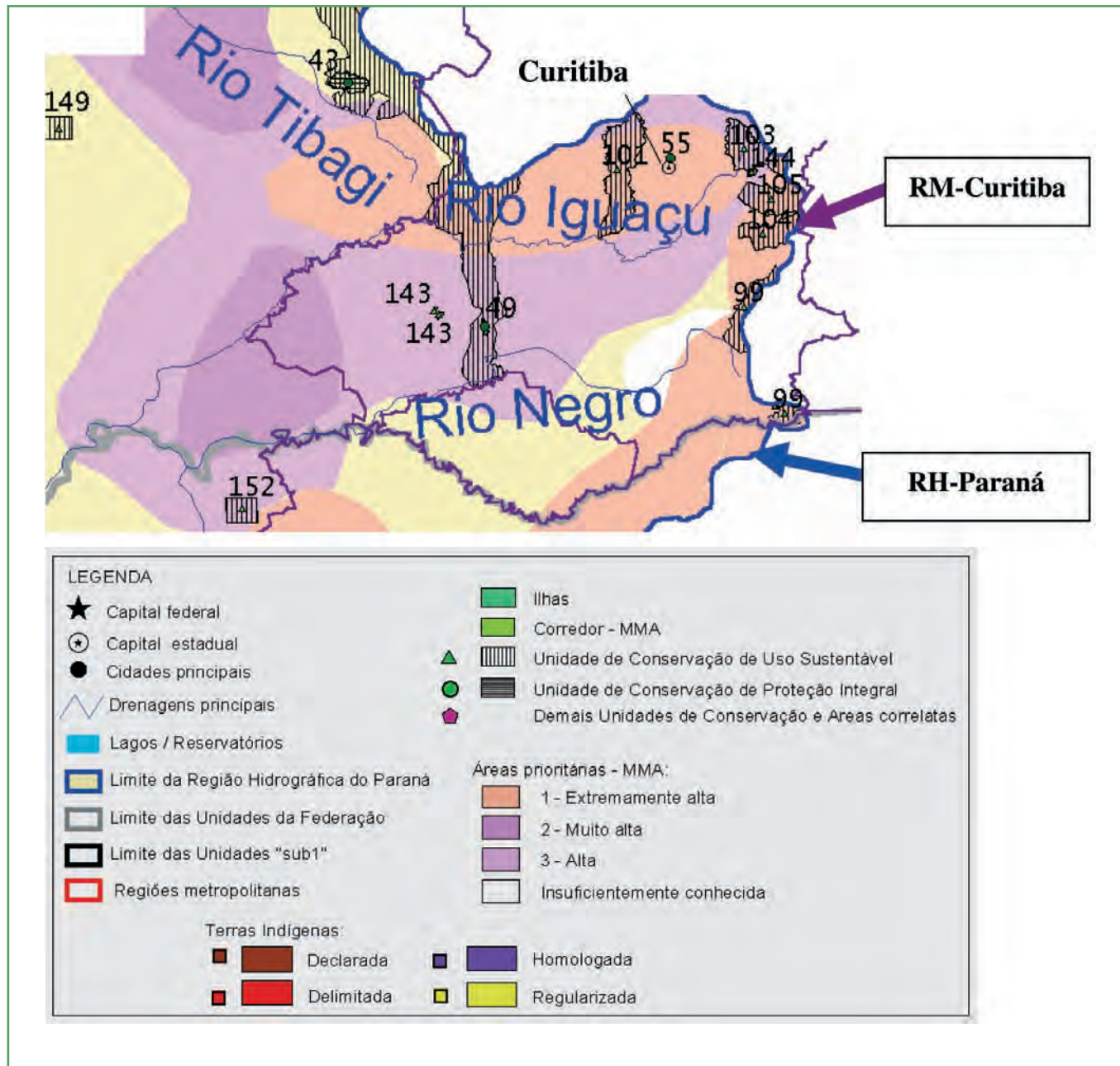


Localização da Região Hidrográfica

Vista ampliada de Curitiba, DF e São Paulo, vide figuras no texto.

Fonte: Bases do PNRH (2005)

Figura 51 - Situação Ambiental - Unidades de Conservação



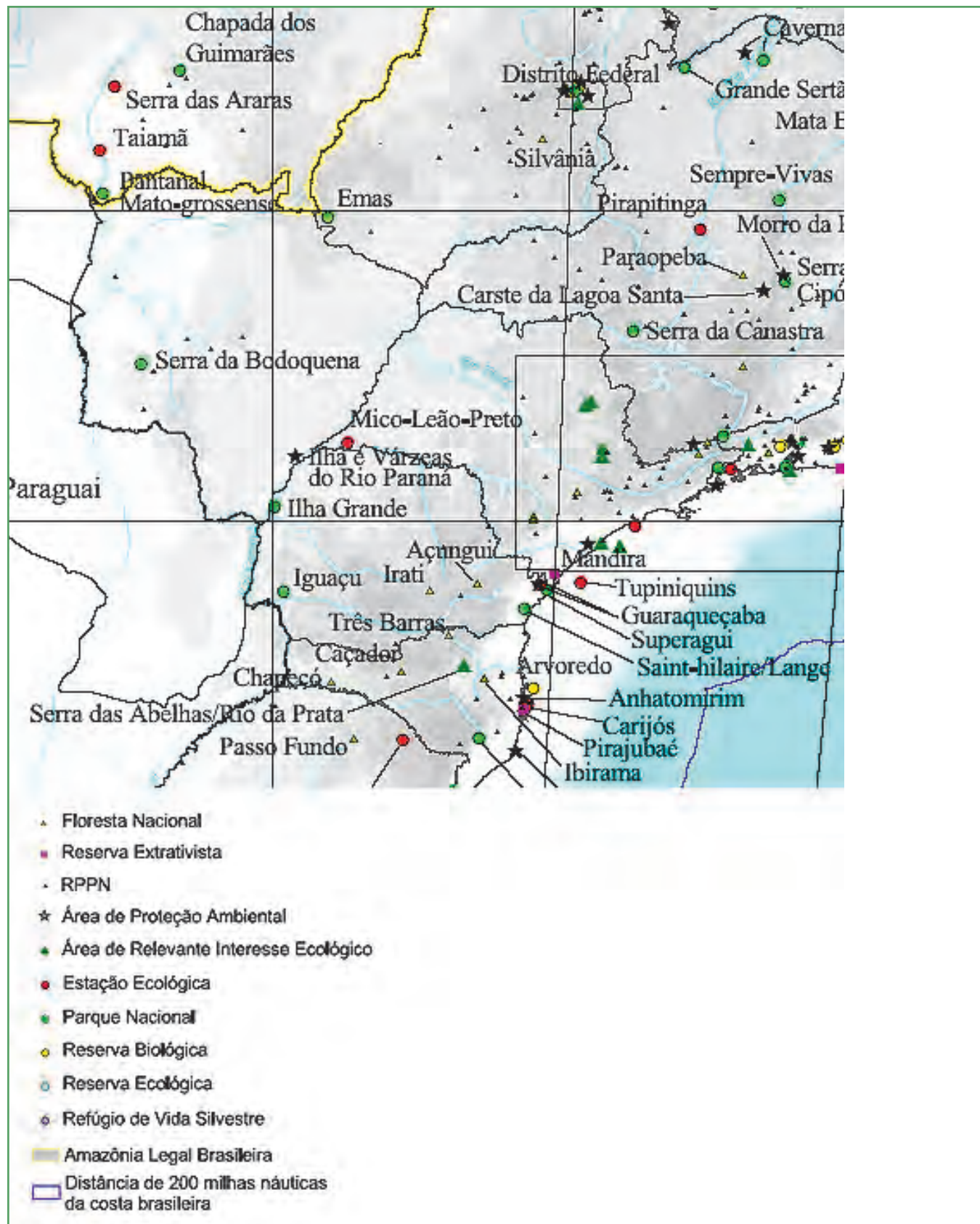
Fonte: PNRH-BASE (2005)

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).

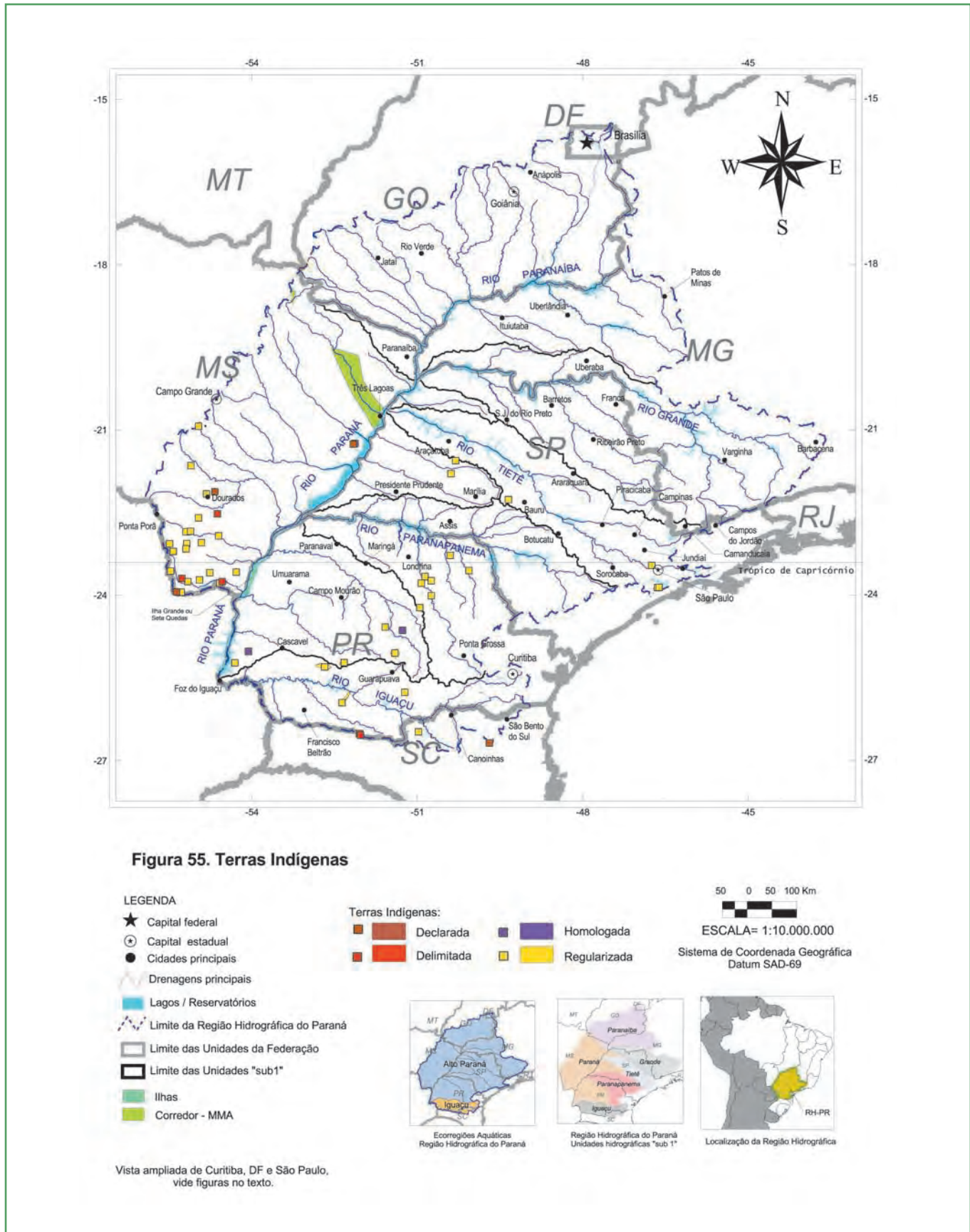
São 53 as terras indígenas presentes na Região Hidrográfica do Paraná, entre as categorias regularizada, homologada, delimitada e declarada, totalizando 42.274 habitantes, sendo: 34 delas (64,1% do total) na Sub 1

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).



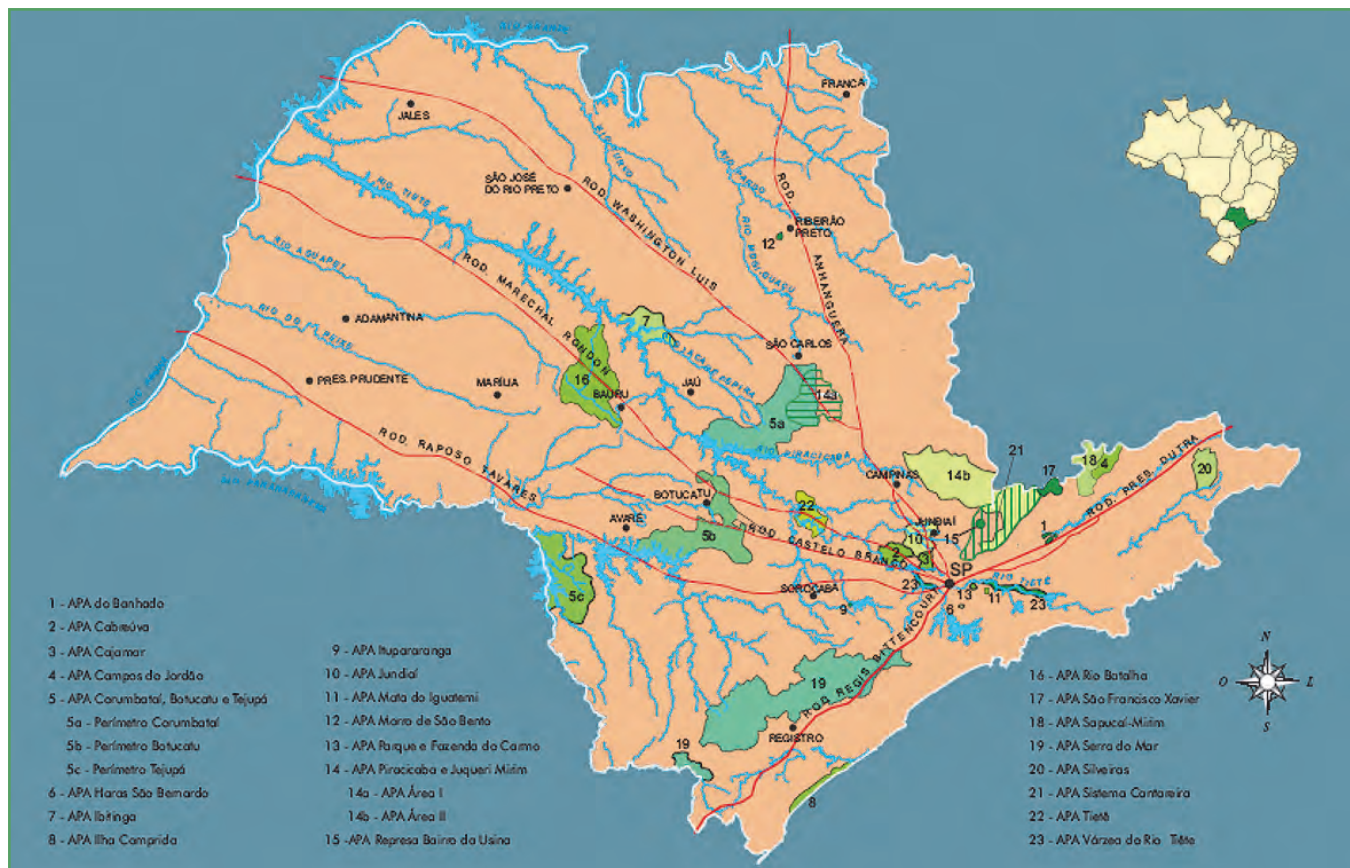
Fonte: IBAMA (2005)

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 UHs 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).

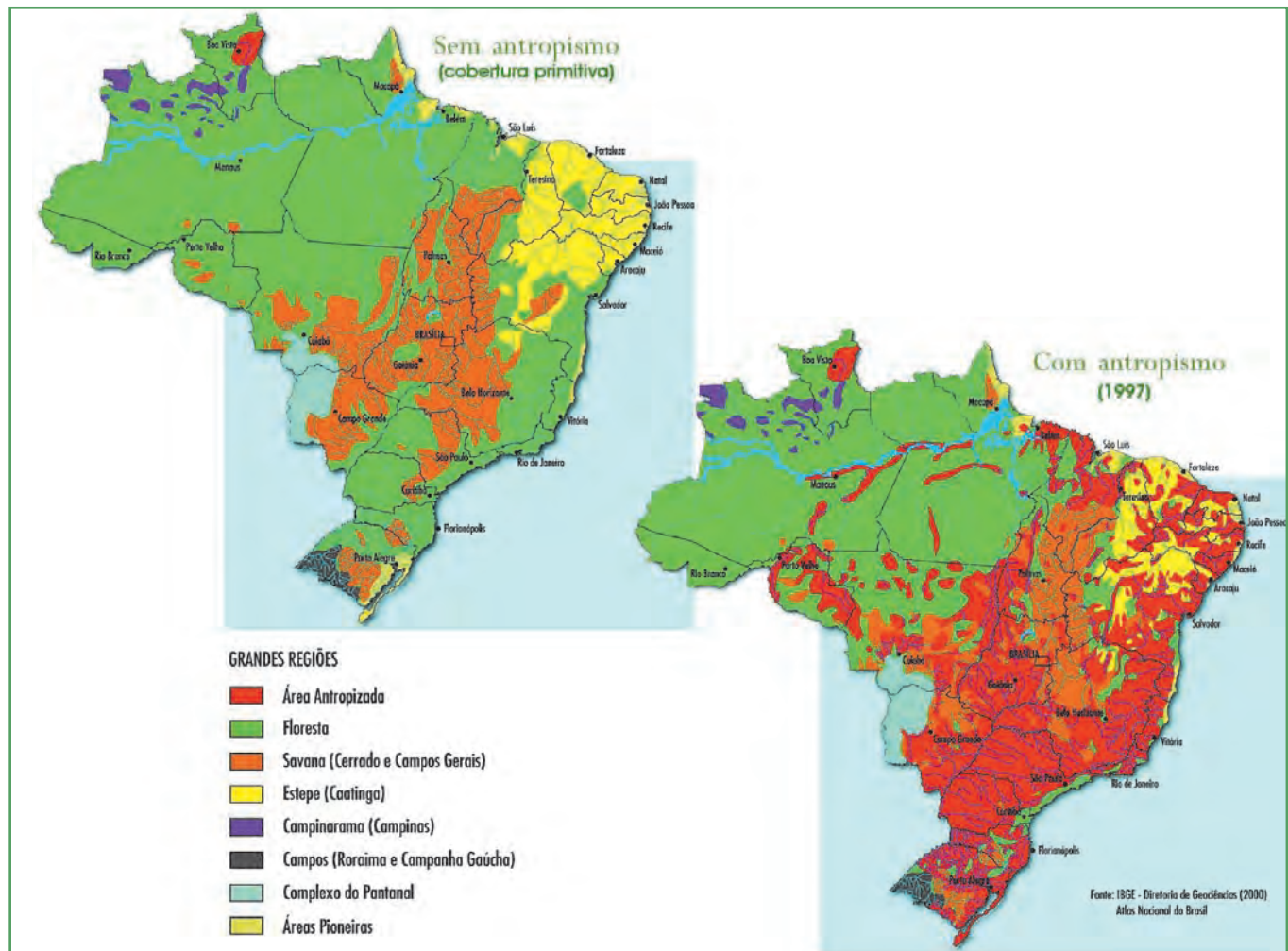
Uma análise da cobertura vegetal primitiva indica (FGV, 1998):

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

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

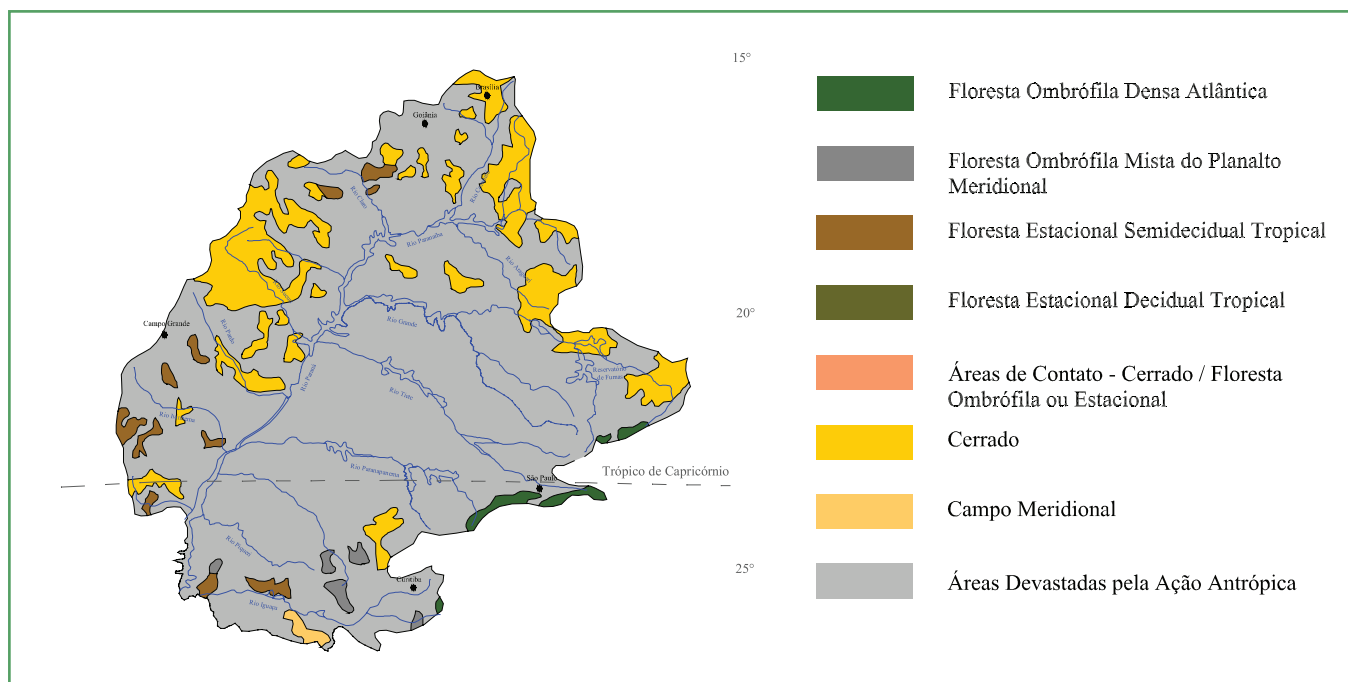
- Nas porções sudeste de MS, oeste e noroeste do PR, oeste de SP e parte do sul de MG, predomina a floresta estacional semidecidual.
- Floresta ombrófila densa está presente no alto curso da bacia do rio Tietê.
- Nas porções central e sudeste do PR e em SC, predomina floresta ombrófila densa.
- Floresta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

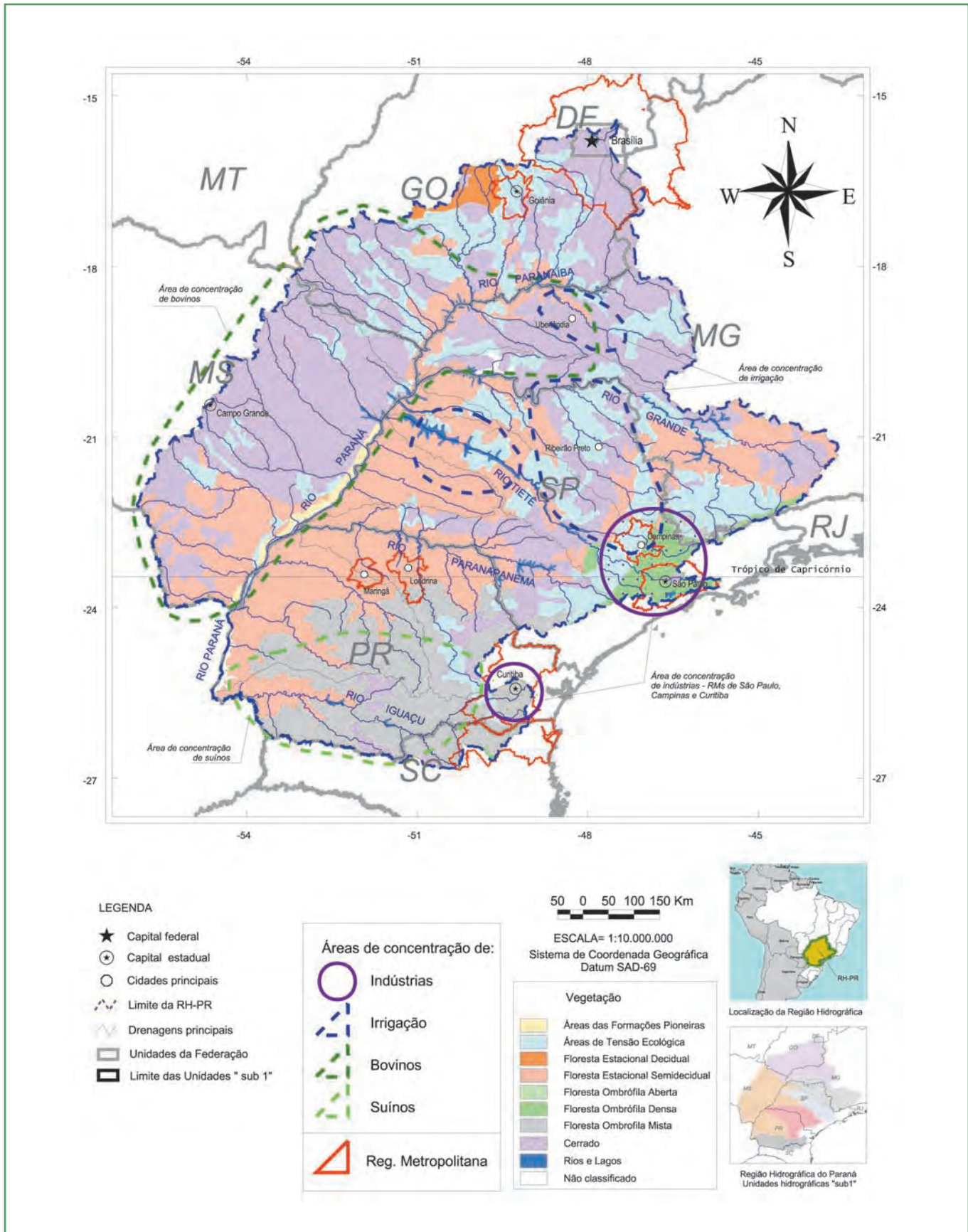
Originalmente surgido como uma atividade artesanal que visava atender ao fornecimento de utilidades para as atividades mineradora e agropecuária (motivos do início da ocupação regional), a produção industrial da Região Hidrográfica do Paraná veio a consolidar-se mais tarde, principalmente com os capitais 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: Jundiá, 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, suprindo 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
Parapanema	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-

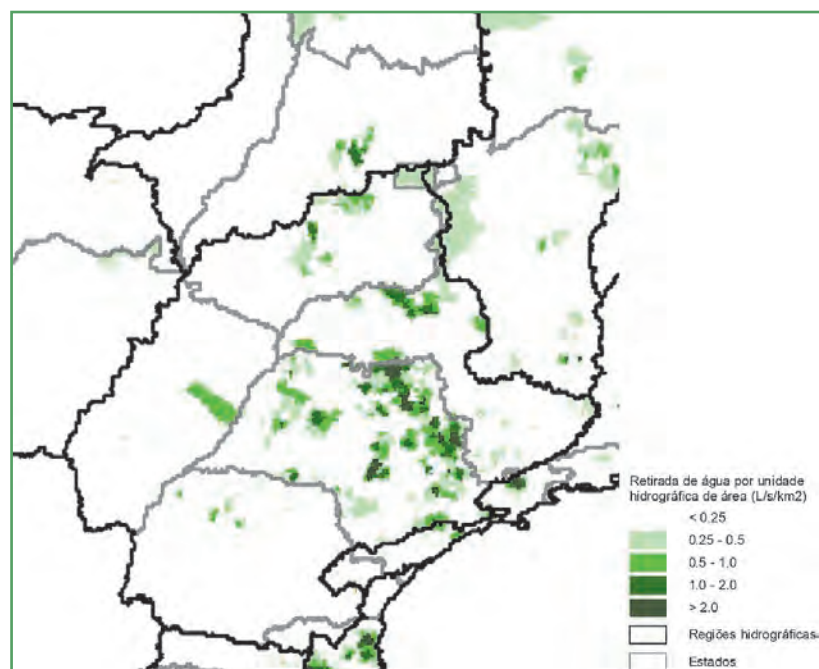
te concentrada em unidades de pequeno e médio porte. Dos 934.985 estabelecimentos agrícolas na Região Hidrográfica do Paraná, 38,9%, possuem área inferior a 10 ha, enquanto outros 47% estão na faixa de 10 a 100 ha. Por outro lado, somente cerca de 0,4% dos estabelecimentos têm área superior a 2000 ha. 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).

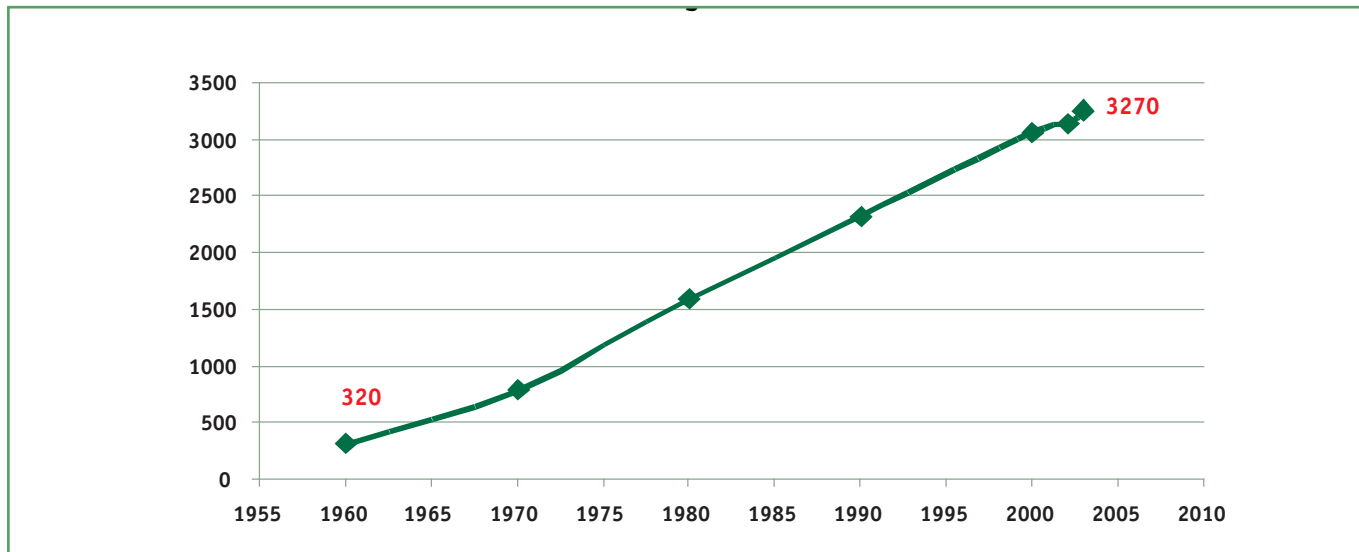


Fonte: ANA (2005a)

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

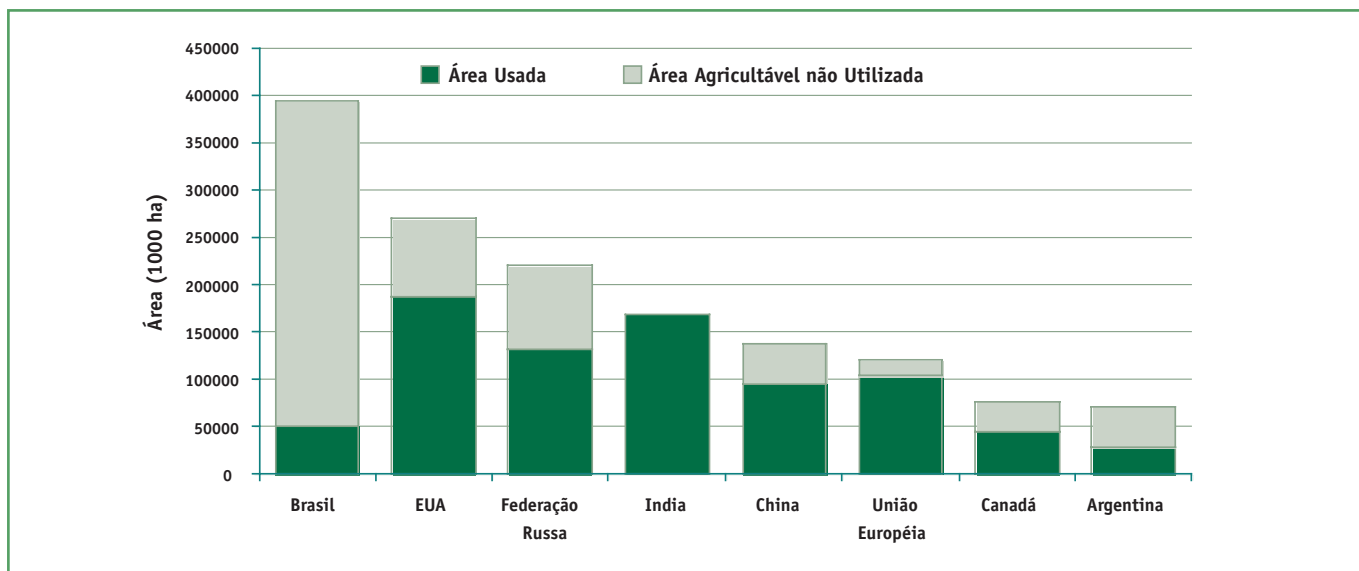
O gráfico da Figura 54, segundo Christofidis (2002), apresenta a evolução da área irrigada no Brasil, tendo crescido cerca de 10 vezes de 1960 à década atual. O potencial ainda existente de crescimento – gráfico da Figura 55, segundo Mota (2005) -, somado à expansão atual do setor de agronegócios, notadamente 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

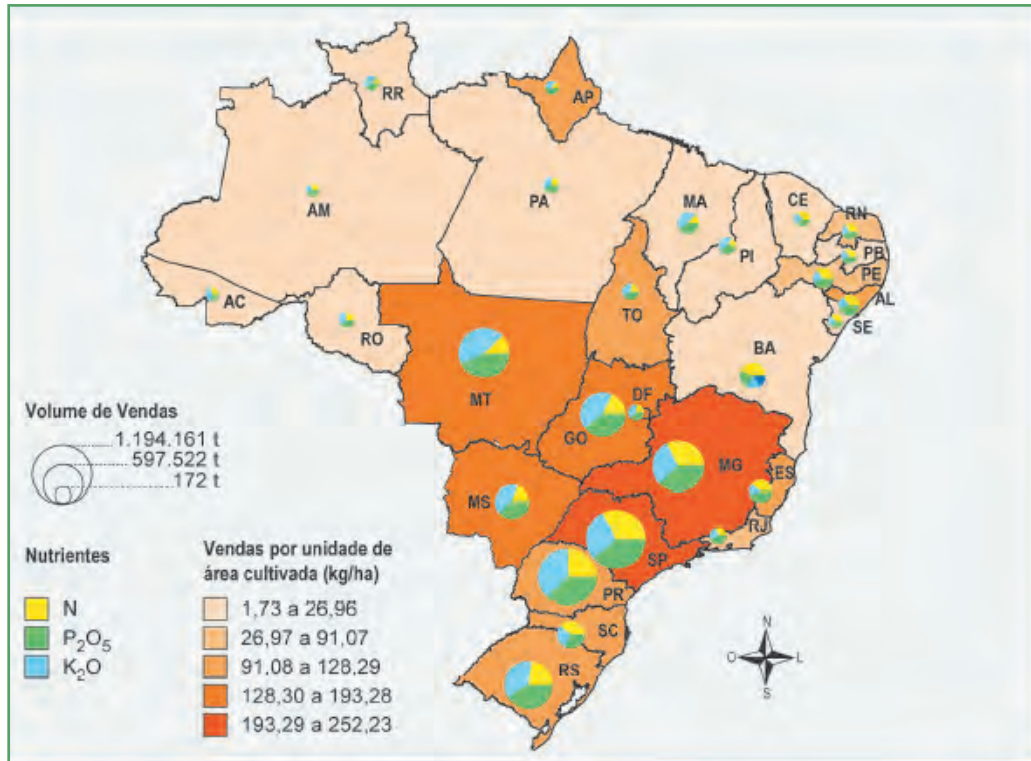
eutrofização dos corpos de água superficiais e contaminação de aquíferos.

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

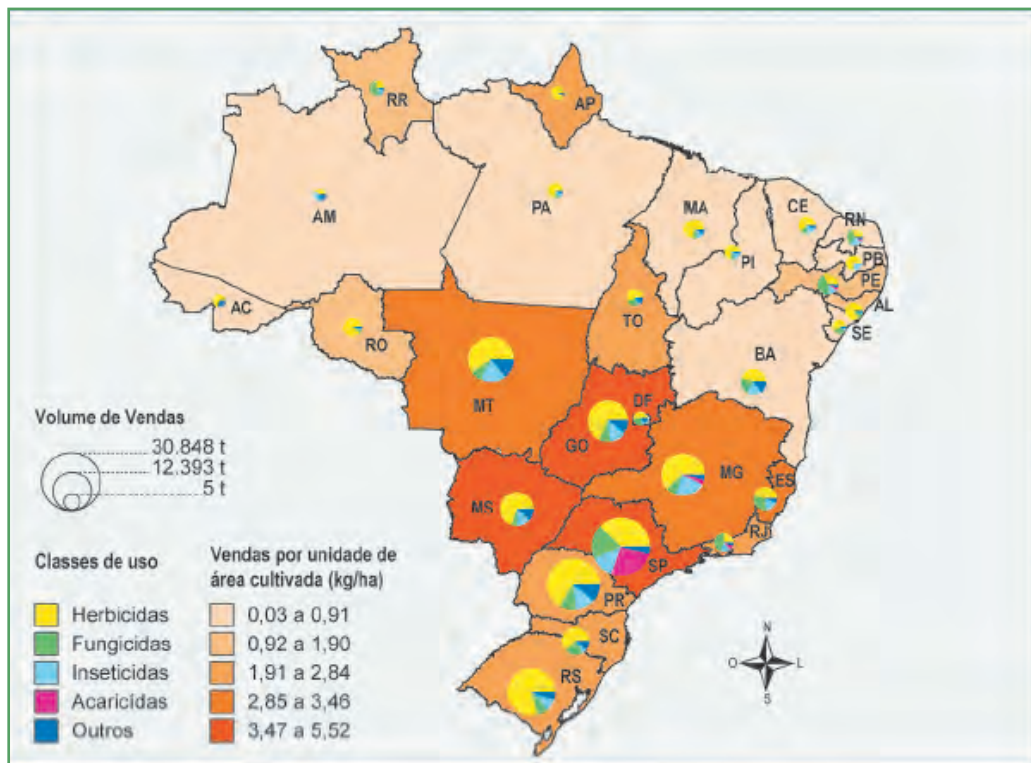
Unidade da Federação	Utilização por unidade de área (kg/ha)			
	Total	Tipo de nutriente utilizado		
		Nitrogênio (N)	Fósforo (P ₂ O ₅)	Potássio (K ₂ O)
Distrito Federal	273,91	59,31	119,69	94,91
Goiás	202,43	32,91	88,71	80,82
Mato Grosso do Sul	168,09	28,08	70,15	69,87
Minas Gerais	220,55	67,17	70,10	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)

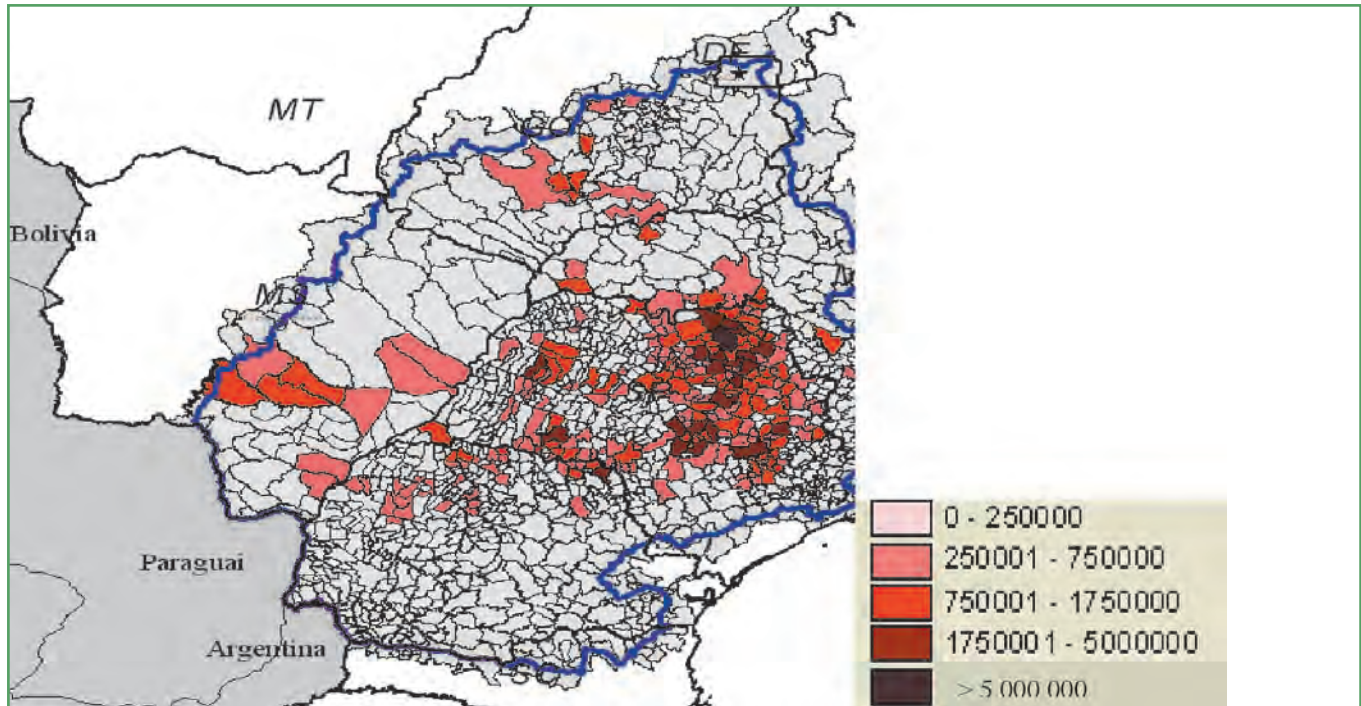
Quadro 34 - Produção de café em coco, cana-de-açúcar, laranja, milho e soja nas unidades Sub 1 da RHE Paraná, em (%)

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.



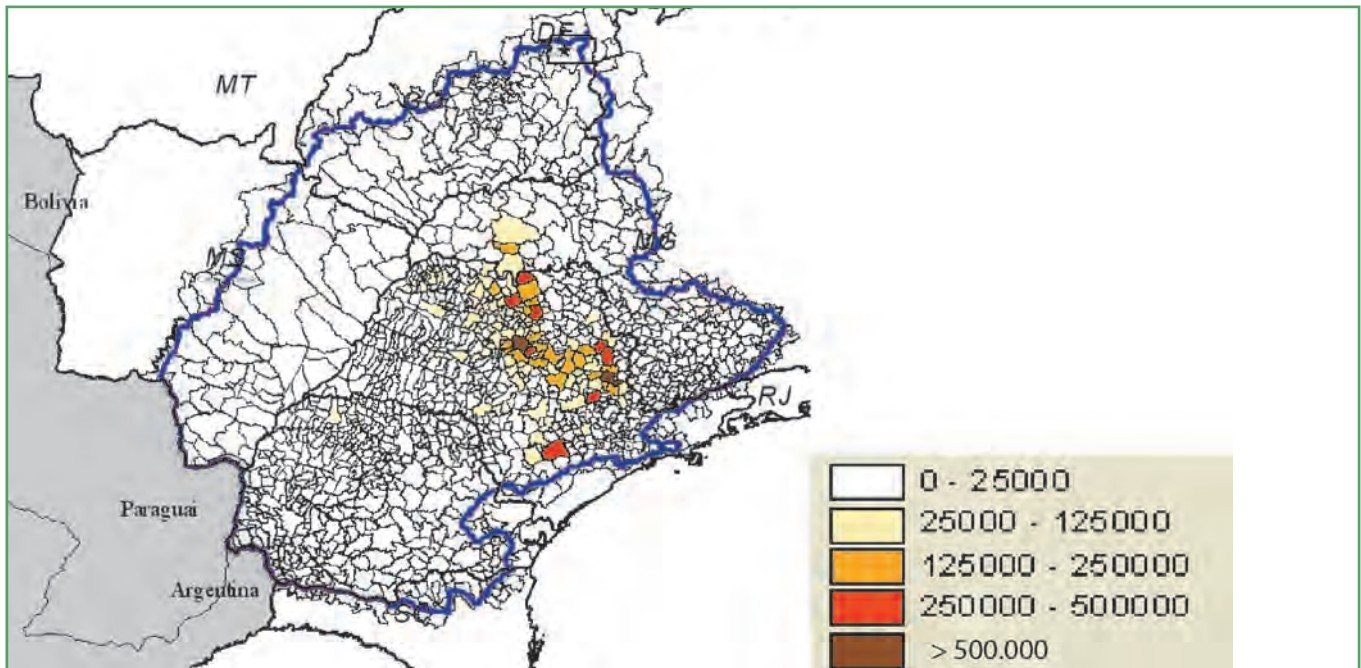
Fonte: PNRH-BASE (2005)

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.

115

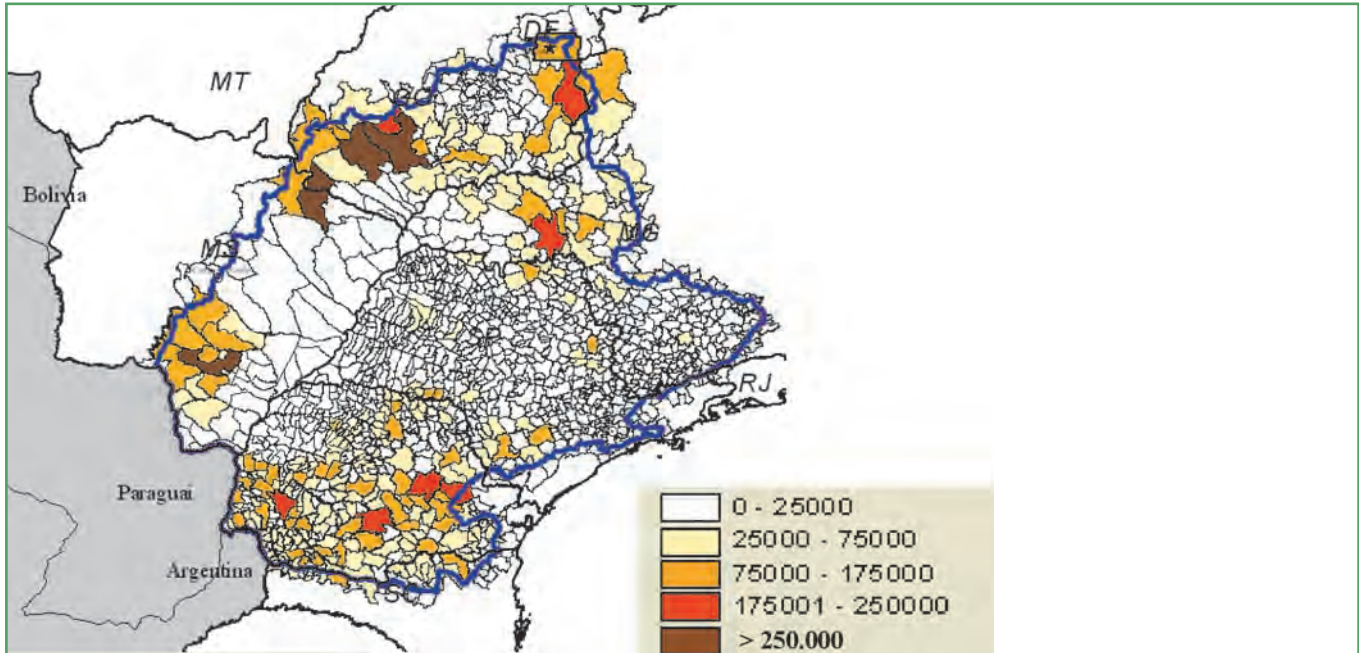


Fonte: PNRH-BASE (2005)

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%).

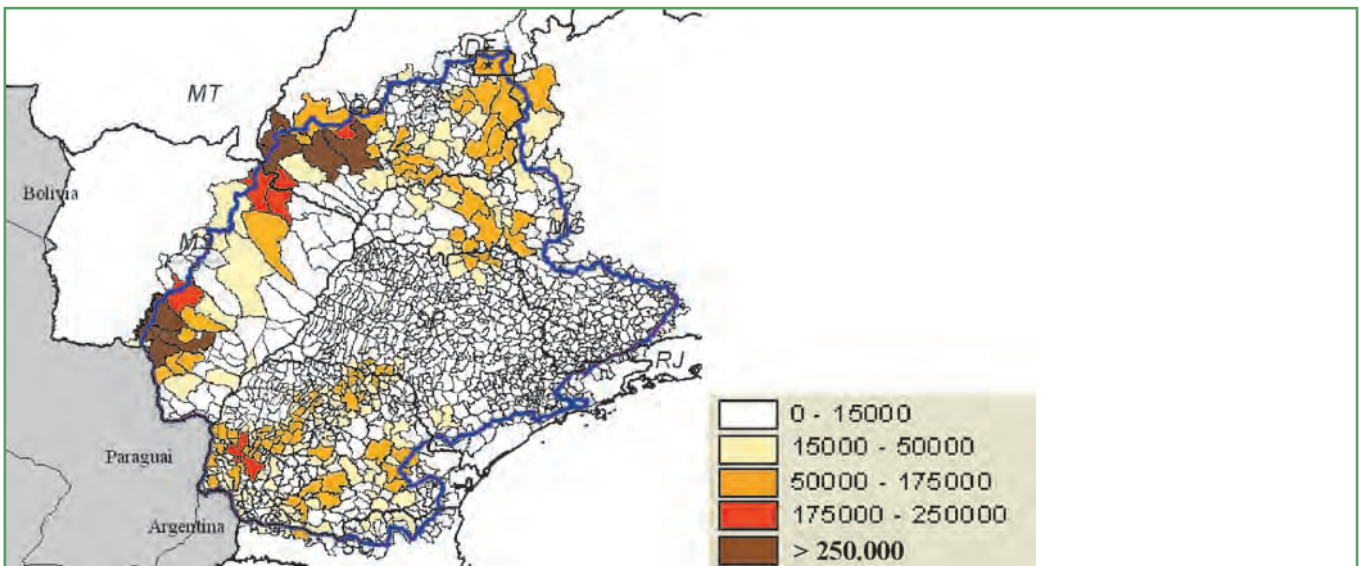


Fonte: PNRH-BASE (2005)

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 Parapanema (16,0%) e Iguaçu (8,8%), sendo pouco expressiva no Tietê (0,4%).

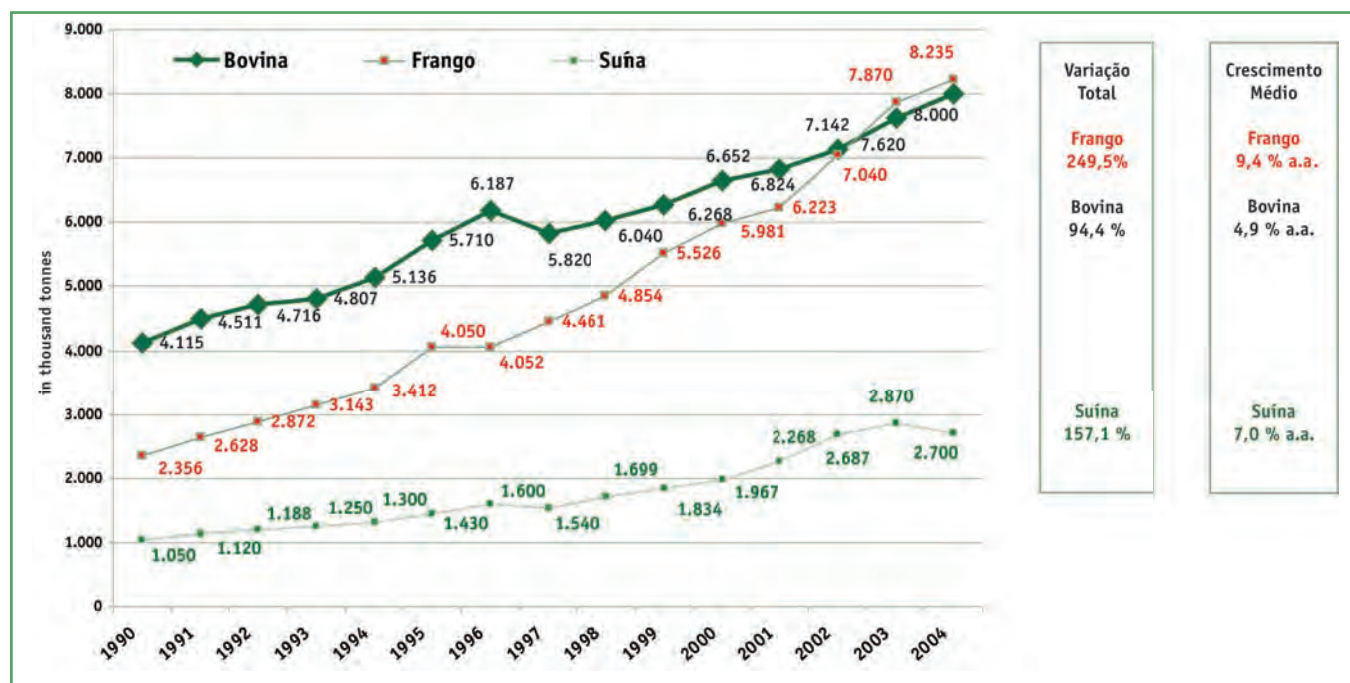


Fonte: PNRH-BASE (2005)

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

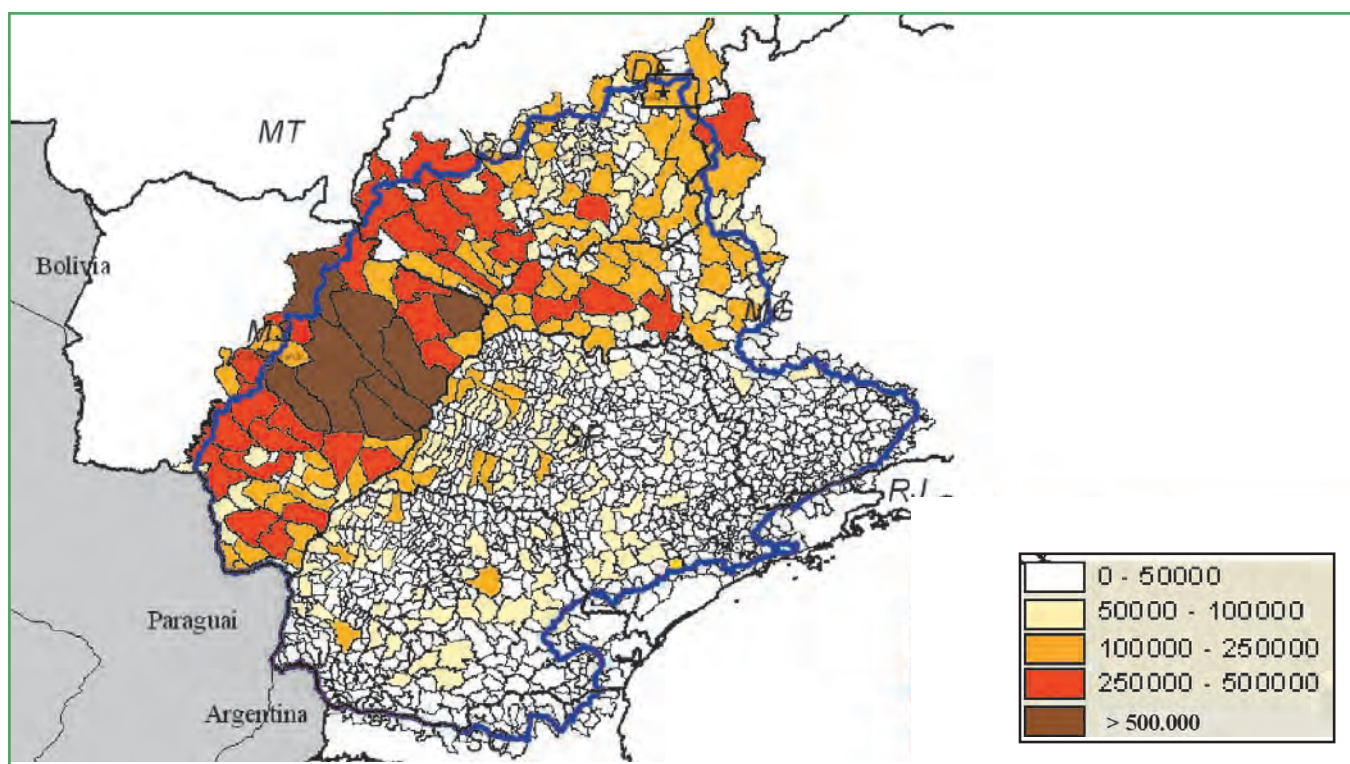
Unidade hidrográfica Sub 1	Bovinos (cabeças)	Vacas ordenhadas (cabeças)	Suínos (cabeças)	Galinhas, galos, frangos e pintos (cabeças)
Grande	70,1	→ 15,4	9,7	902,6
Iguaçu	32,8	4,9	→ 26,4	→ 1.127,8
Paraná	76,3	4,0	8,9	317,9
Paranaíba	61,0	8,8	7,6	245,0
Paranapanema	55,5	5,9	14,1	412,9
Tietê	57,7	7,2	11,5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

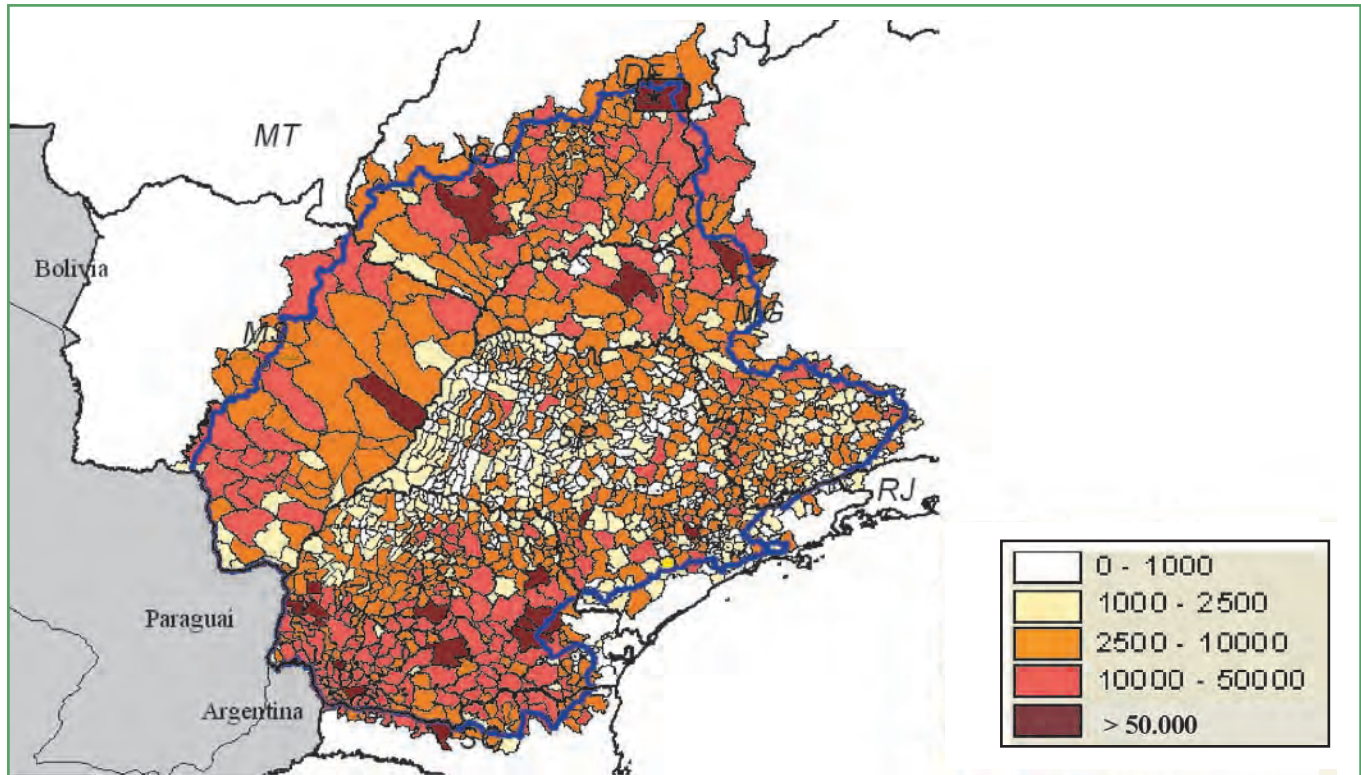
Já o rebanho suíno, embora mais concentrado da porção oeste do Estado do Paraná – Figura 64, apresenta distribuição mais uniforme, comparativamente ao bovino. As unidades Sub 1 com mais suínos são: Paraná (25,6%), Iguaçu (18,2%), Paranaíba (17,7%), Paranapanema (15,1%) e Grande (14,7%).

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%).



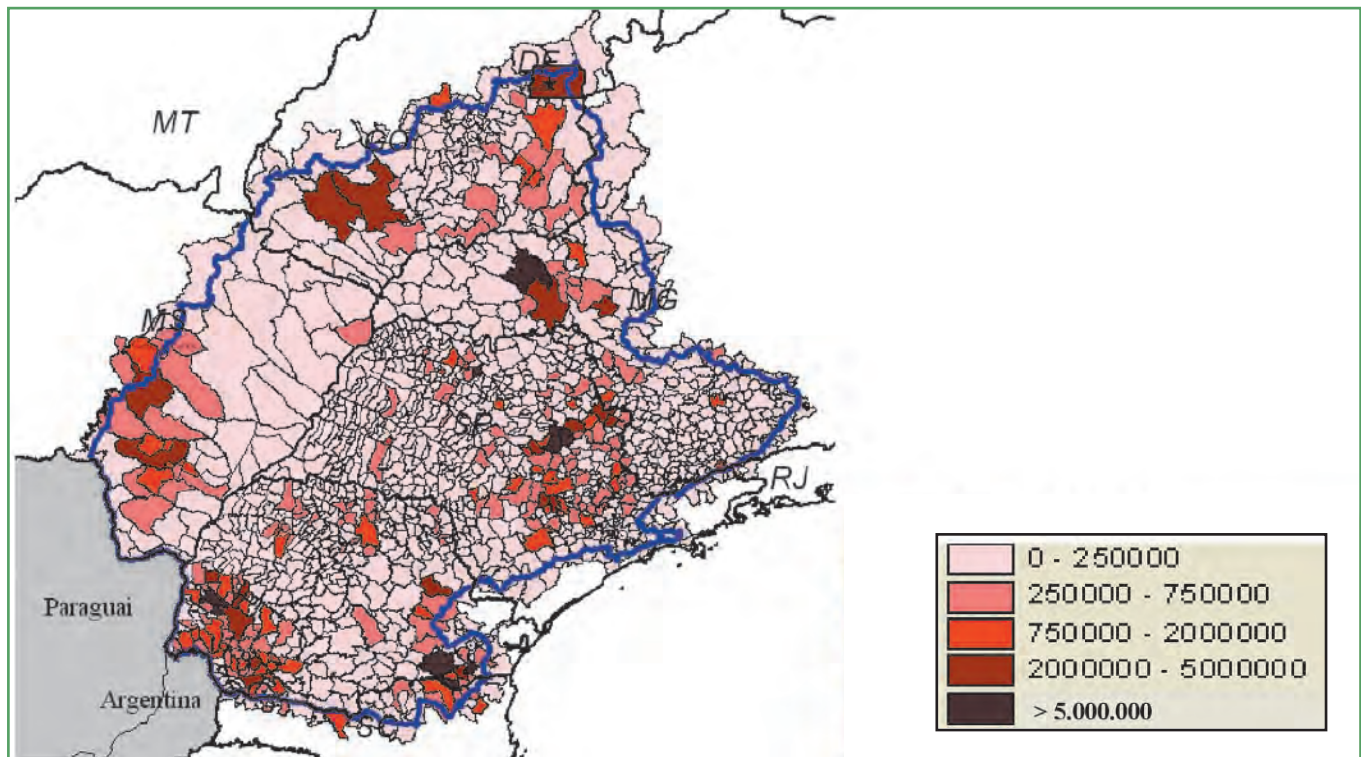
Fonte: PNRH-BASE (2005)

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



Fonte: PNRH-BASE (2005)

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



Fonte: PNRH-BASE, 2005

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